

Corso di BIOTECNOLOGIE VEGETALI

Biotecnologie applicate alla Nutrizione

A cura di

Pierdomenico Perata & Elena Loreti

---

---

---

---

---

---

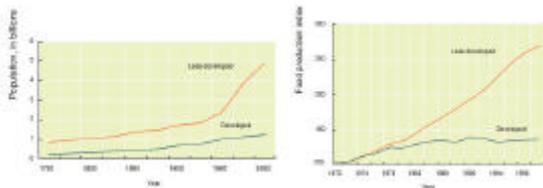
---

---

### Nutraceutici

L'agricoltura è alla base nella nutrizione

Una dieta bilanciata deve includere l'assunzione di:  
macronutrienti = carboidrati, lipidi, proteine  
micronutrienti = minerali e vitamine




---

---

---

---

---

---

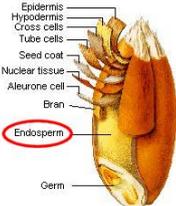
---

---

### Nutraceutici

carezza di vitamine ha conseguenze drammatiche sulla salute:

Vitamina A	cecità, mortalità infantile
Vitamina B1 (tiamina)	beriberi (debolezza, paralisi)
Vitamina B3 (niacina – nicotinamide)	pellagra (lesioni pelle, apatia)
Vitamina D	rachitismo, deformità delle ossa



Lo sviluppo del beriberi in asia coincide con l'introduzione dei mulini per rimuovere gli strati più esterni della cariosside




---

---

---

---

---

---

---

---

## Nutraceutici

Il consumo di riso bianco comporta anche il rischio di carenza in acido folico con conseguenze sullo sviluppo del feto

Nel caso del mais, il basso contenuto in triptofano (precursore della Vit. B3) in aggiunta ad elevati livelli di leucina (che inibisce la conversione triptofano->B3) porta allo sviluppo della pellagra.

---

---

---

---

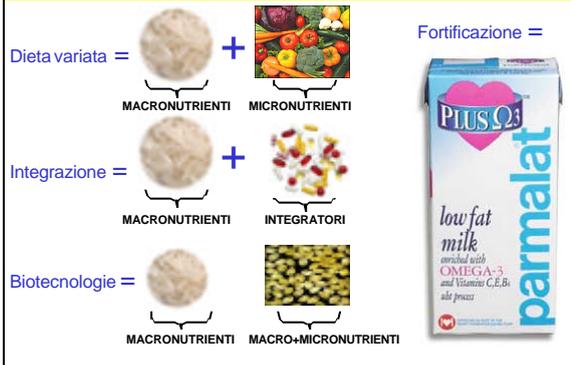
---

---

---

---

### Soluzioni alla carenza di vitamine:




---

---

---

---

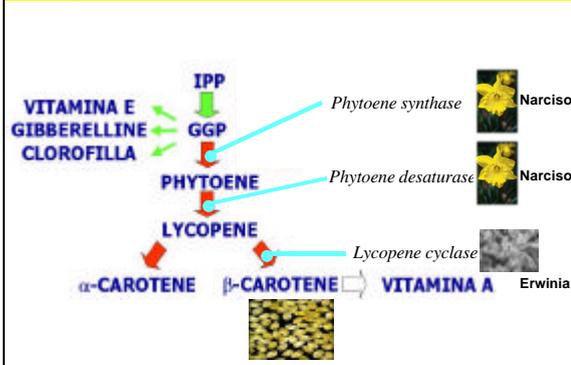
---

---

---

---

### Riso in grado di sintetizzare b-carotene, precursore della Vitamina A




---

---

---

---

---

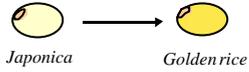
---

---

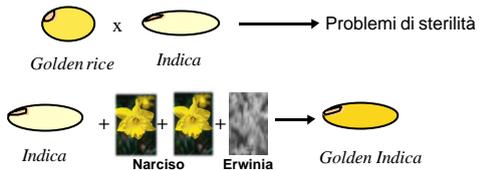
---

**Riso in grado di sintetizzare b-carotene, precursore della Vitamina A**

Il "Golden rice" è stato inizialmente realizzato per trasformazione della varietà Taipei 309, di tipo Japonica



Le cultivar di tipo Indica rappresentano però il 90% del consumo di riso da parte della popolazioni asiatiche




---

---

---

---

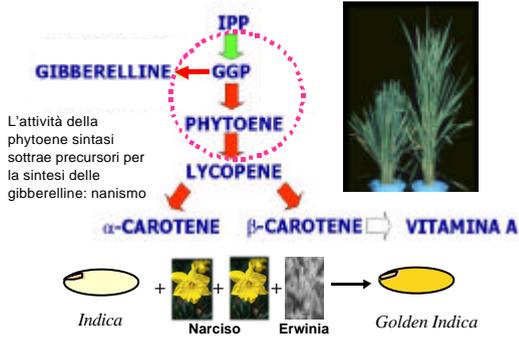
---

---

---

---

**Effetti pleiotropici: possibile nanismo**




---

---

---

---

---

---

---

---

**Riso in grado di sintetizzare b-carotene, precursore della Vitamina A**




---

---

---

---

---

---

---

---

Riso in grado di sintetizzare b-carotene, precursore della Vitamina A



RDA= 6 mg β-carotene

Si ritiene che il consumo di 200g di riso ai livelli attuali di β-carotene sia sufficiente a prevenire la morte e la cronicizzazione della VAD

Contenuto in carotenoidi:

da 0.3 a 1 μg/g (Indica)  
circa 2 μg/g (Japonica)

Quantità che rappresentano 1/10 del RDA di provitamina A con l'assunzione giornaliera di 300 g di riso

La cottura riduce del 10% il contenuto in carotenoidi, ma non il contenuto in β-carotene

---

---

---

---

---

---

---

---

Riso in grado di sintetizzare b-carotene, precursore della Vitamina A

I calcoli di GREENPEACE

A 2 μg/g occorrono:

- 100g di riso per 0.2 mg β-carotene
- 300g di riso per 0.6 mg β-carotene
- 3 Kg di riso per 6 mg β-carotene

3 Kg di riso diventano 9 Kg dopo la cottura

Per raggiungere il 20-40% RDA sarebbero però sufficienti 1,5 Kg di riso cotto

Contenuto in carotenoidi:

da 0.3 a 1 μg/g (Indica)  
circa 2 μg/g (Japonica)

RDA= 6 mg β-carotene

L'assimilazione e la conversione del β-carotene in vitamina A richiede un buono stato nutrizionale

---

---

---

---

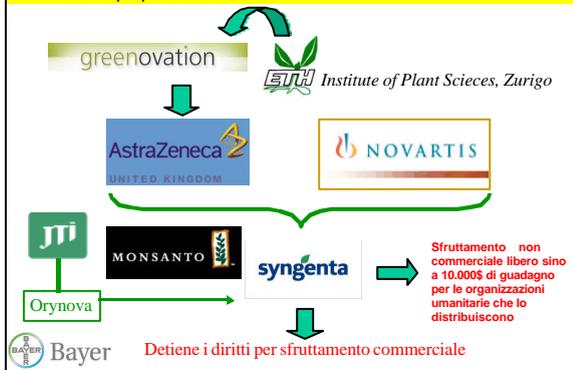
---

---

---

---

Golden rice: proprietà intellettuale




---

---

---

---

---

---

---

---

Golden rice: le alternative proposte da **GREENPEACE**

Vitamin A content	
FOOD	µg RETINOL EQUIVALENT / 100g E.P.
Oranges	21
Bananas	50
Tomatoes	100
Carrots	400
Red Palm Oil (refined)	5,000
Crude Palm Oil	6,700

Però contiene elevati livelli di acido palmitico, un acido grasso saturo non salutare

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Colza con elevato contenuto in pro-vitamina A



Normale



Transgenico

L'inserimento di un gene codificante per la phytoene sintasi è stato sufficiente ad elevare il livello di  $\beta$ -carotene di 300 volte, ad una concentrazione prossima a quella riscontrabile nell'olio di palma

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Pomodoro: valore nutritivo del licopene

Il licopene è un antiossidante e abbassa il rischio di contrarre alcune forme di cancro



10 mg LICOPENE / 100g




---

---

---

---

---

---

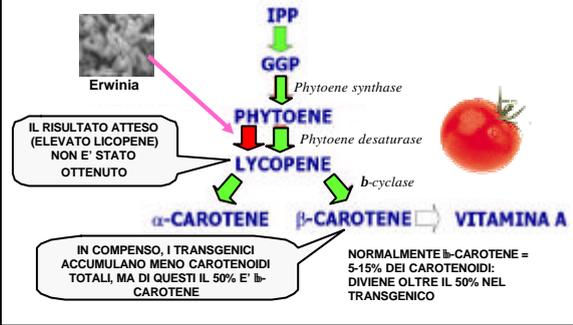
---

---

---

---

**Pomodoro:**  
aumentare il livello di licopene




---

---

---

---

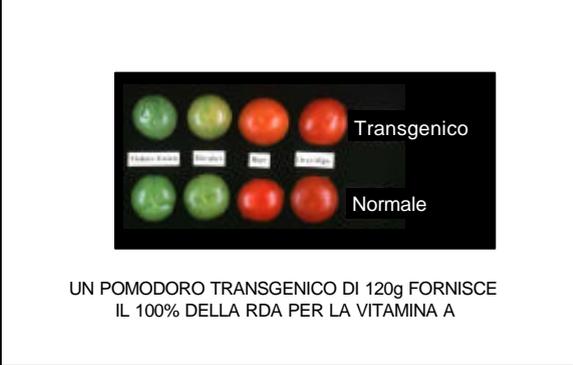
---

---

---

---

**Pomodoro con elevato contenuto in pro-vitamina A**




---

---

---

---

---

---

---

---

**Tabacco privo di nicotina**




---

---

---

---

---

---

---

---

**Caffè privo di caffeina**

La caffeina è prodotta da piante come la *Camellia sinensis* (pianta del tè) e *Coffea arabica*



La caffeina ha notevoli effetti negativi: palpitazioni, disturbi gastrointestinali, ansia, aumento pressione, insonnia. Le procedure di "decaffeinazione" si basano sulla estrazione della caffeina con CO<sub>2</sub>, per evitare l'uso di solventi (precedentemente in uso). Questa procedura è però costosa e porta a perdita di aroma

---

---

---

---

---

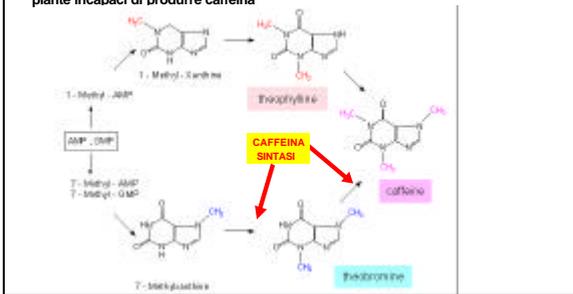
---

---

---

**Caffè privo di caffeina**

La caffeina è il prodotto di una via biosintetica che parte dai nucleotidi purinici. La caffeina sintasi è l'enzima che catalizza i due step finali. E' stato difficile isolare l'enzima, in quanto è estremamente labile. Recentemente però la caffeina sintasi è stata clonata da foglie di *Camellia sinensis* aprendo la strada all'ottenimento di piante incapaci di produrre caffeina




---

---

---

---

---

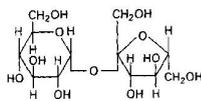
---

---

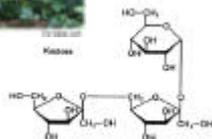
---

**Zuccheri a basso valore calorico**

Barbabietola da zucchero: accumula nella radice SACCAROSIO, dolce ed a elevato valore calorico



*Helianthus tuberosus* (topinambour): accumula nei tuberi FRUTTANI, dolci ed ma a basso valore calorico




---

---

---

---

---

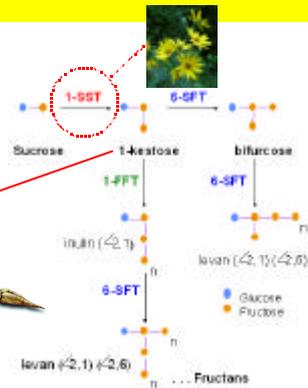
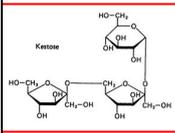
---

---

---

**Zuccheri a basso valore calorico**

La trasformazione di barbabietole da zucchero con il gene della 1-saccarosio: saccarosio fructosyl transferasi da *Helianthus tuberosus* ha portato all'ottenimento di barbabietole che accumulano fruttani a basso peso molecolare: dolci, ma a basso valore calorico




---

---

---

---

---

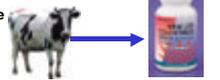
---

---

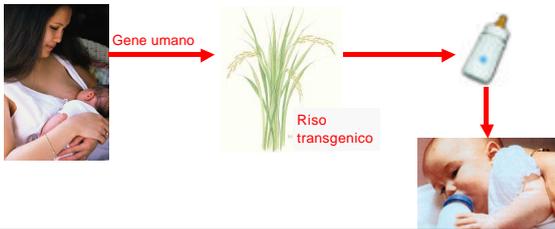
---

**Produzione di componenti del latte umano in riso**

**LACTOFERRINA:** proteina presente nel latte necessaria per l'assorbimento del ferro, attività antimicrobica, resiste a digestione proteasica



Prodotti "in pillole" da latte bovino




---

---

---

---

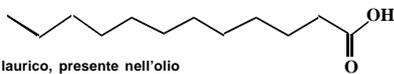
---

---

---

---

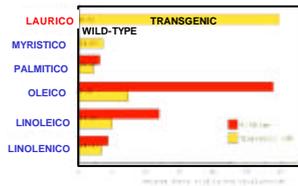
**Applicazioni industriali: Olio di colza arricchito in acido laurico**



L'acido laurico, presente nell'olio di palma, è principalmente impiegato come componente di detersivi.

Il mercato dell'acido laurico negli USA è di circa 640000 tonnellate, pari a 320.000 miliardi di \$

La produzione è limitata all'estrazione da piante tropicali, ma la trasformazione di piante di colza con un gene chiave per la sintesi di acido laurico ha consentito di ottenere forti produzioni di acido laurico in colza




---

---

---

---

---

---

---

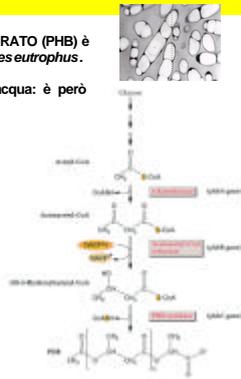
---

**Applicazioni industriali: BIOPLASTICA**

La plastica biodegradabile POLI-IDROSSI-BUTIRRATO (PHB) è prodotta per fermentazione dal batterio *Alcaligenes eutrophus*.

Il PHB è biodegradabile, ma impermeabile all'acqua: è però molto più costoso della plastica convenzionale.

La trasformazione di *Arabidopsis* con 3 geni di *Alcaligenes eutrophus* ha consentito di ottenere piante che accumulano PHB nel cloroplasto sino al 14% del peso secco della foglia, aprendo la strada alla produzione di bioplastiche tramite coltivazione di piante ingegnerizzate.




---

---

---

---

---

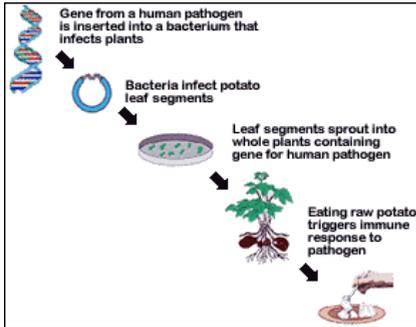
---

---

---

**Applicazioni biomediche: vaccini**

La vaccinazione tramite alimenti è una nuova frontiera della immunologia




---

---

---

---

---

---

---

---

**Applicazioni biomediche: vaccini**



Somministrazione orale del vaccino contro il virus della polio da parte del suo inventore, Dr. Sabin

**Vaccinazione orale**

E' possibile quindi la vaccinazione non solo per via endovenosa, ma anche tramite l'alimentazione (via orale)

Patologia	Proteine espresse in pianta
Carie dentale	Proteina di <i>Streptococcus mutans</i>
Colera	Enterotossina di <i>E. coli</i>
Epatite B	Antigene epatite B
Malaria	Epitopi malarici
Influenza	Emoagglutinina
Rabbia	Glicoproteina virale
Hiv	Epitopi HIV

---

---

---

---

---

---

---

---

**Problematiche: allergie**



I mangimi per bestiame sono spesso a base di soia, vegetale ad elevato contenuto proteico ma povero di metionina: occorre quindi aggiungere metionina al mangime



La noce brasiliana contiene proteine ricche di metionina

---

---

---

---

---

---

---

**Problematiche: allergie**



Il trasferimento di un gene di noce brasiliana ha portato all'ottenimento di soia con proteina di noce ricca in metionina

Le noci brasiliane contengono però proteine ad elevata allergenicità: questo carattere è stato trasferito alla soia e il progetto abbandonato

E' infatti facile per la persona allergica evitare di ingerire noci brasiliane, ma diviene impossibile evitare reazioni allergiche se il carattere è trasferito alla soia, ingrediente di quasi tutte le preparazioni alimentari

---

---

---

---

---

---

---