

Prodotti (metaboliti) secondari delle piante

*(da MacAdam: Plant Structure & Function, 2009 e Simon Cotton
Uppingham School, Rutland, UK)*

Tipi principali di prodotti secondari

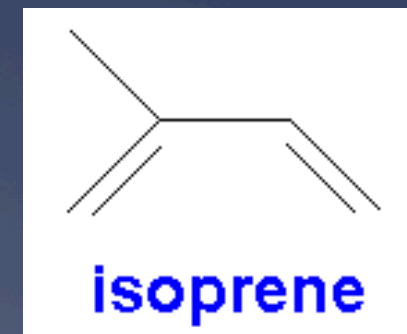
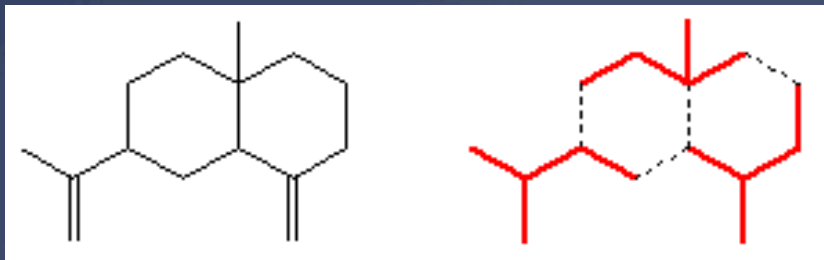
- * terpeni (insolubili in acqua come i lipidi)
- * fenoli (derivati da carboidrati)
- * alcaloidi (derivati da amminoacidi)

- * Funzioni
- * (difesa, competizione, tossine, alcuni importanti per l'uomo)

terpeni

- * Prodotti da diverse specie di piante, in particolare nelle resine delle conifere. Il nome deriva da **trementina** un composto volatile delle resine.
- * Costituiscono il gruppo piú grande di metaboliti secondari, sono prodotti da unità di isoprene (a 5 atomi di carbonio) e classificati in base al numero di subunità che contengono. (i monoterpeni ne contengono 2, i sesquiterpeni 3, i diterpeni 4 e così via. Biologicamente l'isoprene deriva dall'acido acetico.

Un sesquiterpene
(β -selenina)



Isoprene = 2-metil-1,3-butadiene

terpeni

Tipo	Unità di isoprene	Atomi di C	Esempio
Monoterpene	2	10	mentolo, camfora, limonene, pinene, thujone, nerolo
Sesquiterpene	3	15	farnesolo, carofillene
Diterpene	4	20	fitolo, Vitamina A
Sesterpene	5	25	-
Triterpene	6	30	squalene, lanosterolo
Tetraterpene	8	40	β -carotene (provitamina A)

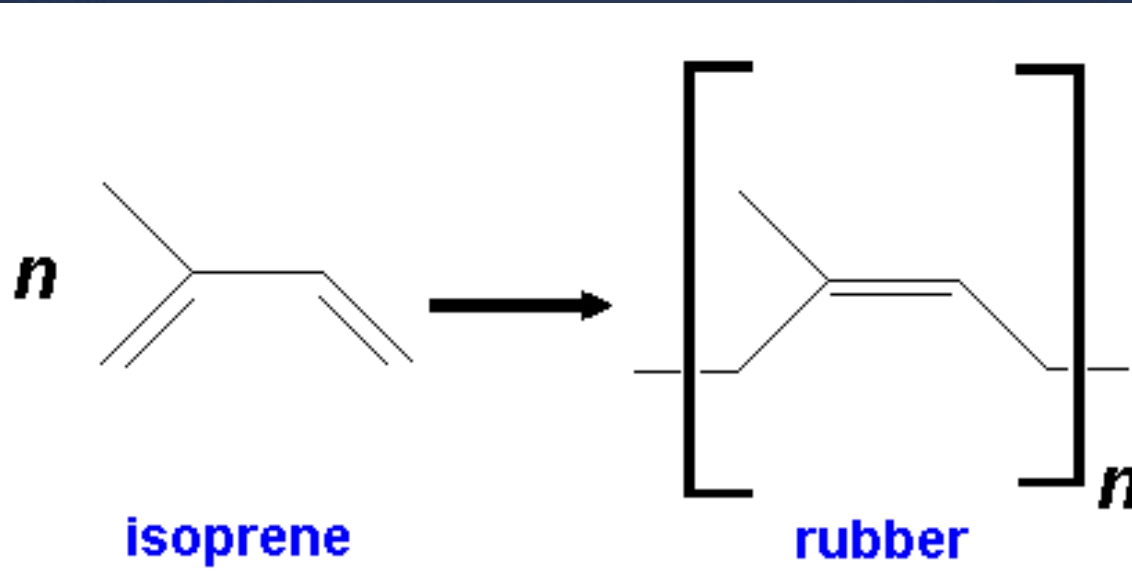
I terpeni sono la causa dell'odore di pino, e sono anche sostanze estremamente infiammabili.

Dal *limonene* deriva l'odore dei limoni, dal *geraniolo* quello dei gerani, il *β -carotene* è presente nelle carote.



L'albero della gomma (caucciú)

per es. *Hevea brasiliensis*



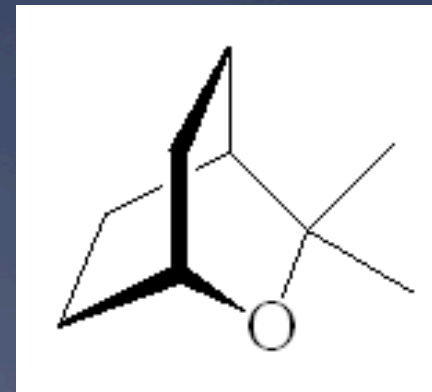
È un lattice naturale (un politerpene composto da ca. 6000 unità di terpene, cioè $n \approx 6000$), la sua funzione è quella di resistenza alla predazione

Terpeni e colore blu

- * Gli alberi esalano molecole organiche quali il pinene e altre molecole di terpeni, isoprene in particolare.
- * L'isoprene è coinvolto nella produzione dell'ozono. Inoltre quando è ossidato dall'ozono atmosferico, radicali $\cdot\text{OH}$, o NO_x , forma degli aerosol che causano la diffusione della luce solare; dal momento che l'intensità della diffusione è proporzionale a $1/\lambda^4$, le lunghezze d'onda piú basse sono accentuate, e cosí prevale il colore blu. Le Blue Mountains dell'Australia ne sono un esempio. In quel caso, la molecola responsabile del colore azzurro è l'eucaliptolo.

Blue Mountains

in Au



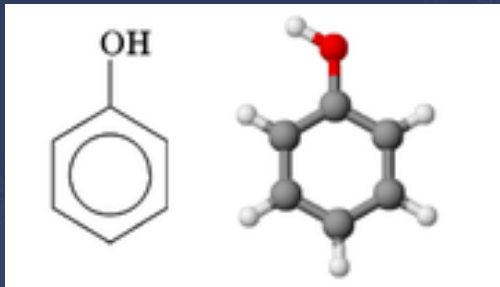
* Eucaliptolo *

Foglia di pino con dotti resiniferi



fenoli

- * La maggior parte derivano dall'amminoacido fenilalanina. La via biochimica usata dalle piante per convertire carboidrati nei tre amminoacidi aromatici (fenilalanina, tirosina e triptofano, contenenti un anello benzenico a 6 atomi di carbonio) è quella dell'acido shikimico. Gli animali non hanno la via dell'ac. shikimico e perciò non possono sintetizzare quei tre amminoacidi.
- * I composti fenolici contengono un gruppo fenolo, che è un anello aromatico (benzene) piú un gruppo idrossile (-OH).



- * La **lignina** è una molecola composta da numerosi monomeri fenolici. I **flavonoidi** hanno una struttura di base composta da due anelli legati da tre atomi di carbonio, e i **tannini** sono polimeri di unità di flavonoidi.

Allelopatia



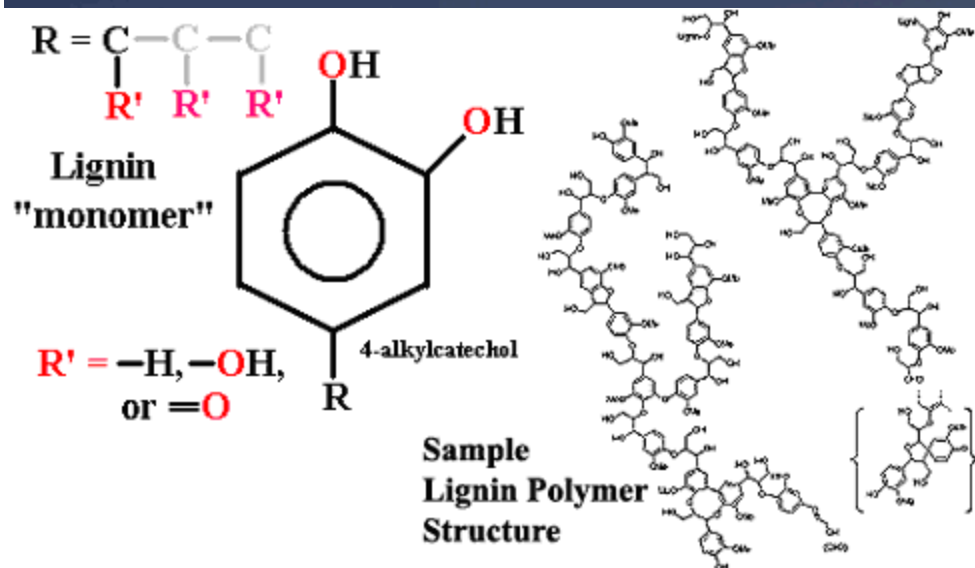
- * Con allelopatia si intende l'effetto che un composto chimico di una pianta può avere su un'altra pianta con la quale condivide lo stesso ambiente, spesso, ma non sempre si tratta di un effetto negativo.
- * È stato dimostrato che alcuni composti fenolici sono in grado di inibire la germinazione e la crescita di altre piante. L'erba medica, per esempio è (auto-)tossica a causa di allelopatia (i semi in germinazione muoiono). Questi fenoli allelopatici sono idrosolubili, quindi a volte con l'irrigazione possono essere mitigati.

Lignina

Si tratta di un composto fenolico e della sostanza organica piú abbondante nelle piante dopo la cellulosa. Viene depositata nella parete secondarie di xilema e fibre. La formazione della lignina impermeabilizza le pareti cellulari e provvede rigidità.

È un deterrente per gli erbivori ed è sintetizzata anche in risposta a infezione o ferite.

È sintetizzata da monomeri di fenoli nella parete cellulare. Dal punto di vista delle biotecnologie si cerca con l'ingegneria genetica di modificare il modo con il quale le piante producono lignina per rendere piú facile la rimozione della lignina dalla polpa di legno, e per migliorare la digeribilità delle cellule sclerenchimatiche nelle specie foraggere.



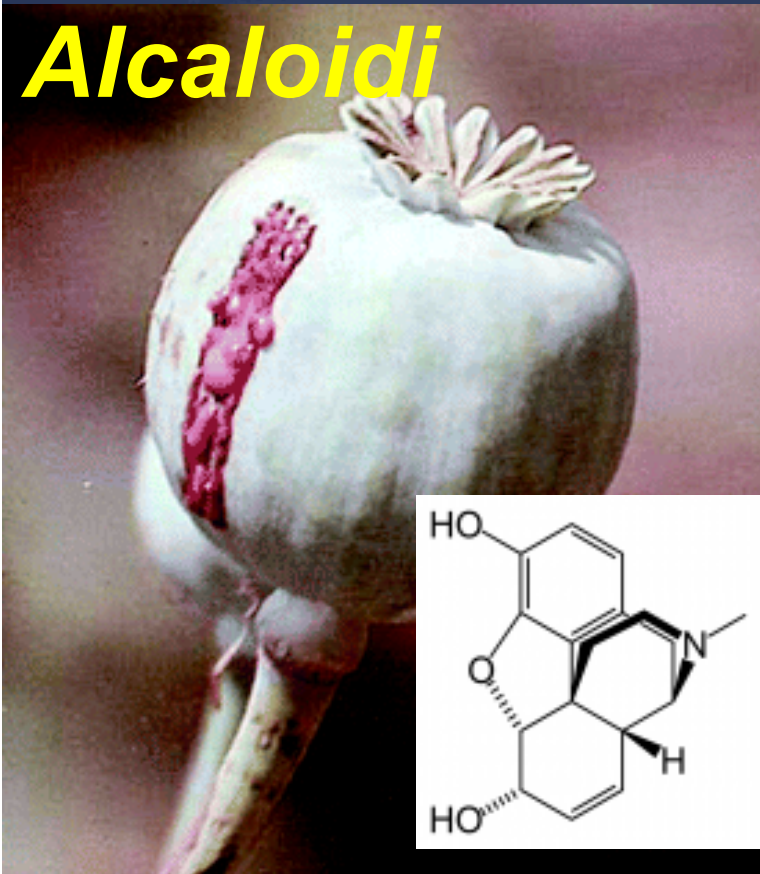
Flavonoidi e tannini

- * I flavonoidi sono composti fenolici utilizzati dalle piante come attrattanti visivi e olfattivi necessari per l'impollinazione e la dispersione dei semi.
- * Tra questi le antocianine sono la fonte della maggior parte dei colori rossi, rosa, porpora e blu che si ritrovano nei fiori e nei frutti. Le antocianine sono idrosolubili e sono conservate nei vacuoli. I carotenoidi (colori giallo, arancione, e rossi) sono insolubili in acqua e conservati nei plastidi. Nelle foglie autunnali vengono sintetizzate per assorbire la luce che altrimenti danneggerebbe i componenti cellulari a causa della foto-ossidazione coadiuvando così nel recupero dei nutrienti cellulari. Sono presenti anche nelle epidermidi delle foglie dove assorbono la radiazione UV-B (lasciando passare la radiazione visibile)
- * I tannini sono grandi molecole composte da flavonoidi polimerizzati. Sono considerati come sostanze tossiche che riducono la crescita e la sopravvivenza degli erbivori. Sono dei repellenti che si legano alle proteine della saliva, le piante ricche in tannini sono perciò evitate dagli erbivori.

* Sono metaboliti secondari contenenti azoto con potenti effetti farmacologici sugli animali vertebrati. La maggior parte di queste sostanze sono sintetizzate da amminoacidi. L'azoto di queste molecole è generalmente parte di un anello eterociclico, cioè di un anello contenente azoto oltre che carbonio. Alcuni sono simili a neurotrasmettitori e quindi hanno un potente effetto sul sistema nervoso centrale.

* Ce ne sono di velenosi per il bestiame - *Delphinium* e *Aconitum*: diterpenoidi tossici causano paralisi e morte nel bestiame, *Veratrum*: ciclopamina difetti alla nascita nelle pecore, *Lupinus*: quinolizidina e piperidina, problemi respiratori e difetti alla nascita nel bestiame

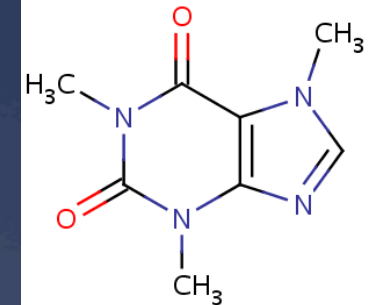
Alcaloidi



← Capsula di papavero (*Papaver somniferum*) e molecola di **morfin**a, uno dei 25 alcaloidi estraibili dal lattice dell'oppio (altri importanti sono **papaverina**, **codeina** e **eroina**)

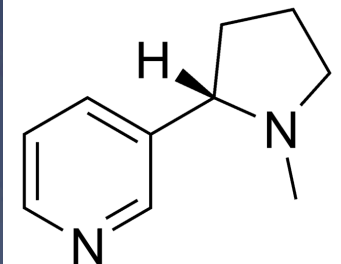
caffeina

caffè: *Coffea*
tè: *Camellia*
cacao: *Theobroma cacao*



nicotina

tabacco: *Nicotiana tabacum*



cocaina

Coca: *Erythroxylum coca*

