

جزوهٔ درسی

مواد تنظیم کننده رشد گیاهی

Plant growth regulator (PGR)

استاد درس: دکتر غلامی
(دانشگاه بولی سینا - دانشکده کشاورزی)

agrisoft.ir


<http://agrisoft.ir>
<https://telegram.me/agrisoft>

بنام خدا



دکتر منصور غلامی

رتبه علمی: استاد

دانشگاه: بوقایی سینا - همدان

دانشکده: کشاورزی

گروه دانشگاهی: علوم باگبانی

وزیر علوم، تحقیقات و فناوری

پیشگفتار

طی هفت سالی که از فعالیت گروه اگریسافت می‌گذرد، مایه افتخار ماست که مخاطبانی از دانشگاهها و برخی مراکز علمی - تحقیقاتی کشور داریم. بسیار خرسندیم که این اثر را مورد مطالعه و استفاده قرار می‌دهید. تا جایی که ممکن بوده، سعی کردیم اصطلاحات و اسامی علمی بکار رفته در جزوء دستنویس را با مراجعه به منابع مختلف (کتاب، جزوء، اینترنت و...) تصحیح نماییم. سپس بصورت نمایه در انتهای جزوء قرار گرفته است.

هرگونه انتقادات و پیشنهادات خود و همچنین اشکالات موجود در این محصول را به شماره تماس موجود در سایت، تلگرام / پیامک نمایید و یا از طریق بخش نظرات ارسال فرمایید و ما را در رفع نقاطی موجود یاری فرمایید.

در پایان ضمن آرزوی سلامتی و طول عمر برای این استاد گرانقدر، امیدواریم در حین استفاده از این اثر، رضایت کافی از کیفیت و کمیت آن داشته باشید.

گروه نرم افزاری - کشاورزی اگریسافت

فریخته‌ی گرامی؛

محصولات این سایت با تلاش گروه دانشجویی اگریسافت و صرف وقت زیادی تهیه گردیده؛ خواهشمندیم اگر این جزوء را از سایت ما خریداری نکردهاید و از طرق دیگر و ... به دست شما رسیده است، چنانچه از کیفیت آنها راضی بودید و به منظور حفظ حقوق مادی و معنوی این اثر و رفع هر گونه اشکال، مبلغ دلخواه خود را از طریق لینک حمایت مالی در سایت www.agrisoft.ir و یا بوسیله QR ذیل پرداخت فرمایید.



فهرست عناوین

۵	مقدمه
۶	تعریف هورمون
۸	سنجد هورمون ها در گیاهان
۸	۱. روش دستگاهی
۸	کروماتوگرافی روی کاغذ (P.C)
۸	کروماتوگرافی روی لایه نازک (TLC)
۸	کروماتوگرافی روی گاز (GC)
۹	کروماتوگرافی روی مایع (HPLC)
۱۰	۲. روش های زیست سنجدی
۱۰	فواید استفاده از روش های زیست سنجدی
۱۱	محدودیت های روش زیست سنجدی
۱۲	مثال هایی از زیست سنجدی هورمون ها
۱۲	سنجد اکسین
۱۴	سنجد جیبرلین
۱۵	سنجد سیتوکینین
۱۵	سنجد آبسزیک اسید (ABA)
۱۶	سنجد اتیلن
۱۶	سنجد جامسونات ها
۱۷	سنجد براسینو استروئیدها
۱۷	شناخت چگونگی متابولیسم هورمون ها در بافت های گیاهی
۱۷	بیوسنتر
۱۷	انتقال
۱۸	تأثیرگذاری
۱۸	خنثی سازی
۲۰	اکسین ها
۲۲	بیوسنتر اکسین ها
۲۲	مسیر اول بیوسنتر IAA
۲۹	کاربردهای اکسین
۲۹	۱. غلبه جوانه انتهایی
۲۹	۲. افزایش رشد و اندازه های جوان
۳۰	۳. تئوری رشد اسیدی سلول
۳۰	۴. تحریک ریشه زایی
۳۱	۵. رشد میوه ها
۳۱	۶. کمک به رویان زایی در محیط کشت
۳۲	جیبرلین ها
۳۲	ویژگی های GA
۳۲	ساختار ملکولی

۳۳	آثار فیزیولوژیک
۳۴	بیوسنتر GA
۳۹	تنظیم مقدار GA ها
۴۰	ساختار ملکول GA ها
۴۱	شبه جیرلین ها
۴۲	سیوگینین ها
۴۵	دلیل اثر موضعی CK
۴۷	بیوسنتر CK
۵۳	براسینو استروئیدها
۵۴	زیست سنجی های براسینو استروئیدها
۵۵	۱. استفاده از گیاه لوبیا (<i>Faseolus vulgaris</i>)
۵۵	۲. استفاده از گیاه برج
۵۸	آبسزیک اسید (ABA)
۵۹	سنتر ABA
۶۱	تنظیم مقدار ABA
۶۳	اتیلن
۶۴	آثار فیزیولوژیک اتیلن
۶۷	بیوسنتر اتیلن
۶۹	تنظیم مقدار اتیلن در گیاهان
۷۲	جامسونات ها (جازمونات ها) (Jasmonates)
۷۳	آثار فیزیولوژیک
۷۵	زیست سنجی های جامسونات ها
۷۵	بیوسنتر جامسونات ها
۷۷	فهرست اصطلاحات

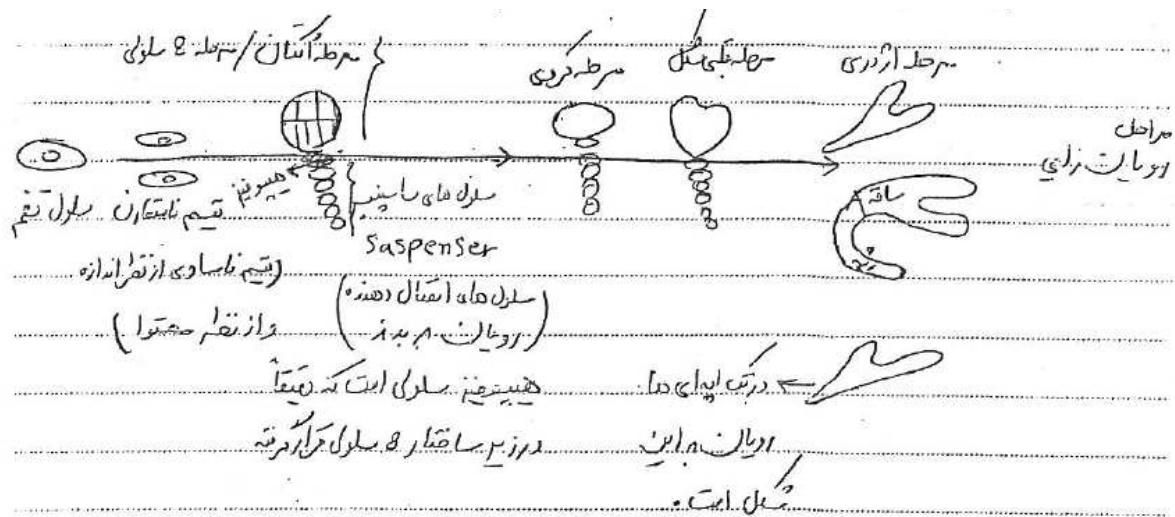
تذکر:

- تمام حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به سایت اگریسافت بوده و هرگونه استفاده تجاری (اعم از کپی فایلهای بارگذاری شده در سایت، بارگذاری آن در سایتها دیگر و یا فروش آنها به هر نحو) ممنوع می باشد.
- در صورتی که این جزو از منبعی (سایت، وبلاگ و...) به غیر از سایت اگریسافت به دست شما رسیده است، شخص خاطی را از طریق تماس با شماره تلفن موجود در سایت یا تلگرام به ما معرفی کرده و در قبال آن محصولات دلخواه خود را به رایگان دریافت نماید.

<http://agrisoft.ir>

<https://telegram.me/agrisoft>

Copyright©1398



طبق آن چه گفته شده ابتدای شروع رشد، تشکیل تخم (zygote) است که به رویان تبدیل می‌شود و تمام مراحل رویان زایی به هورمون‌ها وابسته است و علاوه بر این روی محیط بیرون و دیواره تخمدان هم تاثیری می‌گذارد.

عموماً اکسین نقش تکاملی در رویان دارد. در محیط‌های کشت *In vitro* نوع اکسین بسیار مهم است. معمولاً در مراحل اولیه رویان زایی 2,4-D اثر دارد و در مراحل آخر رویان زایی 2,4,5-D موثر است. هر چند که IAA و IBA هم موثرند اما دو اکسین مذکور قبلی موثرترند.

در بحث رشد می‌توان گفت وقتی گیاه در خاک مستقر شده در مرحله نونهالی گیاه رشد کمی خواهد داشت (طول و حجم اندام‌ها و وزن‌تر و خشک اضافه می‌شود) و تا زمانی که گیاه گل پیدا کند این مرحله ادامه دارد (مرحله نونهالی) و بعد دوره نونهالی وارد فاز بلوغ یا باردهی می‌شود که این انتقال از مرحله نونهالی به مرحله باروری همان نمو است.

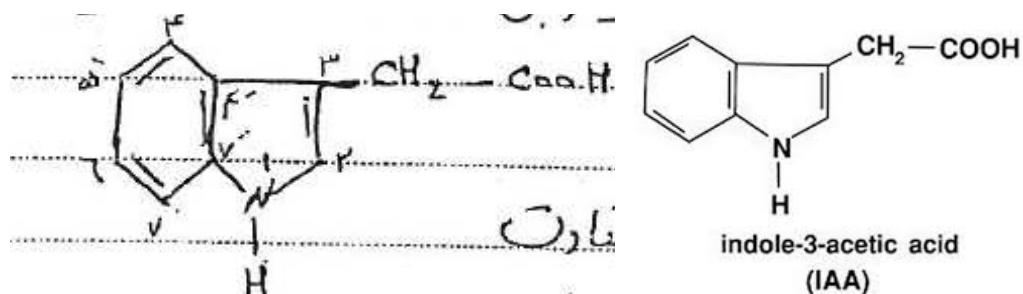
با توجه به اینکه از نظر بیان ژن‌ها در این انتقال تغییر زیادی اتفاق می‌افتد به طور کلی پروفیل ژن‌های بیان شده در این سیستم کاملاً فرق می‌کند به این معنی که همین تغییر پروفیل بیان ژن‌ها می‌تواند واکنش گیاه و بافت‌های گیاهی و حتی اندام‌های گیاهی را به هورمون‌ها تغییر دهد و از این روست که کاربرد یک هورمون در مراحل مختلف سبب واکنش‌های مختلف در گیاه می‌شود.

در مباحث گیاهی به طور عام و در مباحث کشاورزی به طور خاص تفاوت اثر هورمون‌های گیاهی در مراحل مختلف کاملاً به چشم می‌خورد. دلیل این تفاوت چیزی نیست جز اینکه فرآیند رشد و نمو مرتبط به ژن‌هاست.

هیچ گاه در رابطه با کار یک هورمون نمی‌توان قطعی صحبت کرد. مثال:

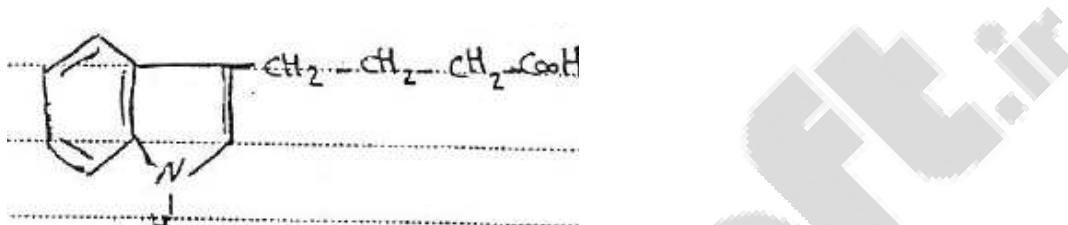
- ABA بازدارنده است اما در مورد ریشه محرک است تنفس خشکی ابتدا سبب یک جهش رشدی در ریشه می‌شود.
- اتیلن بازدارنده است اما در مورد آناناس محرک گل انگیزی است سبب خواب شکنی و جوانهزنی سبب زمینی می‌شود.

۱. IAA فراوان ترین اکسین است و دارای ساختار ایندولی است. عامل اسیدی روی حلقه دوم ایندول است.



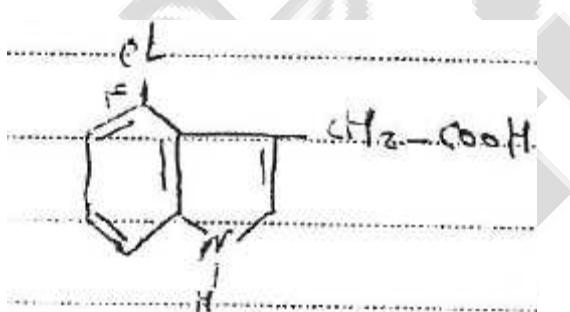
۲. IBA هم دارای ساختاری مشابه IAA است اما با تفاوت زیر: (ایندول - ۳ - بوتیریک اسید)

در IBA به جای استیک که CH₂-COOH است بوتیریک اسید دارد.



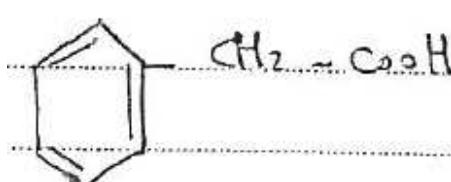
۳. ترکیب سوم از اکسین های طبیعی 4-Cl-IAA است هم ساختار ایندولی دارد. این ساختار دارای کلر است.

۴ - کلروایندول استیک اسید



ساختار ایندولی در هر ۳ ترکیب اکسین طبیعی وجود دارد. اینها خیلی راحت می‌توانند به هم تبدیل شوند.

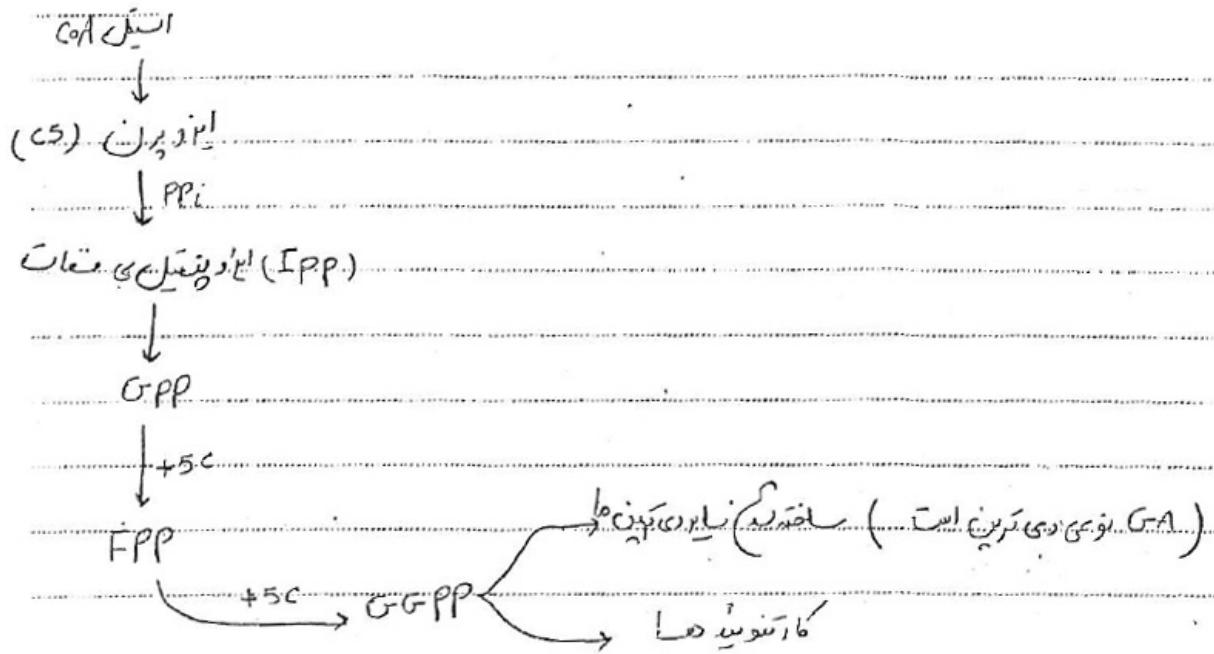
۵. چهارمین اکسین طبیعی که فنیل استیک اسید است. دارای ساختار بنزنی است و ساختار ایندولی ندارد. (PAA)



مهمنترین اکسین طبیعی IAA است به دلایلی:

۱. به دلیل فراوان بودنش

۲. در گیاهان به IAA تبدیل می‌شود و از این رو همیشه غلظتش پایین نگه داشته می‌شود.



GAها از مسیر کارتئوئیدها و ترپنئیدها ساخته می‌شوند که هر گاه در این مسیر به مسیر ساخت دی‌ترین‌ها بررسیم GA ساخته می‌شوند.

تولید ایزوبنزن بی‌فسفات هم در سیتوسل و هم در پلاست‌ها گزارش شده است. اما در هر دو مکان یک مسیر را دنبال می‌کند و منجر به تولید فارنسیل بی‌فسفات می‌شود. مبادله بین سیتوسل و پلاست وجود دارد (نتیجه گیری کلی اینکه GAها هم در مسیر سیتوسل و هم در پلاست‌ها متابولیسم آن‌ها صورت می‌گیرد). (محل ساخت GAها هم در پلاست و هم در سیتوسل است).

پیش ماده تولید IPP از مسیر تنفسی تهیه می‌شود.

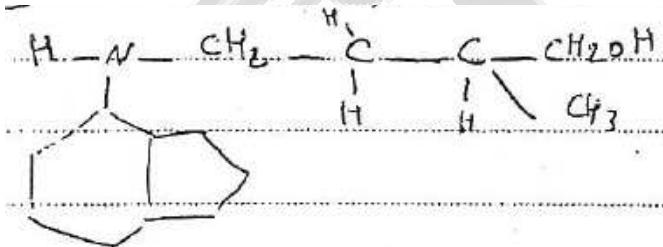
در بیوسنتر GAها، GGPP پیش ماده تولید GAها هست. اولین ملکولی که بعد از جدا شدن مسیر GGPP از بقیه ترپنئیدها، ترکیبی به نام کوپالیل بی‌فسفات است (ملکول CPP غیر حلقوی است). اولین حلقوی شدن‌ها در کوپالیل صورت می‌گیرد سپس به آلفا انت کوئورن که اولین ملکول شبیه به GA است، تبدیل می‌شود. البته برای شکل گیری این ملکول آنزیم‌های سایکلاز (حلقوی کننده‌ها) لازم‌اند و شکل گیری اش وابسته به بیان یکسری ژن‌های مرتبط با مسیر بیوسنتر GAها است.

سلولی موضعی \uparrow معمولاً بافت‌هایی که خاصیت جنبینی در آن‌ها هست تحت تاثیر CK رشد آن‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد، به عبارتی هر چه بافت اختصاصی‌تر نباشد و تمایزیابی آن کمتر باشد، بیشتر تحت تاثیر CK قرار می‌گیرند. در کاربرد موضعی این مسئله صادق است.

تا زمانی که که دیواره سلولی فیکس و مهار شده است، Aux می‌تواند اثر افزایش رشد سلول را ایجاد کند. یکسری قارچ‌ها هستند که تولید CK می‌کنند. جنس قارچ *Helminthosporium* قارچی است که CK تولید می‌کند و همچنین جنس قارچ *ustilago* از قارچ‌هایی است که در محیط‌های کشت CK تولید می‌کنند. قارچ اولی وقتی بافت گیاهی را آلوده می‌کند از علائمش سبز ماندن لکه آلوده است در اثر همان اثر جلوگیری از زرد شدن.

CK‌های طبیعی دارای یک ساختار آدنینی هستند اگر روی عامل آدنینی (NH) یک ساختار ۵ کربنی بنشیند ز آتنی را به وجود می‌آورد که دو حالت Cis و trans دارد که حالت trans غالبه است. یکی از مدل‌های غیرفعال ز آتنی، تغییر اتصال دوگانه بین دو کربن روی ساختار شیمیایی آن است که این اتصال دوگانه با H جایگزین می‌شود و اسم ترکیب در این حالت (دی‌هیدروز آتنی) می‌باشد. این ترکیب با این تغییر خاصیت CK آن از دست نمی‌رود اما آماده غیرفعال شدن با نوع دیگری از اکسیداسیون هست. به عبارتی با اکسید شدن ملکول در واکنش‌های مختلف غیرفعال می‌شود.

دی‌هیدروز آتنین فرمی است که هنوز فعال است اما خاصیتش از ز آتنی کمتر است.



محل تولید CK‌ها در داخل سلول‌ها معمولاً در سیتوسل است و از جمله جاهای دیگر روی tRNA‌ها است. تعداد ملکول‌های متصل به tRNA‌ها قابل توجه نیست به این دلیل که خود تعداد tRNA‌ها زیاد نیست. ز آتنی روی tRNA همیشه در موضع 3' وصل شده و هیچگاه در جای دیگری روی tRNA نمی‌نشیند و وقتی جدا شود اثر CK دارد.

فرم ریبوتاید یا ریبوسايد در گیاه فراوان است.

CK‌های تولید شده در ریشه یا سایر اندام‌ها معمولاً به شکل اتصال به قند ریبوز یا ریبوز فسفاید، حالت ذخیره یا غیرفعال یا قابل انتقال از طریق آوندها پیدا می‌کنند.

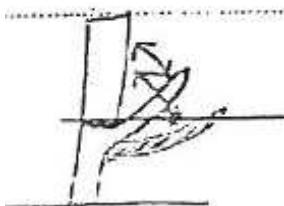
هر واکنش بیوشیمیایی در سلول‌های زنده تحت کنترل یک آنزیم است. حضور یا عدم حضور آنزیم می‌گوید آن

۱. استفاده از گیاه لوبیا (*Faseolus vulgaris*)

گیاهان جوان لوبیا با تیمار براسینو استروئیدها قدشان افزایش می‌یابد که به دلیل رشد میانگره‌ها صورت می‌گیرد.

۲. استفاده از گیاه برنج

در گیاه برنج با قرار گرفتن مقدار کمی براسینو استروئید روی برگ جوان، برگ به طرف بیرون باز می‌شود و اصطلاحاً زاویه بین برگ و ساقه افزایش پیدا می‌کند. که بیشتر به دلیل تاثیر براسینو استروئید در رشد سریع ناحیه مریستمی قاعده برگ است که سبب شده قسمت بعد از قاعده برگ ... رشد کنند.



بیوسنتر استروئیدها عموماً به دو شکل انجام می‌شود: ۱. براسینولاید؛ ۲. کاستاسترون براسینولاید نسبت به کاستاسترون، ۵ برابر بیشتر است در گیاهان و بافت‌های گیاهی. یعنی غلبه هم از نظر هورمون و هم از نظر مقدار با براسینولاید است.

اغلب تحقیقات در زمینه بیوسنتر براسینو استروئیدها روی براسینولایدهای است. بعضی از گیاهان مقادیر زیادی از این هورمون‌ها را تولید می‌کنند و لذا به عنوان گیاهان مدل در بررسی بیوسنتر براسینو استروئیدها استفاده می‌شوند. برخی در محیط‌های کشت هم به خوبی سلول‌های تولید کننده براسینو استروئید را فراهم می‌کنند.

بررسی بیوسنتر براسینو استروئیدها در کشت‌های سلولی با استفاده از پیش ماده‌های نشان دار شده (اغلب کربن و نیتروژن رادیو اکتیو) صورت گرفته و ژاپنی‌ها زیاد در این زمینه کار کردند. از گیاهان چهش یافته‌ای که در بخشی از مسیرهای بیوسنتر دچار چesh شدند در این کارها و در بررسی تولید براسینو استروئیدها استفاده می‌شود.

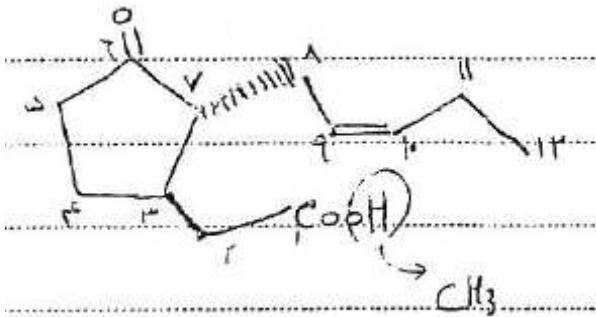
پیش ماده براسینو استروئیدها استرول است. استرول‌ها گروهی از ترکیبات شیمیایی اند که معمولاً در سطوح غشایی دیده می‌شوند. استرول‌ها از تری ترپن‌ها هستند. استرول‌ها از نظر ماهیت ملکولی الكل هستند. مسیر تولید براسینو استروئیدها از یک استرول مهم به نام کامپسترول (Campesterol) شروع می‌شود و مسیر نسبتاً طولانی طی می‌شود تا به کاستاسترون و بعد براسینولاید تبدیل شود.

تری ترپن



Campesterol → کاستاسترون → براسینولاید

متیل جامسونات به جای H در COOH در ساختار JA یک CH_3 نشسته یعنی JA'ی که متیله شده است.



آثار فیزیولوژیک

۱. این آثار بیشتر بستگی به نوع گیاه، بافت و یا اندام گیاهی دارد. این ترکیبات عموماً به سطوح غشایی سلول‌های گیاهی متصل می‌شوند و با تخریب سلول‌ها در اثر حمله عوامل پاتوژنیک آزاد می‌شوند. به خصوص Me JA رها می‌شود و در سیستم دفاعی فعال می‌شود. تولید جامسونات‌ها تحت تاثیر سیگنال‌های دیگری از جمله سیستمین قرار دارد.

با حمله حشرات سیستمین تولید می‌شود. (سیستمین از هیدرولیز برخی پروتئین‌های غشایی به دست می‌آید) به این پروتئین‌ها، پروتئین‌های پروسیستمین گویند. پروتئین‌های پروسیستمین بیانشان بعد از تحریک تخریب غشاء سلولی اتفاق می‌افتد و بعد سیستمین تولید می‌شود.

سیستمین را به عنوان یک سیگنال ناشی از زخمی شدن بافت می‌شناسند.

(دستجات آوندی فعلی ترین بخش برای تولید سیستمین اند) انتقال سیستمین را از محل زخم به دیگر بخش‌ها نیز توسط این دستجات گزارش کردند چرا که آثار مکانیزم‌های دفاعی را خیلی دورتر از جاهای زخمی شده در گیاهان مورد حمله مشاهده شده.

همه عوامل بیماری زا غیر از حشرات نیز سیگنال‌هایی را برای فعل سازی مکانیزم‌های دفاعی فعل می‌کنند از جمله موارد اشاره شده در حمله قارچ‌ها، تولید الیگوساکاریدهاست. الیگوساکاریدها می‌توانند بخشی از ساختار قارچ (دیواره سلولی هیف‌های قارچی) یا بخشی از ساختار دیواره سلولی (دیواره سلولزی سلول گیاهی خصوصاً همی سلولزها) باشند.

اغلب این ترکیبات که توسط میکروارگانیسم‌ها رها می‌شوند سیگنال‌های فعل کننده هستند که گاهی برخی پروتئین‌ها هم در این رابطه گزارش کردند.

در برخی مقالات، لیپیدها و پلی ساکاریدها هم می‌توانند در این فرآیند شرکت کنند. با وجود این که هر چه ملکول‌ها بزرگ‌تر باشند انتقال آن‌ها کنتر و سخت‌تر است به نظر می‌رسد سیگنال‌ها از ملکول‌های کوچک باشند. (سیستمین را یکی از سیگنال‌های رایج در این زمینه معرفی کردند که تولید JA و سپس Me JA را تحریک می‌کند)

فهرست اصطلاحات

-2,4,5D	7	CCC.....	39
-2,4,5T.....	31 ,28	chik pea.....	48
-2,4D	31 ,29 ,28 ,27 ,7	Choricmate	23
-4Chloroindole-3-acetic acid (4-Cl-IAA(.....	20	Chorismate	24 ,23
-4CI-IAA	21 ,20	Cis	60 ,46 ,44
A		CK ,48 ,47 ,46 ,45 ,44 ,43 ,29 ,17 ,16 ,15 ,4	
ABA ,62 ,61 ,60 ,59 ,58 ,17 ,16 ,15 ,8 ,7 ,4 ,3		52 ,51 ,50 ,49	
74 ,64		CO ₂	68 ,37 ,26
abscission layer	64	conjugate.....	33
abscissions.....	64	Conjugation.....	49 ,48
ACC	71 ,70 ,69 ,68 ,67	CPP	35
ADP	47	Cs	61 ,53
agrisoft.ir.....	79 ,4 ,2	D	
Agrobacterium	45	Development.....	6
Alnus glutinosa	53	DNA.....	42
AMP	47	E	
Ang	12	ent-kauren	39 ,38
Apical Dominance	29	enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA(...	12
ATP	68 ,67 ,47	Epynasty	66
Aux ,54 ,53 ,48 ,46 ,45 ,31 ,29 ,17 ,16 ,15 ,6		Ethephon.....	71
64		F	
Avena sativa.....	12	Faseolus vulgaris	55 ,4
Avena test	12	Fe ⁺²	69
B		flavelo	70
BA.....	51 ,50	FPP	34
Bioassay	8	fresh weight	10
Br	53	Fruits	1
Brasins	53	G	
Brassica.....	53 ,26	GA . ,35 ,34 ,33 ,32 ,17 ,16 ,15 ,14 ,6 ,5 ,4 ,3	
Brassica napus.....	53	66 ,59 ,53 ,48 ,45 ,41 ,40 ,39 ,38 ,37 ,36	
Brassicacene	15	GA like.....	41
Brassinodide (Br(.....	53	GA ₁	41 ,38 ,37 ,15
C		GA ₁₂	38 ,37 ,36
Campesterol	55	GA ₁₂ Aldehyde	36
Castastron(Cs(.....	53	GA ₁₃	37