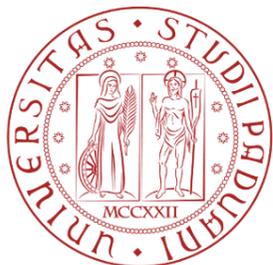


UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI PADOVA



1222 • 2022
800
ANNI

DAFNAE

Dipartimento di Agronomia Animali
Alimenti Risorse naturali e Ambiente

51° Convegno Nazionale della Società Italiana di Agronomia

Padova, 19-21 Settembre 2022

Plant breeding for sustainable agriculture:
The impact of genetic innovations on the future of agriculture

Gianni Barcaccia e Margherita Lucchin
Società Italiana di Genetica Agraria



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Scaletta



Italian Society for Agronomy

51st National conference



Agriculture and food availability in 2050

Botanical garden – via Orto Botanico, 15 - Padova

19 - 21 September 2022

PROGRAM

Monday 19 September 2022

08:30 - 09:30 Participants registration

09:30 - 10:00 Opening of the 51st Conference of the Italian Society for Agronomy

Prof. Maurizio Borin – President of the Organizing Committee - University of Padova

Prof. Paolo Sambo – Vice Rector of the University of Padova

Prof. Gianni Barcaccia – Head of Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment (DAFNAE)

Dr. Sergio Giardani – Mayor of Padova

Prof. Michele Perniola – President of the Italian Society for Agronomy (SIA)



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il ruolo e contributo del miglioramento genetico

«Il seme delle varietà migliorate geneticamente rappresenta il più alto concentrato di tecnologia che possa essere messo a disposizione degli agricoltori»
(Lorenzetti F., 1986)

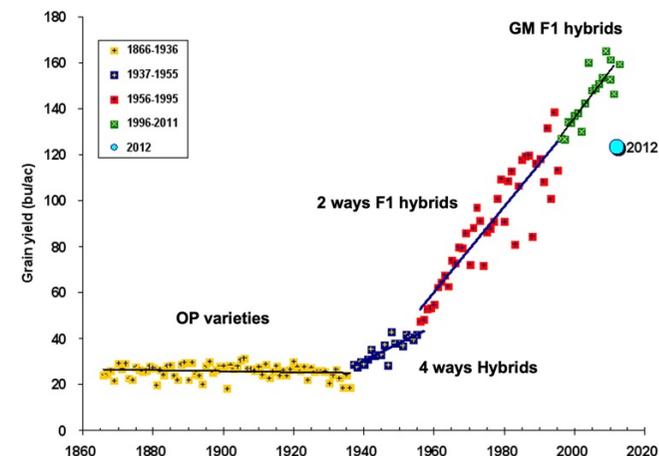


L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il ruolo e contributo del miglioramento genetico

Produzioni medie globali principali cereali 1961-2011 e mais 1862-2012

Obiettivi strategici –
produrre di più e di
qualità utilizzando
sempre meno input
«more with less»
senza arrecare
danni all'ambiente
«do no significant
harm»



- ◆ progressi significativi sono stati conseguiti nelle principali specie agrarie non solo in termini di rese unitarie (produttività) ma anche per le caratteristiche nutraceutiche e organolettiche (qualità)

- ◆ I progressi quantitativi conseguiti nell'ultimo mezzo secolo sono da attribuire alla implementazione di schemi e metodi di miglioramento genetico e al perfezionamento di tecniche agronomiche e pratiche colturali (dal 50% vs. 50% al 66% vs. 34%)

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

L'impatto del miglioramento genetico

Plant breeding is 'key enabler' for sustainable agriculture

It is vital for the transition towards sustainable agriculture

<https://www.plantetp.eu/plants-for-the-futures-perspective-on-sustainable-agriculture/>

Plant breeding is a 'game changer' for sustainable agriculture

Innovation in European plant breeding has contributed significantly to wider socio-economic and environmental goals (<https://hffa-research.com/>)

Plant breeding is an 'essential platform' for sustainable agriculture

Plant breeding industry is a major contributor to more sustainable agriculture and food production (<https://www.plantbreedingsmatters.com/>)



Nel contesto della strategia dell'UE «Farm to Fork» che prevede l'impegno a ridurre l'uso di pesticidi e concimi rispettivamente del 50% e del 20% entro il 2030, gli investimenti in ricerca genetica e le innovazioni nel miglioramento genetico saranno ancora più importanti per mitigare le perdite di produzione attese per molte colture.

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

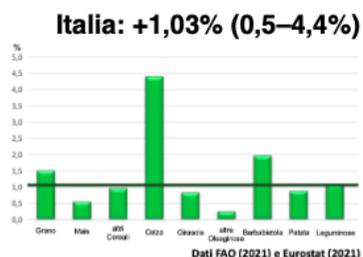
L'impatto del miglioramento genetico

Valutazione *ex-post* nel periodo 2000 – 2019

- L'innovazione genetica in agricoltura conta molto: in media e per le principali colture di seminativi **in Europa il miglioramento genetico ha contribuito in misura pari al 67% all'aumento delle rese unitarie** (prima del 2000 era stimato al 50%)
- Annualmente è stato registrato un **aumento delle produzioni pari all'1,16%** nel periodo 2000-2019. La produzione complessiva sarebbe stata inferiore di oltre il 20% nel 2020 senza il contributo fornito dal miglioramento genetico dall'inizio del millennio (+ 53 Mt semi cereali e + 8 Mt semi oleaginose)
- Senza i progressi conseguiti dal miglioramento genetico negli ultimi 20 anni, l'UE sarebbe diventata nel 2020 un importatore netto dei principali seminativi, compresi il frumento e altri cereali

+ 26 Mld euro di PIL dell'UE in totale
+ 30% reddito dei lavoratori agricoli

– 4,0 Mld ton di emissioni dirette CO₂
– 50 Mld m³ di acqua



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

L'impatto del miglioramento genetico

Valutazione *ex-ante* al 2040 dell'innovazione genetica

- La maggior parte degli **indicatori** analizzati per predire l'impatto che l'innovazione genetica avrà sull'agricoltura dell'UE nei prossimi 20 anni mostra un **valore piuttosto stabile e simile o addirittura superiore considerando i progressi potenziali del miglioramento genetico delle piante agrarie al 2040**
- A livello EU si stima che la produzione tenderà a diminuire sensibilmente fino al 2030 per effetto dell'attuazione delle strategie «Farm to Fork» e «Biodiversity», ma si prevede anche che **il progresso continuo del miglioramento genetico delle colture potrà almeno potenzialmente alleviare questo calo della produzione e contrastarne le conseguenze a livello socio-economico e ambientale nella misura del 50-60%**



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

L'impatto del miglioramento genetico

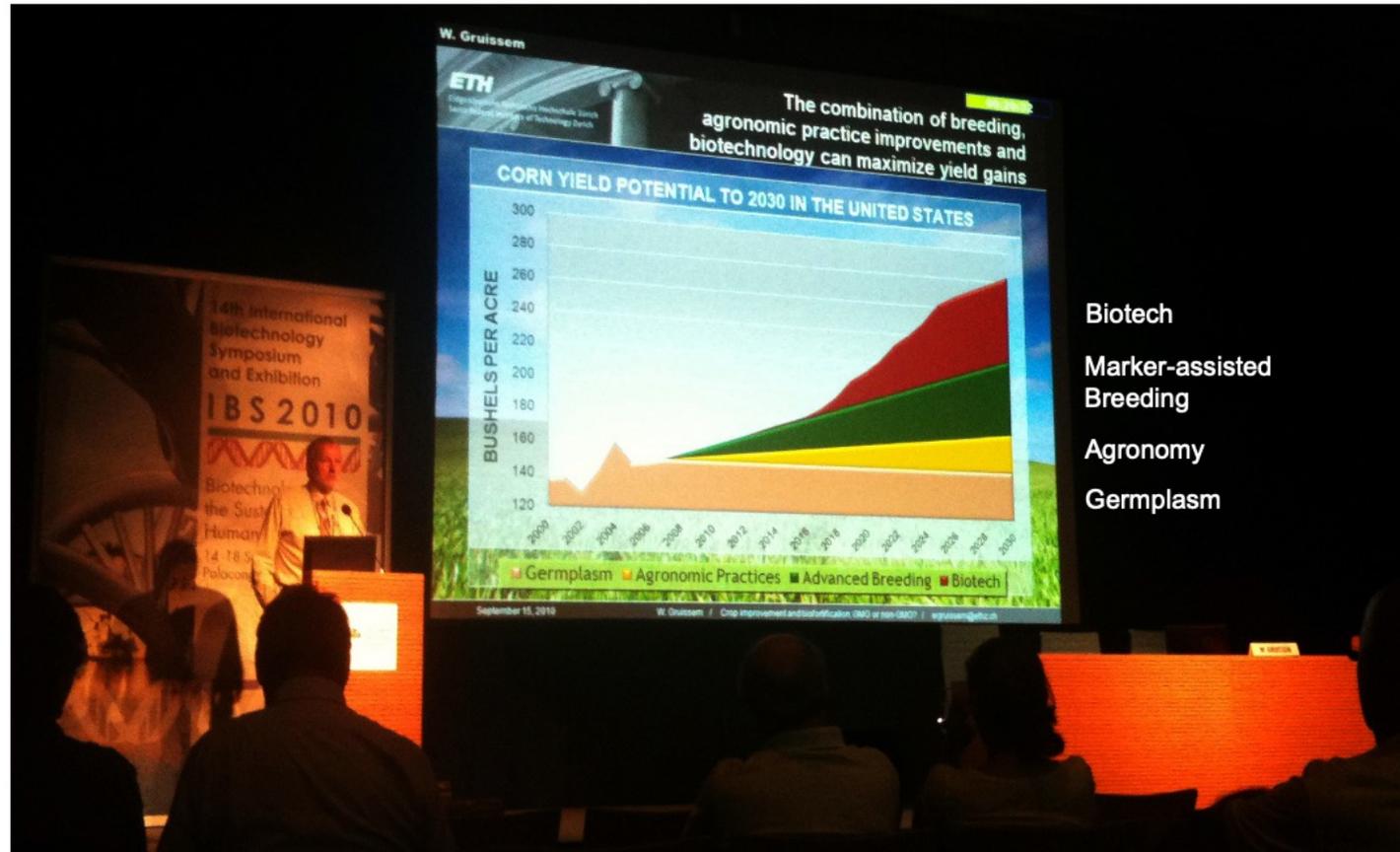
 Metodi convenzionali vs. molecolari + biotecnologici

Precision Breeding

siamo in grado di intervenire sui genomi delle piante per correggere specifici geni endogeni (TEA) senza dover trasferire stabilmente geni esogeni (OGM)

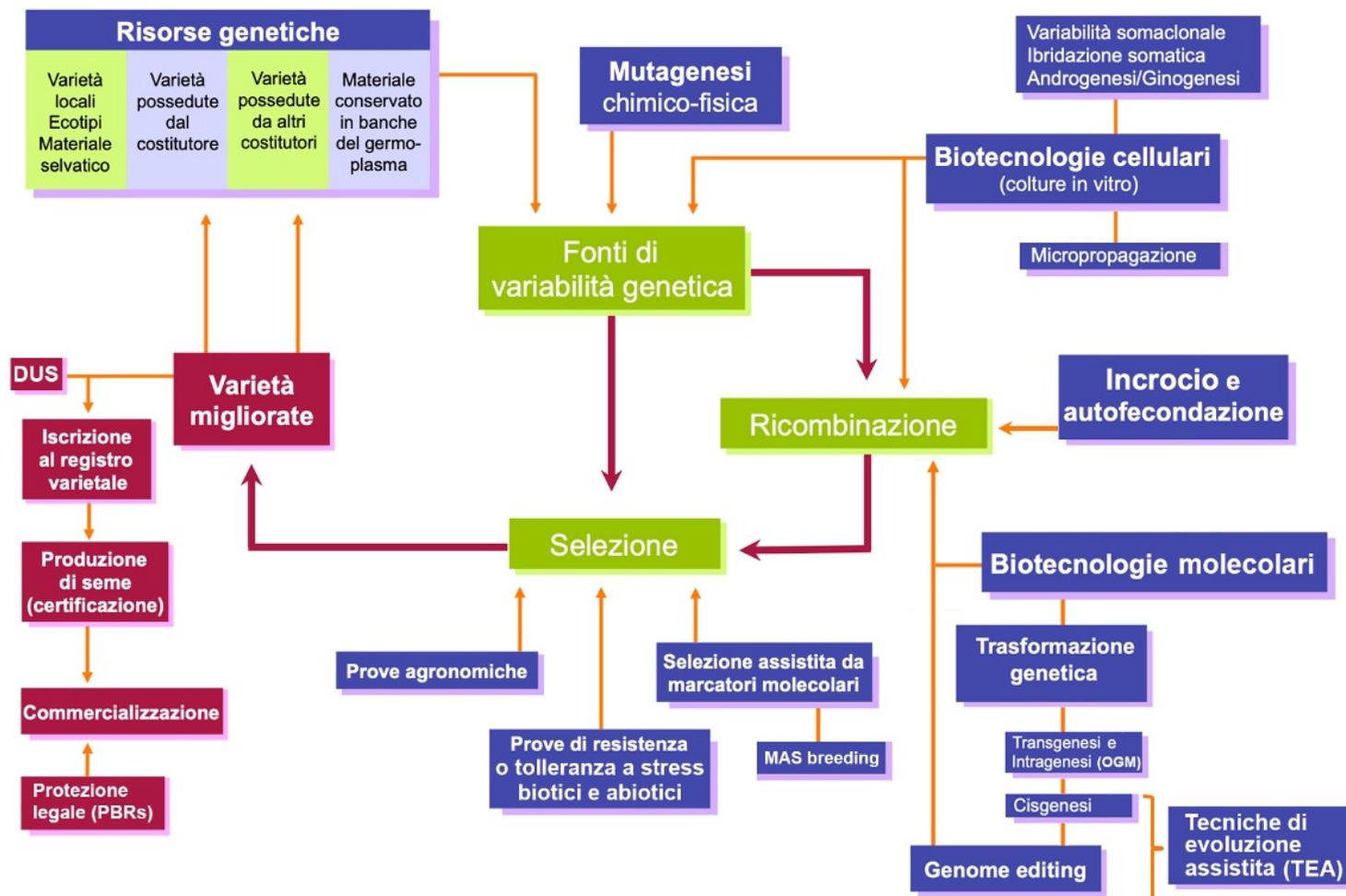
Rivoluzione metodologica

sviluppo di varietà superiori, dotate di caratteristiche ereditarie miglioratrici delle funzioni e delle produzioni



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Evoluzione dei metodi di miglioramento genetico



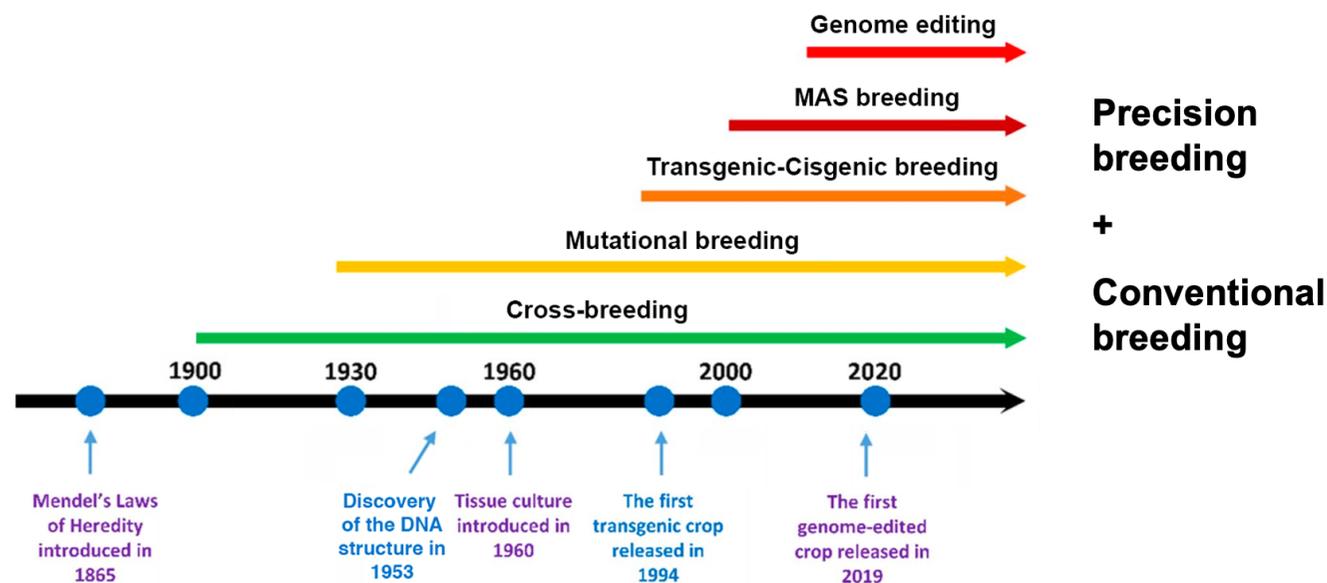
Caratteri poligenici
 → metodi convenzionali (CB) e molecolari (MAB)

Caratteri monogenici
 → metodi molecolari (MAS) e biotecnologici (TEA)

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Innovazione genetica a livello metodologico

- In pochi decenni siamo passati da metodi basati su eventi casuali e non riproducibili (mutagenesi e transgenesi) a metodi di miglioramento genetico basati su processi predeterminati e riproducibili a carico di geni specifici (GE)
- Alla selezione fenotipica, per lungo tempo realizzata unicamente su base morfologica, è stata affiancata la selezione genotipica, assistita da marcatori molecolari di valenza predittiva (MAS/MAB)



Fonte: Planta (2022) vol. 255 art. 130 <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03906-2>

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Breeding cisgenico

La trasformazione genetica mediante cisgenesi prevede il trasferimento di geni e sequenze regolatrici (es. promotore e terminatore) da specie sessualmente compatibili.



Transgenesi:

Van Montagu e Shell
(1983–1987)

Intragenesi:

Rommens (2007)

Cisgenesi:

Schouten, Krens e
Jacobsen (2006)

- **Tecnologia concettualmente innovativa** rispetto alla transgenesi
- La cisgenesi produce un nuovo **organismo simile a quello che si ottiene con l'incrocio**, avendo però il vantaggio di consentire una riduzione dei tempi necessari per giungere alla varietà, evitando il trasferimento indesiderato di sequenze associate al cisgene, spesso aventi un effetto negativo sul fenotipo



la cisgenesi non è considerata potenzialmente rischiosa per l'ambiente e la salute (mentre i rischi connessi alla intragenesi sono ritenuti del tutto simili a quelli associati alla transgenesi)

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Breeding cisgenico

ideale per utilizzare la variabilità biologica esistente

Rivisitazione delle risorse genetiche

eventi di mutazione e ricombinazione genetica (spontanei o artificialmente indotti) – varianti alleliche/aplotipiche



Breeding cisgenico



Collezioni di germoplasma: varietà locali (*landraces*) e materiale selvatico (*wild relatives*)



Popolazioni ricombinate (F_2)



Popolazioni mutagenizzate (M_2)

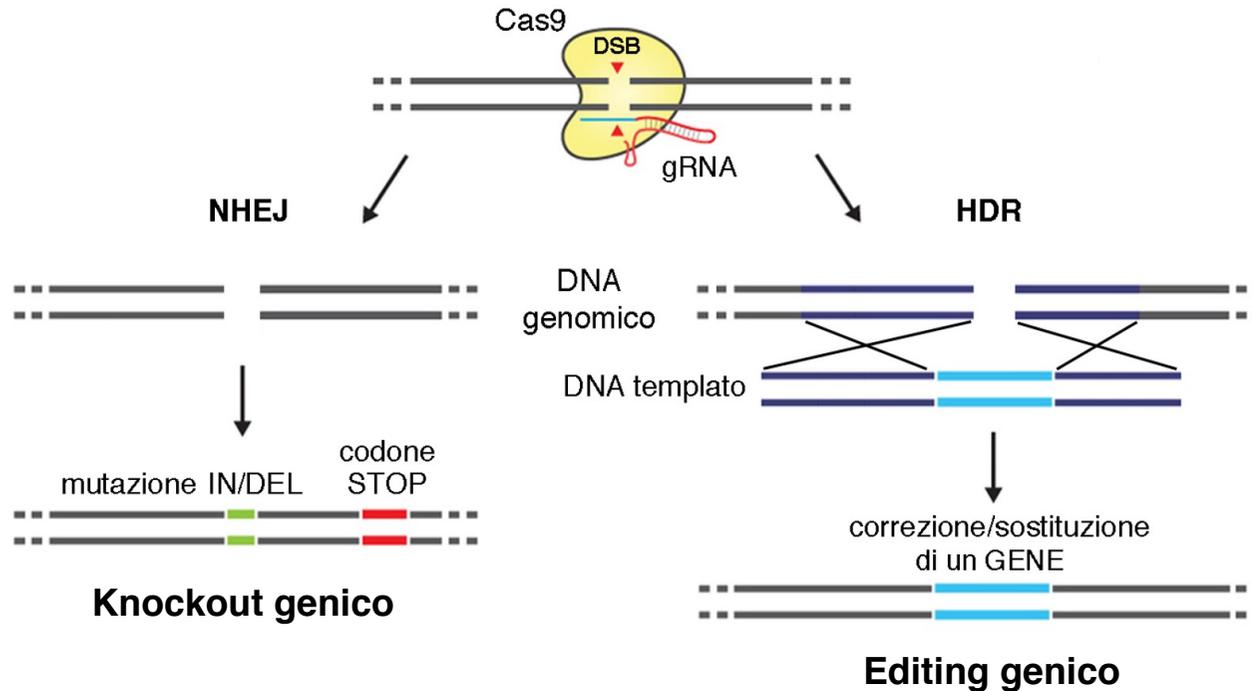
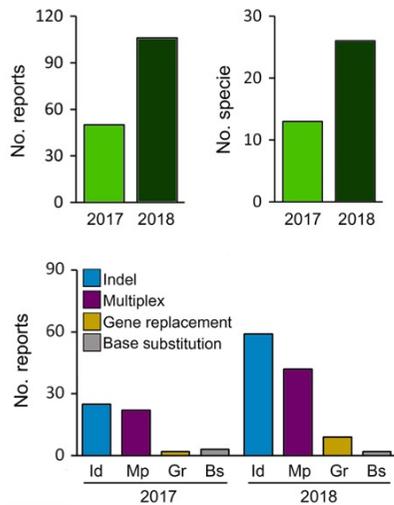
L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Editing genomico

CRISPR/Cas9 è una tecnologia applicabile per silenziare un gene endogeno con effetto negativo/dannoso (perdita-di-funzione) oppure per correggere o sostituire un gene endogeno con effetto positivo/vantaggioso (guadagno-di-funzione) sul fenotipo

Clustered regularly interspaced short palindromic repeat (CRISPR/Cas9 technology)

Plant Biotechnology Reports (2019) 13: 1–10

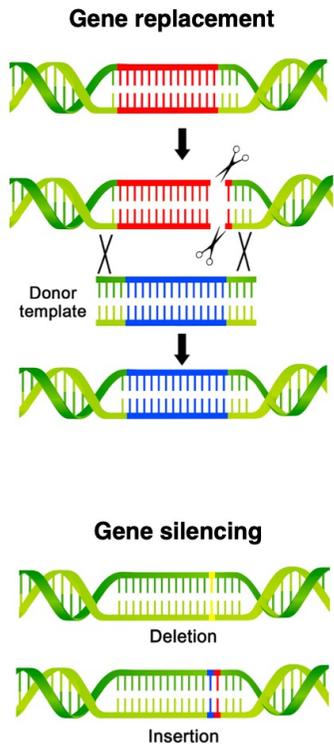


L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

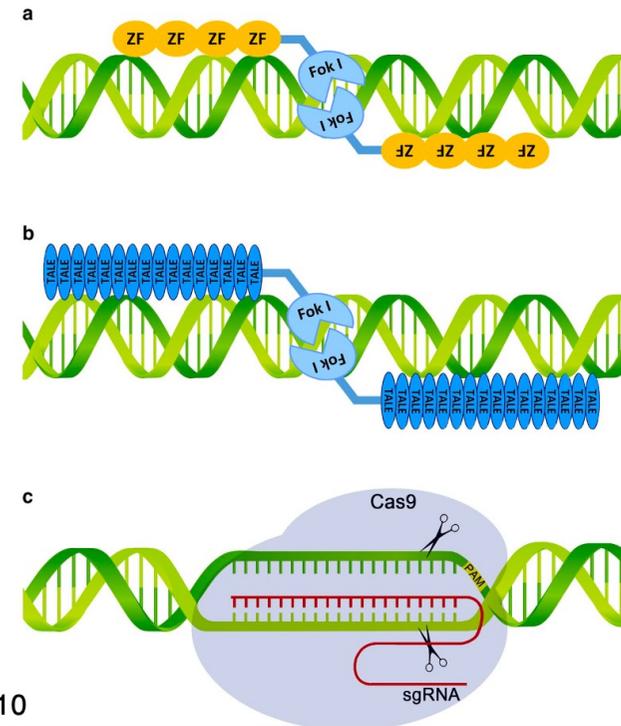
Editing genomico

utile per creare nuova variabilità biologica

riscrivere o sostituire in un genoma specifiche sequenze di DNA in regioni predeterminate mediante nucleasi ingegnerizzate – **mutazioni simili a quelle spontanee per nuovi caratteri o fenotipi**



- Zinc-Finger Nucleases (ZFNs)
- Transcription Activator-like Effector Nucleases (TALENs)
- Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPRs)



Fonte: Plant Biotechnology Reports (2019) 13: 1–10

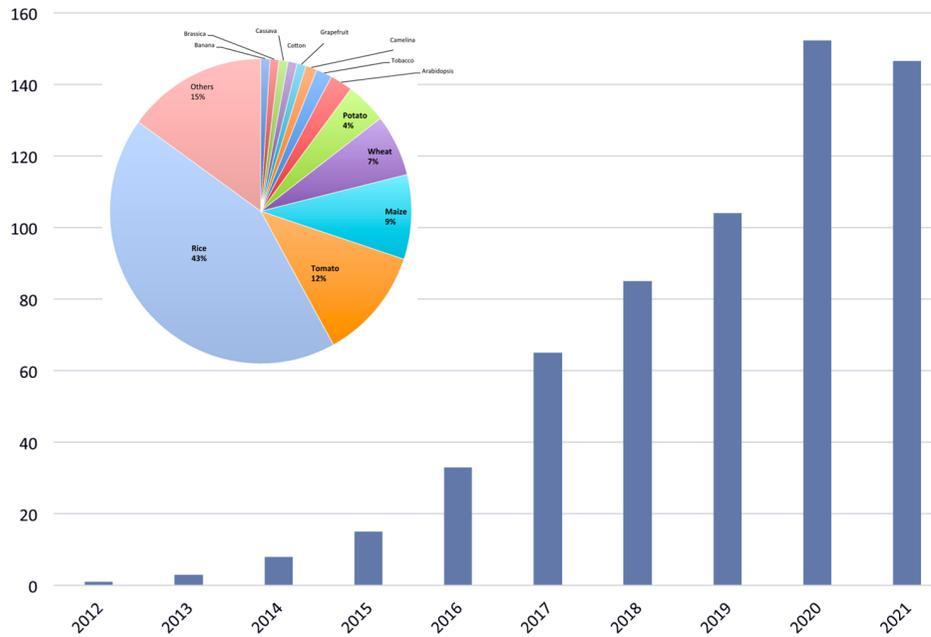
L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Editing genomico: analisi della letteratura

■ Applicazioni nelle piante agrarie: articoli 2012 – 2021

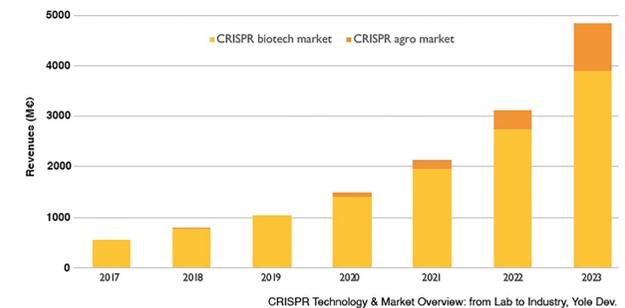
Le specie maggiormente editate sono riso, pomodoro, mais, frumento e patata

Le caratteristiche agronomiche maggiormente editate riguardano la **qualità nutrizionale degli alimenti** e la produttività delle colture per effetto di **resistenza a patogeni e erbicidi**, la **tolleranza alla siccità** e stress abiotici



Fonte: GM Crops & Food, 12:2: 601-615, <https://doi.org/10.1080/21645698.2021.2021724>

CRISPR technology: global market forecasts from 2017 to 2023



CRISPR-based products in biotech, agritech and diagnostics markets will reach \$5B in 2023 before extra growth comes from therapeutic applications

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

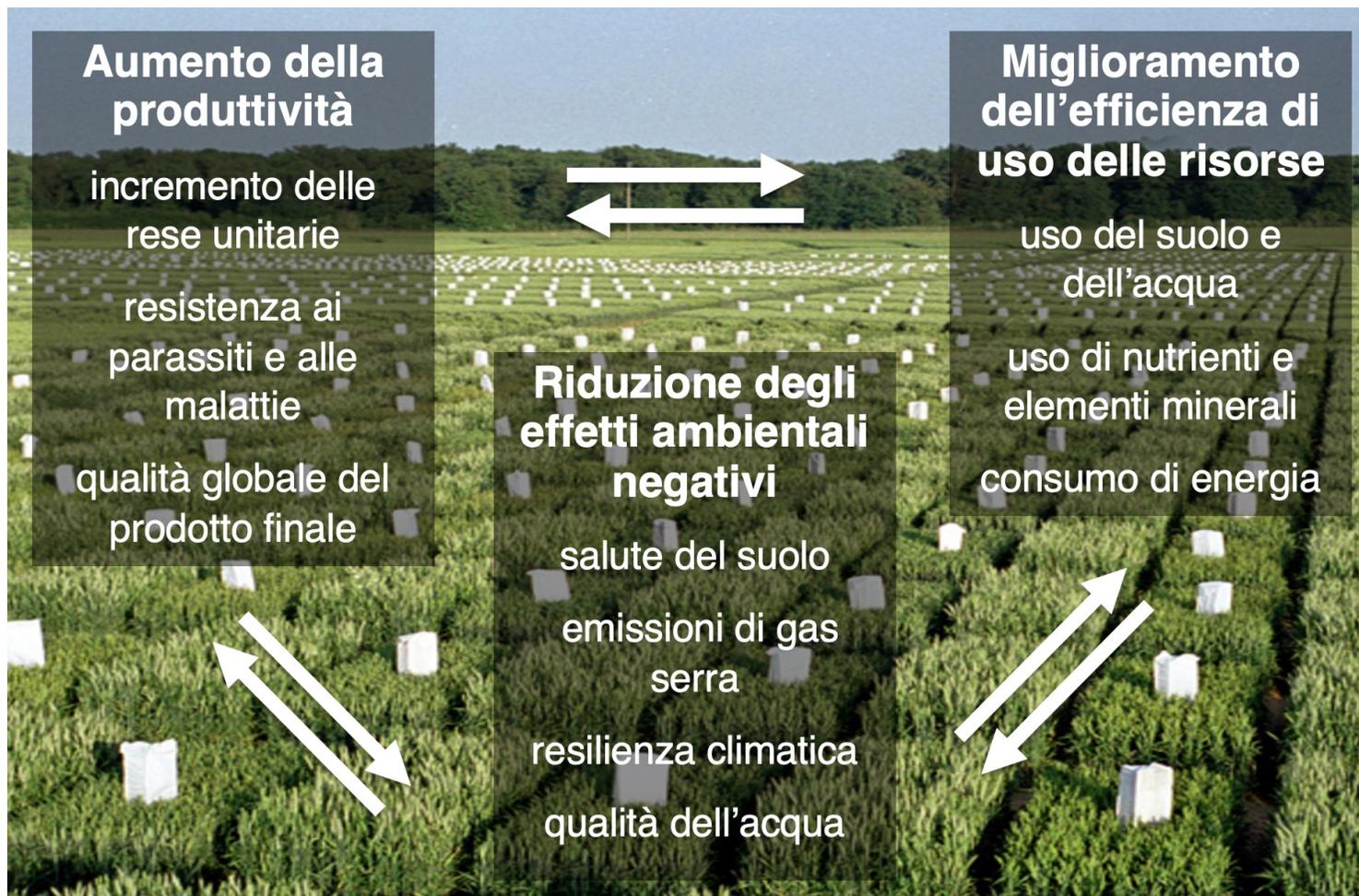
Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro ...dalla pianta migliorata alla nuova varietà



- La ricerca nel settore dei metodi convenzionali di miglioramento genetico delle piante coltivate è ferma in quanto soppiantata dai più attraenti e potenti metodi biotecnologici, indispensabili.
- I metodi biotecnologici e gli approcci genetico-molecolari, soprattutto quelli basati sulla evoluzione genetica assistita (TEA) e sulla selezione genetica assistita da marcatori (MAS), non potranno mai dare i loro frutti senza la perizia del breeder!

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro



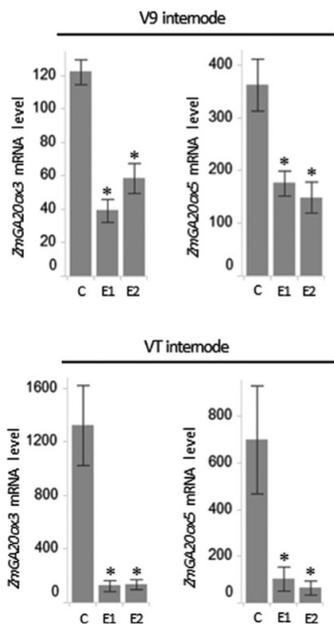
Qual è il ruolo e il contributo del miglioramento genetico per lo sviluppo futuro dell'agricoltura sostenibile?

produzione maggiore per unità di risorsa e minore impatto ambientale =
intensificazione sostenibile

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro

 2022: primi ibridi F1 di mais a taglia ridotta «short stature»



Mais Vitala di Bayer

Plant Biotechnology Journal



Plant Biotechnology Journal (2022) 20, pp. 1140–1153

doi: 10.1111/pbi.13797

Targeted suppression of gibberellin biosynthetic genes *ZmGA20ox3* and *ZmGA20ox5* produces a short stature maize ideotype

Tomasz Paciorek¹, Brandi J. Chiapelli¹, Joan Yiqiong Wang¹, Marta Paciorek¹, Heping Yang¹, Anagha Sant¹, Dale L. Val², Jayanand Boddu¹, Kang Liu¹, Chiyu Gu¹, Lillian F. Brzostowski¹, Huai Wang¹, Edwards M. Allen¹, Charles R. Dietrich¹, Kelly M. Gillespie¹, Janice Edwards¹, Alexander Goldshmidt^{1,a}, Anil Neelam¹ and Thomas L. Slewinski^{1,*} 

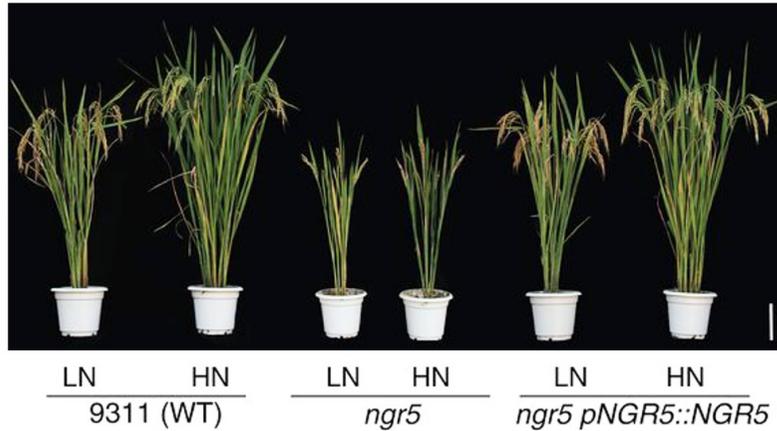
- l'altezza delle piante è ≤ 2 m rispetto ai 2,5-3 m o più di un ibrido F1 di taglia tradizionale
- l'altezza di inserzione della spiga è ≥ 60 cm per mantenere invariato l'uso delle procedure meccanizzate a terra
- la dimensione della spiga è inalterata
- la stabilità migliorata delle piante consentirà agli agricoltori di esplorare densità di impianto più elevate, assicurando potenzialità produttive superiori per unità di superficie

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro

👉 2020: linee pure di riso con più alta capacità di accestimento

Rivoluzione verde: varietà semi-nane con potenzialità produttive molto alte, ma scarsa efficienza di assorbimento dei fertilizzanti azotati (NUE)



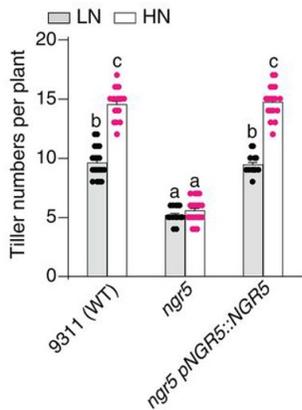
Science | AAAS

RESEARCH ARTICLE

PLANT SCIENCE

Enhanced sustainable green revolution yield via nitrogen-responsive chromatin modulation in rice

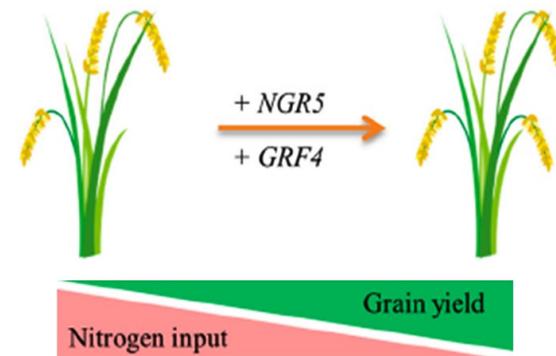
Kun Wu^{1*}, Shuansuo Wang^{1*}, Wenzhen Song^{1,2}, Jianqing Zhang^{1,2}, Yun Wang^{1,2}, Qian Liu¹, Jianping Yu¹, Yafeng Ye^{1,3}, Shan Li^{1,2}, Jianfeng Chen^{1,2}, Ying Zhao^{1,2}, Jing Wang^{1,2}, Xiaokang Wu^{1,2}, Meiyue Wang⁴, Yijing Zhang⁴, Binmei Liu³, Yuejin Wu³, Nicholas P. Harberd^{5,†}, Xiangdong Fu^{1,2,†}



Breeding crops for sustainable agriculture:

miglioramento genetico per lo sviluppo di varietà di riso che mostrano un aumento delle rese unitarie in granella con un ridotto apporto di N

- *OsGRF4* (growth-regulating factor)
- *OsNGR5* (nitrogen-mediated tiller growth response)



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro

👉 2011: Resistenza al fungo della “ticchiolatura” nel melo con il gene F HcrVf2 isolato dal melo selvatico (*Malus floribunda*)

Apple Cultivar **Gala** is **susceptible** to Apple scab which is caused by the fungus *Venturia inaequalis*



Journal of Biotechnology
Volume 154, Issue 4, 20 July 2011, Pages 304-311



The development of a cisgenic apple plant

Thalia Vanblaere^a, Iris Szankowski^a, Jan Schaart^b, Henk Schouten^b, Henryk Flachowsky^c, Giovanni A.L. Brogini^d, Cesare Gessler^a

«This is first report of the generation of a true cisgenic plant»



Fonte: Vanblaere *et al.* (2011) J. Biotechnology
doi: 10.1016/j.jbiotec.2011.05.013.

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

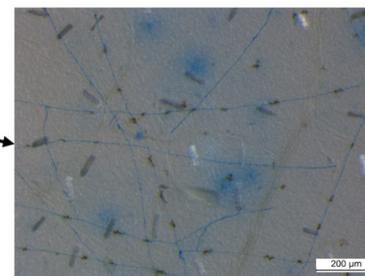
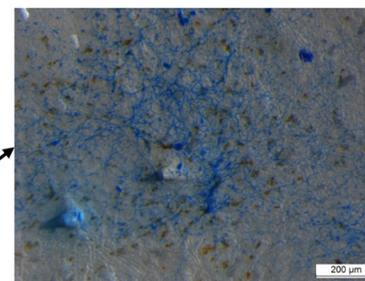
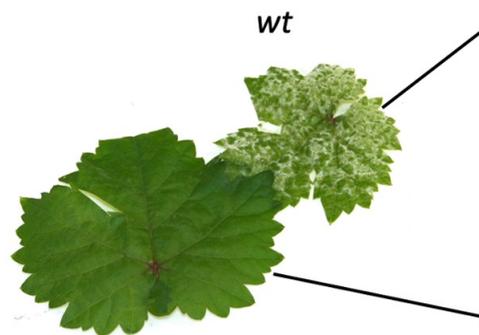
Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro

 2022: sviluppo di varietà di vite resistenti all'oidio attraverso l'inattivazione di geni di suscettibilità es. *Vvmlo7-13*



inattivazione di geni di suscettibilità a patogeni fungini

Infezione con oidio



Vvmlo7-13

Riduzione uso fitofarmaci

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro

 2012: registrazione e commercializzazione dei primi ibridi F1 di Radicchio – mutante del gene *Cims1* codificante MYB103-like

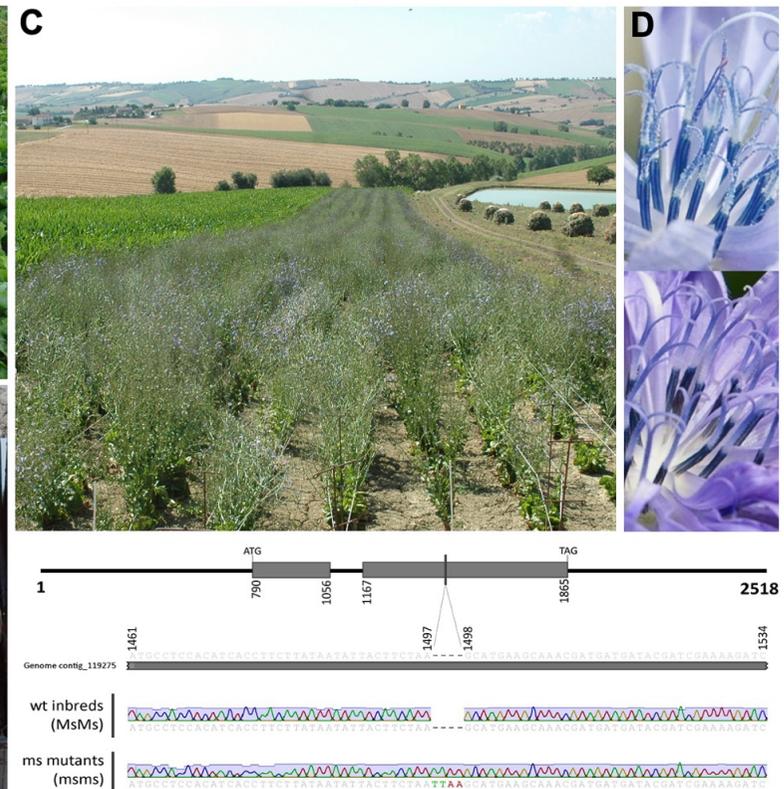
DAFNAE
Dipartimento di Agronomia Animali
Alimenti Risorse naturali e Ambiente

Patents

Discovery and analysis of nuclear male sterility in leaf chicory (*Cichorium intybus* L.)

Intl. Patent Application
PCT/EP2011/058765
<https://encrypted.google.com/patents/EP2713705B1>

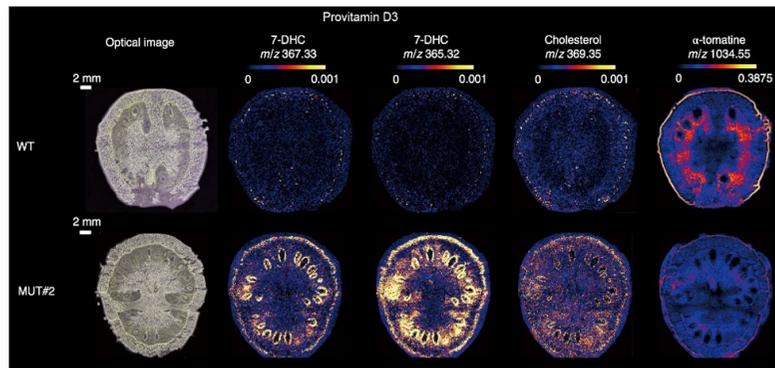
EU Patent
WO2012163389-A1
USA Patent
US20140157448-A1



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

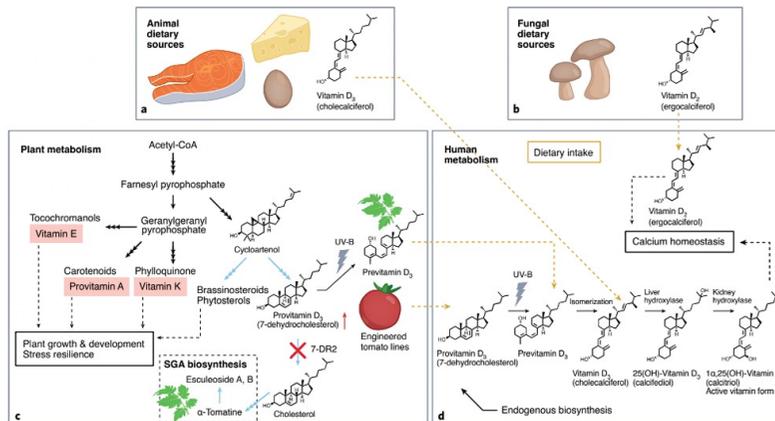
Il miglioramento genetico e l'agricoltura del futuro

 Linee di pomodoro con frutti biofortificati per incrementata capacità di accumulo di 7-DHC (Provitamina D3)



A specific isoform of 7-dehydrocholesterol reductase (SI7-DR2) converts dehydrocholesterol to cholesterol for the synthesis of α -tomatine in leaves and fruits.

Knocking out the activity of SI7-DR2 by genome editing resulted in the accumulation of Provitamin D3 with minimal impact on phytosterol and brassinosteroid biosynthesis.



Varietà migliorate
non solo produttività
ma anche qualità



Open Access | Published: 23 May 2022

nature plants
BRIEF COMMUNICATION
<https://doi.org/10.1038/s41477-022-01154-6>

OPEN
Biofortified tomatoes provide a new route to vitamin D sufficiency

Jie Li¹, Aurelia Scarano², Nestor Mora Gonzalez³, Fabio D'Orso^{1,4}, Yajuan Yue¹, Krisztian Nemeth⁵, Gerhard Saalbach¹, Lionel Hill¹, Carlo de Oliveira Martins⁶, Rolando Moran⁴, Angelo Santino² and Cathie Martin^{1,5*}

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

NBT: stato dell'arte per le principali «crops»

- Analisi dei documenti di opinione politica e economica e di articoli scientifici per acquisire dati e informazioni riguardanti le aspettative verso l'applicazione delle NBT con riferimento alle categorie degli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) dell'Agenda 2030



Article

Genome Editing in Crop Plant Research—Alignment of Expectations and Current Developments

	Resilience	Salt Tolerance	Drought Tolerance	Extreme Temperatures	Pathogen Resistance	Plant Nutrition	Weed Resistance	Yield	Nutritional Capacity
2.1 nutrition quantity and food security	9	1	2	2	3	4	1	17	5
2.4 sustainable and resilient agriculture	8	0	0	2	4	5	1	7	3
13.1 adaptation actions to climate change	14	3	8	8	4	9	1	12	1
Overall	34	6	16	16	10	22	2	30	6

Fonte: Plants 2022, 11, 212. <https://doi.org/10.3390/plants11020212>

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Conclusioni

L'innovazione genetica è indispensabile per l'agricoltura del futuro: non possiamo più aspettare, è tempo di agire e andare oltre gli OGM ricorrendo alle nuove vie e tecnologie... TEA!



- **il risparmio di tempo e il grado di precisione** di queste tecnologie (cisgenesi e editing genomico) saranno sostanziali e porteranno ad un ulteriore aumento delle produzioni
- **strumenti efficaci per adattarsi alle nuove sfide avviate a livello europeo nell'ambito del «Green Deal» per mitigare i rischi ambientali associati al cambiamento climatico e per contrastare gli effetti negativi di tipo socio-economico che possono insorgere mentre si affrontano le sfide imposte dalle strategie «Farm to Fork» e «Biodiversity»**
- **prodotti finali** a partire da varietà il cui **genotipo è assimilabile e non distinguibile** da quello che si può ottenere attraverso lo sfruttamento delle **mutazioni naturali** con i **metodi convenzionali**

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Conclusioni

- Il miglioramento genetico delle piante agrarie è in grado di fare anche più rispetto al recente passato e dare un contributo per il futuro dell'agricoltura persino superiore rispetto a quello già comprovato?
 - Sì... poiché l'aumento della produttività delle colture attraverso lo sviluppo di **varietà nuove e migliorate** dovrebbe avere in futuro un ruolo ancora più marcato ipotizzando che l'accesso alle risorse (suolo, acqua, energia, input chimici, ecc.) potrebbe essere ancora più limitato.
 - Non può bastare la scienza da sola, servono anche adeguate **politiche di sostegno** per l'accettazione sociale e la regolamentazione nazionale



Review <https://doi.org/10.3390/su12145651>

Impact of the SARS-CoV-2 on the Italian Agri-Food Sector: An Analysis of the Quarter of Pandemic Lockdown and Clues for a Socio-Economic and Territorial Restart

Gianni Barcaccia ^{1,*} , Vincenzo D'Agostino ², Alessandro Zotti ³  and Bruno Cozzi ⁴

Received: 6 June 2020; Accepted: 11 July 2020; Published: 14 July 2020



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

Conclusioni

- **Oggi: trasferimento di varianti genetiche utili tramite incrocio/reincrocio**

processi laboriosi e lunghi con effetti indesiderati sul genotipo dovuti al “linkage drag”

- **Domani: miglioramento via cisgenesi e via editing genomico**

processi sempre più precisi e veloci grazie all'avanzamento delle conoscenze -omiche sulle relazioni fra GM e/o QTL e fenotipo

Ruolo della ricerca:

«La sostenibilità in agricoltura richiede più conoscenza per ettaro»

Ettore Prandini,
(Presidente di Coldiretti,
Roma 15 giugno 2022)



Lo sviluppo tecnologico e scientifico stanno accelerando l'innovazione genetica e la transizione ecologica: necessità di investimenti per R&D

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

PNNR: Centro Nazionale per le Tecnologie in Agricoltura (Agritech)

- *Mission Agritech*: dalla ricerca all'impresa (M4C2)

KET



Ricerca e
Innovazione



Agrosistemi



Priorità trasversali

- ✓ Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile
- ✓ Ripresa Economica Next Gen EU
- ✓ Adattamento ai cambiamenti climatici e mitigazione
- ✓ Green and digital tagging targets
- ✓ Gap bridging

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

PNNR: Centro Nazionale per le Tecnologie in Agricoltura (Agritech)

CN2 Agritech

Hub – UNINA

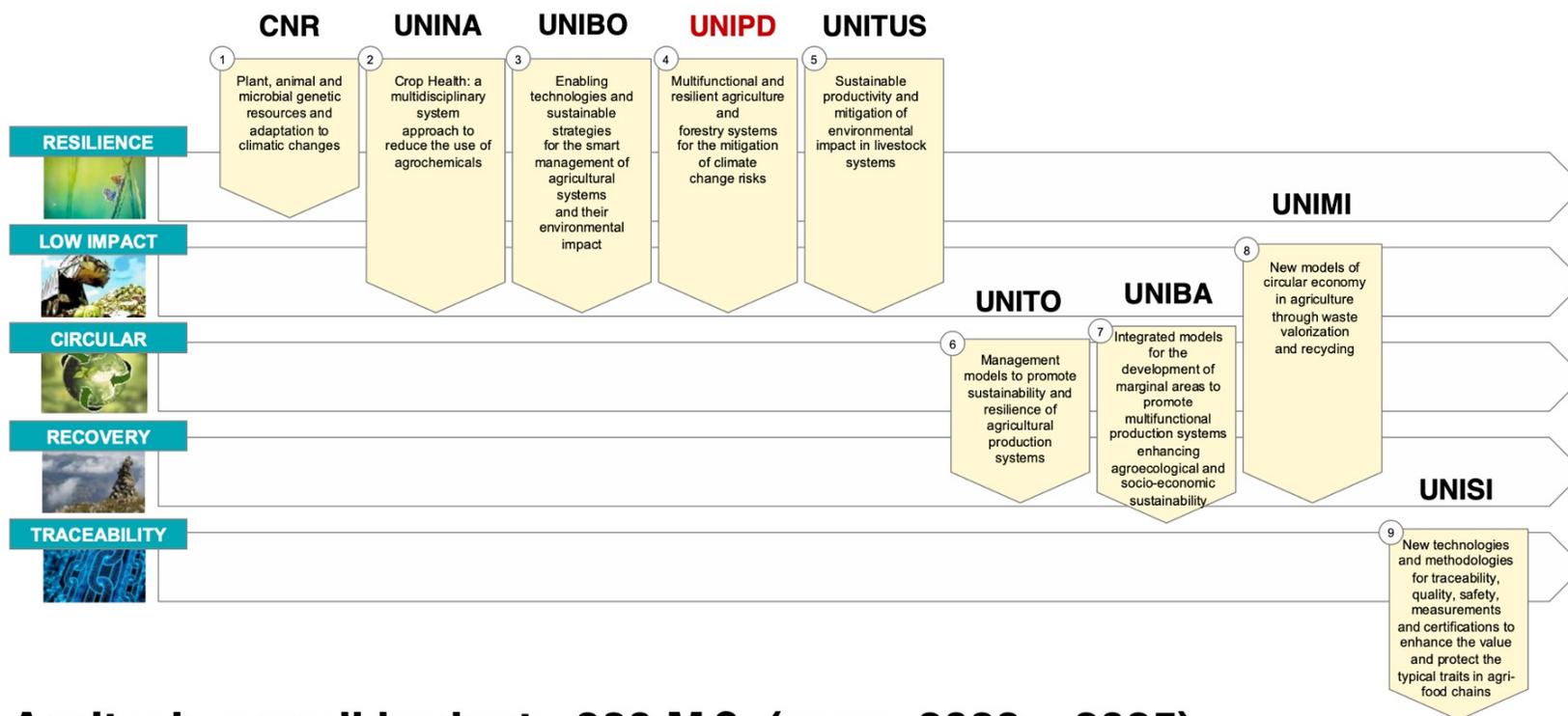
Spoke 1 – 9

28 università

5 centri di ricerca

18 imprese

80 affiliazioni



Agritech overall budget: 320 M€ (years 2023 – 2025)

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

PNNR: Centro Nazionale per le Tecnologie in Agricoltura (Agritech)

CN2 Agritech Spoke 4 – UNIPD

Sviluppo di sistemi agricoli e forestali resilienti e multifunzionali per la mitigazione dei rischi associati ai cambiamenti climatici

Affiliati: UNIBZ, UNITO, UNITUS, UNIUD, CNR, SIS, TELESPAZIO e RELATECH

Spoke 4: Multifunctional and resilient agriculture and forestry systems for the mitigation of climate change risks



Coordinatore dello Spoke: Padova

- ▶ L'agricoltura e la silvicoltura sono chiamate a produrre cibo e materie prime in modo sostenibile, e a dare un contributo alla mitigazione dei rischi dei cambiamenti climatici
- ▶ Attualmente molti territori agricoli e forestali sono sotto stress, a causa del cambiamento climatico e la relativa scarsità/eccesso di acqua, inquinamento, limitazione delle risorse naturali, perdite di biodiversità, etc.
- ▶ Il futuro dell'agricoltura e della gestione forestale dovrà dunque:
 - ▶ Avere l'obiettivo di produrre di più e con più qualità, utilizzando meno input (acqua, energia, fertilizzanti, pesticidi, ecc.)
 - ▶ Sostenere la funzione socioeconomica dei sistemi agricoli e forestali
- ▶ Il progetto di ricerca integrato dello spoke svilupperà soluzioni e strategie con diverse scale di attività:
 - ▶ a livello di coltura si sfrutteranno le piattaforme di fenotipizzazione e di genotipizzazione di nuova generazione per la **selezione delle varietà/cultivar tolleranti agli stress biotici e resilienti agli stress abiotici, e garantendo maggiori rendimenti** secondo il principio «More with Less»
 - ▶ a livello di campo ci concentreremo sulle soluzioni volte ad aumentare l'efficienza dell'utilizzo degli input secondo il principio «Do No Significant Harm»
- ▶ Saranno studiati ed adottati **metodi agricoli di precisione** basati sull'osservazione e la misurazione
- ▶ Verrà approfondita la combinazione della produttività agricola e dello sfruttamento dei servizi ecosistemici nell'ambito dei sistemi multifunzionali agrari e forestali sia a scala aziendale che territoriale
- ▶ Si collegheranno tutte le attività attraverso l'IoT, l'uso di big data e High-Performance Computing (HPC), la topografia ad alta risoluzione (HRT) e la modellazione numerica collegata

L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

PNNR: Centro Nazionale per le Tecnologie in Agricoltura (Agritech)

Spoke leader: UNIPD

PI: Gianni Barcaccia

4 – Multifunctional and resilient agriculture and forestry systems for the mitigation of climate change risks

WP	4.1 Next-generation technologies for resilient traits of crop varieties and tree species	4.2 Smart climate agriculture and forestry: from sustainable products to the bioeconomy	4.3 Integrated climate change risk modelling and management
GOAL	Develop integrated solutions to select resilient and more productive crop and forest species to mitigate the impact of climate change	Enhance climate resilience of agricultural and forestry systems and develop integrated bio-based strategies to maximize the mitigation effects	Develop an integrated management risk platform and models for biomass production under changing climatic conditions

Kickoff meeting: 26 settembre



L'impatto della innovazione genetica sull'agricoltura del futuro

