

	Scoperta	Struttura chimica	Sintesi	Trasduzione del segnale	Localizzazione	Funzioni
Auxina	Isolata nel 1928 ma già nel 1880 Darwin studiò il fototropismo suggerendo la presenza di una sostanza chimica per indurre la crescita.	L'auxina più comune e conosciuta è l'acido indol-3-acetico (IAA).	Avviene in varie parti della pianta, ma principalmente nei meristemi apicali, nelle giovani foglie e nei semi in via di sviluppo. La via biosintetica principale dell'IAA parte dal triptofano, che viene convertito in IPA, poi in IAA attraverso vari enzimi.	Quando l'auxina si lega ai recettori TIR1/AFB promuove l'ubiquitinazione e la degradazione di repressori della trascrizione Aux/IAA, liberando così i fattori di trascrizione ARF che attivano l'espressione dei geni target dell'auxina.	È sintetizzata principalmente negli apici meristemati, giovani foglie, germogli e frutti. Viene trasportata il floema	1) Crescita cellulare : Promuove l'allungamento delle cellule nelle zone di crescita. 2) Differenziazione cellulare : Influenza la formazione dei tessuti e degli organi durante lo sviluppo. 3) Apice dominanza : Inibisce la crescita dei germogli laterali favorendo la crescita del germoglio principale. 4) Radicazione : Stimola la formazione delle radici laterali e avventizie. 5) Fototropismo e gravitropismo : Influenza la crescita della pianta in risposta alla luce e alla gravità. 6) Sviluppo dei frutti : Coinvolta nella crescita e nello sviluppo dei frutti.
Gibberelline	Nel 1950 dal fungo Gibberella fujikuroi, comprendono 130 ormoni.	Derivano dall'ent-Kaurene, sono diterpeni tetraciclici basati sullo scheletro di ent-gibberellano. Quelli bioattivi hanno 19-20 C.	Sintesi in 3 fasi in compartimenti diversi: 1) Produzione dei precursori ent-kaurene nei plastidi. 2) Conversione di GA ₁₂ a GA ₅₃ nel RE. 3) Sintesi delle gibberelline nel citosol.	La produzione delle gibberelline è influenzata da temperatura e fotoperiodo e viene trasportato tramite il floema.	I livelli più alti sono nei semi e nei frutti immaturi, da lì vengono trasportati nel resto della pianta.	1) promuovono la crescita internodale e delle radici stimolando divisione e distensione cellulare, il bersaglio è il meristema intercalare. 2) Permettono la mobilitazione delle riserve nei semi di cereali mediando la sintesi di α e β amilasi che degradano l'amido 3) L'allungamento del giorno fa aumentare il contenuto di gibberelline che provocano l'allungamento della pianta. 4) Regolano il passaggio da pianta giovane ad adulta nelle conifere. 5) Stimolano la fioritura in alcune piante. 6) Danno inizio alla crescita del frutto (con etilene).
Citochine	Prima isolata è stata la chinetina (non naturale), la prima naturale è stata la zeatina.	Derivano dall'adenina e sono state isolate da galle dovute a infezioni di A. tumefaciens.	Le catene laterali derivano dall'isoprene. Il precursore è il piruvato o mevalonato che con il 3-fosfoglicerato vengono convertiti in DMAPP nei plastidi dei meristemi apicali delle radici (poi xilema). Il metabolismo è regolato da altri ormoni (IAA, ABA).	La citochina lega il recettore CRE1 nel dominio CHASE, promuove l'autofosforilazione di His del recettore. Il Pi viene trasferito su Asp del ricevente e poi su AHP che entra nel nucleo, Pi viene trasferito al regolatore ARR.	Principalmente nei meristemi apicali delle radici, poi distribuito nella pianta dallo xilema.	Oltre stimolare la divisione cellulare: 1) Regolano componenti del ciclo cellulare accelerandone la progressione (Cdc25 fosfatasi, cicline D). 2) Con IAA regolando la morfogenesi dei tessuti in coltura (elevato rapporto IAA/citochine stimola formazione radici). 3) Promuove la crescita laterale modificando la dominanza apicale (antagonismo auxina). 4) Responsabili dell'insorgenza dei tumori genetici. 5) Rallentano la senescenza della foglia. 6) Promuove lo sviluppo dei cloroplasti. 7) Promuove l'espansione cellulare 8) Regola la crescita dei germogli e radici (inibiscono formazione radici laterali).

Etilene	Identificato nel 1901, viene osservata una tripla risposta. Si pensava che i suoi effetti fossero causati da auxina.	CH ₂ =CH ₂	Nella maggior parte dei tessuti viene ossidato a CO ₂ . Viene sintetizzato a partire dalla metionina che viene convertito in ACC, poi è stabilizzato con una fosforilazione C-terminale. La sintesi è maggiore nella maturazione dei frutti grazie a IAA che attiva ACC sintasi.	L'etilene si lega a dei recettori ETR grazie a Cu ⁺ spegnendoli → regolatore negativo. Quando manca etilene il dominio His di ETR è attivo e attiva MAPK. In assenza di etilene CTR1 reprime la risposta, quando etilene è legato al recettore elimina l'attività di CTR1.	La produzione è maggiore nelle regioni meristematiche e nodali e in qualsiasi ferita o danno meccanico. Essendo un gas è diffuso facilmente.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Maturazione dei frutti climaterici (degradazione della parete, Idrolisi dell'amido, accumulo zuccheri, scomparsa acidi organici e tannini). Climaterio → aumento respirazione prima della maturazione. 2) Epinasti fogliare (curvatura verso il basso causata da IAA che stimola produzione di etilene). 3) Espansione laterale (inibizione crescita ipocotile, inibizione allungamento radice, ripiegamento gancio apicale → risposta tripla per superamento ostacoli) 4) Formazione delle radici avventizie e peli radicali in sinergia con auxina. 5) Senescenza fiorale (o fioritura in altre). 6) Senescenza fogliare (equilibrio etilene/citochine). 7) Abscissione fogliare (regolata in modo antagonistico da IAA e etilene). 8) Interrompe la dormienza delle gemme. 9) Difesa contro patogeni.
Acido abscissico (ABA)	Inizialmente isolato come dormina.	Struttura C 15 (sesquiterpene), l'ABA naturale è l'enantiomero S in forma cis. S trans e R non sono attivi.	È sintetizzato a partire dall'isopentenil difosfato, intermedio della sintesi dei carotenoidi, avviene nei cloroplasti. La neoxantina viene idrolizzata in xantossina che nel citosol poi viene ossidata nel citosol ad aldeide abscissica e poi ABA.	Il recettore di ABA è una G protein eterotrimerica sulla membrana che utilizza Ca ²⁺ come 2° messaggero. Quando ABA si lega al recettore CHLH che libera WRKY un fattore trascrizionale. Un terzo recettore nucleare lega ABA e attiva ARF un altro fattore.	L'ABA è regolato dall'ossidazione di acido faseico (mantiene attivo) e diidrofaseico (inattivo). È trasportato sia da xilema che floema (più floema).	<ol style="list-style-type: none"> 1) Chiusura degli stomi in stress idrico legandosi al recettore nelle cellule guardia aumentando [Ca²⁺]. 2) Regola la maturazione del seme e induce la dormienza favorendo accumulo proteine e lipidi (rapporto ABA/GA). 3) Induce dormienza nelle gemme. 4) In condizioni di stress inibisce crescita fusto e stimola quella di radici. 5) Inibisce l'utilizzo delle riserve del seme (α-amilasi). 6) Induce senescenza fogliare (antagonista citochine).
Brassinosteroidi	Scoperti negli anni '70 da Mitchel nel polline di colza, nel 1979 venne purificato dal brassinolide (più di 60).	Sono steroidi derivati dal campesterolo.	Sintetizzati nel RE in tutti i tessuti (principalmente nel polline e negli organi riproduttivi). Alcuni intermedi della sintesi sono attivi (castasterone) il più attivo è il brassinolide.	/	Sono ormoni ubiquitari a partire dalle alghe.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Con IAA e GA stimola crescita per distensione e divisione del germoglio. 2) Stimola crescita radice a basse [] e inibisce a basse. 3) Promuove il differenziamento dello xilema. 4) Promuove sviluppo stomi con auxina e semi con GA. 5) Inducono la fioritura con auxina. 6) Induce la maturazione dei frutti. 7) Promuove la crescita del tubetto pollinico. 8) Aumenta la resistenza allo stress.
Stringolattoni	Negli anni '60 negli essudati delle radici del cotone. All'inizio di questo secolo viene riconosciuta la classe degli stringolattoni.	Sono più di 20 quelli naturali divisi in 2 gruppi in base all'orientamento dell'anello.	La sintesi inizia dal β-carotene che nei palstidi portano alla formazione del carlattone, nel citosol viene convertito in 5-deossistringolo dal quale derivano gli altri stringolattoni.	/	La sede principale di sintesi è la radici (apici radicali parenchimatici e del tessuto vascolare). ----- Esistono le carrichine con struttura simile (regolano la crescita).	<ol style="list-style-type: none"> 1) Inibizione ramificazione germoglio e rinforzo crescita apicale (antagonismo citochine e sinergia auxine). 2) Regolazione formazione radici laterali (in presenza di fosforo inibisce, in assenza promuove). 3) Inducono la germinazione del seme delle piante parassite (abbassa rapporto ABA/GA). 4) Inducono crescita secondaria e senescenza fogliare. 5) Sopprimono le radici avventizie (antagonista IAA).