



Sviluppo di
Tecnologie
Innovative per la
Biofortificazione di
Ortaggi

Relatori:

Dr. Massimiliano D'Imperio, Ph.D

Dott.ssa Aurelia Scarano, Ph.D

Attività di progetto

WP2 Tecnologie Green e sostenibili per lo sviluppo di filiere agroalimentari ad alto valore salustico.

IBBR-CNR Dott.ssa Gianna Palmieri

Task 2.1. Sviluppo di tecnologie innovative per l'arricchimento e biofortificazione delle produzioni primarie.



Sommario

- Introduzione alla Biofortificazione
- Tecniche agronomiche
- Caso studio: biofortificazione in iodio
- Tecniche di ingegneria genetica
- Caso studio: pomodoro biofortificato
- Conclusioni



Introduzione alla biofortificazione

Cos'è la biofortificazione?

La **biofortificazione** è un processo di arricchimento di colture per uso alimentare con elementi nutrizionali e biodisponibili per la **salute umana**.

Perché biofortificare?

- **Combattere la malnutrizione** nei Paesi in via di sviluppo
- Produrre alimenti (vegetali) calibrati per specifiche **esigenze nutrizionali**
- Elevare gli **standard qualitativi** delle produzioni agricole, al fine di garantire una maggiore competitività sul mercato

Introduzione alla Biofortificazione

I metodi

Per sviluppare colture migliorate da un punto di vista nutrizionale possiamo distinguere **due metodi**:

- Incremento dei fattori nutrizionali
- Riduzione dei fattori antinutrizionali

↑ Fattori nutrizionali

Ca, Si, I, Se, Fe, Zn, Mg, Cu
folati, polifenoli,
carotenoidi, vitamine, glucosinolati,
folati ecc.

↓ Fattori anti-nutrizionali

Fitati, ossalati

Introduzione alla Biofortificazione

Gli approcci



Tecniche agronomiche

Concimazione o fertilizzazione per via fogliare, sistemi di coltivazione senza suolo.



Ingegneria genetica

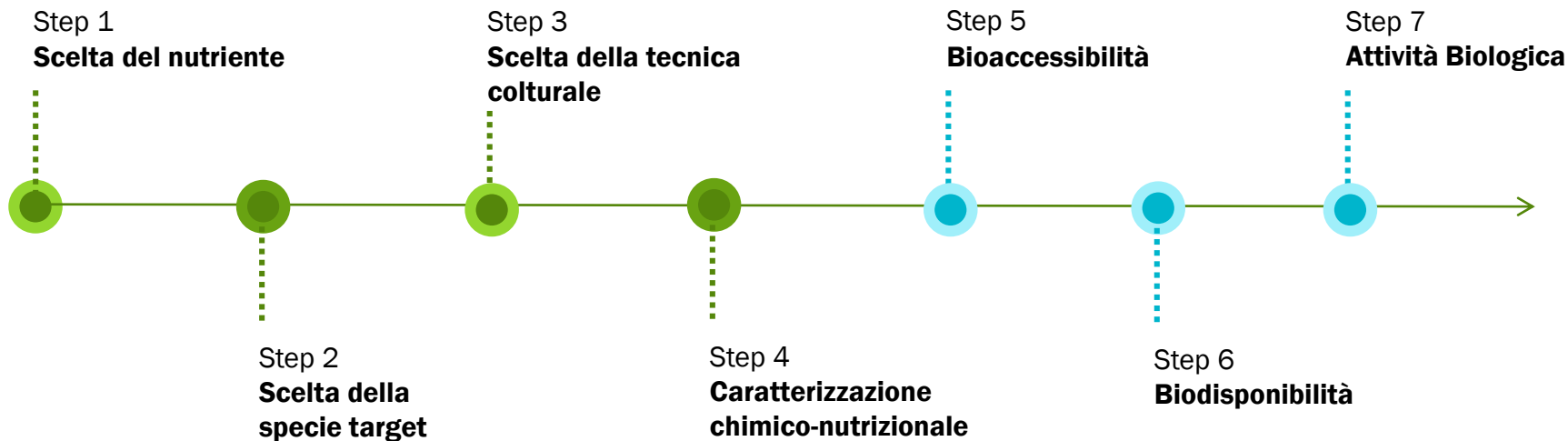
Realizzata mediante programmi di breeding e cross-impollinazione, consente di ottenere specie con caratteristiche migliorate da un punto di vista nutrizionale.



Tecniche di genetica classica

Prevede metodologie classiche (es. transgenesi o cisgenesi) o di editing genetico per l'over-espressione o il silenziamento di geni coinvolti nella sintesi di fitonutrienti.

Work flow della Biofortificazione



Sviluppo di Tecnologie Innovative per la Biofortificazione di Ortaggi - Dr. Massimiliano D'Imperio, Ph.D

Caso studio (1/3)

Biofortificazione in Iodio

Lo iodio è un componente essenziale degli ormoni tiroidei. La Dose Giornaliera Raccomandata (RDA) per gli adulti è di 150 $\mu\text{g/day}$.



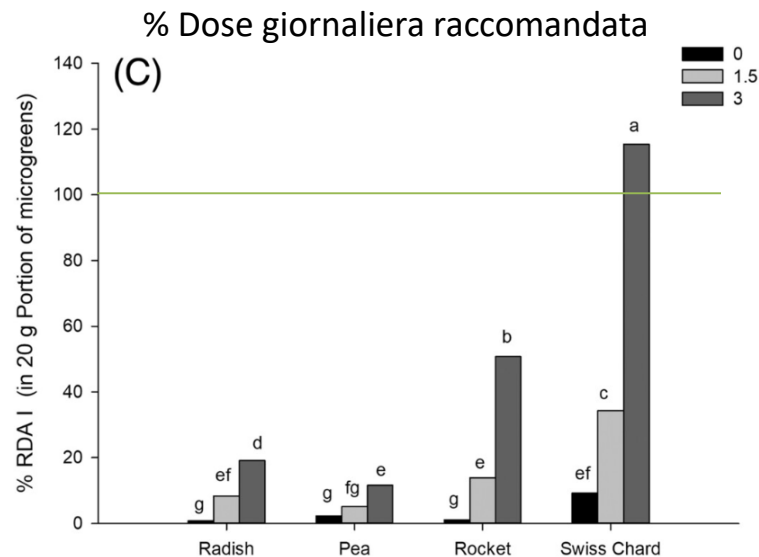
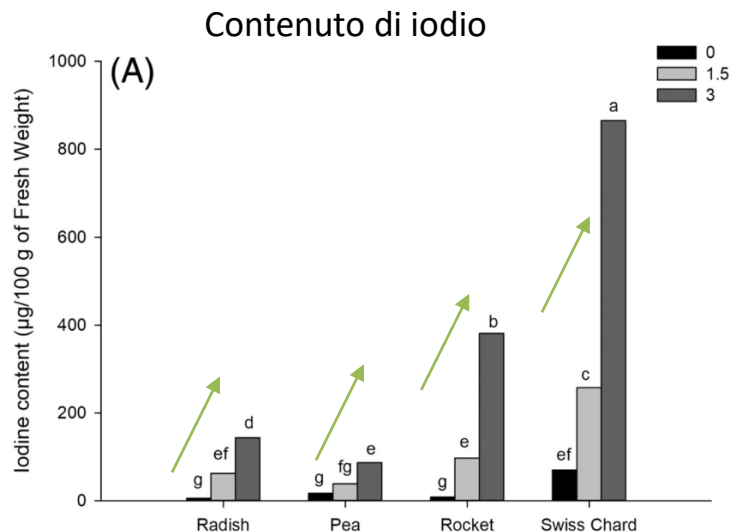
I microgreens sono giovani e teneri germogli di verdure, erbe, legumi o semi di cereali; è un segmento in espansione dello spazio di mercato dei prodotti ortofrutticoli.



Caso studio (2/3)

Biofortificazione in Iodio

Abbiamo utilizzato un soluzione nutritiva classica, «arricchita» in iodio (1,5 e 3 mg/L da KIO_3)



Introduzione alla Biofortificazione

Approcci



Tecniche agronomiche

Concimazione o
Fertilizzazione per via
fogliare, sistemi di
coltivazione senza suolo.



Tecniche di genetica classica

Realizzata mediante programmi
di breeding e cross-
impollinazione, consente di
ottenere specie con
caratteristiche migliorate da un
punto di vista nutrizionale.



Ingegneria genetica

Prevede metodologie classiche
(es. transgenesi o cisgenesi) o di
editing genetico per l'over-
espressione o il silenziamento di
geni coinvolti nella sintesi di
fitonutrienti.

Approcci transgenici

Biofortificazione in polifenoli

L'over-espressione di geni strutturali e regolatori coinvolti nella via biosintetica permette di stimolare ed incrementare l'accumulo di polifenoli nella bacca del pomodoro

AmDelila (bHLH)
AmRosea1 (MYB)

+

AtMYB12

Pomodori Indigo
arricchiti in flavonoli
e antocianine



AtMYB12

Pomodori Gialli
arricchiti in flavonoli

AmDelila (bHLH)
AmRosea1 (MYB)

+

AtMYB12

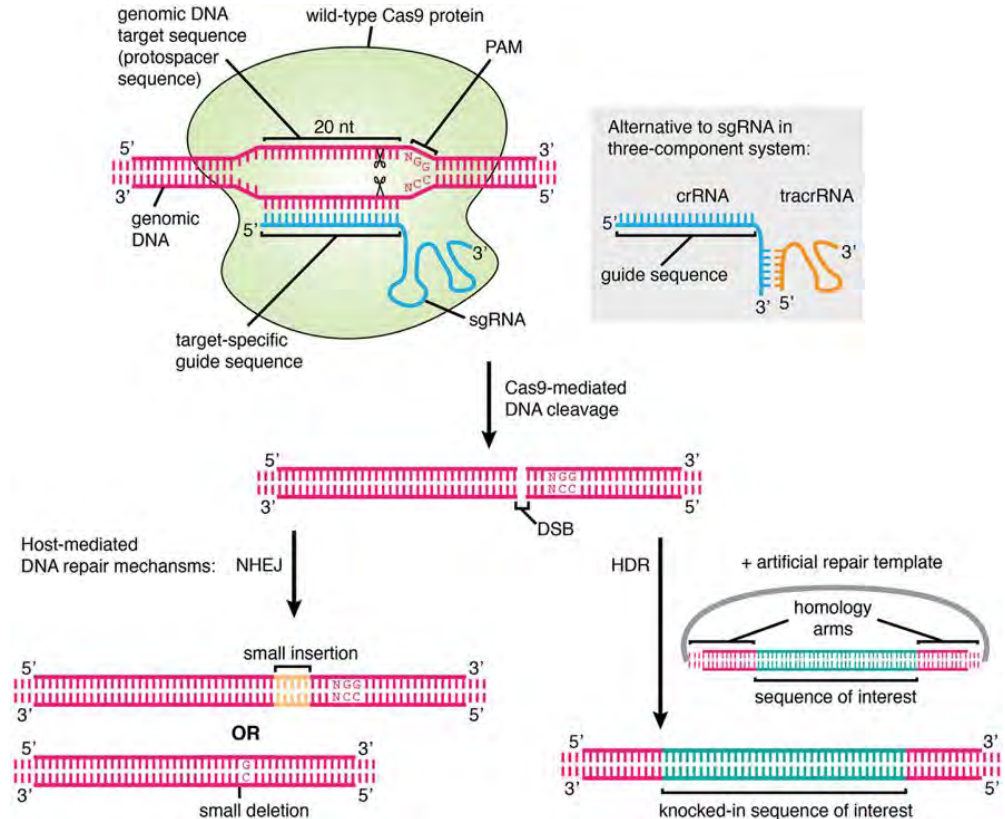
+

VvStSty

Pomodori Bronze
arricchiti in flavonoli,
antociani e stilbeni

Approcci di editing genetico

Mediante diversi sistemi di editing genetico è possibile indurre l'**over-espressione** o il **knock-out** di geni strutturali o regolatori. Il sistema più utilizzato è il **CRISPR/Cas9** in diverse specie di piante, comprese quelle di interesse agroalimentare

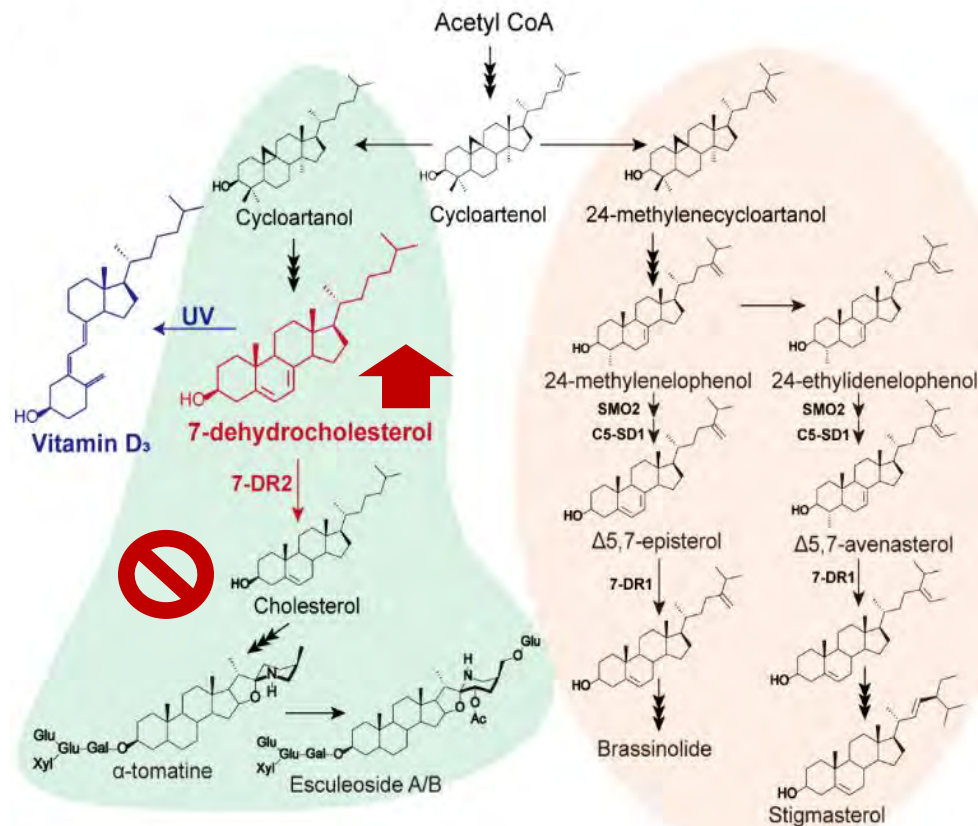


Caso studio: pomodoro

Biofortificazione in vitamina D

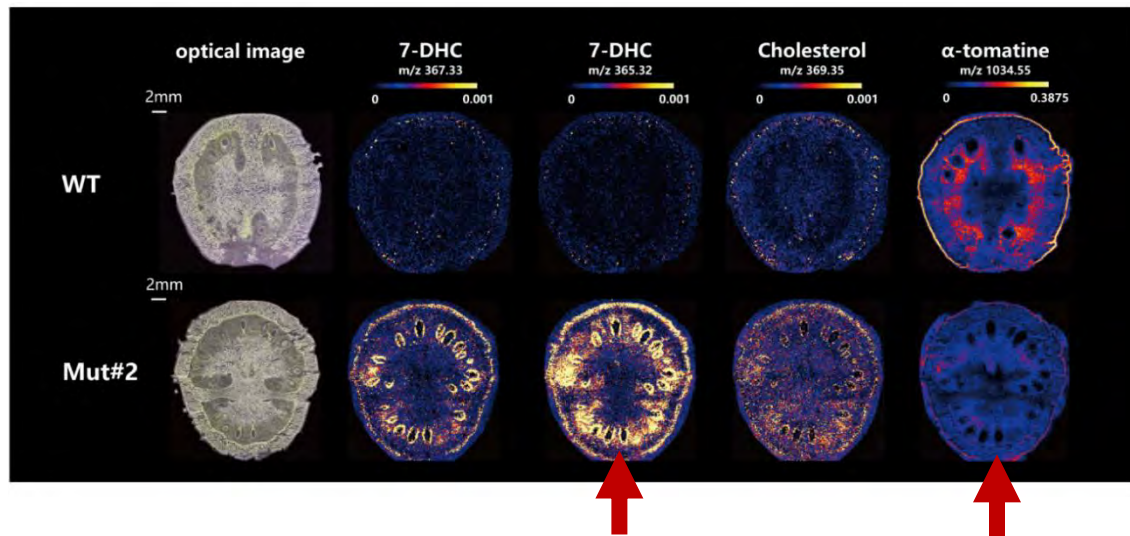
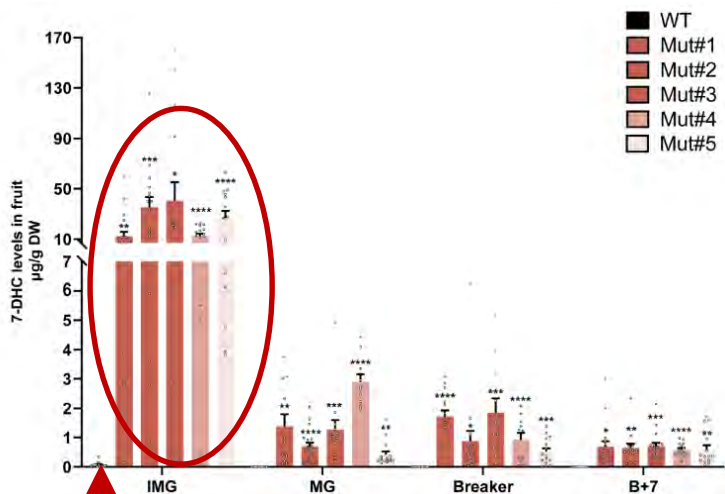
Mediante il sistema CRISPR/Cas9 è stato indotto il knockout del gene **7-DR2** (*7-deidrocolesterolo reduttasi 2*) coinvolto nel pathway degli steroidi.

Questa strategia ha permesso di ridurre l'accumulo di glicoalcaloidi (**α -tomatina**) a favore dell'incremento del **precursore della Vitamin D3** (7-deidrocolesterolo).



Caso studio: pomodoro

Biofortificazione in vitamina D



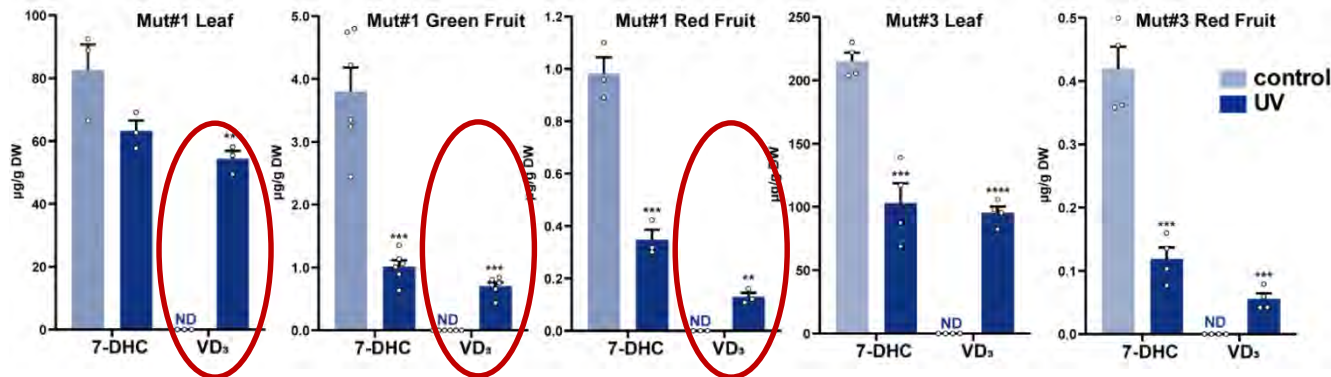
WT

Le linee mutanti hanno mostrato livelli incrementati di 7-deidrocolesterolo (7-DHC) principalmente nei **frutti verdi immaturi (IMG)** e ridotti livelli di α -tomatina

Caso studio: pomodoro

Biofortificazione in vitamina D

Inoltre l'irradiazione con luce UV induce la conversione di 7-deidrocolesterolo (pro-Vitamina D3) a Vitamina D3 sia nelle foglie che nei frutti, verdi e rossi maturi.



RDA Vitamina D per **individui sani** (EFSA): 15 µg/day

RDA Vitamina D per **bambini** (NIH USA): 15 µg/day

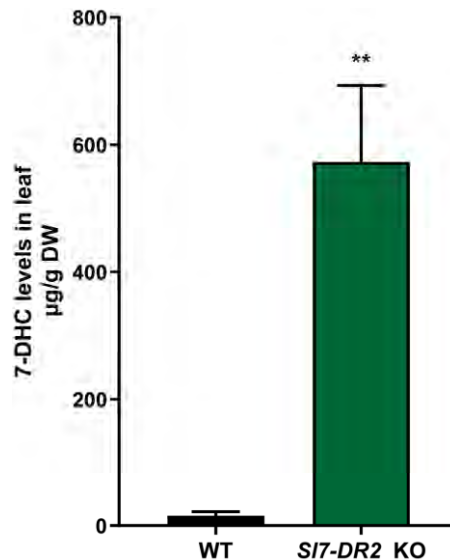
RDA Vitamina D per **adulti** (NIH USA): 20 µg/day

2 pomodori ingegnerizzati per la Vitamina D: 10 µg/day

Caso studio: pomodoro

Biofortificazione in vitamina D

Anche le foglie dalle piante editate, in termini di sottoprodotto del processo, possono rappresentare una fonte alternativa di **Vitamina D3**.



Conclusioni

- I sistemi di coltivazione senza suolo possono essere uno strumento 'semplice' per la produzione di ortaggi biofortificati.
- Gli approcci di ingegneria genetica, ed in particolare le tecnologie di editing genetico, offrono la possibilità di migliorare ortaggi e alimenti di origine vegetale, ottenendo nuove varietà migliorate dal punto di vista nutrizionale.

Ringraziamenti



Dr. Angelo Santino
Dr. Francesco Serio



Prof. Cathie Martin
Dr. Eugenio Butelli
Dr. Jie Li



Sviluppo di Tecnologie Innovative per la Biofortificazione di Ortaggi

Massimiliano D'Imperio¹, Aurelia Scarano²

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, via Amendola 122/0, Bari

² Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, prov.le Lecce-Monteroni, Lecce



massimiliano.dimperio@ispa.cnr.it



aurelia.scarano@ispa.cnr.it



[Massimiliano D'Imperio](#)



[Aurelia Scarano](#)