



Le **gibberelline** sono una grande famiglia di ormoni vegetali di natura diterpenica.

La scoperta dell'acido gibberellico

Risale agli anni 30', quando venne purificato da colture di *Gibberella fujikuroi*, un fungo patogeno responsabile della malattia della pianta sciocca nel riso che, nelle piante infettate, grazie alla secrezione del fitormone, induce l'allungamento spropositato del fusto.

La struttura

Le GA, sono dei diterpeni, ossia terpenoidi con 4 unità isopreniche, a scheletro tetraciclico ent-gibberellanico, 20 atomi di carbonio, o nor-ent-gibberellanico, 19 atomi di carbonio (in quest'ultimo caso, nella molecola è solito formarsi un lattone, un estere ciclico, tra il c4 e c10).

Sebbene conservino tutte la stessa struttura base, le gibberelline bioattive presentano sostituzioni ricorrenti nella loro struttura. Le GA bioattive sono di solito acidi nor-ent-gibberellanici, con un anello lattonico c4-c10, un gruppo carbossilico in c6 e un gruppo ossidrilico in c3.

E' stato riscontrato, dall'analisi cristallografica, che i recettori delle GA possiedono residui amminoacidici specifici che interagiscono con ognuno di questi gruppi funzionali sostituenti. Il modello proposto è che queste GA siano bioattive in quanto capaci di modulazione allosterica della proteina recettore.

La biosintesi delle gibberelline

Le GA sono sintetizzate primariamente nei meristemi apicali e subapicali del fusto, delle giovani foglioline, e da embrioni e semi. Come tutti i composti terpenici, la biosintesi delle GA avviene secondo la via dell'acido mevalonico, e coinvolge più di un organulo nel suo decorso (plastidio RE citosol).

L'acido mevalonico, sintetizzato a partire dall'AcetilCoA, è il precursore delle unità isopreniche. È considerato il composto di partenza per la biosintesi dei terpenoidi. L'acido mevalonico viene fosforilato dall'ATP e quindi decarbossilato per formare l'isopentenil pirofosfato, il primo composto isoprenico della via metabolica. Le unità di isopentenil pirofosfato vengono dunque condensate in successione per produrre il geranil pirofosfato, il farnesil pirofosfato e il geranilgeranil pirofosfato.

Il geranilgeranil pirofosfato (20 atomi di C) viene quindi ciclizzato, dalla terpen ciclasi, per formare il primo prodotto specifico della biosintesi delle gibberelline: l'ent-kaurene.

L'ent-kaurene viene dunque convertito in GA₁₂, la gibberellina capostipite della classe fitormonica. Nel processo di conversione dell'ent-kaurene in GA, l'anello B del composto viene ossidato ad un anello da 6 a 5 atomi di carbonio.

La reazione si svolge ossidando il gruppo metilico del C₁₉ ad acido carbossilico, grazie alla catalisi del citocromo **P450 monoossigenasi**. La GA₁₂ è convertita nelle altre GA nel citosol secondo numerose vie metaboliche parallele. In genere le reazioni procedono con una serie di ossidazioni al livello del C₂₀ causandone la perdita nella sintesi degli acidi nor-entgibberellinici (19 atomi di Carbonio).

Meccanismo d'azione

Le gibberelline sono coinvolte nella regolazione di numerosi processi fisiologici abbracciando tutti gli stadi di sviluppo della pianta, dalla promozione della germinazione dei semi a quella della fruttificazione. I processi di risposta alle gibberelline meglio compresi, tuttavia, sono quelli relativi all'accrescimento del fusto e alla degradazione dell'endosperma durante la germinazione.

Risposta alle Ga nella degradazione dell'endosperma e controllo della germinazione

Le cariossidi dei cereali sono formati da tre parti:

- **embrione**
- **endosperma**

- **fusione testa-pericarpo.**

L'endosperma, in particolare, è formato da due strati, quello amilaceo, di riserva e costituito da cellule morte, e quello aleuronico che durante la germinazione secerne enzimi degradativi dell'amido.

Durante la germinazione, l'embrione secerne importanti quantità di GA, i cui bersagli cellulari sono le cellule dell'aleurone.

Le cellule dell'aleurone vengono stimulate dalle gibberelline embrionali alla secrezione di amilasi. Le amilasi degradano gli amilopasti dello strato amilifero dell'endosperma rifornendo l'embrione di sostanze nutritive durante lo sviluppo.

Le GA inducono la produzione di amilasi nelle cellule dell'aleurone legandosi ai recettori nucleari *GID1*, come dimostrato dal fatto che i mutanti *gid1* sono incapaci di produrre amilasi per induzione gibberellinica. Il legame GA/*GID1* scatena una via di trasduzione dei segnali, per il vero una Ca dipendente ed una Ca indipendente, che culminano con l'attivazione dei geni per le amilasi, che nel circuito regolativo sono tra l'altro geni di risposta secondaria.

Le fasi del processo si svolgono così

Ga/*GID1* lega la proteina DELLA, un inibitore della [trascrizione](#) dei geni *GAMYB*, che a questo punto può essere attaccata dalle [proteine](#) che regolano la sua degradazione. La degradazione di DELLA ha per effetto l'attivazione trascrizionale dei geni di risposta precoce *GAMYB*, con conseguente traduzione dei *GAMYB*-mRNA (**geni di risposta primaria**).

GAMYB è un fattore trascrizionale che si lega con affinità alle sequenze GARE, sequenze promotore tipiche dei geni per la risposta ormonale alle GA. Il legame *GAMYB*/GARE attiva la trascrizione dei geni per le amilasi (**geni risposta secondaria**).

Altri geni di risposta secondaria che sono attivati secondo lo stesso modello di regolazione nel sono quelli coinvolti nell'accrescimento del fusto e nella proliferazione dei meristemi internodali.

L'allungamento del fusto indotto da Ga esercita un ruolo primario nell'accrescimento del fusto ed è stimolato dalle [auxine](#). Le evidenze sperimentali rivelano che auxine e gibberelline svolgono un'attività coordinata ed additiva nell'indebolimento delle pareti cellulari. La risposta Ga-specifica indotta dalle auxine, consiste nell'espressione dell'enzima xiloglucano endotransglucosidasi/idrolasi, XTH, la cui trascrizione è sotto il controllo delle GA e

la cui funzione è quella di facilitare la penetrazione delle espansine nella parete cellulari.

Auxina e Ga, dunque, guiderebbero l'accrescimento del fusto diminuendo la soglia di cedimento della parete cellulare, o in altre parole indebolendola. Le Ga, inoltre, stimolano la divisione cellulare dei meristemi internodali inducendo l'espressione di un certo numero di geni per le CDK (azione combinatoria con le [citochinine](#)). I meccanismi d'accrescimento Ga-dipendenti sono largamente sfruttate in agronomia per la coltivazione di riso e cereali con tolleranza alla sommersione. Durante gli allagamenti, per mantenere le parti aeree fuori dall'acqua, le piante di riso tendono ad un rapido accrescimento del proprio fusto e all'allungamento degli internodi.

Questo comportamento è deleterio in caso di allagamenti improvvisi poiché risposte d'accrescimento troppo rapido stressano la pianta ed esauriscono le sue riserva d'amido conducendo le piante alla morte. Per questo motivo sono stati introdotti nelle coltivazioni mutanti tolleranti alla sommersione che esprimono altamente Sub1A, un gene per la sintesi della proteina DELLA SRL o SRL-like. Queste piante esprimenti altamente le SRL hanno una sensibilità ridotta alle GA e durante le alluvioni improvvise vanno incontro ad un accrescimento estremamente più ponderato.



Effetti fisiologici

- **Le gibberelline promuovono la germinazione dei semi**

Come noto le GA sono coinvolte nella sintesi di di enzimi idrolitici durante la germinazione. Nei semi dormienti, l'ABA e le GA bioattive, agiscono all'interno del seme in maniera antagonista, determinando il grado di dormienza. Trattamenti

con la luce o con il freddo riducono la quantità di ABA nei semi dormienti ed aumentano quella di GA promuovendo la germinazione

- **Stimolano l'accrescimento del fusto e della radice**

L'applicazione di GA esogene promuove l'allungamento dell'internodo nei mutanti nani in specie a rosetta come nella famiglia delle graminacee. Le gibberelline sono anche importanti per la crescita delle radici. I mutanti nani estremi di pisello e Arabidopsis, in cui è bloccata la biosintesi di GA, hanno radici più corte delle piante rispetto al wilde type. L'applicazione di GA bioattive esogene aumenta sia l'allungamento dei fusti che quello delle radici.

- **Regolano la transizione alla fase adulta nelle conifere e la determinazione sessuale nella dicotiledoni**

In molte conifere, in cui la fase giovanile dura in media 20 anni, la transizione alla fase adulta, ossia riproduttiva, può essere indotta con il trattamento di miscele di GA3, GA4 e GA7. Alte concentrazioni di Ga indotte da fattori ambientali come temperatura e fotoperiodo, inoltre, regolano la determinazione sessuale nelle dicotiledoni con fiori imperfetti (unisessuali) più che perfetti (ermafroditi).

Si è inoltre visto che le GA sono coinvolti nel recupero della capacità dello sviluppo delle antere e dei tubetti pollinici nei mutanti maschio sterili di Arabidopsis, indicando un forte coinvolgimento delle gibberelline nella formazione del polline.

- **Promuovono la fruttificazione e sono implicate nello sviluppo precoce dei semi o dei frutti partenocarpici**

L'applicazione di gibberelline esogene promuove in alcune piante la fruttificazione, l'accrescimento del frutto, anche nei casi di mancata fecondazione, dando origine a frutti partenocarpici. D'altro canto, mutanti carenti di Ga o piante trasgeniche con disattivazione accentuata delle GA presentano un'alta abortività dei semi. In tal caso il trattamento dei semi con GA non recupera il normale sviluppo dei semi in quanto le ga esogene sono impossibilitate nel trasporto entro il seme.

Attenzione: I nostri PDF a volte non contengono tutto il materiale presente nell'articolo originale o potrebbero non essere aggiornati.

Articolo completo: <http://www.biopills.net/articoli/ripassiamo-aiuto-studio/fisiologia-vegetale/le-gibberelline-biosintesi-meccanismo-dazione-ed-effetti-fisiologici/>