مجموعه مقالات علمی-کاربردی کشاورزی

اتیولاسیون گیاهی

تألیف :

اسماعیل پورکاظم

بهار ۱۳۹۶

ردیف	عنوان مقاله	صفحه
۱	اتیولاسیون گیاهی	۳
۲	اکسین ها و کاربردشان در کشاورزی	۲۷
۳	آنتی اکسیدان ها	۴۴
۴	کاربرد جیبرلین ها در کشاورزی	۵۵
۵	اتیلن و کاربردهایش در کشاورزی	۸۳
۶	کاربرد سیتوکینین ها در کشاورزی	۱۰۲
۷	براسینواستروئیدها و اثرات آنها بر رشد گیاهان	۱۲۵
۸	حضور و اثرات اسید آبسیزیک در گیاهان	۱۳۹
۹	کاربرد بازدارنده های رشد گیاهان در کشاورزی	۱۶۷
۱۰	افزایش دوام گل های شاخه بریده	۱۹۹
۱۱	تنک کردن گل ها و میوه های درختان	۲۱۴
۱۲	کاربرد تنظیم کننده های رشد گیاهان در زراعت برنج	۲۵۴
۱۳		
۱۴		
۱۵		
۱۶		
۱۷		
۱۸		
۱۹		
۲۰		
۲۱		
۲۲		
۲۳		
۲۴		
۲۵		
۲۶		
۲۷		
۲۸		
۲۹		
۳۰		

" اتیولاسیون گیاهان " ؛
"Plants etiolation"

مقدّمه :

"اتیولاسیون" (etiolation) عبارت از شرایطی است که سبب افزایش رشد گیاهان در غیاب نور می گردد. ساقه هاي اینگونه گیاهان در شرایط تاریکي بیش از شرایط معمولي طویل مي گردند. دانشمندان "اتیولاسیون" را احتمالاً مکانیزمي براي رسیدن گیاهان "اتیوله" به شرایط روشنایی جهت کسب نور کافي دانسته اند(۳،۱۰).

زمانیکه گیاهان در مقابل نور خورشید رشد می کنند آنگاه بخش انتهایی ساقه ها (tips) بسوی منبع نور جهت ایفاي حداکثر فتوسنتز حرکت می کنند و بدینگونه موفق به تبدیل CO_2 به ترکیبات آلی مورد نیاز بقاء گیاهان با استعانت از انرژی نورانی خورشید می نمایند. اصولاً فتوسنتز بستگی به وجود کلروپلاست ها (chloroplasts) که از اندامک ها یا ارگانل های درون سلولی گیاهان هستند ، بستگی دارد. رنگدانه ها یا پیگمان های جاذب نور در درون کلروپلاست ها حضور دارند و کلروفیل از جمله آنها است که ایجاد رنگ سبز می نماید. کلروپلاست هایی که هیچگاه در مواجهه با نور واقع نمی شوند ، بصورت نابالغ و بدون رنگدانه باقی می مانند لذا به اینگونه کلروپلاست ها عموماً "اتیوپلاست" (etioplasts) مي گویند. "اتیوپلاست ها" شباهت بسیاری به "لوکوپلاست ها" (leucoplasts) دیگر اندامك فاقد رنگدانهٔ درون سلولي گیاهان دارند. "لوکوپلاست ها" پلاستید محل ذخیره سازي نشاسته مي باشند. زمانیکه "اتیوپلاست ها" بجاي کلروپلاست ها در گیاهان "اتیوله" یعني رشدیافته در تاریکي حضور مي یابند آنگاه گیاه مزبور دچار رنگ پریدگي یا

"كلروزيس" (chlorosis) مي شود و بعبارت ديگر به رنگ زرد كمرنگ در مي آيد كه از علائم "اتيولاسيون" مي باشد. "كلروزيس" معمولاً در مواقع فقدان عناصر غذايي مورد نياز گياهان براي سنتز كلروفيل نيز رُخ مي دهد. زمانيكه گياهان دچار "اتيولاسيون" در معرض نور قرار مي گيرند آنگاه پروسه يا فرآيندي موسوم به "توقف اتيولاسيون" (de-etiolation) آغاز مي گردد. گياهان در ضمن فرآيند متوقف سازي "اتيولاسيون" شروع به توليد كلروپلاست ها مي كنند لذا ظاهري سبزرنگ مي يابند و بدينگونه به برگ هاي كامل تر و بيشتر دست مي يازند. گياهان "اتيوله" در مواجهه با نور به مرور زمان داراي ميانگره هايي به اندازه طبيعي مي شوند. "آنتوسيانين ها" كه از جمله رنگدانه هاي گياهي مسئول بروز رنگ هاي آبي ، بنفش و قرمز سايه دار هستند، در گياهان "اتيوله" پس از مواجهه با نور توسعه مي يابند. بعلاوه بذور برخي گياهان نيز در مواجهه با نور دچار تغييراتي مي شوند كه به باروري اين گياهان كمك مي كند (١٠).

اتيولاسيون چيست ؟

"اتيولاسيون" يا "اتيوليشين" (etiolation) عبارت از فرآيندي در رشد گياهان گلدار است كه در غياب كامل يا حضور اندك نور وقوع مي يابد. "اتيولاسيون" منجر به توليد ساقه هاي باريك و ضعيف و برگ هاي كوچك و پراكنده مي شود كه بواسطه ايجاد ميانگره هاي بلندتر است و نهايتاً گياه داراي رنگ زرد كمرنگ مي شود كه به آن "كلروزيس" مي گويند (٩). ظاهر رنگپريده اي كه گياهان رشديافته در شرايط تاريكي نمايان مي سازند به دليل فقدان كلروفيل مي باشد. زمانيكه مواد غذايي ذخيره اي بذور در شرايط "اتيوله" درون خاك مصرف گردند، گياهچه هاي مزبور زرد خواهند ماند، مگر اينكه آنها را در مقابل نور كافي قرار دهند (٣).

اثرات اتيولاسيون :

فرآيند "اتيولاسيون" بر احتمال رسيدن گياهان به منبع نور از محل هايي كه فعلاً قرار دارند نظير : زير خاك سطحي ، تحت برگ هاي ريزش يافته و يا در سايه گياهان رقيب مي افزايد. انتهاي ساقه هاي در حال رشد گياهان به شدت نورگرا هستند و خودش را از طريق طويل شدن به سمت نور مي كشاند. حالت رنگ پريدگي اندام ها بواسطه عدم توليد و حضور كلروفيل است كه فقط در حضور نور تشكيل مي شوند(٩).

برخي از تغييراتي كه در ضمن "اتيولاسيون" بوقوع مي پيوندند عبارتند از :
@۱) طويل شدن اندازه برگ ها و ساقه ها
@۲) ضعيف شدن ديواره هاي سلولي ساقه ها و برگ ها
@۳) بلندتر شدن ميانگره ها آنچنانكه فقط تعداد كمي برگ در هر واحد طول ساقه ايجاد مي شوند.
@۴) بروز كلروزيس يعني ظهور رنگ زرد متمايل به سفيد در اندام ها (۹).

علل بروز اتيولاسيون :
"اتيولاسيون" توسط يك نوع هورمون گياهي بنام "اكسين" (auxins) كنترل مي گردد. اين هورمون توسط بخش هاي انتهايي و در حال رشد گياهان توليد مي گردد و باعث حالت غالبيت انتهايي (apical dominance) آنان مي شود. هورمون "اكسين" در گياه پخش مي شود لذا از ناحيه انتهايي گياه به طرف پائين حركت مي كند و بدينطريق باعث بروز اثراتي از جمله ممانعت از فعاليت جوانه هاي جانبي مي گردد."اكسين ها" در روشنايي فعال نيستند. "اكسين ها" بمحض فعال شدن باعث تحريك پمپ هاي پروتوني يا هيدروژني (proton pumps) موجود در ديواره سلولي مي شوند و بدينترتيب بر اسيديته ديواره سلولي افزوده مي گردد كه اين موضوع سبب فعال شدن "اكسپانسين" (expansin) مي شود. "اكسپانسين" يك نوع آنزيم مسئول شكستن پيوندهاي موجود در ساختار ديواره سلولي گياهان است. بدينطريق ديواره هاي سلولي سُست و ضعيف مي شوند و به سلول اجازه مي دهد تا وسعت يابد. كلروپلاست هاي نابالغي كه نيازي به قرار گرفتن در مقابل نور خورشيد را ندارند، اصطلاحاً "اتيوپلاست" مي نامند (۹).

فرآيند توقف اتيولاسيون :

فرآيند خنثي سازي اتيولاسيون عبارت از يكسري تغييرات بيوشيميايي و فيزيولوژيكي نوساقه هاي (shoots) گياهان است كه در واكنش به مواجهه گياه "اتيوله" با نور خورشيد بروز مي يابند. اين فرآيند را بعبارتي با عنوان ديگري موسوم به "سبز گرايي" (greening) عنوان مي كنند. تغييراتي كه بدينگونه در نوساقه هاي گياهان بوجود مي آيند ، آنها را براي شروع واكنش هاي فتوسنتزي آماده مي سازند. برخي از اينگونه تغييرات وقوع يابنده عبارتند از :

#١) ممانعت از تداوم طويل شدن محور زير لپه ها يا "هيپوكوتيل" (hypocotyls)

#٢) تحريك لپه ها (cotyledon) براي بازشدن و گسترش به طرفين

#٣) برگ هاي اوليه (primary leaves) بزودي ظاهر مي گردند.

٣-١- برگ ها بتدريج بحد كمال رشد مي يابند.

٣-٢- برگ ها بمرور سبزرنگ مي شوند.

#۴) گره ها و ميانگره ها در اندازه طبيعي ظاهر مي گردند.

#۵) ظهور و بازشدن قلاب هاي انتهايي (apical hook)

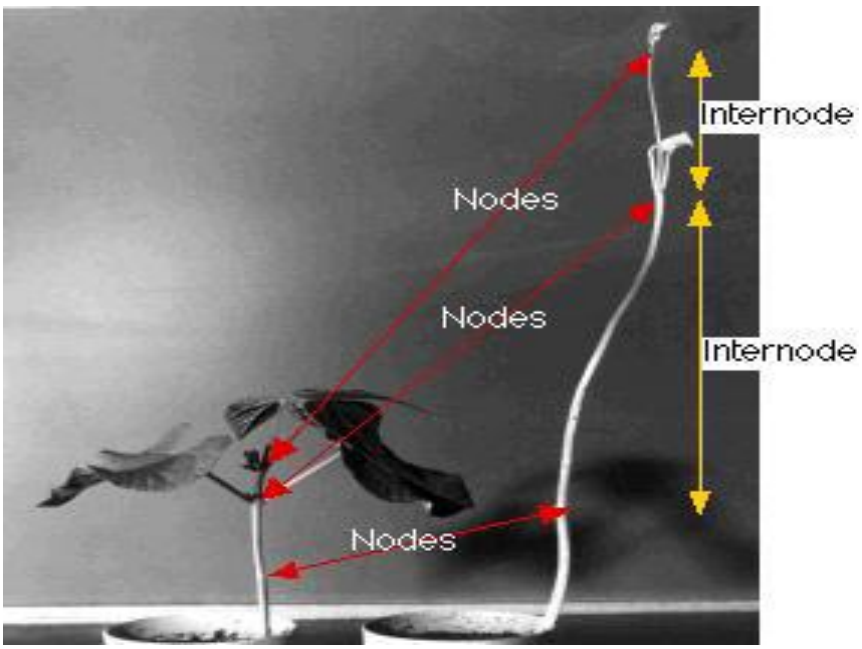
#۶) تحريك سنتز "آنتوسيانين ها" (anthocyanins)

#٧) انگيزش "اتيوپلاست ها" براي تبديل شدن به كلروپلاست ها (٩،٣).

گياهاني كه در شرايط تاريكي رشد مي يابند ، داراي ميانگره هايي (internode) طويل تر از حالت عادي مي باشند. طويل شدن ميانگره ها بستگي به فتوسنتز ندارد زيرا روشنايي در چنان شرايطي بسيار كمتر از آن است كه بتواند جهت فتوسنتز بكار رود و بتواند "اتيولاسيون" را متوقف سازد. بنابراين فقط قرار دادن گياهان "اتيوله" در برابر نور قرمز با طول موج ۶۶۰ نانومتر و نور آبي با طول موج ٣٩٠ نانومتر مي تواند از ادامه اين روند جلوگيري كند. اثرگذاري نور آبي با ميانجيگري "كريپتوكروم ها" (cryptochrome) و تأثيرات نور قرمز با ميانجيگري "فيتوكروم ها" صورت مي پذيرد (٣).

فرآيند "توقف اتيولاسيون" توسط رنگيزه هاي دريافت كننده نور (photoreceptor pigments) برانگيخته مي شود. "فيتوكروم A" و "فيتوكروم B" جملگي پس از آنكه نوساقه ها به فضاي باز رسوخ

نموده و در مقابل نور قرار مي گيرند، به افزايش نسبت نور قرمز به نور "قرمز دور" (red / far- red) واكنش نشان مي دهند. "كريپتوكروم ١" (cryptochrome 1) نيز آنگاه كه نوساقه ها به سطح خاك رسيدند، نسبت به افزايش مقدار نور آبي واكنش نشان مي دهد (٩).



نقش فيتوكروم ها در توقف اتيولاسيون :

جلوگيري از اتيولاسيون در گياه "شاهيان" (Arabidopsis) با ميانجيگري "فيتوكروم B" انجام مي گيرد. زمانيكه نور خورشيد داراي طول موج ۶۶۰ نانومتر به گياه مي رسد آنگاه "فيتوكروم R" يعني "فيتوكروم جاذب نور قرمز" را به "فيتوكروم FR" يعني "فيتوكروم جاذب نور قرمز دور" و بعبارتي PR → PFR تبديل مي سازد و در اين حالت PFR از داخل سيتوپلاسم به داخل هسته (nucleus) منتقل مي گردد و سبب:

١$) تحريك فعاليت پروتئين هاي DELLA مي شود.

٢$) آنها با تعدادي از گروه هاي پروتئين هاي "مارپيچي- حلقوي- مارپيچي" (helix-loop-helix) موسوم به "PIFs" يا "عوامل مؤثر بر فيتوكروم" (phytochrome interacting factors) پيوند مي يابند.

٣$) "PISs" همانند بسياري ديگر از پروتئين ها "مارپيچي- حلقوي- مارپيچي" بعنوان عوامل نسخه برداري (transcription factors) عمل مي كنند. آنها با ژن هايي كه عامل تحريك سلول ها مي باشند ، پيوند يافته و ژن هاي مذكور را به تحرك بيشتري در فعاليت هايشان وادار مي سازند و بدين ترتيب ساقه ها طويل تر مي گردند.

۴$) زمانيكه پروتئين هاي "DELLA" با "PIFs" پيوند مي يابند آنگاه از پيوند آنها با ژن هاي تحريك كننده (promoters) هدف جلوگيري مي نمايند.

۵$) نتیجتاً طویل شدن (elongation) سلول ها کاهش مي یابد و هیچگونه اتیولاسیوني تداوم نمي یابد.
۶$) جیبرلین ها (Gibberellins) از انواع هورمون های گیاهی (plant hormones) یا تنظیم کننده های رشد گیاهان (plant regulators) هستند که باعث افزایش طول ساقه ها می شوند و واکنش هایی مشابه (mimic) "اتیولاسیون" بوجود می آورند. جیبرلین ها سبب تجزیه پروتئین های "DELLA" می شوند و بدینوسیله "PIFs" مجدداً از قید آنها آزاد شده و به ژن های محرک طویل شدن پیوند می یابند و باعث تقویت فعالیت ژن های مذکور می گردند(۳).

نقش "فیتوهورمون ها" در توقف اتیولاسیون :

نور از عوامل بسیار مهم در روند رشد و نمو گیاهان است و این موضوع بنحو بارزی در ضمن گذار گیاهان "اتیوله" از شرایط تاریکی به وضعیت روشنایی مشهود می باشد. اتیولاسیون گیاهان دو لپه ای از شکل گیری "قلاب انتهایی" (apical hook) ، طویل شدن محور روی لپه یا "اپیکوتیل" (epicotyls) و محور زیر لپه یا "هیپوکوتیل" و همچنین تبدیل مواد سازنده به کلروپلاست ها جلوگیری می نماید امّا پس از اینکه گیاه در مواجهه نور قرار گرفت آنگاه تحت تأثیر برخی تغییرات از سرعت طویل شدن گیاه کاسته می گردد ، قلاب های انتهایی ظاهر می شوند ، برگ ها توسعه می یابند و کلروپلاست ها بالغ می گردند (۶).
توقف اتیولاسیون (de-etiolation) درگیر با برخی تغییرات فنوتیپی است که در یک گیاه "اتیوله" که در شرایط تاریکی یا نور اندک رشد یافته است، پس از مواجهه با شرایط روشنایی مناسب وقوع می یابند.
زمانیکه محرک نوری حاصل می آید آنگاه تغییرات مورفولوژیکی با میانجیگری هورمون های گیاهی آغاز می گردند که مکانیزم دقیق آنها تاکنون بخوبی شناخته نشده اند (۶).

«جدول۱) هورمون های گیاهی مؤثر در اتیولاسیون (۶):»

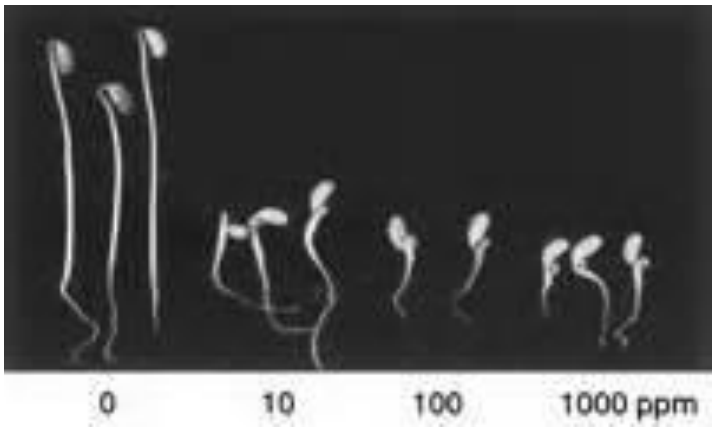
ردیف	نام فارسی هورمون	نام انگلیسی هورمون	اختصارات
۱	براسینو استروئید	Brassinosteroid	BR
۲	کاستاسترون	Castasterone	CS
۳	براسینولید	Brassinolid	BL
۴	جیبرلین ها	Gibberlins	GAs
۵	اندل استیک اسید	Indole-3-acetic acid	IAA
۶	اندل بوتیریک اسید	Indole-butyric acid	IBA
۷	اکسین	Auxin	AU

شواهد علمی مبین این موضوع هستند که جیبرلین ها (GAs) ممکن است نقش مهمّی در توقف اتیولاسیون بر عهده گیرند زیرا نورهای محرک باعث کاهش فعالیت سطوح جیبرلین در گیاه جو (barley) با نام علمی "Hordeum vulgar" ، شاهیان (cress) با نام علمی "Arabidopsis thaliana" و نخود معمولی (pea) با نام علمی "Pisum sativum" مي گردند. البته هر چه بر مقدار GAs ذخیره اي در گونه های مختلف گیاهان اتیوله افزوده گردد ، باعث بروز تغییراتی در روند توقف اتیولاسیون خواهند شد. متقابلاً هیچگونه شواهد مستقیمی مبنی بر کاهش سطوح "براسینو استروئیدها" (BR) در طی توقف اتیولاسیون در گونه های گیاهی مختلف حاصل نیامده اند (۶).

نتایج آزمایشات پژوهشی نشان می دهند که تمامی هورمون های گیاهی از جمله : جیبرلین ها (GA) ، "اندل استیک اسید" (IAA) ، اسید آبسیزیک (ABA) ، سیتوکینین ها (Cts) ، "براسینو استروئیدها" (BRs) و اتیلین ها (ET) جملگی در شکل گیری واکنش های اتیولاسیون و همچنین در توقف آن نقش دارند. البته دانش اثرات متقابل بین نور و هورمون های گیاهی برای درک فرآیند توقف اتیولاسیون ضروری می نماید. همچنین تشخیص این موضوع اهمیت می یابد که کدام طول موج نور یا غلظت هورمون ها دارای بیشترین اثرات متقابل در گونه های مختلف گیاهان هستند (۶).

امروزه بسیاری از تحقیقات اتیولاسیون بر گیاه نخود معمولی تمرکز یافته اند زیرا این گیاه دو لپه ای دارای عادت رشد زیرزمینی (هیپوجیل یا هیپوژیل) در زمان سبزشدن است آنچنانکه محور روی لپه ها رشد می یابد و لپه ها در داخل خاک باقی می مانند. طویل شدن محور روی لپه ها (اپیکوتیل) در گیاه نخود باعث آمدن نوساقه جوان به سطح خاک می گردد تا بلافاصله فرآیند توقف اتیولاسیون آغاز شود لذا گیاهچه شروع به توقف ساخت GA1 می کند و این موضوع سبب توقف رشد نوساقه جوان می گردد(۶).

گیاه "شاهیان" (cress) از جمله گیاهان دو لپه ای محسوب می شود امّا برخلاف نخود از عادت رشد روزمینی (epigeal) پیروی می کند. در این حالت لپه ها در اثر رشد محور زیرلپه ها (hypocotyls) از خاک سطحی بیرون می آیند. طویل شدن "هیپوکوتیل" گیاه شاهیان پس از مواجهه با نور کاسته می شود ، قلاب انتهایی ظاهر می گردد و لپه ها پس از گشوده شدن به فتوسنتز مبادرت می ورزند. در اینجا نشانه های آشکاری وجود دارند که نور بعنوان محرک و تنظیم کننده طویل شدن "هیپوکوتیل" در گیاه شاهیان همانند تنظیم طویل شدن "اپیکوتیل" توسط سطوح مختلف "جیبرلین" در گیاه نخود عمل می نماید(۶).



"ژائو" (Zhao-2007) نشانداد که نور آبی از طریق میانجیگری "کریپتوکروم" (Cryptochrome) به تنظیم بیوسنتز جیبرلین پرداخته و آنرا غیر فعال می سازد لذا باعث قطع روند طویل شدن "هیپوکوتیل" می گردد.
برخی پژوهندگان پیشنهاد نموده اند که توقف اتیولاسیون گیاهان در اثر نوردهی ممکن است در اثر تغییر سطوح "براسینو استروئیدها" انجام پذیرد که این موضوع منبعث از کاهش شیمیایی یا ژنتیکی سطوح

"براسینو استروئیدها" در برخی گیاهان اتیوله می باشد. البته نقش "براسینو استروئیدها" در توقف اتیولاسیون گیاه نخود تأئید نشده است زیرا مطالعات اخیر هیچگونه کاهشی را در سطوح آن ضمن وقوع فرآیند توقف اتیولاسیون نشان نمی دهند درحالیکه چنین نقشی در مورد گیاه شاهیان بوضوح مشاهده می گردد (۶).

واکنش گیاهان به پیام های درونی و بیرونی :

الف) زندگی لایتغیر (stationary) و برانگیخته (stimuli) :

در هر مرحله از زندگی گیاهان معمولاً حساسیت در هماهنگی با شرایط محیطی به صورت واکنش هایی بشرح زیر آشکار می گردند :

***۱) یک بخش از گیاه می تواند پیام هایی (signals) به دیگر بخش ها بفرستد.**

***۲) گیاهان می توانند شدت (gravity) و مسیر نور را تشخیص دهند.**

***۳) مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان تحت تأثیر متغیرهای محیطی که واکنشی پیچیده بین انگیزش های محیطی و پیام های درونی آنان هستند ، قرار دارند.**

***۴) هر گروه از گیاهان و حیوانات در سطوح موجودات زنده نسبت به انگیزش هاي محیطي به واکنش هاي متفاوتي بشرح زیر مي پردازند :**

۴-۱- حیوانات :

حیوانات حرکت مي کنند و اصولاً واکنش هایشان مبتني بر مکانیزم هاي رفتاري است. آنها بسوي انگیزش هاي مثبت جذب مي گردند و از محرك هاي منفي مي گریزند.

۴-۲- گیاهان :

گیاهان قادر به حرکت نیستند زیرا در یك مکان ریشه مي دوانند. آنها به القائات محیطي از طریق تنظیم الگوهاي رشد و نمو پاسخ مي دهند. نتیجتاً گونه هاي مشابهي از گیاهان در شرایط متغیر داراي تفاوت هاي ظاهري بیشتري در مقایسه با گونه هاي حیواني مشابه مي شوند.

***۵) گیاهان و سایر جانداراني که در سطح سلولي داراي هسته مشخص (eukaryote) هستند، بنحو حیرت انگیزي از نظر مکانیزم هاي پیام دهي مشابه یکدیگر عمل مي کنند (۱).**

ب) مسيرهاي انتقال پيام گيرنده هاي مسئول واكنش :
تمامي موجودات زنده از جمله گياهان داراي توانايي دريافت پيام هاي داخلي و محيط خارجي هستند و با پاسخدهي به آنها به تكثير موفق مي گردند و بدينطريق به بقاء خويش استحكام مي بخشند. گياهان همانند حيوانات داراي "گيرنده هاي سلولي" (cellular receptors) هستند كه از آنها براي كشف تغييرات مهم محيط اطرافشان بهره مي برند. اين تغييرات ممكن است با افزايش غلظت هورمون هاي رشد بيشتر گردند كه آنها مي توانند منبعث از صدمه ديدن برگ ها در اثر جويدن لارو آفات (caterpillar munching) و يا كاهش طول روزها در طي زمستان باشند(١).

در راستاي محرك هاي داخلي و خارجي براي درك واكنش هاي فيزيولوپكي آنگاه برخي سلول هاي موجود زنده بايد داراي گيرنده هاي مناسب باشند بطوريكه آن مولكول ها به محرك ها حساس بوده و از محرك هاي خاص تأثير بپذيرند. بمحض اينكه محرك ها دريافت شدند آنگاه گيرنده ها يكسري از مراحل بيوشيميايي را آغاز مي كنند و آنها را از طريق مسيرهاي انتقال پيام ارسال مي دارند. پيام ها پس از رسيدن به مقصد منجر به واكنش يا واكنش هاي مناسب توسط پيكره موجود زنده مي شوند. گياهان نسبت به محدوده وسيعي از محرك هاي دروني و بيروني حساس هستند و براي هر يك از آنها پيام هايي را از طريق مسيرهاي ويژه اي ارسال مي دارند.
الگوهاي رشد گياهان بنحو چشمگيري در غياب نور مغايرت مي يابد. بعنوان مثال سيب زميني داراي ساقه هاي زيرزميني قابل تمايز (differentiation) است بطوريكه مي تواند از "چشم ها" (eyes) يا جوانه هاي محوري (axillary buds) روي غده هايش توليد نوساقه هايي نمايد. اين نوساقه ها بفرم رنگپريده ، باريك و طويل هستند. آنها برگ هاي توسعه نيافته و ريشه هاي محدودي دارند. چنين وضعيتي موسوم به "اتيولاسيون" است. براي تداوم اين وضعيت بايد اطراف نوساقه ها را با خاك احاطه نمود تا ساقه هاي ضخيم و خشبي توليد نگردند. برگ هاي اين گياهان از نفوذ بيشتر درون خاك و توسعه يافتن بازداشته مي شوند وليكن آنها در اثر فشار حاصل از رشد نوساقه ها دچار صدمه مي گردند (١).

گياهان اتيوله نيازمند سيستم گسترده ريشه اي نيستند زيرا ميزان تلفات آب ناشي از تعرق (transpiration) بسيار كمي دارند. توليد كلروفيل نيز در غياب نور در بخش هاي اتيوله گياهان ضرورت نمي يابد. گياهچه هايي كه در شرايط تاريكي رشد مي يابند ، بيشترين انرژي در دسترس را صرف طويل شدن ساقه ها و شكستن مقاومت خاك مي نمايند تا قبل از تخليه تمامي مواد غذايي ذخيره اي بذور يا غده ها از شرايط تاريكي نجات يابند. زمانيكه نوساقه هاي اتيوله به نور خورشيد مي رسند آنگاه دچار تغييرات شگرف مورفولوژيكي و بيوشيميايي مي گردند كه به "سبزگرايي" (greening) يا "توقف اتيولاسيون" (de-etiolation) موسوم مي باشد (١).

ضمن فرآيند "توقف اتيولاسيون" تغييراتي بشرح زير در گياهان رُخ مي دهند :
#١) سرعت طويل شدن ساقه ها كاهش مي يابند.
#٢) برگ ها وسيع تر و ريشه ها طويل تر مي گردند.
#٣) نوساقه ها شروع به توليد كلروفيل مي كنند (١).

فرآيند "توقف اتيولاسيون" واكنشي است كه چگونگي پاسخ به پيام دريافت نور را نشان مي دهد. مطالعات تغييرات مبين نقش متفاوت مولكول ها در سه مرحله از فرآيند پيام هاي سلولي است كه عبارتند از :
@١) مرحله دريافت پيام (reception)
@٢) مرحله انتقال پيام (transduction)
@٣) مرحله واكنش به پيام (response) (١).

پيام ها (signals) كه ممكن است از منشأ داخلي و يا خارجي گياه باشند بدواً توسط گيرنده هاي پيام (receptors) دريافت مي گردند. گيرنده هاي پيام در حقيقت پروتئين هايي هستند كه در واكنش به محرك هاي خاص تغيير شكل مي دهند. گيرنده هاي پيام كه در ضمن فرآيند "توقف اتيولاسيون" فعالند را "فيتوكروم" مي نامند. آنها شامل رنگيزه ها يا پيگمان هاي جاذب نور هستند كه به پروتئين هاي ويژه اي

متصلند. "فيتوكروم ها" بر خلاف بسياري از گيرنده هاي پيام كه در غشاء پلاسمايی (plasma membrane) حضور دارند ، در درون سيتوپلاسم سلول مستقر هستند.
اهميت "فيتوكروم ها" در طي تحقيقاتي كه بر روي گوجه فرنگي جهش يافته اي بنام "aura" انجام پذيرفت ، تأئيد گرديد زيرا بوته هاي "ايورا" زمانيكه در مقابل نور قرار گرفتند از سبزينگي كمي برخوردار شدند امّا هنگاميكه مقداري "فيتوكروم" اضافي به داخل سلول هاي برگ "ايورا" تزريق گرديد و گياه در مقابل نور قرار گرفت ، به واكنش هاي عادي "توقف اتيولاسيون" پرداخت.
گيرنده هايی نظير "فيتوكروم" حتي به پيام هاي بسيار ضعيف شيميايي و محيطي حساس مي باشند. بعنوان مثال : فقط چند ثانيه از نور ماه باعث كاهش طويل شدن گياهچه هاي بلوط رشديافته در تاريكي شد. پيام هاي ضعيف بصورت پيام ثانويه از طريق شيميايي و پس از تشديد يافتن به پروتئين مربوطه منتقل و موجب واكنش هاي خاص مي شوند. در ضمن واكنش "توقف اتيولاسيون" هر كدام از "فيتوكروم هاي" فعال شده ممكن است صدها مولكول از پيام رسان ثانويه (second messenger) را به فعاليت وادار سازد و آنها نيز باعث فعاليت صدها مولكول از آنزيم هاي خاص شوند. نور سبب مي شود تا "فيتوكروم" دستخوش تغييرات هماهنگي شود كه باعث افزايش سطوح پيام رسان هاي ثانويه نظير "Ca2+" و " Cyclic GMP (cGMP)" مي گردد. "cGMP" باعث فعال شدن "پروتئين كيناز" (protein kinase) يعني آنزيم هايي مي شود كه باعث فعال شدن و فسفري شدن (phosphorylate) پروتئين ها مي گردد (١).

"كينازها" (kinases) از جمله "كيناز پروتئين" جزو آنزيم هايی محسوب مي شوند كه در تجزيه يا "فروكافتن" (catalyze) و سپس انتقال گروه فسفات از يك مولكول فسفاته پُر انرژي نظير ATP به يك پيش ماده دخالت دارند. آنها را گاهاً با عنوان "فسفوكيناز" (phosphokinase) نيز مي شناسند(١١).
پژوهش ها نشان مي دهند كه تزريق ميكروسكوپي "cGMP" به داخل سلول هاي گوجه فرنگي "ايورا" توانست آنرا بدون افزودن "فيتوكروم ها" به واكنش هاي توقف اتيولاسيون وادار سازد. تغيير در سطوح

"Ca2+" در "سيستوسول" (systosolic) سلول هاي گياهي نقش بسيار بارزي را در انتقال پيام "فيتوكروم" بازي مي نمايند.
"سيستوسول" عبارت از بخش مايه سيتوپلاسم سلول بجز انداماك ها و ديواره سيتوپلاسمي است كه آنرا "جوهره ماده" يا "پيش ماده زمينه اي" (ground substance) نيز مي نامند. عموماً غلظت Ca2+ در سيتوپلاسم بسيار اندك است. "فيتوكروم" فعال مي تواند مسيرهاي عبور Ca2+ را بگشايد و غلظت آنرا تا ۱۰۰ برابر در "سيستوسول" بالغ سازد. نهايتاً پيام ها از طريق مسيرهاي ايجاد شده بطور منظم منتقل و به فعاليت هاي سلولي منتهي مي گردند(۱).
"پروتئين فسفاتازها" (protein phosphatase) آنزيم هايي هستند كه باعث حذف فسفات ها از پروتئين ها مي شوند و در خاتمه فرآيند اتيولاسيون دخالت دارند. البته در يك لحظه تمامي فعاليت هاي سلولي به نقطه تعادل مي رسند بطوريكه فعاليت انواع "پروتئين كينازها" و "پروتئين فسفاتازها" مساوي مي گردند (۱).

انواعي از پروتئين ها در طی واكنش "توقف اتيولاسيون" ساخته مي شوند و يا فعال مي گردند كه عبارتند از:
الف) آنزيم هايي كه بطور مستقيم در واكنش فتوسنتز دخالت دارند و يا اينكه مواد شيميايي مورد نياز در سنتز كلروفيل را تدارك مي بينند.
ب) ساير سطوح هورمون هاي گياهي مؤثر در تنظيم رشد گياهان. بعنوان مثال سطوح دو هورمون "اكسين" و "براسينو استروئيد" كه باعث افزايش طول ساقه ها مي شوند، با افزايش فعاليت "فيتوكروم ها" دچار كاهش مي شوند و بدين طريق از طويل شدن ساقه ها مي كاهند كه نهايتاً با توقف اتيولاسيون همراه مي گردند (۱).

پ) نقش فيتوهورمون ها در رشدونمو و واكنش به محرك ها :

واژه هورمون (hormone) از لغت يوناني به معني "برانگيزاننده" و "تهييج كننده" (to excite) حاصل آمده است. هورمون ها پيام هاي شيميايي هستند كه در يك بخش از بدن موجودات زنده چند سلولي توليد مي شوند و به بخش هاي ديگر منتقل مي شوند. آنها به گيرنده هاي ويژه اي پيوند مي يابند و باعث انگيزش واكنش هايي در سلول ها و بافت هاي هدف مي شوند. فقط مقادير بسيار كمي از هورمون ها براي تحريك تغييرات اساسي در يك گياه زنده كفايت مي نمايد. غلظت هورمون و يا سرعت انتقال آن مي تواند در واكنش هاي گياهان به محرك هاي محيطي ايجاد تفاوت نمايند. اغلب واكنش هاي گياهان متأثر از اثرات متقابل ۲ يا چند هورمون گياهي هستند (۱).

ت) ضرورت واكنش به نور در رشد موفق گياهان :

نور از مهمترين عوامل مؤثر در زندگي گياهان است بطوريكه :

۱ت- نور علاوه بر ضرورت انجام فتوسنتز بعنوان راهنماي كليدي بسياري از وقايع منجر به رشد و نمو گياهان است.

۲ت- اثراتي را كه نور بر مورفولوژي گياهان برجا مي گذارد ، توسط بيولوژيست ها موسوم به "فتومورفوژنز" (photomorphogenesis) مي باشد.

۳ت- پذيرش يا دريافت نور (light reception) به گياهان اجازه مي دهد تا گذشت ايام و فصول را ارزيابي نمايند.

گياهان مي توانند: حضور ، مسير ، شدت و طول موج هاي نور را مشخص سازند. بعنوان مثال آنها قادر به اندازه گيري بخش فعال طيف نور جهت فتوسنتز در دو نقطه اوج موسوم به قرمز و آبي هستند كه دو نقطه اوج موصوف با نقاط حداكثر جذب نور كلروفيل ها مصادف مي باشند. همواره گيرنده هاي نور (photoreceptor) بعنوان ميانجي يا واسطه (mediate) واكنش هاي گياهان وابسته به تغييرات نور عمل مي كنند (۱).

ث) فيتوكروم ها بعنوان گيرنده هاي نور مسئول واكنش :
"فيتوكروم ها" در طي تحقيقات مرتبط با جوانه زني بذور كشف گرديدند. جوانه زني و سبزكردن (sprouting) بسياري از بذور ريز از جمله كاهو كه حاوي مقادير بسيار محدودي از منابع غذايي هستند ، نيازمند شرايطي نظير حضور نور بهينه مي باشند لذا چنين بذوري براي سال ها درون خاك بحالت "كمون" (dormant) تا فرارسيدن شرايط نوري مناسب باقي مي مانند. بعنوان مثال مرگ درختان سايه انداز جنگلي و يا شخم بقاياي گياهان زراعي مي توانند شرايط نوري مكفي را براي جوانه زني بذور حساس به نور فراهم سازند (١).
محققين وزارت كشاورزي ايالات متحده آمريكا (USDA) در ضمن سال هاي ١٩٣٠ ميلادي بر تأثير طيف نور در تحريك جوانه زني بذور كاهو واقف گرديدند. آنها بذور متورّم از جذب آب را براي چندين دقيقه در معرض نور تكرنگي (monochromatic) با طول موج هاي مختلف قرار دادند سپس براي ٢ روز در شرايط تاريكي نگهداشتند، متعاقباً به ثبت نتايج هر كدام بطور جداگانه پرداختند. نتايج نشانداد كه نور قرمز (٦٦٠ نانومتر) باعث افزايش جوانه زني مي شود درحاليكه نور قرمز دور (٧٣٠ نانومتر) از وقوع اين پديده ممانعت مي ورزد و اين واكنش بستگي به آخرين تابش لحظه اي نور (فلاش) دارد. گيرنده هاي نوري مسئول تباين چنين پديده اي را "فيتوكروم ها" تشكيل مي دهند(١).

گياهان وضعيت ظاهري خود را در واكنش به تشويش ها و اختلالات مكانيكي تغيير مي دهند. اينگونه گرايش به شرايط مكانيكي محيطي يا "تيگماتروپيسم" (thigmotropism) را مي توان در كوتاهي زمان رشد و ضخيم شدن درختاني كه در معرض وزش باد بوده اند ، ملاحظه نمود درحاليكه ساير درختان همان گونه گياهي در شرايط دور از وزش شديد باد داراي ساقه هاي باريكتر و بلندتري مي گردند (١).
"تيگماتروپيسم" عبارت از گرايش گياهان به سطوح سخت و جامد است كه از عوامل جهت يابي آنها براي رشد مناسب بشمار مي آيد (١١).
گياهان حساسيت زيادي نسبت به تنش هاي مكانيكي دارند. محرك هاي مكانيكي باعث فعال شدن مسيرهاي انتقال پيام ها مي گردند و در نتيجه مقدار كلسيم سيتوپلاسمي را افزايش مي دهند كه مي تواند بعنوان ميانجي

فعاليت هاي ژني خاص از جمله رمزكردن (encode) پروتئين هاي مؤثر در خصوصيات ديواره سلولي گردند. برخي از گياهان بالارونده (climber) و خزنده (vine) تا زمانيكه بحالت عمودي رشد مي يابند ، بفرم باريك مي باشند مگر اينكه به تماس با يك شئی جامد موفق گردند. اثرات مشخص تنش هاي محيطي از جمله تنش هاي ناشي از عوامل زنده (biotic) و غيرزنده (abiotic) داراي اهميت وافري در تشخيص محدوده هاي جغرافيايي رشد گياهان هستند (۱).

اثر اجتناب از سایه در گیاهان :

اشعه طبیعی خورشید شامل نور قرمز (red یا R) با طول موج ۶۶۰ نانومتر (nm) با وفور بیشتری نسبت به نور "قرمز دور" (far-red یا FR) با طول موج ۷۳۵ نانومتر است. هر چند کلروفیل به جذب نور پُر قدرت ۶۶۰ نانومتر می پردازد ولیکن نورهایی که از میان شاخه و برگ های یک کانوپی می گذرند ، غنی از نور قرمز دور می باشند. این میزان از نور برای رشد گیاهچه های در حال سبزشدن کفایت می نماید امّا زمانیکه گیاهچه دارای شاخه و برگ های سبز شد آنگاه سریعاً طویل می گردد مگر اینکه نسبت نور قرمز به نور قرمز دور (red / far-red) افزایش پذیرد. افزایش نور قرمز باعث تسریع ظهور مرحله گلدهی می شود (۳).

اثر اجتناب از سایه (shade avoidance effect) مطمئناً کمک می کند تا نور خورشید به قدر کفایت به گیاهان برسد و آنها را قادر به فتوسنتز کافی نماید. تغییر نسبت نور قرمز به نور "قرمز دور" توسط "فیتوکروم B" آشکار می گردد. واکنش طویل شدن با افزایش سنتز هورمون اکسین (auxin) هدایت می گردد (۳).

گیاهان اتیوله :

گیاهان اتیوله (etiolated plants) گیاهانی هستند که در شرایط عدم حضور نور کافی یا تاریکی رشد می یابند. گیاهان اتیوله دارای رنگ زرد تا سفید هستند که به دلیل عدم حضور کلروفیل یعنی رنگدانه سبز گیاهان است. ساقه ها بسیار طویل می گردند ولیکن برگ هایشان از نظر روزنه های هوایی (stomata) و بافت مکانیکی بخوبی توسعه نمی یابند. بافت ساقه چه های (sprouts) اتیوله حاوی مقادیر زیادی از هورمون ها بویژه اکسین ها هستند که باعث تشویق سلول ها به طویل شدن می گردند. در صورتیکه گیاهان اتیوله مجدداً در مقابل نور کافی قرار گیرند ، سریعاً به حالت سبز بر می گردند. معمولاً اتیولاسیون باعث عدم فعالیت "فیتوکروم" برای جذب نور می شود. "فیتوکروم" موجب "تغییرات ظاهری ناشی از نور" یا "مورفوژنز نوری" (photomorphogenesis) می گردد و بدینگونه از طویل شدن سلول ها جلوگیری می گردد بنابراین اولین برگ ها تشکیل می شوند و دستجات آوندی (conducting bundles) شکل می گیرند(۸).

با فعالیت مجدد سنتز کلروفیل بار دیگر بافت ها به رنگ سبز در می آیند و رنگیزه های (پیگمان ها) محلول در آب (فلاونوئیدها و آنتوسیانین ها) و بازدارنده های رشد (growth inhibitors) تولید می گردند.
اتیولاسیون گیاهان بفراوانی و بر اساس مقتضیات زمان و مکان وقوع می یابد. در صورت حضور نور ناکافی بر میزان رشد گیاهان افزوده می شود و نوساقه ها سریعاً بسوی نور گرایش می یابند. همچنین گاهاً اندام های زیرزمینی نظیر ریزوم ها و استولن ها نیز به صورت افقی در زیر سطح زمین گسترش پیدا می کنند.
ساقه های طویل و ضعیف از مشخصات ظاهری اتیولاسیون در گیاهان بالارونده (lianas) جنگل های بارانی مناطق استوائی است که تاج فشرده ای از درختان متراکم به شکل گیری شرایط مناسب اتیولاسیون کمك مي نماید (۸).

برخی پژوهندگان باور دارند که اشکال بالارونده (climbing) گیاهان در نتیجه فعالیت های اتیولاسیون توسعه یافته اند. آنها در توجیه باورشان ابراز می دارند که اینگونه گیاهان در تلاش برای رسیدن به نور به تولید ساقه های باریک و ضعیف می پردازند لذا نیازمند حمایت و قیم هستند (۸).

از بخش های اتیوله بسیاری از سبزیجات از جمله موارد زیر بعنوان سبزیجات مغذي بهره می گیرند :
&۱) برگ های داخلی کلم برگ (cabbage)
&۲) پیازهای بسیاری از گیاهان پیازدار (bulbus plants)
&۳) نوساقه های زیرزمینی مارچوبه (asparagus) (۸).

سطح هورمون ها و واکنش توقف اتیولاسیون در نخود :

نخود معمولی (pea) با نام علمی "Pisum sativum) بعد از قرار گرفتن در مقابل نور از حالت اتیولاسیون خارج می گردد. تحقیقات جدید اظهار می دارند که تصحیح فرآیند اتیولاسیون ممکن است نتیجه کاهش میزان بیوسنتز هورمون "براسینواستروئید" یا "BR" (brassinosteroid) در گیاه نخود باشد. تحقیقات بیشتر نشاندهنده ضرورت حضور سطوح مناسبی از هورمون "BR" در حمایت از این نظریه بوده اند. نتایج نشاندادند که سطوح مواد درون ریز (endogenous) نوع "کاستاسترون" (castasterone) و "۶-دی اکسوکاستاسترون" (6-deoxocastasterone) بعد از قرار گرفتن گیاه نخود در برابر نور دچار کاهش نمی شوند درحالیکه به واقع سطوح "۶-دی اکسوکاستاسترون" افزایش یافتند (۷).
متشابهاً واکنش طویل شدن ناشي از حضور "براسینولید" (brassinolide) درون ریز در گیاهان تحت روشنایی مداوم به ترتیب بسیار بیشتر از گیاهان انتقالی از تاریکی به روشنایی و همچنین گیاهان موجود در تاریکی مداوم بوده است. این نتایج مبین این موضوع هستند که "BRs" هیچگونه نقش منفی در تنظیم کنترل روند اتیولاسیون در نخود بر عهده ندارند اگرچه تغییر در سطوح دیگر هورمون ها نیز مستلزم تنظیم شرایط روشنایی بوده است (۷).

زمانیکه مقدار "اندل استیک اسید" (IAA) ، جیبرلین (GA) و آبسیزیک اسید (ABA) بطور همزمان اندازه گیری شدند، الگوی پیچیده ای از سطوح این مواد پس از قرار گرفتن گیاه اتیوله در مقابل نور حاصل آمدند. اولین و بارزترین تغییرات عبارت از کاهش معنی دار سطوح "GA1" بود آنچنانکه بعد از ۸ ساعت مواجهه با نور به کمترین میزان مسبوق رسید. زمانیکه سطوح "GA1" سریعاً کاهش یافت آنگاه سطوح "IAA"

باقیمانده در طي زمان کوتاه مواجهه گیاه با نور تغییری نیافت لذا تصوّر می رود که سطوح "GA1" می بایست اولین عامل تنظیم کننده کاهش روند طویل شدن گیاه ضمن روند متضاد با اتیولاسیون است (۷).
در ضمن دوره های طولانی تر مواجهه گیاه با نور آنگاه سطوح "IAA" دستخوش افزایش زودگذر و ناپایدار می گردد آنچنانکه بعد از ۴۸ ساعت به نقطه اوج می رسد و پس از ۹۶ ساعت مجدداً دچار کاهش می شود.
هر چند سطوح "آبسیزیک اسید" باقیمانده در مرحله اوّل قبل از اینکه دستخوش کاهش با ثباتی با افزایش زمان گردند، بعد از مواجهه با نور تغییر نمی پذیرند. در همین ارتباط تغییرات نور بعنوان محرک اصلي در بروز تغییرات مورفولوژیکی گیاهان مطرح می باشند (۷).

اثرات اتیولاسیون، سایه دهی و نواربندي قلمه هاي ازدیاد مَمرز :
در يك تحقيق به مطالعه اتيولاسيون و نواربندي (banding) بر قلمه هاي خشبي درخت ممرَز (hornbeam) با نام علمي "carpinus betulus" از خانواده "غان" (Birch) با نام علمي "Betulaceae" پرداخته شد. قلمه ها در طي ۲ هفته تا ۴ ماه در اثر آبياري "مه پاش" ۳۰ روزه به جوانه زني (budbreak) و ريشه دهي پرداختند. درصد ريشه زايي و تعداد ريشه هاي قلمه ها با افزايش سن قلمه ها افزايش داشت.
اتيولاسيون ساقه هاي ضخيم (stockplant) و نواربندي آنها باعث افزايش درصد ريشه زايي و تعداد ريشه ها در تمامي تيمارها گرديدند وليكن ادغام دو شيوه مذكور به بهترين نتايج ريشه دهي نائل آمدند. ساقه هاي تيمار نشده تنها به ميزان ۷۵ درصد طي ۴ هفته به ريشه دهي و جوانه زني پرداختند درحاليكه اتيولاسيون و نواربندي ساقه ها به ريشه دهي پس از جوانه زني به ميزان بيش از ۷۵ درصد طي ۳ ماه انجاميدند (۴).

قلمه هاي چوبي را در گلخانه شيشه اي تحت تيمارهاي سايه ۰ ، ۵۰ ، ۷۵ و ۹۵ درصد و اتيولاسيون در شرايط سايه ۱۰۰ درصد براي ۱/۵ روز قرار دادند. قلمه ها را پس از ۶۰-۲/۵ روز با هورمون "اندل بوتيريك اسيد" (IBA) به غلظت هاي ۴/۹-۰ ميلي مولار (mM) قبل از ريشه دهي تيمار نمودند و تحت آبياري "مه پاش" (mist) متناوب (intermittent) براي مدت ۳۰ روز قرار دادند. درصد ريشه دهي قلمه ها با افزايش سايه دهي بهبود يافت بطوريكه بيشترين واكنش مثبت در تيمار ۹۵ درصد سايه دهي بروز يافت. "IBA" با نام "اندل بوتيريك اسيد" و نام شيميايي "1H-indole-3-butyric acid" از انواع هورمون هاي گروه "اكسين ها" محسوب مي شود (۴).

قلمه هايي كه پس از ۶۰ روز تيمار شده بودند، نسبت به آنهايي كه پس از ۲۵ روز سايه دهي و اتيولاسيون تيمار گرديدند ، داراي واكنش كمتري شدند. غلظت هورمون "اكسين" داراي اثرات متقابل با سايه دهي ۹۵ درصد بود بطوريكه سايه دهي همراه با با ۳/۷ ميلي بار هورمون"اندل بوتيريك اسيد" داراي بالاترين درصد ريشه دهي ، بيشترين و طويل ترين ريشه ها گرديد. محروم سازي از نور (light exclusion) ضمن اتيولاسيون ، نواربندي و سايه دهي مي تواند باعث گستردگي فصل تكثير قلمه ها بواسطه افزايش واكنش هاي ريشه دهي و افزايش حساسيت قلمه هاي ساقه اي به كاربرد اكسين هاي خارجي (exogenous) مي شود. بنابراين قلمه های درختان چوبی ضمن اين تجربه تحت پيش تيمارهای اتيولاسيون قرار گرفتند و قبل از ريشه دهی از نور محروم گرديدند (۴).

نواربندی ساقه ها (stem banding) يک نوع تيمار جداگانه است که ضمن آن تمامی بخش های قلمه ها بجز بخش پائينی (cutting base) از نور محروم می گردد. نواربندی قلمه های ساقه ای توسط "قماش خودچسب" (self-adhesive fabric) موسوم به "Velcro" صورت می پذيرد و بدينطريق قلمه ها تحت شرايط اتيولاسيون يعنی محروميت از نور قرار می گيرند تا بر درصد ريشه دهی و تعداد ريشه های هر

یک از قلمه ها افزوده گردد. از این طریق امکان ریشه دهی قلمه های انواع گیاهان چوبی که قابلیت ریشه دهی اندکی دارند ، افزایش می یابد.
شواهد همچنین بیانگر این است که پرورش قلمه های گیاهان چوبی تحت شرایط کاهش برخورداری از تشعشع بر میزان ریشه دهی آنان خواهد افزود آنچنانکه سایه دهی بنحو بارزی بر میزان ریشه زائی قلمه های گیاهاني نظیر: افرای (maple) ژاپنی با نام علمی "Acer palmatum" ، برگ نو پرچینی (Border privet) با نام علمی "Ligustrum obtusifolium" و "زیرفون" (Linden) نقره ای با نام علمی "Tilia tomentosa" اضافه نمود(۴).
"هاوارد" (Haward-1984) نیز دریافت که درصد ریشه دهی و تعداد ریشه های قلمه های گیاهان چوبی با میزان سایه دهی آنها متناسب می باشد (۴).

استفاده از اتیولاسیون در ریشه زایی قلمه های آواکادو :

اخیراً دانشکده گیاهپزشکی دانشگاه کالیفرنیا نیازمند چند صد قلمه ریشه دار از گیاه "آواکادو" بمنظور بررسي ميزان خسارات زايي بيماري "پوسيدگي ريشه" (root rot) با عاملیت قارچ "فایتوفترا سیناموميي" (phytophthora cinnamomi) شد. براي اين منظور تعدادي قلمه از بوته هاي جوان ارقام مقاوم به بيماري "آواكادو" كه داراي ارزش تجارتي هستند ، تهيّه گرديد تا از طريق تكثير رويشي به توليد يك كلون از نهال هاي مشابه اقدام شود. با توجّه به اينكه بسياري از ارقام "آواكادو" توليد بذر نمي كنند و همچنين با وجود امكان پذير بودن استفاده از قطعات ريشه "آواكادو" براي تكثير امّا مقدار منابع اينگونه تكثير نسبتاً محدود هستند. قلمه هاي مزبور را از شاخه هايی كه در مراحل نوجواني و جواني (young & juvenile) قرار داشتند ، برگزيدند.

تحقيقات پيشين در اسرائيل نشانداده اند كه ريشه زايی قلمه ها جهت كلون سازي گياهان در اثر كاربرد برخي هورمون هاي گياهي افزايش مي يابند. آزمايشات مقدماتي مربوطه هيچگونه پيشرفتي را با استفاده از شيوه اتيولاسيون آشكار نساختند. اتيولاسيون غالباً نيازمند زمان بيشتري نسبت به ساير روش هاي ريشه زايی

است امّا تجربيات نشان مي دهند كه اتيولاسيون داراي بيشترين درصد ريشه زايی قلمه ها در ارقام "سخت ريشه زا" مي باشد ضمناً نهال هاي حاصله داراي رشد طبيعي تري بوده اند (۲).

در بسياري از واريته هاي "آواكادو" كه بصورت "كشت بافت" (tissue produced) در مقابل نور توليد مي شوند ، هيچگاه تمايزات ريشه زايی بخوبي آنهايی كه در تاريكي توليد شده اند ، نخواهند بود. نتايج نشان مي دهند كه با وجود ضرورت توليد نوساقه ها و خمش (arc) طبيعي آنها در مواجهه با نور وليكن بخش پايه قلمه ها جهت ريشه زايی نيازمند شرايط كاملاً تاريك هستند. براي اين منظور تاريكخانه (dark room) را با دماي ۷۵-۷۰ درجه فارنهايت آماده مي نمايند و آنرا كاملاً تاريك مي سازند.

بعد از اينكه نوساقه ها (shoots) در شرايط تاريكي رشد يافتند و به ۴-۳ اينچ رسيدند آنگاه بايد گياهان را مجدداً در شرايط روشنايي قرار داد وليكن از يك كاغذ "قير اندود" (tarpaper) در ناحيه طوقه (collar) آنها استفاده مي شود و همچنين اطرافشان را با موادي چون "ورميكوليت" (vermiculate) پُر مي سازند

تا ناحيه زيرين نوساقه ها همچنان از نور محروم بمانند. بسياري از مواد غير شفاف (opaque) نظير: شن ، خاك ارّه و پيت خزه نيز مي توانند چنين جايگاهي را اشغال كنند امّا ناحيه انتهايي نوساقه ها بايد در مقابل نور واقع باشند. گياهان را با پارچه هاي كتاني درشت بافت (cheesecloth) براي چند روز سايه اندازي مي كنند تا از تشعشعات سوزاننده خورشيد لغايت توليد كلروفيل در برگ هاي نوساقه ها جلوگيري گردد. بدينگونه اتيولاسيون بجز در ناحيه انتهايي قلمه ها همچنان برقرار مي ماند (۲).

زمانيكه نقطه رشد انتهايي نوساقه ها در معرض نور قرار مي گيرد آنگاه از رشد تمامي جوانه هايي كه در شرايط تاريكي قرار دارند ، بخوبي جلوگيري مي شود. در اين شيوه از هيچكدام از هورمون هاي گياهي استفاده نمي گردد. بستر رشد هر روزه به ميزان كافي آبياري مي شود و سايه اندازي با پارچه كتاني جهت كنترل افزايش دما تداوم مي پذيرد. دماي هوا نبايد بيش از ۹۰ درجه فارنهايت گردد زيرا در دماهاي كمتر به نتايج بهتري نائل مي شويد.
هرگاه ريشه زايي قلمه ها با دشواري همراه مي باشد ، بايد حلقه اي از پوست آنها را بصورت يك خط باريك در نزديك پايه نوساقه ها جدا سازيد سپس محل آنرا با "ورميكوليت" پُر كنيد. قلمه هاي ريشه دار شده را درون گلدان هايي قرار دهيد و اطراف آنها را تا محل طوقه با خاك مناسب پُر نمائيد و به ميزان مناسب آبياري كنيد (۲).

منابع و مآخذ :

1) Course notes – 2014 – Plant responses to internal and external signals – http://www.course-notes.org
2) Flolich , E.F & et al – 1972 – Use of the etiolation technique in rooting avocado – California Avocado Society , Yearbook 55 : 97 – 109
3) Kimball , J.W – 2011 – Etiolation – Kimball`s Biology – http://www.rcn.com/boston
4) Maynard , B.K & et al – 1992 – Stock plant etiolation , shading and banding effects on cutting propagation of carpinum betulus – Amer. Soc. Hort. Sci. 117(5) 740 – 744
5) S . T – 2010 – Germinating seeds in the dark – http://www.starteaching.com/Etiolatedplants
6) Symons , G.M & et al – 2008 – The hormonal regulation of de-etiolation – Planta 227 : 1115 – 1125
7) Symons , G.M & et al – 2003 – Hormone levels and response during de-etiolation in pea – Planta ; Volume 216 , issue 3 pp 422 – 431
8) T . F . D – 2013 – Etiolated plant – http://www.thefreedictionary.com

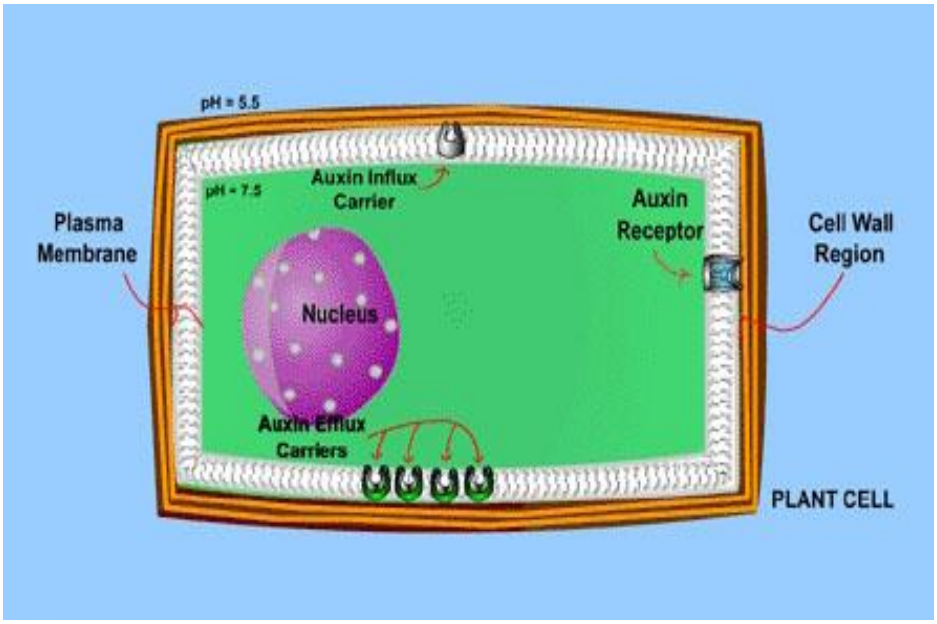
9) Wikipedia – 2013 – Etiolation – http://en.wikipedia.org
10) WiseGeek – 2013 – What is Etiolation ? – http://www.wisegeek.com
11) http://www.merriam-webster.com/dictionary
12) http://farsilookup.com

" اكسين ها و كاربردشان در كشاورزي " ؛
“Auxins and agricultural usages”

تاريخچه :

اوّلين مدرك مهّم در مورد حضور اكسين در گياهان ضمن ۱۸۸۰ ميلادي توسط چارلز داروين و پسرش فرانسيس در كتابشان بنام "قدرت حركت در گياهان" گزارش شده است . آنها طي آزمايشاتي بر روي كلئوپتيل گياه علف قناري (phalaris canariensis) مشاهده نمودند هنگامي كه نوك كلئوپتيل توسط كلاهكي پوشانده مي شود آنگاه نور يكطرفه قادر به تحريك عكس العمل نورگرائي در گياه نيست . آنها با تابش نور يكطرفه به سمت كلئوپتيل گياهچه هاي مذكور نشان دادند كه اگر اين نور بوسيله نوك گياهچه دريافت شود و سپس تحريك آن از نوك به بخش پائين تر كلئوپتيل گياهچه منتقل مي شود و باعث خميدگي نوك گياهچه به سمت نور مي گردد .

انتقال اين محرك هاي نوري به سمت پائين توسط "Boysen-Jensen" در آزمايشات وي روي گياه يولاف (Avena sativa) به اثبات رسيد . وي نوك كلئوپتيل يولاف را قطع نمود و آنرا با يك كلئوپتيل بدون نوك جايگزين ساخت سپس نور را فقط به نوك گياهچه تابانيد ، خميدگي حاصل از تحريكات نوك و كلئوپتيل آشكار ساخت كه تحريكات نوري از محل بريدگي نوك به كلئوپتيل منتقل شده است . حاصل تحقيقات به اثبات ادعاي وجود يك ماده تنظيم كننده رشد در كلئوپتيل يولاف انجاميد .

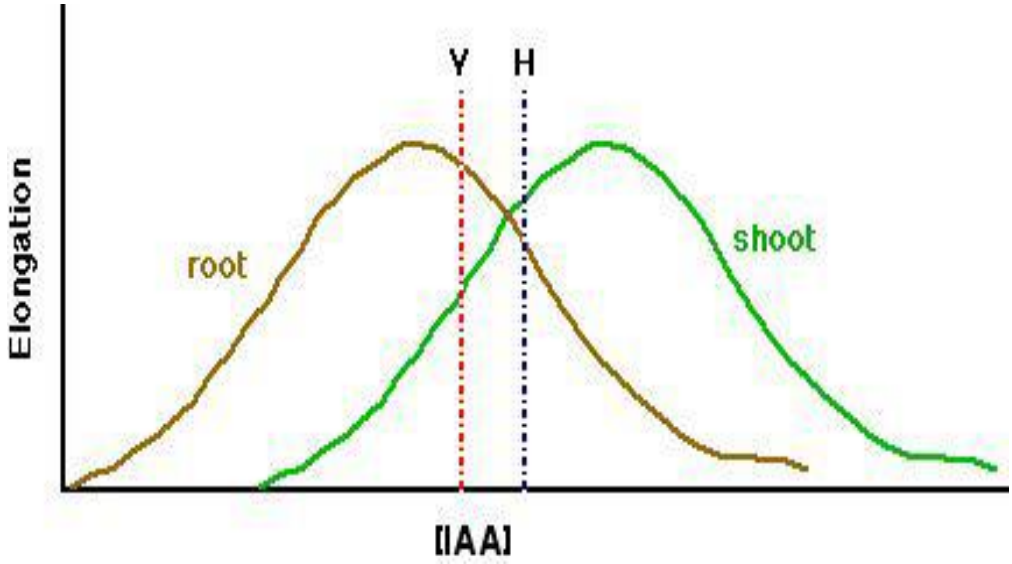


"پال" نيز با ادامه آزمايشات نشان داد : هنگامي كه نوك ساقه حذف شود سپس نوك حذف شده را در يكطرف محل بريدگي قرار دهند آنگاه خميدگي ساقه حتي در غياب نور نيز حادث مي شود . اين موضوع بيانگر اين است كه مقداري از مواد تنظيم كننده رشد از نوك قطع شده به كلئوپتيل انتقال يافته و باعث واكنش آن مي شوند . دانشمندان متوجه شدند هنگامي كه بين نوك و كلئوپتيل قطعه اي "ژلوز" (نوعي ژلاتين محلول در آب) در محل بريدگي ساقه قرار گيرد نيز عمل تحريك انجام مي شود ولي هنگامي كه موادي چون: "كره كاكائو" (cocoa butter) ، پلاتين و يا ميكا در محل مذكور قرار گيرند ، هيچگونه تحريكي در جهت رشد صورت نمي پذيرد بنابراين دريافتند كه ماده ناشي از نوك قطع شدة ساقه در آب محلول ولي در روغن نامحلول است .

"استارك" نيز روش كاربرد قطعه كوچك آگار را بر روي يكطرف كلئوپتيل قطع شده معرفي نمود . قطعه آگار مذكور حاوي مخلوطي از عصاره هاي بافتي مختلف بود ، نتوانست هيچگونه فعاليت تسريع كنندگي را حاصل سازد . متعاقباً "شوبرت" نشان داد كه يك قطعه آگار حاوي موادي چون : مخلوط بزاق (saliva) ، دياستاز و عصاره مالت باعث تسريع رشد كلئوپتيل مي گردد . اين اولين شاهد مبني بر وجود مواد تسريع دهنده رشد در خارج از گياهان بود .

"ونت" در تداوم تحقيقات مرتبط موفق به جداسازي ماده فعال تنظيم كننده رشد كلئوپتيل يولاف شد كه اين كار با تركيب آزمايش "پال" در مورد انحناء كلئوپتيل و متد قطعه آگار "استارك" صورت پذيرفت . او نوك تحريك

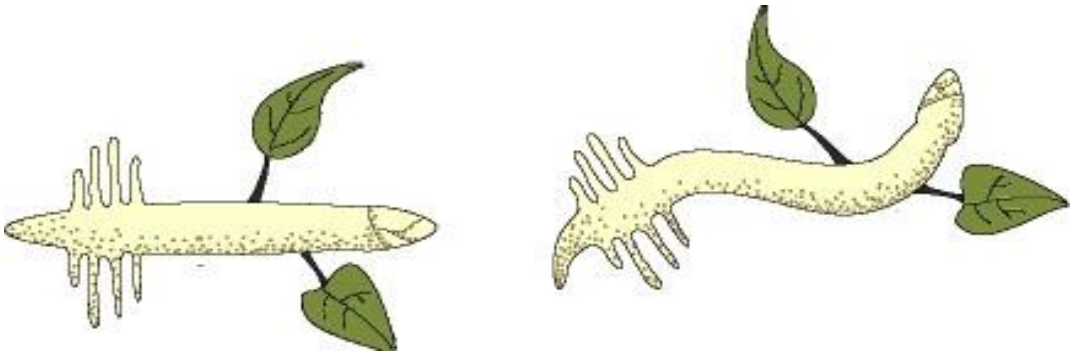
شده كلئوپتيل را بر روي يك قطعه آگار براي مدت كوتاهي قرار داد سپس قطعه آگار را بر روي يكطرف بريدگي كلئوپتيل قطع شده قرار داد . كلئوپتيل از محل قطعه آگار به سمت مقابل انحنا يافت . او سپس زاويه انحنا ساخته شده را اندازه گيري نمود . درجه انحنا به غلظت ماده محرك موجود در قطعه آگار بستگي داشت و با آن متناسب بود . وي اين موضوع را آزمايش انحنا يولاف ناميد و از آن زمان تاكنون وسيعاً استفاده شده است . امروزه آزمايش وي بعنوان يك شيوه استاندارد زيست سنجي مطرح مي باشد .

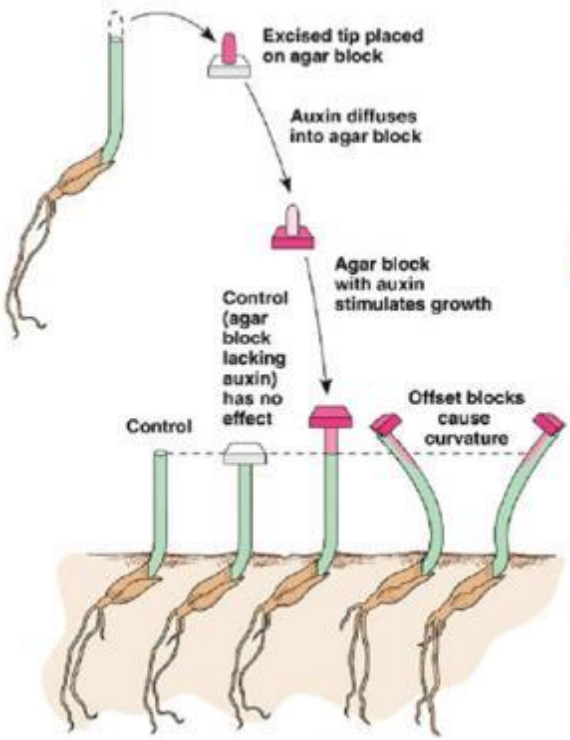


با افزايش بررسي ها "نيلسن" متوجه شد كه دو قارچ بيماريزا بنام هاي "Rhyzopus sainus" و "Abisida romosa" توليد ماده اي را در محيط هاي كشت مي نمايند كه در آزمايش انحناء يولاف فعال است و مي توان آنرا با "دي اتيل اتر" جداسازي نمود . بعداً دانشمندان ديگري ثابت كردند كه "دي اتيل اتر" فقط از يك محيط كشت اسيدي مي تواند ماده مذكور را جداسازي نمايد و اين نمايانگر اسيدي بودن آن بود .
اوّلين جداسازي ماده طبيعي فعال در آزمايش انحناء يولاف توسط "كوگل" گزارش شده است . او دريافت كه ادرار انسان حاوي مقادير زيادي از يك ماده فعال رشد در گياهان است . طي سلسله آزمايشاتي توانست دو ماده بنام هاي "Auxin a" و "Auxin a lacton" كه در واقع از "اكسين a" حاصل مي شود ، دست يابد . او متعاقباً موفق به جداسازي ماده فعال ديگري بنام "Auxin b" را از مالت و روغن حاصل از دانه هاي ذرت گرديد . "اكسين b" همان فعاليت "اكسين a" را از خود بروز مي داد .
همزمان با جداسازي "اكسين a" افرادي چون "كوگل" موفق به جداسازي چهارمين ماده فعال از انسان شدند كه بعنوان "ايندول ۳ استيك اسيد" شناخته شد و آنرا اصطلاحاً "هترو اكسين" ناميدند امّا امروزه فيزيولوژيست هاي گياهي آنرا بعنوان يك اكسين واقعي مي شناسند كه در محيط زنده سنتز مي گردد و داراي پراكنش وسيعي در سلسله گياهي است .

اكسين ها :

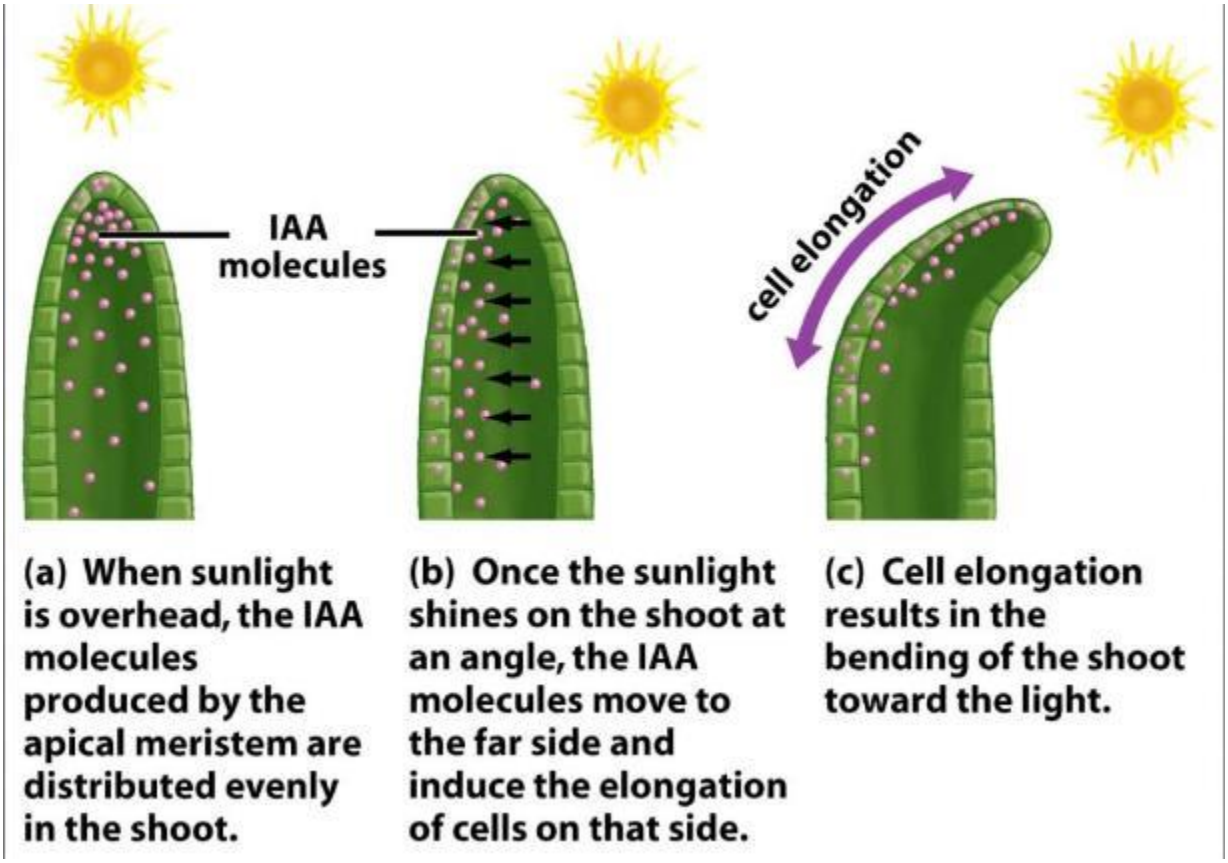
اكسين (Auxin) اصطلاح مشتركي براي تركيباتي است كه ويژگي همگي آنها مرتبط با تحريك طويل شدن سلول هاي ساقه ها مي باشد و جملگي از نظر فعاليت فيزيولوژي به "ايندول ۳ استيك اسيد" (IAA) شباهت دارند . اكسين ها معمولاً اسيدهايي با يك هتروسيكلي غير اشباع و يا مشتقات آنها مي باشند . رايج ترين اكسين ها را "IAA" تشكيل مي دهد كه داراي يك حلقه "ايندولي" و يك شاخه جانبي است . در صورتي كه اكسين ها بطور طبيعي در گياه توليد شوند به اكسين هاي طبيعي (natural auxins) و اگر حاصل كارهاي آزمايشگاهي باشند و بطور طبيعي موجود نباشند به اكسين هاي مصنوعي يا سنتزي (synthetic auxins) موسومند .





اكسين هاي طبيعي :

كليه موادي كه داراي فعاليت اكسيني هستند و منشأ آنها گياهان و يا ساير موجودات زنده باشند به اكسين هاي طبيعي موسومند . فعاليت اكسيني لزوماً بستگي به حلقه ايندولي ندارد و بجز "IAA" يا "ايندول ۳ استيك اسيد" تركيبات ديگري مي توانند بعنوان اكسين مطرح باشند هر چند كه فاقد حلقه ايندولي باشند .



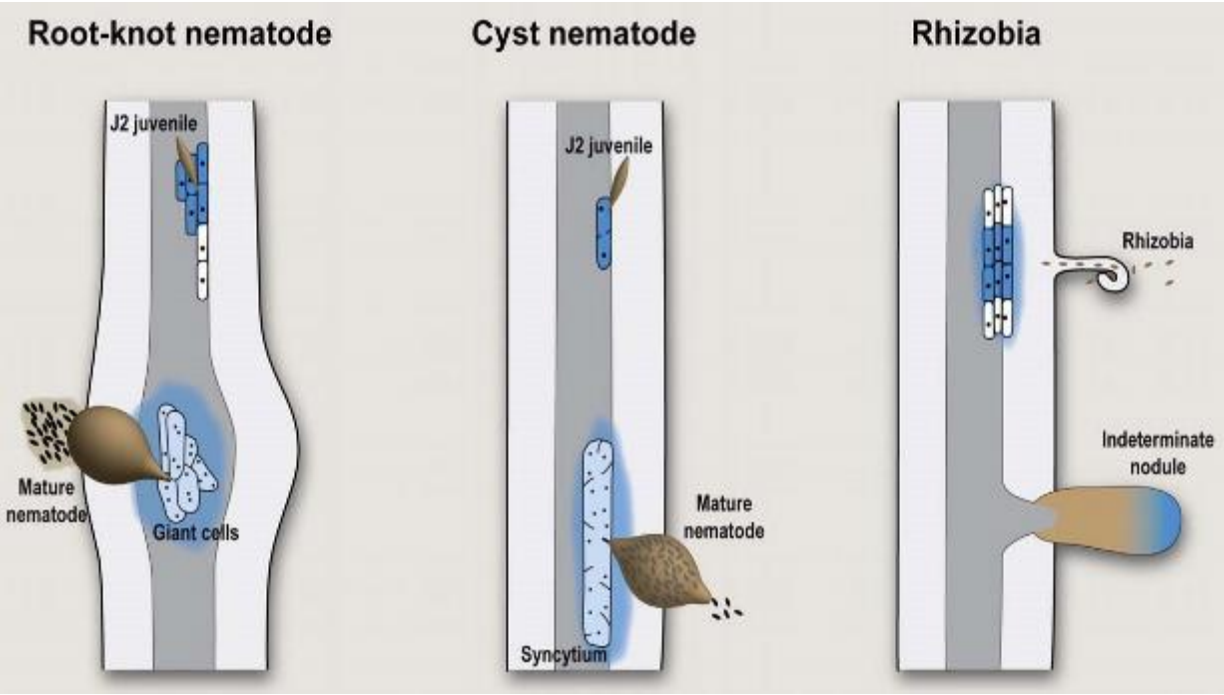
اكسين هاي غير ايندولي :

"ويلتوس" ماده اي با فعاليت اسكيني را از برگ هاي يك واريته توتون بنام "ماموت مريلند" استخراج نمود كه شباهت بسيار زيادي به "۱-دُكوزانول" داشت كه يك الكل نوع اوّل با زنجيره طولاني است . بعداً اظهار شد كه تركيبات مومي ساقه هاي نيشكر نيز داراي خواص اكسيني است . چنين ادعايي فيزيولوژيست هاي گياهي را نظر به غير قابل حل بودن اكسين هاي غير ايندولي (non indole auxins) در آب دچار ابهام نموده است .

ساپونين ها :

از محصولات واكنش فتوسنتز در گياهان و مشابه الكل هستند . آنها داراي سطح فعال زيادي مي باشند و از خود فعاليت اكسيني نشان مي دهند . مشتقات "فنيل استيك اسيد" نيز بعنوان اكسين هاي طبيعي ممكن است مطرح شوند . مثلاً "فنيل استاميد" كه از گياهچه هاي لوبيا با نام علمي "phaseolus sp" جداسازي شدن است و "p-هيدروكسي بنزوئيك اسيد" از گياه "انگورك فرنگي قرمز" (red carrant) با نام علمي "Ribed rubrum" استخراج گرديده است .

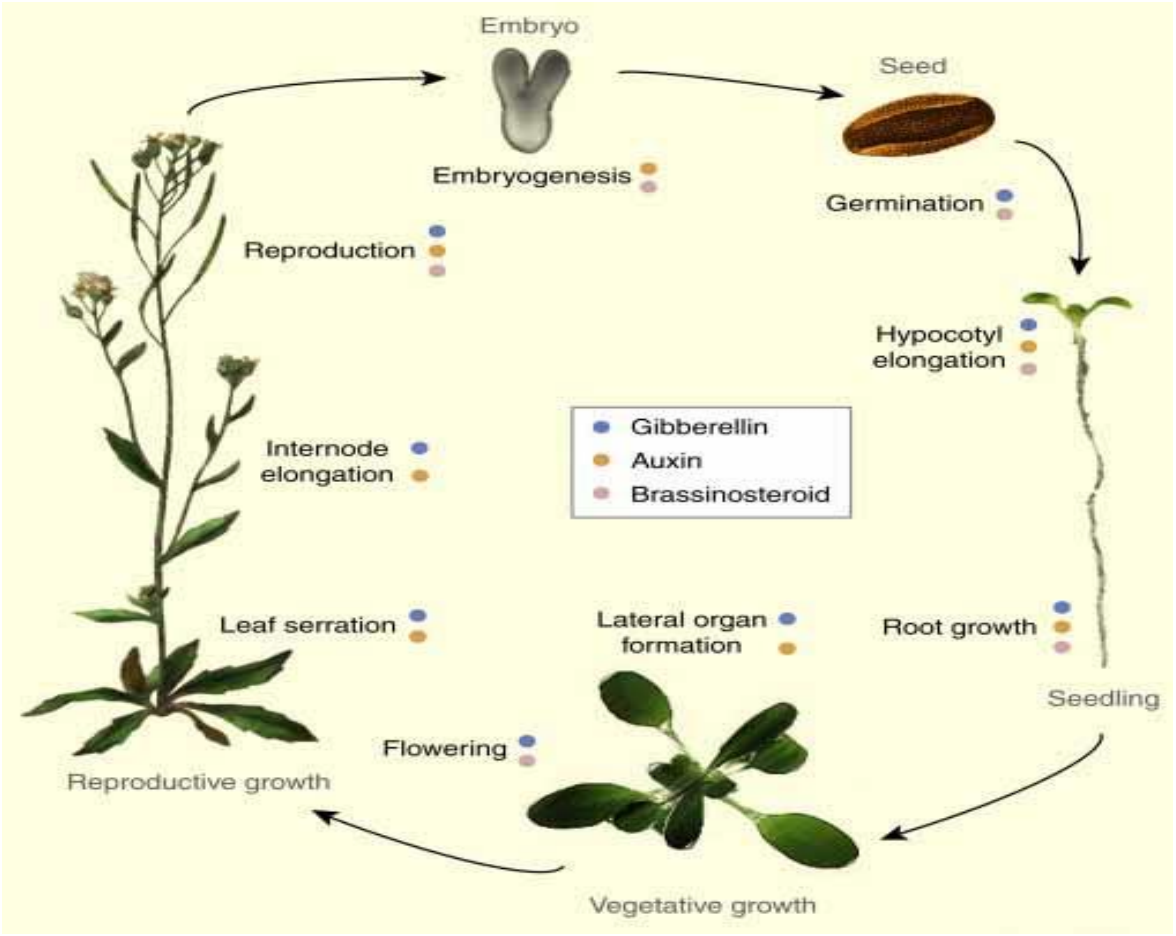
با استفاده از يك روش "طيف سنجي" بنام "اسپكترو فتو فلورومتري" عمل تفكيك يك "اكسين غير ايندولي" احتمالي در عصاره گياهي در مقابل اكسين طبيعي سهولت يافته است . اين "اكسين غير ايندولي" اصطلاحاً "citrus auxin" ناميده شده است زيرا براي اولين بار از ميوه هاي جوان مركبات بدست آمد . طيف جذبي مادون قرمز اين ماده نشان دهنده آن است كه تركيب ياد شده يك "كربوكسيليك اسيد" با سيستم "حلقه آروماتيك" مي باشد .



ساير تركيبات ايندولي :

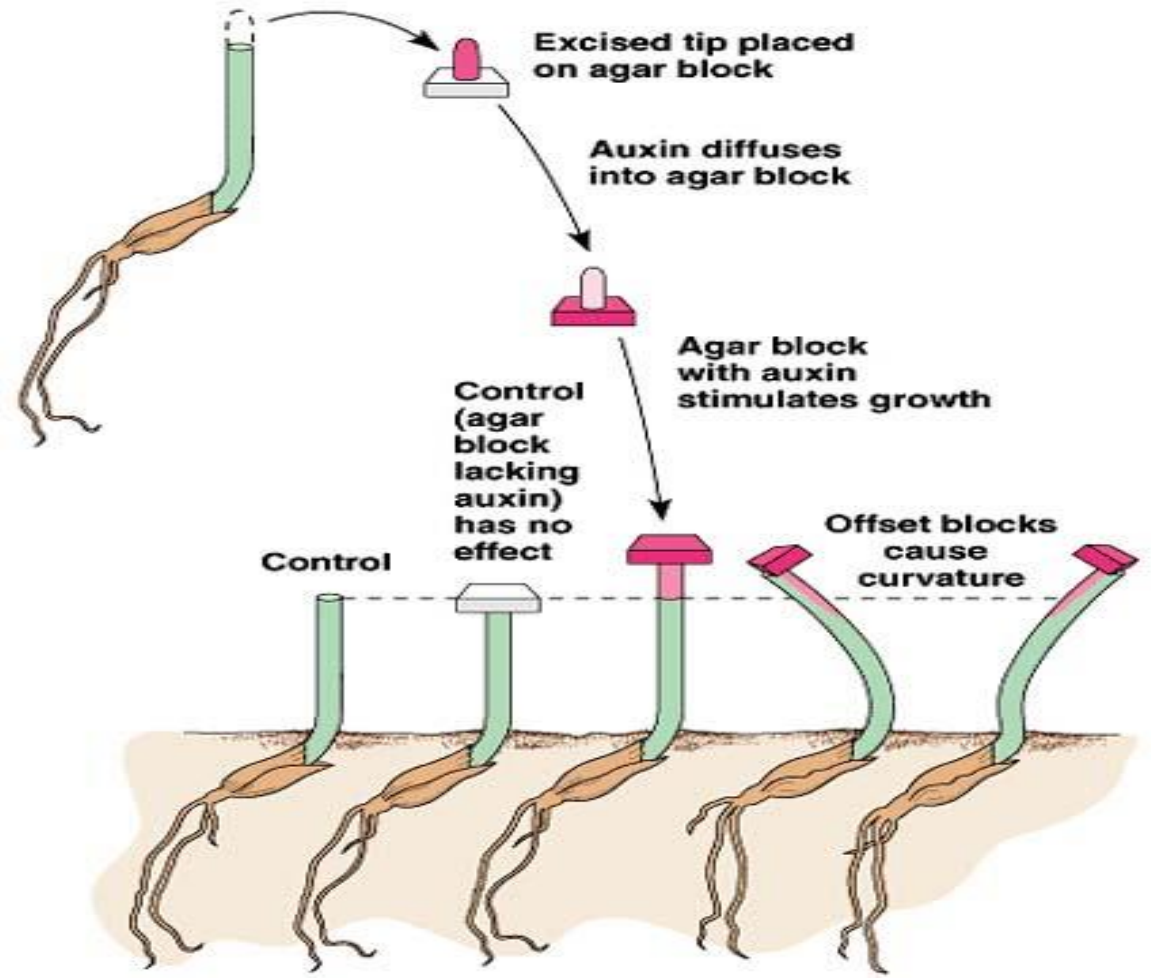
تعداد قابل توجهي از تركيبات "ايندولي" ديگر كه اهميت فيزيولوژيكي آنها بايد كشف شود ، از بافت هاي گياهي استخراج شده اند . يكي از اولين اين تركيبات شناخته شده ، تركيب خنثي "ايندول ۳ ايل استونيتريل" (IAN) است . گرچه "IAN" اكسين نيست امّا فعاليت خود را در برخي از زيست سنجي ها به اين حقيقت مديون است كه بافت هاي مربوطه قادرند آن را بطور آنزيمي به "IAA" تبديل كنند . در واقع حداقل در "كلم بروكلي" ظاهراً تمام پتانسيل اكسيني در اين مولكول خنثي نهفته است . نقش ماده مذكور در رشد گياه غامض

است و بعيد است كه بعنوان يك پيش ماده (سوبسترات) مستقيم "IAA" در نظر گرفته شود امّا نقش پيشنهاد شده براي آن بعنوان ذخيره كننده موقتي پتانسيل اكسيني نظري كاملاً بجا است .
تحقيقات اخير بر روي بافت هاي جنس "براسيكا" (Brassica) با تريپتوفان داراي كربن ۱۴ نشاندار بيان گرديده است كه مسير عمده متابوليسم اين اسيد آمينه در اين جنس از "گلوكوبراسيسين" (Glucobrassicin) گذشته و به "Ascobigen" و سپس "IAN" منتهي مي شود .
"گلوكوبراسيسين" يك ماده گليكوزيدي است كه با "ايندول" ملحق مي باشد و اعتقاد بر اين است كه بعنوان پيش ماده ذخيره اكسين تلقي شود . "Ascobigen" يك "كمپلكس ايندول" از "اسكوربيك اسيد" بوده و مي تواند "اسكوربيك اسيد" را با هيدروليز اسيدي و "IAA" را به همراه ديگر تركيبات ايندولي با هيدروليز قلياپي آزاد كند .



ديگر تركيبات ايندولي كه ممكن است اكسين ها "پيش سازهاي" اكسين يا محصولات متابوليسم آن باشند ، با روش كروماتوگرافي استخراج شده و از روي سرعت حركت و واكنش رنگي آنها با معرف هاي ايندول مشخص شده اند . اين تركيبات شامل : متيل و اتيل استرهاي "IAA" ، "ايندول ۳ ايل پروپيونيك ، "-

بوتيريك" ، "-گليكوليك" ، "-ربوكسيليك اسيدها" و همچنين "٣-ايندول آلدئيد" و مشتقات مختلف تريپتوفان و تريپتامين مي باشند . مشتق كلردار IAA (٤-كلروIAA) به شكل استري از بذور نارس نخود استخراج شده و در آزمايشات اكسيني از خود فعاليت نشان مي دهد .
تركيب "D-٤-كلروتريپتوفان" كه از همان منبع استخراج شده ممكن است وظيفه پيش ساز "٤-كلروايندول-٣ايل-استيك اسيد" را به عهده داشته باشد .



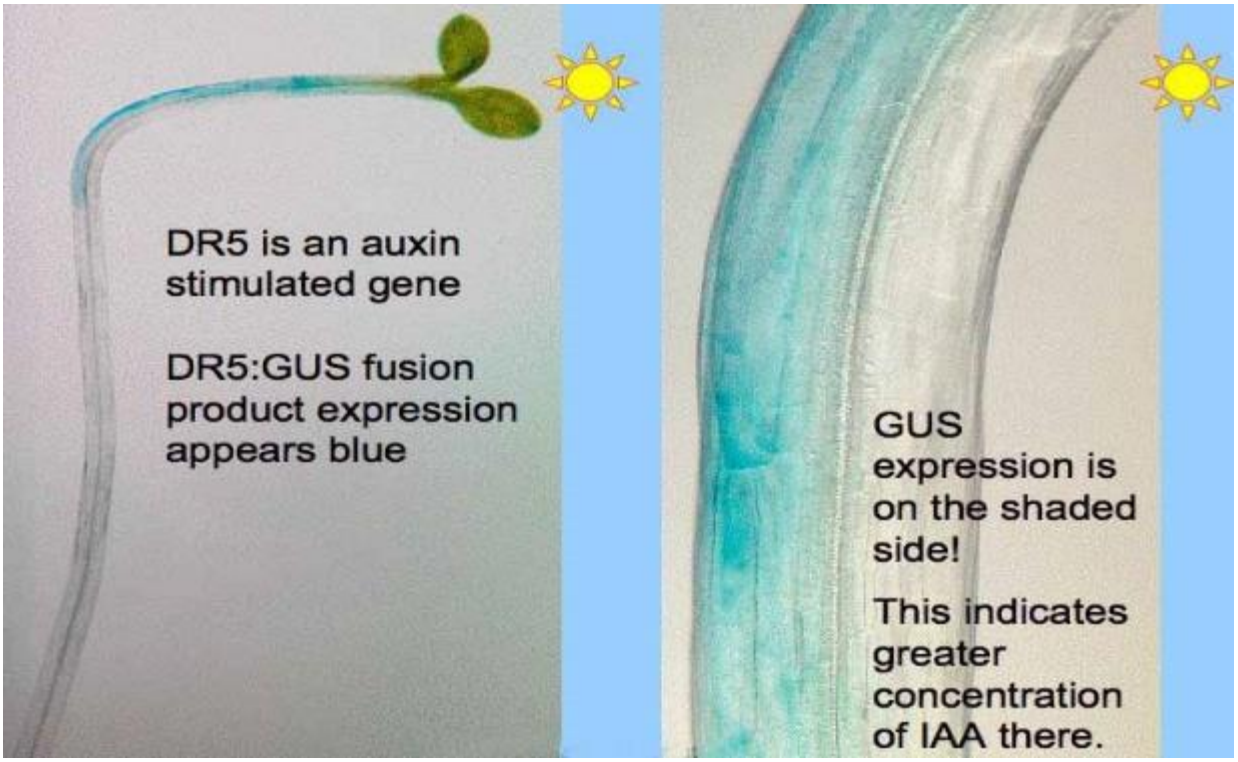
اكسين هاي مصنوعي :

اگرچه مي توان "IAA" را بطور مصنوعي تهيّه نمود ولي كاربرد خيلي كمي دارد زيرا در مقابل نور سريعاً تجزيه مي شود بنابراين محققين در پي كشف تركيبات مشابه شيميايي با فعاليت اكسيني برآمدند . از جمله تركيبات كشف شده را مي توان "ايندول كربوكسيليك اسيدهايي ذيل را برشمرد :

@١- "ايندول ٣ پروپيونيك اسيد"
@٢- "آلف ايندول-٣-بوتيريك اسيد"

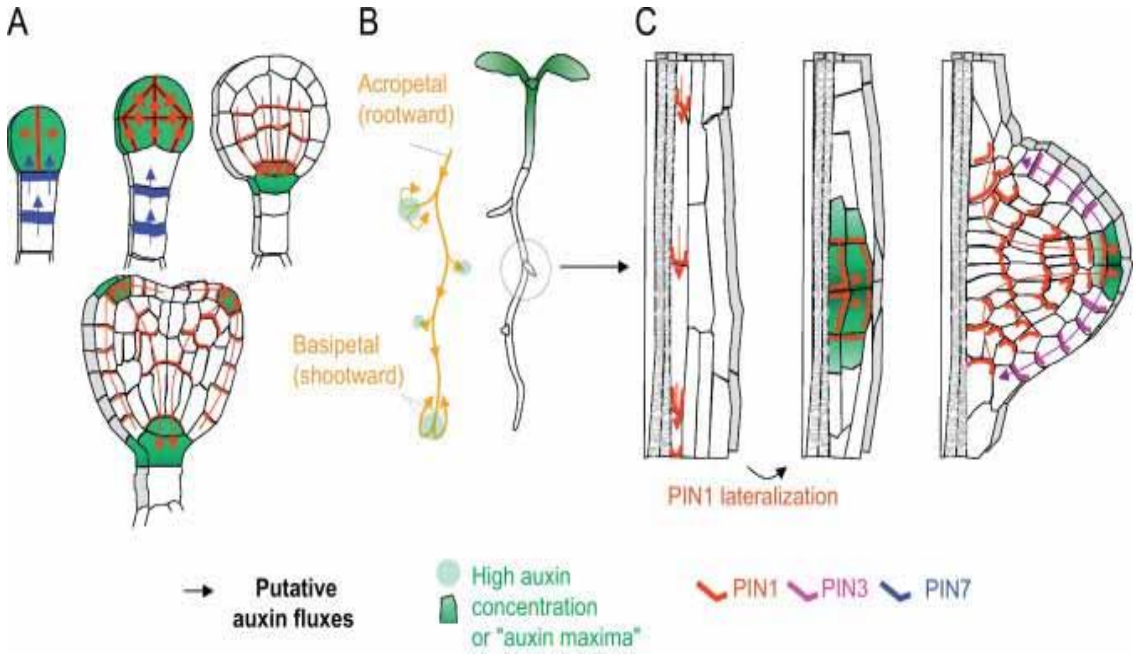
@۳- "نفتا-۱-ايل استيك اسيد"
@۴- "نفتا-۲-ايل-استيك اسيد"
@۵- "فنيل استيك اسيد"
@۶- "آنتريل استيك اسيد"
@۷- "فنوكسي استيك اسيد"

بعدها مشخص گرديد كه اگرچه اين تركيبات شباهت نزديكي از نظر خصوصيات اكسيني با هم دارند ولي از نظر ماحصل اختصاصي با يكديگر تفاوت بارزي دارند .
مدتي بعد زماني كه دانشمندان در مورد فعاليت "ايندول ۳-بنزوفورفوران-۲-استيك اسيد" و "ايندن-۳-بنزوفورفوران استيك اسيد" را مورد بررسي قرار دادند ، متوجه شدند كه تركيب اخير داراي فعاليت كم و تركيب نخستين فاقد فعاليت در آزمايش انحناء يولاف است درحاليكه فعاليت هر دو از نظر رشد مستقيم كلئوپتيل يولاف و نخودفرنگي شايان توجه است . با اينكه اين دو تركيب فعاليت اكسيني را از خود نشان مي دهند امّا احتمالاً به دليل خصوصيات ثانويه مولكول است كه فاقد فعاليت در آزمايش انحناء كلئوپتيل يولاف هستند . خميدگي اندك حاصل از آنها كه منحصر به بخش انتهايي كلئوپتيل مي باشد ، مؤيد نوعي مقاومت در سر راه انتقال آنها و در نتيجه فعاليت كم آنها است .
اين موضوع مدركي است دال بر اينكه فعاليت نسبي مولكول را بخشي از گياه لزوماً در بخش هاي ديگر مركز رشد ديده نمي شود . فعاليت خصوصاً ثانويه اين مولكول ها احتمالاً بيشترين اهميّت را در كاربرد اين تركيبات در كنترل رشد گياهان در كشاورزي بويژه باغباني دارد .



خصوصيات ساختماني مشترك براي فعاليت اكسيني بشرح زير هستند :
$۱- يك سيستم حلقوي بعنوان هسته
$۲- وجود حداقل يك پيوند مضاعف در حلقه
$۳- يك زنجير جانبي داراي گروه كربوكسيل يا گروهي كه به آساني به گروه كربوكسيل تبديل شود .
$۴- حداقل يك اتم كربن بين حلقه و گروه كربوكسيل در زنجير
$۵- رابطه فضايي ويژه اي بين سيستم حلقه و گروه كربوكسيل

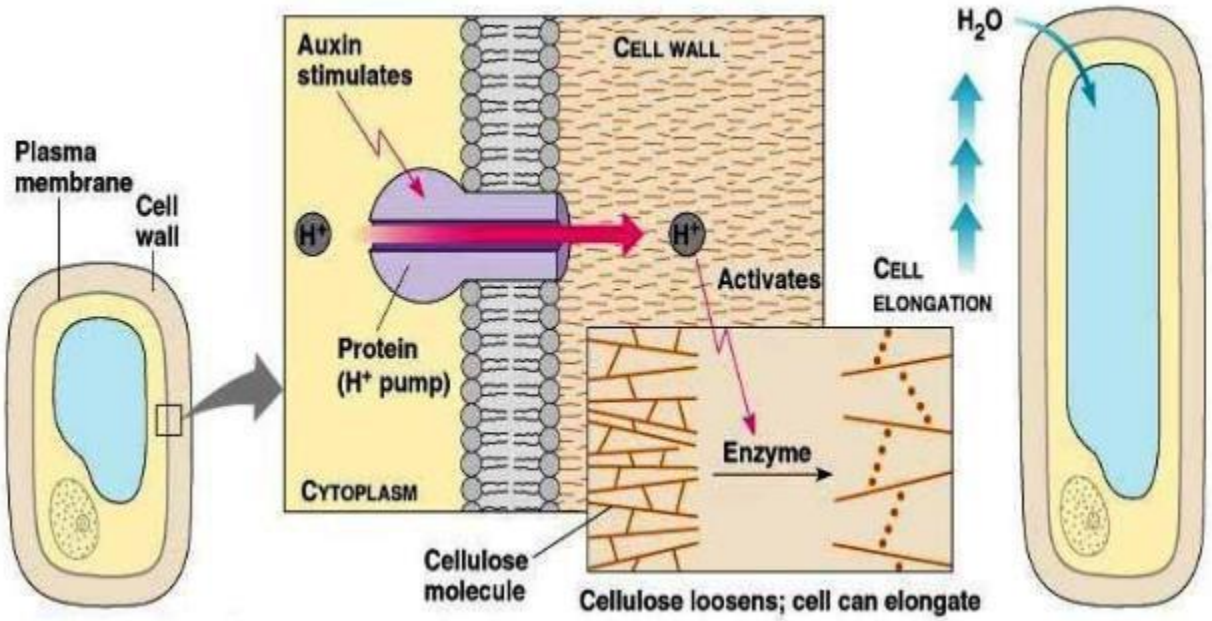
خصوصيات ثانويه مؤثر بر انتقال و سرعت غير فعال شدن اكسين ها عبارتند از :
&۱- طول زنجيره جانبي
&۲- طبيعت و درجه استخلاف در حلقه و زنجيره جانبي
&۳- ساختمان اصلي حلقه



اگر به تركيباتي كه بطور مصنوعي سنتز شده اند و داراي ....فعاليت اكسيني هستند ، دقت كنيم ، مشاهده مي شود كه همگي از نظر شكل و اندازه تقريباً يكسانند . مدل سه بعدي تركيبات مذكور تقريباً فضاي يكساني را اشغال مي كنند و بعلاوه ساختمان هاي الكترونيكي آنها از اين نظر مشابه است كه يك بخش مولكول تركيبات يادشده ، الكترونگاتيوتر از بخش ديگر مولكول است . اين خاصيت ممكن است در تعيين موقعيت مولكول در برخي محل هاي مخصوص فعال در داخل سلول اهميت داشته باشد . علاوه بر اين عوامل ديگري كه بر فعاليت يك اكسين مصنوعي تأثير مي گذارند ، بقرار زير هستند :
***۱- قدرت نفوذ ماده (اكسين مصنوعي) در لايه كوتيكول يا بشره مومي**
***۲- نقل و انتقال ماده در داخل گياه**

***- نحوه غير فعال شدن ماده در داخل گياه (انهدام ، اتصال به ماده ديگر)**
***۴- اثر متقابل ماده با ساير هورمون ها**
***۵- گونه و مرحله نمو گياه**
***۶- محيط خارج (درجه حرارت ، تابش و رطوبت)**

از ميان اكسين هاي سنتزي دو هورمون "اسيد نفتالن استيك" و "اسيد فنوكسي استيك" و همچنين مشتقات آنها بويژه مهم هستند كه در زير تشريح مي گردند :
"اسيد نفتالن استيك" :
اين هورمون مصنوعي احتمالاً بيشتر از هورمون هاي ديگر مثلاً براي كشت بافت در آزمايشگاه بكار مي رود. اثر اين ماده كمي از IAA بيشتر و در مقادير بالا سميّت آن نيز اندكي زيادتر است و براي حصول اثرات مشابه آن را ۵-۲ برابر ضعيف تر از IAA بكار مي برند و اين مقادير IAA را همواره بعنوان تركيب شاهد براي سنجش نگه مي دارند .

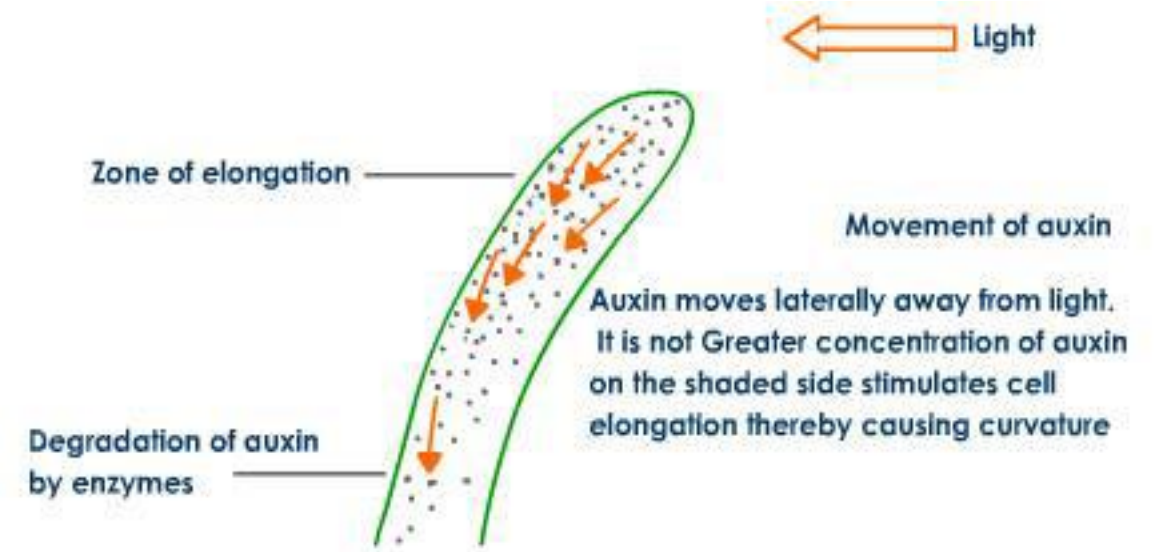


"اسيد فنوكسي استيك" و مشتقات آنها :
اين مواد از گروه هورمون هاي صنعتي بسيار رايج هستند كه بصورت : اسيدها ، نمك هاي كاني و غالباً استرها هستند . اين تركيب ها بوضوح از IAA مؤثرترند و اگر در استفاده از آنها احتياط نشود ، بسيار خطرناكند . از اين سري مواد مي توان به موارد زير اشاره كرد :
الف) "۲و۴- دي كلروفنوكسي استيك اسيد" يا "2,4-D"
ب) "۲و۴و۵- تري كلروفنوكسي استيك اسيد" يا "2,4,5-T"
پ) "متيل- كلروفنوكسي استيك اسيد" يا "MCPA"

ساختار و فعاليت اكسين :

پژوهش هاي بسياري بمنظور شناخت قوانيني انجام شده اند كه به موجب آنها يك تركيب بتواند تأثيري مشابه تأثير اكسين بر اعمال عمده اي كه اكسين آنها را كنترل مي كند ، داشته باشد . از اين قوانين مواردي كه تا اندازه اي ارزش عمومي دارند ، ذكر مي شوند :

الف) تركيب بايد داراي يك هسته باشد ولي وجود يك اتم N ضروري نيست مانند علامت + كه نشانه فعال بودن و علامت – كه نشانه عدم فعال بودن است . چنانكه "NAA" و 2,4-D كه بويژه فعالند ولي فاقد N مي باشند . در ضمن N مي تواند نقشي در تجزيه اكسين بوسيله اكسيدازها ايفا كند پس اين تركيبات فاقد N توسط اكسيدازها تجزيه نمي شوند . اندازه هسته هم دخالتي در فعال شدن ندارد آنچنانكه "فنيل استيك اسيد" به همان ميزان "آنتراسين استيك اسيد" فعال است . البته هسته نبايد اشباع شده باشد و يك پيوند اتيليني در مجاورت بلافصل زنجيره جانبي بايد وجود داشته باشد .



Hypothesis for effect of unilateral illumination on distribution of auxin in a coleoptile

ب) زنجيره جانبي :

بايد يك اسيد و يا به سهولت قابل تبديل به اسيد باسد مانند نمك ، استرها ، نيتريل و يا آميد .

زنجيره جانبي :

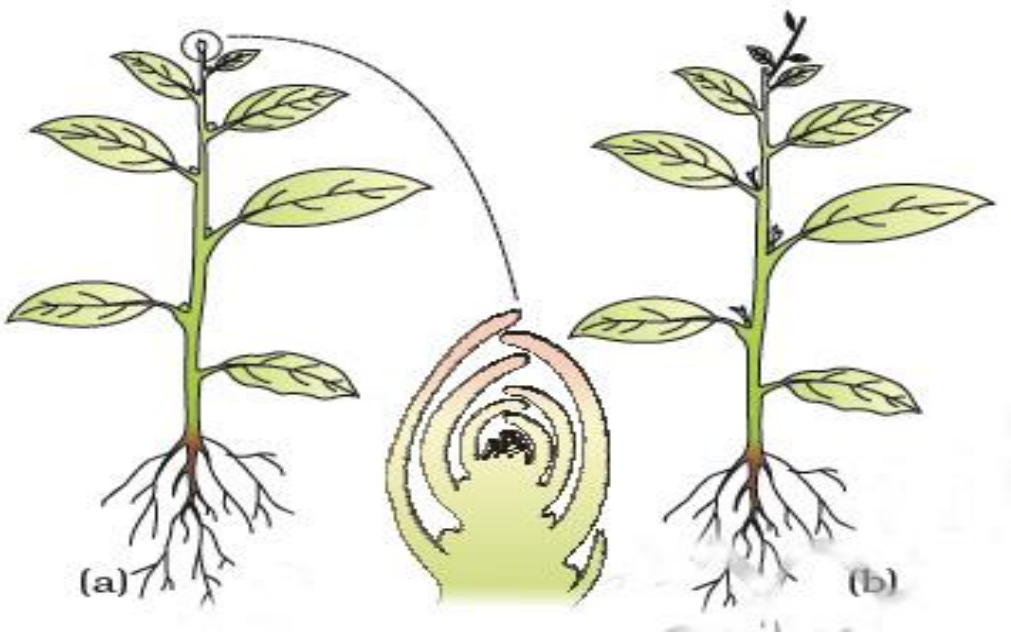
اولاً : نبايد زياد بلند باشد چنانكه "ايندول بوتيريك اسيد" كمتر از "ايندول پروپيونيك اسيد" و اين خود كمتر از IAA فعال است .

ثانياً : نبايد زياد حجيم (از نظر اشكال فضايي) باشد .

ثالثاً : خيلي كوتاه نباشد و اقلاً با يك كربن بين حلقه و COOH– داشته باشد . با اين حال موارد استثناء مانند مشتقات كلردار اسيد بنزوئيك وجود دارند .

بالاخره بجز موارد استثناء وضع فضايي زنجير بايد به گونه اي باشد كه COOH– در سطحي حتي الامكان عمود بر سطح حلقه و به هر حال در سطحي متفاوت با آن باشد . مثلاً "سيس سينناميك اسيد" فعال است زيرا COOH– خارج از سطح حلقه قرار گرفته در حاليكه نوع "ترانس سينناميك اسيد" غير فعال است چون – COOH به سطح حلقه برگشته است .
معمولاً يك H آزاد در وضعيت اُرتو (ortho) در رابطه با اين زنجير جانبي لازم است بنابراين جانشيني نبايد در ۶ باشد (اگر يكي از آنها در ۲ باشد و يا برعكس). به اين جهت است كه 2,4-D فعال ولي 2,6-D غير فعال است . همچنين در سري مشتقات "فنوكسي استيك اسيد" اقلاً اين مزيت وجود دارد كه كربن ۳ نيز يك H آزاد دارد ولي در اينجا هم "تري كلرو بنزوئيك اسيدها" استثناء هستند .

برخي موارد استفاده اكسين هاي مصنوعي عبارتند از :
۱$- قلمه زدن و عمل ريشه زائي
۲$- بازدارندگي جوانه ها نظير سيب زميني
۳$- بدست آوردن ميوه هاي بدون دانه نظير مركبات بدون دانه
۴$- تأخير در سقوط ميوه ها مثل گوجه فرنگي
۵$- از بين بردن علف هاي هرز بطور انتخابي



بيوسنتز IAA :

"IAA" از ماده "L – تريپتوفان" كه يك اسيد آمينه است ، ساخته مي شود . چهار مسير مختلف بيوسنتزي براي IAA در گياهان عالي بدست آمده اند . اين مسيرها بترتيب عبارتند از :

مسير اوّل :

تريپتوفان ◄— ايندول ۳ پيرويك اسيد ◄— ايندول ۳ استالدئيد ◄— IAA

"ايندول ۳ پيروويك اسيد" به پيشنهاد عده اي از محققين ماده اي متابوليكي طبيعي در بافت هاي رويشي است. دانشمندان محقق كردند كه "ايندول ۳ استالدئيد" در ساقه هاي اتيوله نخود معمولي (pisum sativum) و آفتابگردان (Helianthus annuus) وجود دارد . سپس افراد ديگري مسير متابوليكي بيوسنتز IAA را از طريق "ايندول ۳ پيروويك اسيد" بوسيله آزمايشات متابوليكي با تريپتوفان حاوي كربن ۱۴ كه به ساقه هاي قطع شده گوجه فرنگي و جو اضافه شده بود ، به اثبات رسانيدند . "ايندول ۳ پيروويك" راديوآكتيو با "ايندول ۳ استالدئيئ" و IAA راديوآكتيو از ساقه هاي قطع شده پس از آزمايش جداسازي شدند.

۱#) از آنجا كه مرحله اوّل بيوسنتز آمين زدائي است آنزيم شركت كننده در آن "تريپتوفان آمينوترانسفراز" است . اين آنزيم از گياهچه هاي "Bushbean" جداسازي شده اند . آنزيم مذكور در ۲۹ گونه و ۱۶ خانواده گياهان عالي پراكنده است.

۲#) مرحله دوّم بيوسنتز كه كربوكسيل زدائي است توسط آنزيم "ايندول پيروويك اسيد دكربوكسيلاز" كاتاليز مي شود . اين آنزيم از ساقه هاي گوجه فرنگي بدست آمده است .

۳#) در مرحله سوّم كه "ايندول ۳ استالدئيد" به IAA تبديل مي گردد ، توسط دو آنزيم "دهيدروژناز" و "اكسيداز" انجام مي گيرد كه بنام مراحل "دهيدروژناز" و "اكسيداسيون" موسومند .

مسير دوّم :

تريپتوفان ◄— تريپتامين ◄— ايندول ۳ استالدئيد ◄— IAA

دانشمندان مشاهده نموده اند كه تريپتوفان در آزمايش انحناء يولاف فعال است . ماده مذكور در گياهان : آكاسيا ، هندوانه ، توتون و "Coleus" تشخيص داده شده است . آنزيمي كه تريپتوفان را به تريپتامين كاتاليز مي كند ، "تريپتوفان دكربوكسيلاز" است كه در گياه توتون يافت گرديده است .

"آنزيم تريپتوفان اكسيداز" ماده تريپتامين را به "ايندول۳ استالدئيد" كاتاليز مي كند .

مسير سوّم :

ايندول ۳ اتانول ◄—► ايندول ۳ استالدئيد ◄— IAA

"ايندول ۳ اتانول" از ساقه هاي سبز گياهچه هاي خيار جداسازي شده و فعاليت اكسيني را در برابر " گوجه فرنگي ، نخود ، چغندر و خيار نشان داد . تبديل عامل الكلي به آلدئيدي در واكنش فوق توسط آنزيم "ايندول ۳ اتانول اكسيداز" مي باشد .

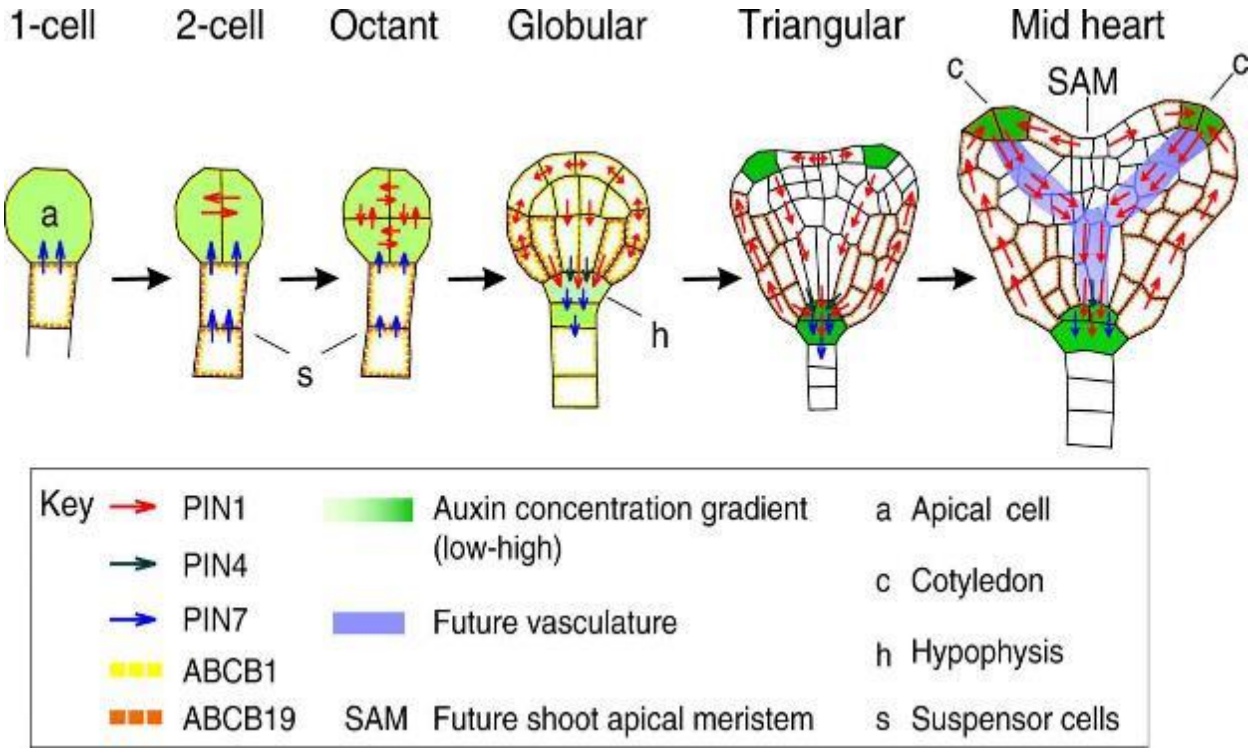
مسير چهارم :

الف) تريپتوفان ◄— ايندول ۳ استالدوكسيم ◄— ايندول ۳ استونيتريل ◄— IAA

ب) تريپتوفان ◄— ايندول ۳ استالدوكسيم ◄— استي گلوكوبراسيسين ◄—گلوكوبراسيسين ◄— ايندول۳ استونيتريل ◄— IAA

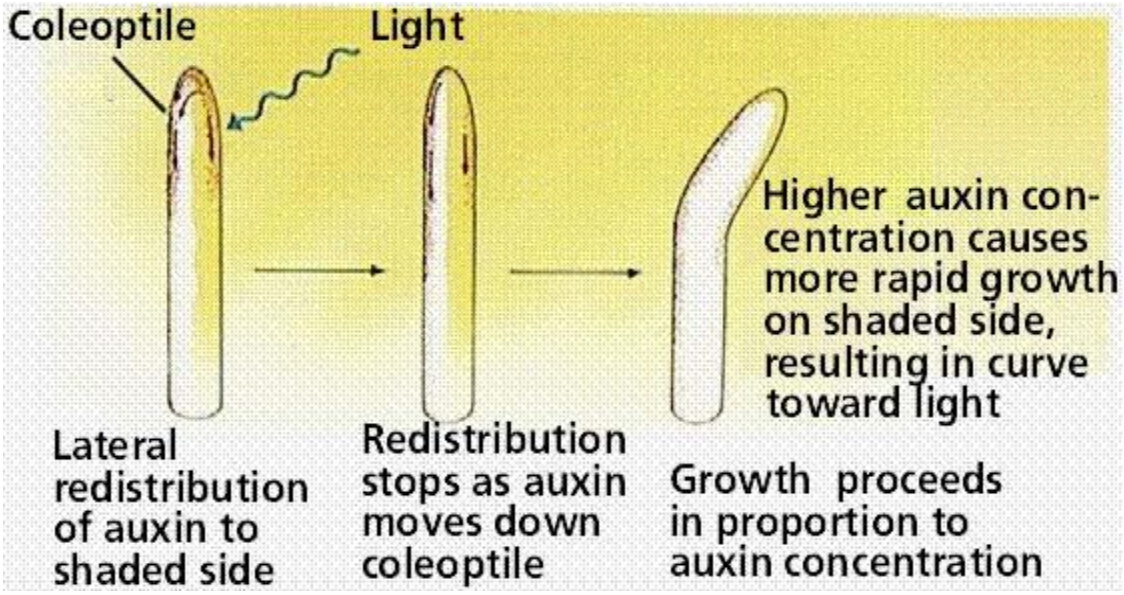
مسير بيوسنتزي دوّم در خانواده شب بو ديده مي شود ولي وجود "گلوكوبراسيسين" در خانواده هاي : "تواریاسه" ، "كاپاريداسه" (علف مار) و "رزداسه" نشاندهنده اين است كه مسير مذبور در گياهان خانواده هاي فوق موجود است .

تريپتوفان خود از "فسفو انول پيرووات" (PEP) و "اريتروز۴ فسفات " سنتز مي شود . در طي مسير مذبور نيز مواد واسطه اي در سنتز بسياري از تركيبات فنلي فراهم مي گردد . ايندول خود ماده واسطه اي است و IAA مي تواند مستقيماً از فعل و انفعال بين اسيد آمينه "سرين" و ايندول توليد شود . اهميّت نسبي مسيرهاي مختلف به شرايط محيطي و تغييرپذيري گونه هاي گياهي وابسته است . اگر قرار باشد كه تريپتوفان براي ساخت IAA در دسترس قرار گيرد ، پروتئين هاي سلولي بايد پروتئوليز شوند كه اين مرحله همراه با پيري و مرگ است .
"شيلدرينگ" بيوشيميست بريتانيايي اظهار داشت كه IAA از تريپتوفان آزاد شده در ضمن اتوليز سلول ها در هنگام تمايز عناصر (سلول هاي) آوند چوبي و آبكش ساخته مي شود . هنگامي كه سلول هاي آوند چوبي و آبكش ايجاد مي شوند ، ياخته هاي نمونه مريستمي هستند ولي بمحض بلوغ كه سلول هاي انتقال مواد فعال مي شوند ، محتويات سلولي آنها هيدروليز شده و محصولات تجزيه آنها براي فعل و انفعالات متابوليكي سلول هاي اطراف قابل استفاده مي گردد . بر طبق اين نظر محل هاي سنتز IAA تنها در سلول هاي مريستمي نيست بلكه هر جا كه تمايز آوندي صورت گيرد نيز مي باشد . ساير محصولات اتوليز سلولي در ضمن تمايز آوندي شامل اسيدهاي هسته اي (كه در ساخت سيتوكينين ها دخالت دارند) و ساير اسيدهاي آمينه (متيونين در سنتز اتيلن) و مواد واسطه ساخت مواد فنلي است .



عوامل مؤثر بر بيوسنتز اكسين :

عوامل زيادي بر توليد طبيعي اكسين دخالت دارند از جمله : نور ، درجه حرارت ، سن گياه و عناصر غذايي را مي توان نام برد . عمده توليد اكسين در حضور نور انجام مي گيرد تا تاريكي . همچنين با مسن تر شدن گياه ، توليد اكسين در گياه كاهش مي يابد . گياهان در بهار در مقايسه با زمستان ، اكسين بيشتري توليد مي كنند . گياهان به هنگام كمبود شديد روي (Zn) در خاك نوعي كوتولگي را از خود نشان مي دهند زيرا روي (Zn) جهت توليد اكسين بعنوان فعال كننده آنزيم ساخت تريپتوفان عمل مي كند .



پيوند "اكسين – پذيرنده" يا "نظريه دو نقطه اتصال" :

قوياً تأئيد شده كه اكسين با تثبيت بر روي پذيرنده ها عمل مي كند . لزوم يك H آزاد در أرتو (ortho) در رابطه با زنجيره جانبي و يك زنجير اسيد نه چندان كوتاه و نه چندان بلند اين فكر را القاء مي كند كه پيوند با دو نقطه اتصال انجام مي گيرد . در ضمن اين نظريه امكان مي دهد كه اثرات گوناگون مقادير مختلف را نيز در نظر بگيريم تا موقعي كه پذيرنده اشباع نشده است ، افزايش مقادير تنظيم فرا مي رسد كه در آن نه فقط افزودن تنظيم كننده فايده اي ندارد بلكه برعكس مولكول هاي تنظيم كننده مزاحم هم شده و بحال رقابت در مي آيند . ممكن است پيوستگي هاي بين يك مولكول پذيرنده و دو مولكول تنظيم كننده كه هر يك بوسيله يكي از قطب هايش چسبيده اند ، ايجاد گردد . اينگونه پيوستگي فعاليتي را در بر نخواهد داشت .

ملاحظات در مورد ساختار الكتروني مشتقات كلردار اسيد فنوكسي استيك اين فكر را القاء مي كند كه اين تركيبات بوسيله كربوكسيل و توسط كربن ۶ تثبيت مي شوند . بعلاوه اين ملاحظات امكان وجود نقطه اتصال سوّمي را بر روي كربن ۳ مي دهد . گرچه تفسير استثنائات نوع "تري كلروبنزوئيك اسيد" دشوار است ولي بالاخره در جهت غناي اين نظريه است.

منابع و مآخذ :

۱- قربانعلي ، م – ۱۳۷۰ – فيزيولوژي گياهي "جلد دوّم" رشد و نمو – نشر دانشگاه تهران

۲- سرمدنيا ، غ و همكاران – ۱۳۶۸ – فيزيولوژي گياهان زراعي – انتشارات جهاد دانشگاهي فردوسي مشهد

۳- لاهوتي ، م – ۱۳۷۰ – اصول فيزيولوژي گياهي "جلد دوّم" رشد و نمو گياهي – انتشارات آستان قدس رضوي

4- Audus , L.J – 1972 – Plant growth substances – Leonard Hill Publisher.

5- Roberts T J.A & et al – 1982 – Plant growth regulator – Chapman & Hall . New York

6- Takahashi T N – 1988 – Chemistry of plant hormones – CRC Press .

" آنتي اكسين ها " ؛
"Anti Auxins"

مقدّمه :

تركيباتي كه با اكسين براي تعدادي از مراكز ويژه واكنش در سلول هاي در حال رشد گياهان رقابت مي كنند ، به آنتي اكسين ها موسومند . حد ممانعت از عمل اكسين بستگي به ميزان نسبي اكسين و رقابت آنتي اكسين براساس قوانين مبتني بر اثر متقابل "تنظيم كننده- بازدارنده" در ممانعت رقابتي آنزيم خواهد داشت.
همانگونه كه ممانعت از رشد باكتري توسط بازدارنده آنزيم رقابتي "سولفانيلاميد" از طريق ماده متابوليكي "آمينوبنزوئيك اسيد" كاهش مي يابد لذا ممانعت از رشد توسط آنتي اكسين نيز با تيمار اضافي اكسين تخفيف خواهد داشت . بعلاوه "آنتي متابوليت ها" از طريق خاصيت تشابه نزديك ساختمان مولكولي خود با متابوليت ها وارد عمل مي شوند . برخي بخش هاي مولكول متابوليت و آنتي متابوليت بايد داراي يك شكل واحد باشند تا مراكز واكنش بتوانند به يكديگر متصل گردند . به اين ترتيب آنتي اكسين هاي حقيقي بايد از نظر شيميايي به اكسين ها تشابهت داشته باشند كه اين موضوع در قالب دارا بودن تعدادي ويژگي هاي ساختماني مورد نياز براي فعاليت اكسين مي باشد .

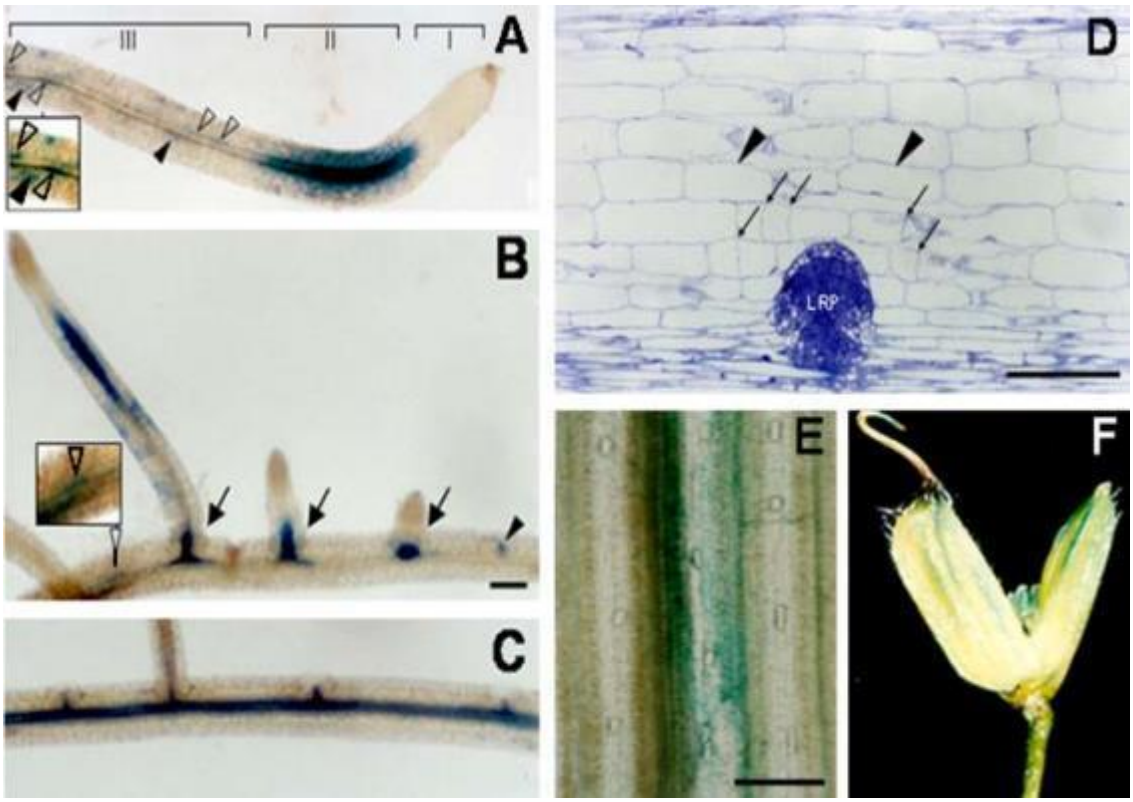
ساختار و عمل آنتي اكسين ها :

عمل اكسين در كنترل طبيعي رشد مي تواند با عواملي بجز تداخل مستقيم در مركز واكنش اكسين ممانعت گردد. بعنوان مثال تداخل در سيستم متابوليسم اكسين ممكن است باعث تغيير در سرعت هاي سنتز يا تخريب اكسين در بافت ها شده و سطوح غلظتي آنان را تغيير دهد . چنين عملي ممكن است همراه با اثرات رقابتي آشكاري باشد مثلاً اگر تركيبات آنتاگونيستي از توليد اكسين ممانعت كنند ، متعاقباً غلظت اكسين در اندام مربوطه پائين مي آيد و در نتيجه ممانعت رشد ممكن است با مصرف اكسين اضافي جبران گردد . اين نوع از رقيب هاي اكسين ممكن است همولوگ اكسين باشند يا نباشند .
بنابراين در مورد "TIBA" كه انتظار مي رفت يك رقيب مستقيم اكسين باشد ، نشان داده شد كه باعث كاهش غلظت اكسين در ريشه هاي تحت تيمار مي شود و بدينگونه بخشي از فعاليت آنتاگونيستي خود را به اين شكل ظاهر مي سازد (۶). كاهش مشابهي در سطوح غلظتي اكسين از طريق تيمار غده هاي سيب زميني با اتيلين كه مسلماً همولوگ اكسين نيست ، نيز انجام مي گردد . مكانيزم چنين كاهشي در غلظت هاي اكسين احتمالاً بطور وسيع نتيجه عمل آنزيم "IAA- اكسيداز" است كه كاهش اكسين مذكور در بافت را تسريع مي بخشد . فنل ها نيز بعنوان موادي هستند كه مي توانند بشكل كوفاكتورهاي اين آنزيم عمل كنند و موجب تسريع در تخريب IAA توليدي سلول ها و نتيجتاً باعث كاهش رشد شوند . البته بنظر نمي رسد كه اكسين هاي مصنوعي توسط اين آنزيم كاهش يابند بنابراين گرايشات آنتي اكسين فنل ها در آزمايشات اثرات متقابل با اكسين هاي سنتزي مشهود نيست.

روش ديگري كه از فعاليت طبيعي اكسين جلوگيري شود ، ممانعت از حركت اكسين در گياه است . اين شكل از بازداشتن ممكن است در زمينه فعاليت بازدارنده هايي : چون "TIBA" ، "N- نفتيل فتاليمك اسيد" و "مورفاكتين" باشد . علاوه بر موارد مذكور هنگامي كه اثرات متقابل بين مواد تنظيم كننده رشد در بافت هاي آزمايشي مطالعه مي شود آنگاه مسئله جذب اكسين را نمي توان ناديده انگاشت چنانكه شواهد مستدلي همانند قطعات كلئوپتيل يولاف عمل ممانعت از جذب IAA توسط "TIBA" را نيز تأئيد مي كنند .

اثر ديگري كه بنظر وجود دارد همانا غير متحرك شدن IAA در بافت نخود توسط TIBA است كه احتمالاً بوسيله سرعت بخشيدن آن در اتصال با پروتئين ها مي باشد كه اين موضوع بعنوان دليل اصلي ممانعت از انتقال اكسين مطرح شده است .

ذكر گرديده كه TIBA اگر بتنهايي مصرف شود ، هيچگونه اثري بصورت تحريك و يا بازدارندگي ندارد وليكن در حضور اكسين با غلظت 10^{-7} g/mlit اگر به مقادير ضعيف 10^{-8} g/mlit يا 10^{-7} g/mlit تهيّه شود ، قويا عمل اكسين را تحريك مي كند و اگر به مقادير قوي تري يعني 10^{-6} g/milt تجويز شود ، متضاد اكسين مي گردد و در اين صورت تضاد از نوع رقابتي است يعني براي برقراري تحريك كافي است كه مقدار اكسين را بالا ببرند . اين عمل تضاد و همكاري بر حسب مقادير غلظتي بخوب در چارچوب نظريه دو نقطه اتصال وارد مي باشد . متأسفانه كاربرد نابجا يا بي دقت واژه آنتي اكسين براي موادي كه ايجاد عكس العمل هاي رشدي متضادي بطور طبيعي در مقابل عكس العمل هاي توليد شده توسط اكسين مي نمايند ، باعث ابهام زيادي شده است (۳).



آنتي اكسيدان هاي سنتزي :

"مك ري" بررسي جامعي از آنتي اكسين ها بعمل آورد و رابطه بين ساختمان شيميايي و فعاليت آنتي اكسين ها را در مقالاتش توضيح داد . او متذكر شد كه "٢،٤- دي كلرو انيزول" بعنوان يك آنالوگ "٢،٤ – دي كلرو فنوكسي استيك اسيد" (2,4-D) از رشد كلئوپتيل يولاف كه توسط IAA و 2,4-D تحريك شده باشد ، ممانعت مي نمايد . "ترانس سينناميك اسيد" توسط "وان اوربك" بعنوان ماده بازدارنده فعاليت IAA ، 2,4-D و NAA شناخته شد درحاليكه "ايزومر سيس" ماده مذكور داراي فعاليت اكسيني بود .

"ماليك هيدرازيد" (MH) نيز طبق گزارشات متعدد داراي اثرات آنتي اكسيني بوده است .

همچنين ايزومر مثبت "آلفا- ٢فنوكسي- پروپيونيك اسيد" در آزمايش انحناء يولاف داراي فعاليت مثبت بود امّا ايزومر منفي آن فعاليت آنتي اكسين را از خود بروز داد .

"٢و٦ – دي كلرو فنوكسي استيك اسيد" و "٢و٤و٦- تري كلرو فنوكسي استيك اسيد" از رشد كلئوپتيل تحريك شده يولاف توسط اكسين ممانعت كردند . بيان شده است كه اكثر آنتي اكسين ها مي توانند از اكسين هاي فعال از طريق حذف يكي از اشكال ساختماني اساسي براي فعاليت اكسين بر پايه نظريه اتصال دو نقطه بدست آيند .

با توجّه به وجود تضادهاي رقابتي بين اكسين و آنتي اكسين هاي حقيقي كه در قالب نظريه فوق مطرح است ، مي توان گفت احتمالاً آنتي اكسين مي تواند بر روي پذيرنده وليكن بطور ناقص مثلاً فقط توسط يكي از قطب هايش تثبيت شود . اين عمل واكنشي را به راه نمي اندازد ولي مانع تثبيت مؤثر اكسين بر روي پذيرنده مي شود .

همكاري هايي كه در آنها عمل اكسين بوسيله بعضي مواد با ساختار مشابه اكسين تشديد مي شوند ، مي توانند با قبول اين امر توجيه شوند همچنانكه در ياخته موادي مشابه اكسين وجود دارند ، بايد تركيباتي با ساختار خيلي نزديك به ساختار پذيرنده هايي نيز وجود داشته باشند كه بتنهايي با اكسين تركيبي فعال را تشكيل دهند . موادي كه با اكسين همكاري مي كنند ، تمايل بيشتري به اين پذيرنده هاي كاذب دارند و از اينكه اكسين اشتباهاً بر روي آنها قرار گيرد ، ممانعت مي كنند (٣).

"آنتي اكسين هاي حقيقي" يعني "همولوگ هاي اكسيني" داراي فعاليت اكسيني كم و يا بدون فعاليت اكسيني هستند ولي بازدارندگي رقابتي را با عمل اكسين نشان مي دهند .

دسته بندي آنتي اكسين ها :

يك طبقه بندي براساس تئوري دو نقطه اتصال فعاليت اكسين توسط "بونز" تنظيم شده است ، كه چهار دسته را شامل مي شود:

١) تركيباتي با حداقل يك وضعيت "اورتوي آزاد" در حلقه امّا فاقد گروه كربوكسيل انتهايي در زنجيره جانبي مانند "٢و٤-دي كلرو انيزول" كه از 2,4-D بدست مي آيد .

٢) تركيباتي داراي هر دو وضعيت اورتوي اشغال شده نظير "اسيد ٢و٦- ديكلرو فنوكسي استيك" و "اسيد ٢و٤و٦- تريكلرو فنوكسي استيك" .

٣) تركيباتي كه ساختمان و وضعيت زنجيره جانبي آنها طوري است كه از عمل پيوند دو نقطه اتصال به محل هاي گيرنده ممانعت مي گردد .

در واقع حذف رابطه فضايي مناسب بين سيستم حلقه و گروه قطبي بوسيله مطرح شدن يك گروه حجيم از نظر اشغال فضايي در محل زنجيره منجر به ايجاد فعاليت آنتي اكسيني مي گردد . در اين دسته تركيبات زيادي قرار مي گيرند مانند :

۱$) هومولوگ هاي اكسيني از دسته "ايزو بوتيريك اسيد"
۲$) "۴- كلرو فنوكسي ايزو بوتيريك اسيد (PCIB)"
۳$) "آلفا-نفتاليل- متيليتو- پروپيونيك اسيد" (NMSP)
۴$) "۲و۴- دي كلرو فنوكسي ايزو بوتيريك اسيد" (2,4-D)

از جمله اكسين هاي ضعيف (weak auxins) نيز عبارتند از :

@۱- "فنيل لاكتيك اسيد"
@۲- "فنوكسي استيك اسيد"
@۳- "گاما فنوبوتيريك اسيد"
@۴- "۴-فلورو-۳- نيترو بنزوئيك اسيد"
@۵- "نفتا-۲ ايل ــ استيك اسيد"
@۶- "۵-ايندول-۲ ايل ــمتيل- تترازول"

ممانعت كننده هاي جديد ديگري نيز شناخته شده اند كه يكي از آنها "DPX-1840" مي باشد . اين تنظيم كننده هاي رشد از انتقال اكسين بوسيله كاهش ظرفيت انتقالي اكسين از بالا به پائين (basipetal) در لوبيا جلوگيري مي كنند . اين موضوع در هنگامي است كه به لوله هاي آگار ماده گيرنده اضافه شود و يا آنها را بر روي برگ هاي گياهان كامل بكار ببرند .

اثرات مورفولوژيكي آنها شامل :

۱) تأخير در رشد
۲) اپيناستي
۳) از بين رفتن غالبيت انتهايي
۴) فقدان عكس العمل هاي فتوتروپيك و ژئوتروپيك (نورگرائي و زمين گرائي)
۵) ريزش در اثر تشديد عمل اتيلين
۶) القاء پارتنوكارپي مي باشند .

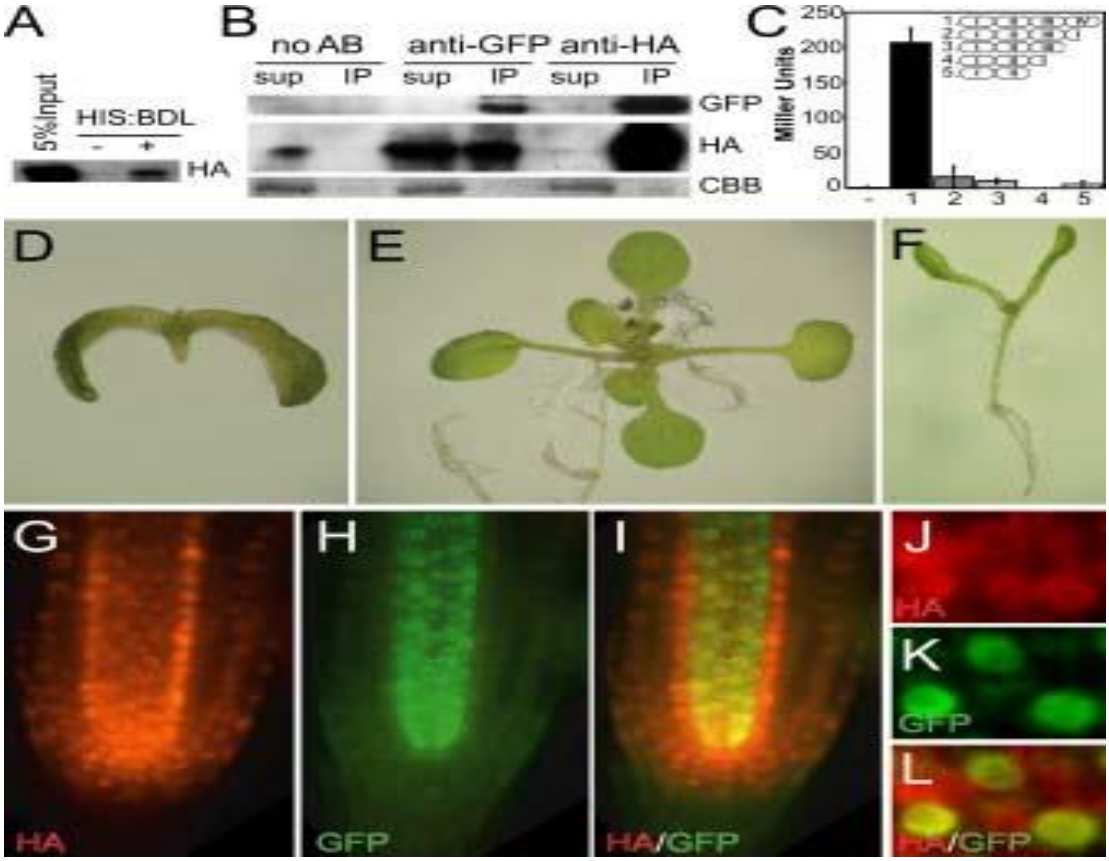
طبقه بندي مذكور به دليل اينكه براساس اطلاعات نسبتاً محدودي استوار بود ، طبقه بندي ناقصي محسوب گرديد درحاليكه فعاليت آنتي اكسيني "۲و۴-دي كلرو انيزول" و ساير تركيبات مشابه در تعدادي از آزمايشات تأئيد شده اند . همچنين چون تعدادي از تركيبات استخلافي "۲و۶-ايزوبوتيريك اسيدها" ، از نوع اكسين هاي ضعيف هستند آنگاه برخي مواد رده بندي مذكور با همديگر همپوشاني مي كنند .
رده هاي جديد آنتي اكسين ها براساس تحقيقات "فراگا" در سوئد معرفي شده است . جالب توجّه اين است كه از شكل ظاهري در رابطه با فعاليت آنتي اكسين ها مستقيماً ذكري به ميان نيامده است . درحاليكه ايزومرنوري

D(+) هر جفت ايزومر بخصوص تقريباً يكنواختند امّا يك ايزومرنوري L(-) اكسين در واقع يك آنتي اكسين رقابتي محسوب مي گردد امّا گاهي اوقات مقايسات با مشكل توأم مي شوند زيرا تعدادي از ايزومرهاي D(+) مثلاً "آلفا-الكيل فنيل استيك اسيدها" آنچنان اكسين هاي ضعيفي هستند كه در طبقه ۴ رده بندي جا مي گيرند و خواص آنتي اكسيني تقريباً شبيه به شكل هاي L(-) را از خود نشان مي دهند .
چنين خواصي در اين دسته از آنتي اكسين ها اهميّت شكل گروه هاي اطراف كربن نامتقارن آلفا را تأئيد و از تئوري سه نقطه اتصال حمايت مي كند . گرچه بهرحال تفاوت هاي فعاليتي بين دو عضو يك جفت ايزومرنوري از نظر كيفي ثابت است ولي چنان تغييرات كمّي بزرگي را بروز مي دهند كه بازگشت به تئوري انعطاف پذيرتر دو نقطه اتصال را مطلوب نموده است .
الگوي رفتاري مشابه ايزومرهاي "سيس" و "ترانس" از اين تئوري (دو نقطه اتصال) پيروي مي كند بنابراين در "اسيد سينناميك" و تعدادي از مشتقات استخلافي آن كه داراي حلقه هايي بفرم سيس هستند از نوع اكسين مي باشند امّا فرم هاي ترانس آن ها خاصيت آنتي اكسين بروز مي دهند . معذالك نظريه شكل آنتي اكسين بخاطر وجود ابهامات در روش هاي آزمايشات بيولوژيكي كه تاكنون بكار گرفته شده اند ، مخدوش مي باشد .

روش هاي غير مستقيم آزمايش فعاليت آنتي اكسين هاي حقيقي براساس عكس العمل هاي رشدي برخي از ريشه هاي گياهان مانند : كتان و گندم پايه ريزي شده اند . فرض مي شود كه ريشه ها بقدري به اكسين حساس باشند كه محتواي اكسين طبيعي ريشه ها بيش از حد رشد مطلوب است و در نتيجه در ريشه هاي عادي به مقدار كمتري اكسين نگهداري مي شود لذا هرگونه كاهشي در فعاليت اين اكسين طبيعي متعاقباً باعث شتاب رشد ريشه مي شود .
مشاهدات ابتدايي با تركيبات داراي فعاليت آنتي اكسيني مانند "NMSP" و "PCIB" اين موضوع را تأئيد و بسوي مقياسي جهت تعيين فعاليت آنتي اكسين و توسعه آزمايش ريشه براي آنتي اكسين ها از طريق شتاب رشد ريشه رهنمون مي شوند . متعاقب كاربرد اين آزمايشات نشانداده شد كه بين آنتي اكسين هاي حقيقي و فعاليت شتابدهندگي رشد ريشه يك رابطه همبستگي واقعاً نزديك وجود دارد امّا از آنجا كه برخي تركيبات ، رفتارهاي استثنايي از خود بروز مي دهند لذا رعايت احتياط با چنين آزمايشات ساده اي همچنان الزامي است .

اكسين هاي ريشه :
"IAA" تحت برخي شرايط يعني غلظت هاي بسيار پائين مي تواند باعث شتاب رشد ريشه شود . از اينجا دسته جديدي از مواد رشدي بنام اكسين هاي ريشه داراي وجه تمايز با اكسين هاي ساقه مطرح شده اند.
اكسين هاي ريشه بعنوان موادي كه مي توانند رشد و گسترش ريشه ها را تحريك كنند ، تعريف شده اند . اينها ممكن است بازدارنده اكسين هاي ساقه باشند يا نباشند .
تركيباتي نظير "آلفا- نفتا ۲-ايلوكسي – ۸- بوتيريك اسيد" ، "۳-متيل فنوكسي استيك اسيد" ، "۳-متوكسي فنوكسي استيك اسيد" ، "۳-ايزوپروپينيل فنوكسي استيك اسيد" و "۲- هيدروكسي فنيل لاكتيك اسيد" كه همگي رشد ريشه را در غلظت هاي پائين تحريك و در غلظت هاي بالا ممانعت مي نمايند ، داراي اثرات معكوسي بر كلئوپتيل هاي يولاف هستند. اين ممانعت هاي رشد كلئوپتيل در سطوح پائين بعنوان شاهدي بر فعاليت آنتي اكسيني تلقي مي شوند . دليل آن اينكه از فعاليت اكسين طبيعي IAA در سطوح غلظتي پائين تر از اپتيمم در كلئوپتيل ممانعت مي كنند . منتهي مشكل اين است كه خود IAA هم ممكن است تحت برخي

شرايط همان فعاليت دو گانه را بر روي كلئوپتيل داشته باشد يعني بازدارندگي در غلظت هاي پائين (mg/lit ۱۰) و تحريك در غلظت هاي بالاتر كه در بسياري از كلئوپتيل هاي جوان گندم ظاهر مي سازد.
چنين پديده هايي ما را متوجه خطرات تصميم گيري نتايج حاصل از آزمايشات ساده اي مانند آزمايشات ريشه مي نمايد . كشف اينكه تعدادي از آنتي اكسين ها نظير تركيبات استخلافي "بنزوئيك اسيدهايي" چون "۳و۴-دي يدو -۴هيدروكسي بنزوئيك اسيد" مي توانند تحت شرايط روشنايي براي ريشه موجب رشد سه برابري آنها در مقايسه با شاهد شوند ، موضوع را پيچيده تر مي كند . هنگامي كه اساس چنين عكس العمل هايي كشف شود ، مي تواند به روشن شدن عمل اكسين هاي ريشه ، اكسين هاي ساقه و آنتي اكسين ها در رشد ريشه گياهان كمك نمايد .



آنتي اكسين هاي طبيعي :
"ويريديكاتين" (Viridicatin) يك متابوليت ضد باكتري حاصل از برخي نژادهاي پنيسيليوم از جمله "P.crustosum" بطور سنتزي توسط دو دانشمند ژاپني به تنظيم كننده هاي رشد گياهي داراي فعاليت آنتي اكسيني تبديل شد . مشتق "كربوكسي متيل" مادة مذكور از طويل شدن قطعات تحريك شده كلئوپتيل يولاف توسط IAA بطور رقابت آميزي ممانعت كرد . دانشمندان دريافتند كه "۳-۵ كربوكسي ويريديكاتين" تشكيل "IAA- اكسيداز" را افزايش مي دهد كه نتيجه اش ظهور فعاليت آنتي اكسيني است .

"۲-پيروي لامينو بنزوئيك آ؛مید" بعنوان يك آنتي اكسين از محيط كشت يك قارچ بنام " Colletotricum lagenarium" كه يكي از عوامل بيماري آنتراكنوز كدوئيان است ، جداسازي شد . تركيب مذكور در مقدار ppm ۳۰ بر رشد مستقيم قطعات كلئوپتيل يولاف اثري نداشت امّا هنگامي كه بميزان ppm ۱۰ از آن در تركيب با ppm ۱ از IAA بكار برده شد ، در عكس العمل كلئوپتيل نسبت به IAA اختلال ايجاد نمود .

غير فعال شدن اكسين :

"IAA" چندان پايدار نيست و در مقابل نور طي چند روز بطور خودبخودي تجزيه مي شود . IAA بويژه اگر در محيطي با PH بالاتر از ۵ و در مجاورت O2 قرار گيرد ، حتي اگر مدت زيادي در اتوكلاو بماند ، بزودي تخريب مي گردد . در گياهان نيز مي توان چنين تخريب هايي را مشاهده كرد . توجيه آن است كه اكسين در مناطقي كه هدايت شود بطور بي سابقه اي جمع نمي شود زيرا در آنجا مي تواند اثرات سمّي برجا بگذارد . اين امر اكسين را از ساير مواد مشابه كه بعنوان علف كش مصرف مي شوند ، متمايز مي كند . مواد اخير در گياهان تخريب نمي شوند و در برخي مناطق پيكره گياهان تجمع يافته و ناهنجاري هايي را ايجاد مي كنند بنابراين چگونگي فرايند متابوليسم تنظيم كننده هاي رشد مصنوعي همانا تعيين سطوح غلظت داخلي اين تركيبات است .

مطالعات بر روي متابوليسم "تنظيم كننده هاي رشد گياهان" يا "PGR" (plant growth regulators) عمدتاً بر سه مسير اصلي استوار گشته اند :

الف- "PGR" نشاندار به بافت ها اضافه مي شود و مواد حاصل از متابوليسم آنها مشخص مي گردد .

ب – متابوليت هاي حاصله را استخراج و غلظت هاي آنها را بشكل كمّي محاسبه مي نمايند .

پ – خواص آنزيمي دخيل در متابوليسم گياهان مورد بررسي قرار مي گيرند .

روش هاي غير فعال شدن اكسين ها :

بطور كلي مي توان روش هايي را كه اكسين غير فعال (inactivation) مي شوند ، به سه گروه تقسيم بندي نمود :

۱- اكسيداسيون نوري (photo-oxidation)

۲- اكسيداسيون آنزيمي (enzyme-oxidation)

۳- پيوند شدن (binding)

۱) اكسيداسيون نوري اكسين :

چنانچه IAA را در محيط آزمايشگاهي (invitro) در معرض تشعشع ماوراءبنفش (U.V) قرار دهند ، بزودي تجزيه خواهد شد و توليد "اسيد ايندول كربوكسيليك" مي نمايد كه داراي فعاليت اكسيني نيست . ثابت شده است كه تشعشعات يونيزه همانند اشعه هاي "ايكس" و "گاما" نيز سبب غيرفعال شدن اكسين در محيط هاي "invitro" و "invivo" مي شوند . اكسين نسبت به نور مرئي به تنهايي حساس نيست و اكسيداسيون نوري آن با كمك رنگيزه هايي مانند ريبوفلاوين كه يكي از ويتامين هاي گروه B است ، صورت مي گيرد . موقعي كه محلول IAA در حضور ريبوفلاوين در معرض نور قرار گيرد ، اكسين به سرعت اكسيده مي شود . نور آبي با طول موج ۴۴۰ نانومتر از طول موج هاي ديگر نور مرئي در اكسيداسيون IAA

مؤثرتر است . دليل آن هم اين است كه ريبوفلاوين داراي حداكثر جذب در ناحيه طيف آبي نور مرئي است . اين انرژي دريافتي صرف اكسيداسيون اكسين مي شود كه براي بريده شدن حلقه ايندولي و تبديل IAA به مواد ديگر نياز دارد .
معلوم گرديده است كه مصرف "منوفنل ها" بر روي گياهان موجب بروز خاصيت بازدارندگي رشد مي شود كه اين عمل احتمالاً بخاطر اثر آنها بر افزايش "IAA-اكسيداز" است و اين امر نيز خود سبب كاهش مقدار اكسين در گياهان مي شود . از طرف ديگر "دي فنل ها" و "پلي فنل ها" مانند "اسيد كافئيك" و "پيروكالول" از فعاليت "IAA-اكسيداز" ممانعت بعمل مي آورند. "منوفنل ها" و "دي فنل ها" بطور طبيعي در گياهان توليد مي شوند و قابل تبديل به يكديگر نيز مي باشند .
تركيبات "فلاونوئيد" (Flavonoid) به احتمال زياد در تغيير عمل "IAA- اكسيداز" نقش دارند . دو تركيب فلاونوئيد در بافت نخود يافت شده اند كه شباهت بيوشيميايي بهم دارند و اختلاف آنها اين است كه اوّلي بنام "كورستين" (quercitin) يك "دي فنل" است درحاليكه تركيب دوّم بنام "كامفرول" (kaempferol) يك "منوفنل" مي باشد . از اين دو ، تركيب اوّلي فعاليت "IAA-اكسيداز" را بطور محسوسي كاهش مي دهد وليكن تركيب دوّم احتمالاً فعاليت آنرا تحريك مي كند . نكته قابل توجّه اين است كه نور قرمز موجب تغيير در ميزان اين دو فلاونوئيد در گياهان مي گردد بنابراين مكانيزم فوق جهت كنترل سطح اكسين داخلي (endogenous) انجام مي شود چنانكه نور قرمز با اثرگذاري بر دو فلاونوئيد فوق باعث تبديل آنها به "٣-متيلن -٢- اُكس ايندول" و "ايندول آلدئيد" مي شود كه قادر به هيچگونه فعاليت اكسيني نيستند .
ريبوفلاوين وسيعاً در گياهان بوجود مي آيد و بنظر مي رسد كه مسئول اكسيداسيون نوري اكسين هم در گياهان مي باشد . اكسيداسيون نوري اكسين نقش قابل توجهي در خمَ شدن اندام هاي گياهان بطرف نور دارد . درباره شيمي اكسيداسيون نوري در داخل گياه اطلاعات مختصري وجود دارد ولي "ايندول آلدئيد" و "متيل اكسيندول" در گياهان توليد مي شوند . تحقيقات اخير روي تركيب اخير خاصيت غير اكسيني آنرا تأئيد مي كند ولي بطور كلي چگونگي عمل اكسيداسيون IAA و توليد چنين موادي داراي ابهامات بسياري است .

٢) اكسيداسيون آنزيمي اكسين :

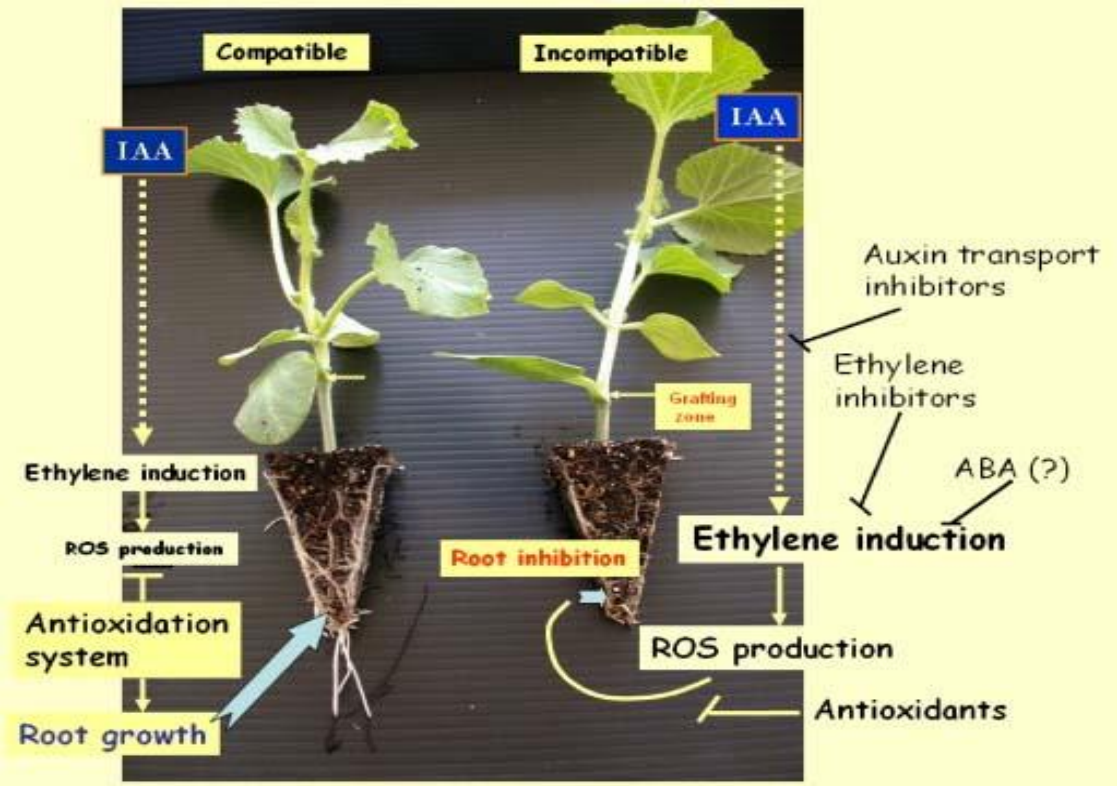
متابوليسم IAA از طريق اكسيداسيون آنزيمي با همكاري دو آنزيم "IAA اكسيداز" و "IAA- پراكسيداز" انجام مي شود . آنزيم اوّل در گياهاني نظير : آناناس ، گندم ، آفتابگردان و بسياري ديگر شناخته شده است . حاصل فعاليت اين آنزيم مصرف O2 و آزاد شدن CO2 در حجم برابر و تركيباتي چند مثل "متيلن اكسيندول" مي باشد . اين آنزيم نسبت به دو كوفاكتور كه يكي منگنز دو ظرفيتي و ديگري يك "منوفنل" مثل "اسيد كوماريك" (Coumaric acid) براي تراكم "IAA- اكسيداز" است ، در بخش هاي پيرتر گياهان بيشتر مي باشد و در نتيجه مقدار اكسين موجود اين نقاط كمتر مي باشد كه نهايتاً رشدشان كاهش است . آنزيم مذكور فقط مي تواند روي مولكول IAA مؤثر باشد و در مورد ديگر اكسين هاي مصنوعي نظير 2,4-D تأثيري ندارد . اين موضوع يكي از دلايلي است كه چرا اكسين هاي مصنوعي در گياهان پايدارتر و در نتيجه مؤثرترند .

روند زير ضمن فرآيند اكسيداسيوني منجر به كاهش مقدار IAA در بافت هاي گياهان طي مي گردد :

IAA ◄— ايندولنين هيدرو پراكسيد ◄— ايندولنين اپوكسيد ◄— ۳- هيدروكسي متيل اكسيندول ◄— ۳- متيلن اكسيندول ◄— ۳- متيل اكسيندول

IAA بطور آنزيمي توسط "پراكسيداز" به "ايندولنين هيدرو پراكسيد" ، اكسيد مي شود . گزارش شده است كه "متيلن اكسيندول" بطور آنزيمي از IAA بدست مي آيد وليكن داراي فعاليت اكسيني محسوسي در ۶ روش مختلف زيست سنجي نبوده است . اخيراً مشخص شده است كه "اكسيندول -۳-استيك اسيد" داراي كربن ۱۴ در محل كربن شماره ۱ بعنوان محصول تجزيه IAA حاوي C14 در دانه هاي ذرت مي باشد . اين موضوع اولين مدركي است كه نشان مي دهد دانه هاي ذرت داراي يك مسير اكسيداسيوني عمده و بدون "دكربوكسيلاسيون" براي IAA مي باشند كه منجر به توليد "اكسيندول-۳-استيك اسيد" مي گردد . "ايندول-۳-آلدئيد" يكي از محصولات عمده اكسيداسيون IAA در گياهان عالي است . اين ماده ممكن است از "ايندولين اپوكسيد" بوجود آيد .

"ايندول ۳-آلدئيد" بطور برگشت پذيري به "ايندول متانول" احياء مي شود ولي بطور غيرقابل برگشت به "ايندول كربوكسيليك اسيد" اكسيد مي شود . ماده "ايندول كربوكسيليك اسيد" در گونه هايي از توتون و ذرت شناسايي شده است .



۳) پيوند شدن اكسين :
سوّمين امكان غير فعال شدن IAA همانا پيوستن آن به برخي مولكول هاي ديگر و تشكيل تركيباتي مي باشد كه از نظر هورموني غيرفعالند . IAA با "اسيد اسپارتيك" تركيب مي شود و تشكيل "ايندول ۳- استيل آسپارتيك اسيد" را مي دهد . تركيب مذكور اوّلين بار از گياهچه هاي نخود بدست آمده است . حالت دوّم پيوند شدن يا الحاق (conjugation) اكسين با قندهايي همانند گلوكز مي باشد . از آنجا كه IAA يك ريشه "كربوكسيل آزاد" دارد و مي تواند با گلوكز استري شود و تشكيل "استر گلوكوزيل-IAA" را بدهد . فرم "۱-ايندول-۳-استيل-بتا-D گلوكز" از برگ هاي گونه هاي گل حسرت (Colchicin neapolitanum) استخراج شده است . مولكول IAA همچنين مي تواند جذب پروتئين ها شود و بشكل غير فعال در آيد . هيدروليز اين چنين تركيباتي بوسيله آنزيم ها سبب رها شدن اكسين آزاد در گياهان مي شود.

نقش هايي كه فرم هاي الحاقي اكسين در گياهان بر عهده دارند بطور خلاصه عبارتند از :
@۱- نقل و انتقال IAA
@۲- ذخيره و استفاده مجدد از IAA
@۳- حفاظت از تخريب آنزيمي IAA
@۴- كنترل "همواستاتيك" غلظت IAA در گياهان بصورت "فيدبك منفي"

علاوه بر اين مكانيزم مذكور مي تواند يك روش سم زدائي (detoxification) باشد كه در مورد گياهاني كه به مقادير بالاي موادي مانند توفوردي حساسيت نشان نمي دهند ، توضيح داده شود .

"باندروسكي" گزارش داد كه IAA در ذرت تا اندازه زيادي با "ميو اينوزيتول" استريفه مي شود و بصورت "IAA- ميواينوزيتول" و يا "IAA- ميواينوزيتول گليكوزيد" همانند "آرابينوز" در مي آيد . فرم هاي الحاقي IAA در طي رويش دانه ها به محور جنيني منتقل مي شوند و در آنجا IAA و "ميواينوزيتول" را براي رشد و نمو دانه ها آزاد مي كنند .

جالب ترين ويژگي فرايند الحاق اين است كه آنزيم هاي دخيل در الحاق توسط ماده اكسين تحريك مي شوند . برطبق برخي مشاهدات فقط تركيباتي كه داراي فعاليت اكسيني هستند ، مي توانند تشكيل آنزيم هاي فرايند الحاق را تحريك كنند. ضمناً آنتي اكسين هاي مشابه اكسين يا همولوگ همانند : "ترانس-سينناميك اسيد" و "۲و۴-دي كلرو فنوكسي ايزو بوتيريك اسيد" قادر به عمل فوق نيستند .

برخي محققين معتقدند كه الحاق اكسين ممكن است يك قدم اساسي ضمن فرآيند رشد براي اتصال گلوكز به ديواره سلولي در سلول هاي در حال توسعه باشد . از فرم هاي الحاقي ديگر IAA مي توان به "IAA- گلوكوتاميك اسيد" و "IAA- آلانين" اشاره داشت .
علاوه بر IAA اكسين هاي ديگر نظير : NAA و 2,4-D داراي فرم هاي الحاقي با خواص متفاوت هستند . همچنين "بنزوئيل- استر" و "نفتا- ۱ ايل- استيل – استر" در "اپي كوتيل" نخود و كلئوپتيل گندم بترتيب پيدا شده اند .

منابع و مآخذ :

۱- قربانعلي ، م – ۱۳۷۰ – فيزيولوژي گياهي "جلد دوّم" رشد و نمو – نشر دانشگاه تهران

۲- سرمدنيا ، غ و همكاران – ۱۳۶۸ – فيزيولوژي گياهان زراعي – انتشارات جهاد دانشگاهي فردوسي مشهد

۳- لاهوتي ، م – ۱۳۷۰ – اصول فيزيولوژي گياهي "جلد دوّم" رشد و نمو گياهي – انتشارات آستان قدس رضوي

4- Audus , L.J – 1972 – Plant growth substances – Leonard Hill Publisher.

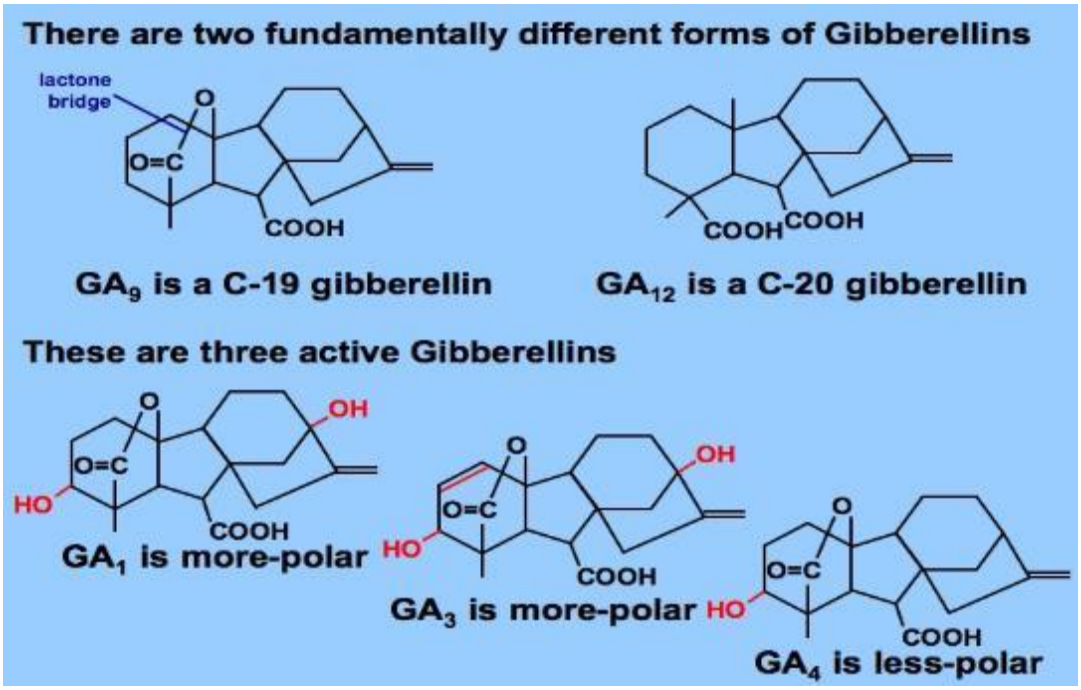
5- Roberts T J.A & et al – 1982 – Plant growth regulator – Chapman & Hall . New York

6- Takahashi T N – 1988 – Chemistry of plant hormones – CRC Press .

" کاربرد جيبرلين ها در كشاورزى " ؛
" Gibberellins for agriculture "

تاريخچه :

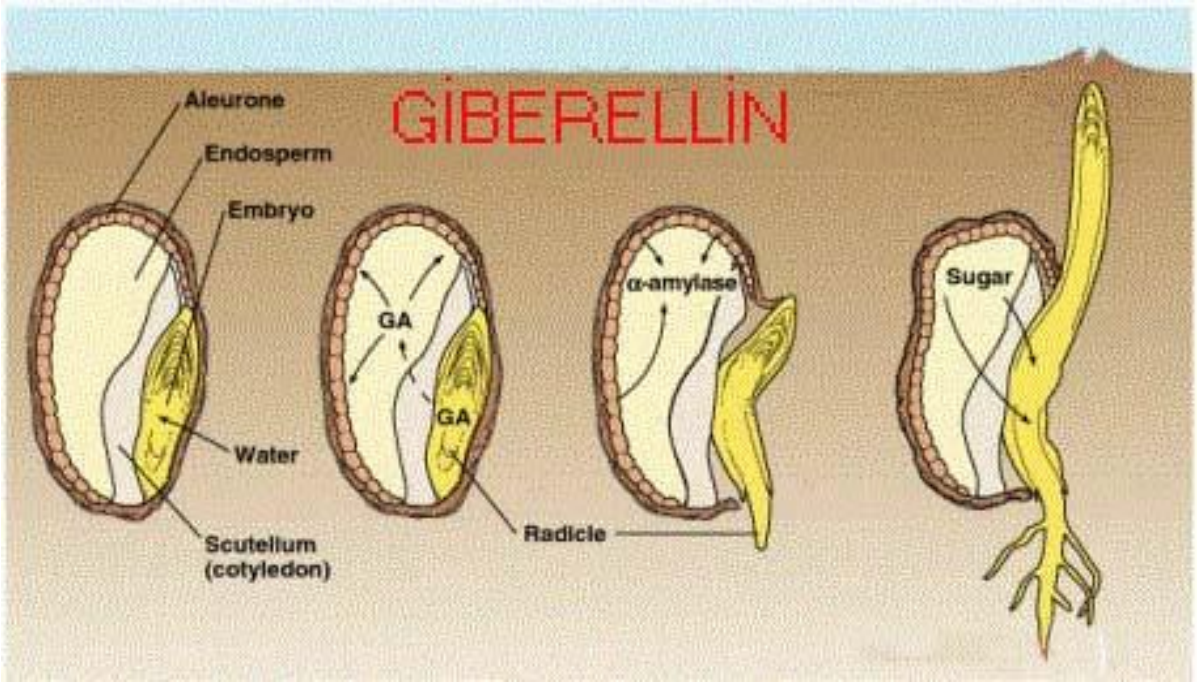
كشاورزان ژاپني از سال ها قبل از وجود نشاء هاي برنجي كه بطور غير طبيعي بلندتر از سايرين بودند ، در مزارع خود مطلع بودند . بقاء اين بوته ها بندرت تا زمان رسيدگي ادامه مي يافتند . آنها در آن زمان فكر مي كردند كه اين گياهان مريض هستند . در سال ۱۸۹۸ ميلادي يك كشاورز ژاپني بنام "كوئيشي" در كتابش حالت مذكور را تحت عنوان بيماري "باكانه" (bakana) يعني "نشاء هاي بي تناسب" شاليزار نام نهاد . در دهه ۱۹۲۰ ميلادي هنگامي كه محققين فيزيولوژي گياهي سرگرم تحقيق براي مشخص نمودن ماهيت IAA و نقشش بعنوان يك ماده رشد گياهي شدند ، تعدادي از پژوهندگان ژاپني مشغول بررسي و مطالعه يك بيماري قارچي در گياه برنج بنام "باكانه" بودند . اختلالات رشد ناشي از بيماري "باكانه" در مرحله اي از رشد كه گياه در وضعيت يك نشاء كوچك است عبارت از طويل شدن سريع و ناگهاني ساقه ها است بطوريكه بوته برنج غول آسا مي گردد و ضمن آن گياه از ورود به مرحله زايشي باز مي ماند . نتايج آزمايشات مشخص نمودند كه عامل بيماري "باكانه" يا "غول آسايي " (gigantism) بوته هاي برنج نوعي قارچ بنام "جيبرلا فوجي كوروي" (Gibberella fujikuroi) مي باشد .



چند سال بعد (Kurosawa-1926) مشخص گرديد هنگامي كه قارچ مذكور در شرايط استريل با محيط كشت مناسب رشد داده مي شود ، ماده اي ترشح مي كند كه اگر آنرا بر روي گياهان سالم بپاشند ، علائم بيماري "باكانه" بوته هاي برنج را ظاهر مي سازد . بدين ترتيب ماده مترشحه از قارچ "جيبرلا فوجي كوروي" را "جيبرلا" (Gibberella) ناميدند . جيبرلا قادر است كه افزايش طول ساقه ها را در بسياري از گياهان پس از پاشيده شدن تحريك نمايد . سرانجام در سال ۱۹۳۸ ميلادي "جيبرلين A" (GA) توسط محققان ژاپني از كشت استريل قارچ "جيبرلا فوجي كوراي" بصورت كريستال توليد گرديد .

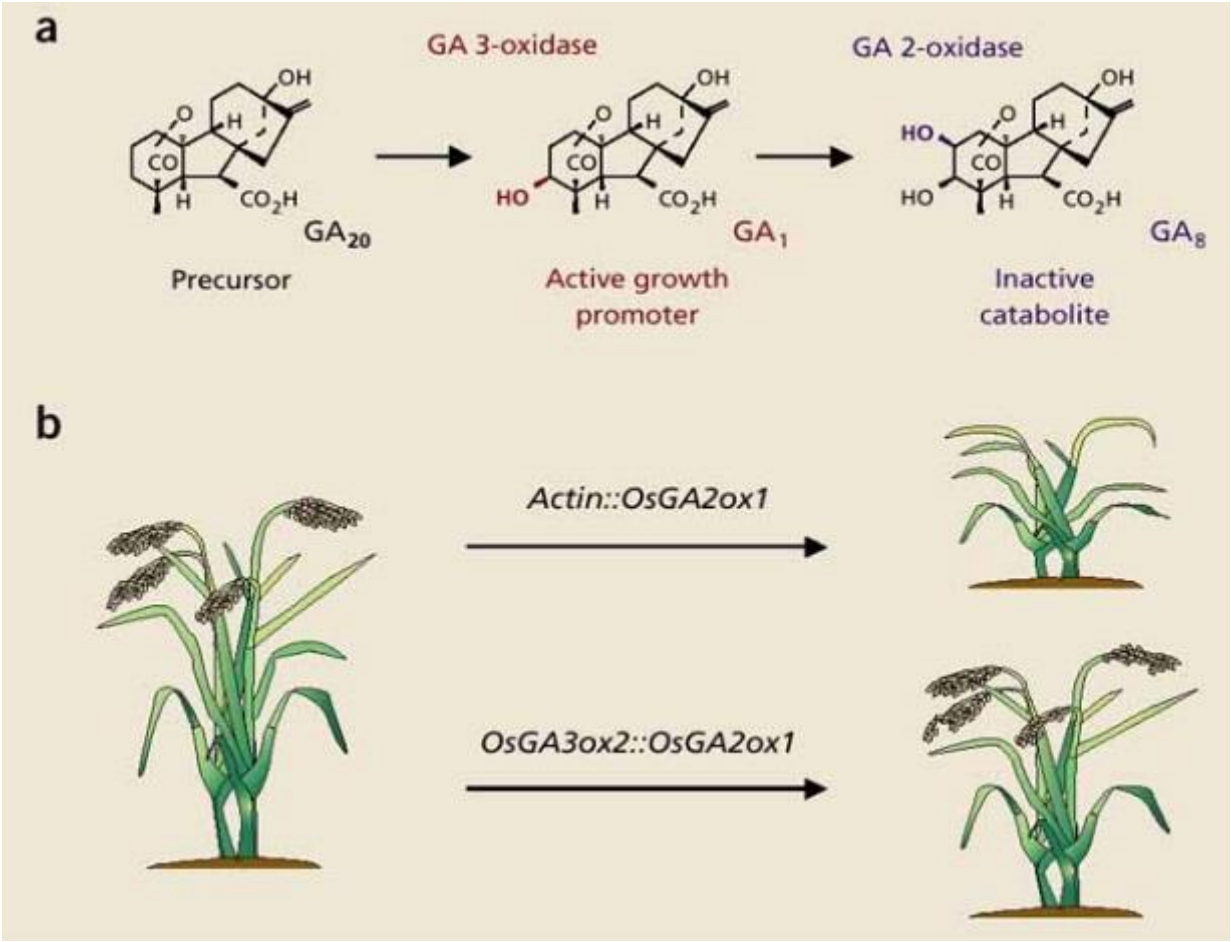
هر چند "جيبرلين ها" از حدود نيم قرن پيش در ژاپن كشف شده بودند ولي نظر پژوهندگان تجربي را خيلي دير بخود جلب نمود تا اينكه گروه هاي متعددي از دانشمندان بريتانيايي و آمريكايي پس از پايان جنك جهاني دوّم از ژاپن ديدار كردند و از نتايج تحقيقي مرتبط با جيبرلين آگاهي يافتند . تحقيقات وسيع بعدي در سه كشور مذكور معلوم ساخت كه جيبرلين A در واقع مخلوطي از حداقل شش نوع جيبرلين بنام هاي , GA1 GA7 , GA4 , GA3 , GA2 و GA9 مي باشد وليكن در اين ميان GA3 را "اسيد جيبرليك" ناميدند . ساير جيبرلين ها داراي ساختمان شيميايي مشابه اسيد جيبرليك هستند . جيبرليني كه معمولاً در دسترس قرار دارد و در كشاورزي و تحقيقات فيزيولوژي گياهي كاربرد يافته است ، همان GA3 مي باشد . همواره در بحث هاي مربوط به نقش اينگونه مواد در رشد گياهان از واژه جيبرلين يا GA براي نشاندادن جيبرلين هايي كه ساختمان شيميايي آنها شناخته شده است نظير: GA7 , GA3 , GA1 و مشابه آنها بكار مي رود درحاليكه ساير مواد كه از نظر بيولوژيكي مانند جيبرلين ها عمل مي كنند امّا ساختمان شيميايي آنها هنوز ناشناخته اند را تركيبات "جيبرلين مانند" مي خوانند .

ميزان جيبرلين در گياهان بسيار اندك است و بطور مثال از عصاره حاصل از ۱۴ تن ساقه ني (بامبو) فقط ۱۴ ميلي گرم جيبرلين حاصل مي آيد . همچنين "كوشيمورو" توانست از ۱۴۲ كيلوگرم غلاف هاي نارس لوبياي لوپن فقط ۵۰ ميلي گرم جيبرلين نوع ۱۴ (GA14) استخراج كند .



شيمي جيبرلين ها :

محققين (پالك – ۱۹۶۵) تركيباتي كه داراي يك ساختار مشترك هستند بنام "جيبرلان" مي شناسند . اين مواد داراي اثرات مشابهي در تقسيمات و يا طويل شدن سلول هاي گياهي دارند .



جيبرلين هاي مختلف در بسياري از خصوصيات ساختاري بشرح زير با يكديگر مشتركند :

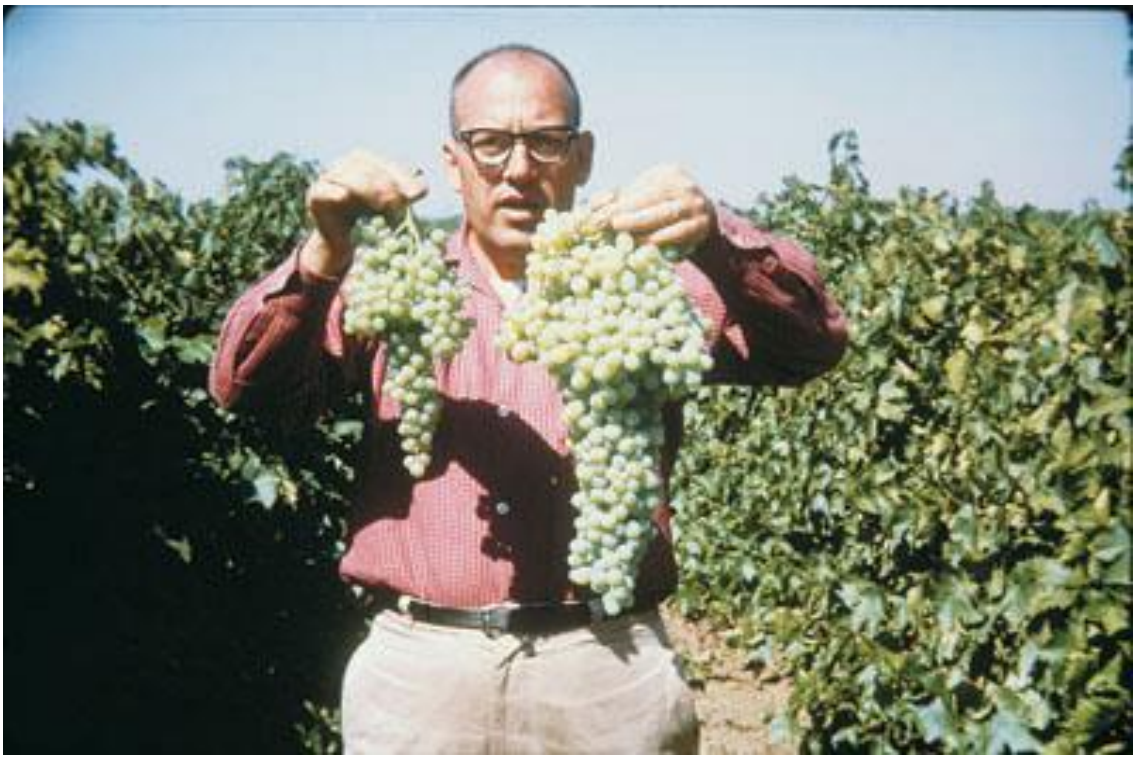
۱) همة جيبرلين ها داراي يك اسكلت كربني بنام "جيبرلان" هستند .

۲) جيبرلين ها در طبيعت بصورت اسيدي يافت مي شوند . تعداد و محل گروه كربوكسيليك از يك جيبرلين نسبت به جيبرلين ديگر تفاوت دارد . همه جيبرلين هاي ۱۹ كربنه داراي يك گروه كربوكسيل هستند كه محل آن غالباً بر روي كربن شماره ۷ است درحاليكه جيبرلين هاي ۲۰ كربنه داراي يك يا چند گروه كربوكسيل هستند كه بر روي كربن هاي شماره ۴ ، ۷ و ۱۰ قرار مي گيرند .

۳) تعداد و محل گروه هاي هيدروكسيل نيز متفاوتند . بعضي جيبرلين ها داراي يك گروه هيدروكسيل هستند درحاليكه ديگر گروه ها فاقد آن مي باشند . محل گروه هيدروكسيل معمولاً كربن شماره ۳ يا ۱۳ است . گروه هيدروكسيل در جيبرلين هايي كه از قارچ ها استخراج شده اند ، معمولاً در محل كربن شماره ۳ واقع مي باشد وليكن گروه هيدروكسيل در جيبرلين هاي استخراجي از گياهان آلي در محل كربن شماره ۱۳ قرار دارد .

۴) حلقه A معمولاً غير اشباع است . درجه غيراشباعي در گروه هاي مختلف جيبرلين ها متفاوت است .

تنوّع جيبرلين ها شگفت آور است گواينكه فقط از حيث نكات فرعي با همديگر تفاوت دارند . در يك گونه گياهي چندين نوع جيبرلين وجود دارند درحاليكه جيبرلين ها در دو گونه گياهي نزديك بهم الزاماً يكسان نيستند مثلاً در گونه اي لوبيا بنام "Phaseolus corcineus" جيبرلين هاي A1 ، A3 ، A5 ، A6 ، A8 ، A17 ، A19 و A20 وجود دارند امّا در گياهي ديگر از تيره نخود كه مشابه لوبيا است و " Lupinus luteus" نام دارد ، جيبرلين هاي A18 ، A23 و A28 يافت مي شوند كه آشكارا انواع گوناگوني از يك تيپ هستند .

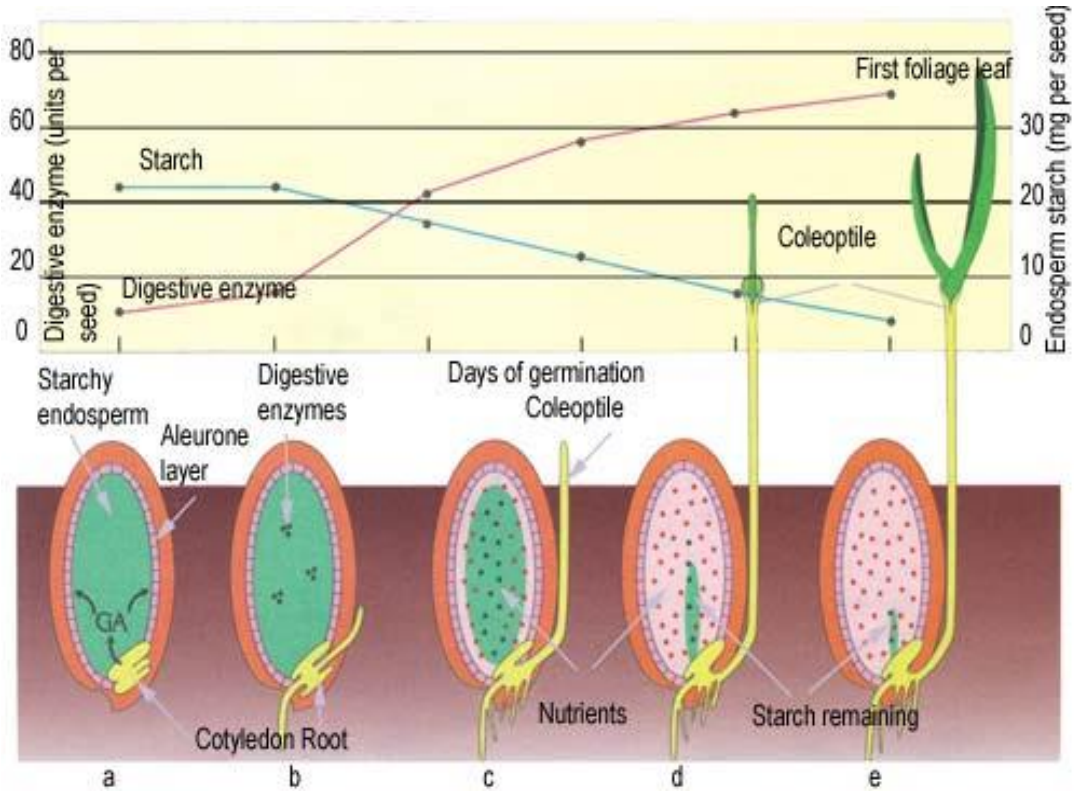


جيبرلين ها بطور كلي در گياهان به سه صورت حضور دارند :

۱) جيبرلين هاي آزاد :
اين نوع از جيبرلين ها عمدتاً به دو صورت ۱۹ كربنه و ۲۰ كربنه وجود دارند كه داراي ۱ ، ۲ و يا ۳ گروه كربوكسيل هستند و با ماده ديگري تركيب نشده اند . تاكنون ۷۶ نوع جيبرلين آزاد از گياهان و قارچ ها استخراج گرديده اند .

۲) جيبرلين هاي الحاقي :
اين نوع جيبرلين ها داراي اسكلت "جيبرلان" هستند و عمدتاً بصورت "جيبرلين گلوكوزيد" و "جيبرلين گلوكوسيل استر" مي باشند . دانشمندان (يوكاتا – ۱۹۷۱) با انجام يكسري آزمايشات زيست سنجي نشاندادند

كه "جيبرلين هاي گلوكوزيدي" اثرات خيلي كمي بر روي گياهان دارند . در فرم الحاقي "گلوكوسيل استر" گلوكز با يك گروه "كربوكسيل GA" بحالت چرخشي (strophae) قرار مي گيرد امّا در فرم الحاقي "جيبرلين گلوكوزيد" ، گلوكز از طريق يك گروه هيدروكسيل با مولكول GA تشكيل يك پيوند گليكوزيدي مي دهد .



۳) جيبرلين هاي پيوندي :

وجود اين جيبرلين ها هنوز بطور مشخص ثابت نشده اند . براساس برخي نظريات يكسري از اين جيبرلين ها به آساني از محلول آب يا بافر استخراج مي شوند كه اصطلاحاً "جيبرلين هاي محلول در آب" يا بطور عمومي "جيبرلين هاي پيوندي" خوانده مي شوند . برخي محققين عقيده دارند كه جيبرلين هاي پيوند با پروتئين يا "جيبرلين هاي پروتئيني ها" نيز وجود دارند كه البته هنوز مداركي براي اثبات جداسازي كمپلكس پروتئين-جيبرلين ارائه نشده اند .

نوع ، مقدار و حالت جيبرلين ها در انواع مختلف آزاد ، الحاقي و يا پيوندي طي دوره رشد گياهان تغيير مي يابند . دو نوع اول جيبرلين هاي فوق بطور مشخص ثابت شده اند ولي نوع سوّم تاكنون فقط بصورت يك نظريه مي باشد و عملاً به اثبات نرسيده است .

بيوسنتز جيبرلين ها :

جيبرلين ها گروه بزرگي از عوامل رشد را تشكيل مي دهند و از نظر شيميايي از انواع "ديترپنوئيد" (diterpenoids) محسوب مي شوند . آنها معمولاً از ۵ حلقه تشكيل شده اند .

"ترپن ها" (terpens) داراي ساختماني متشكل از تعدادي واحدهاي ۵ كربنه هستند . اين واحدها هميشه بصورت "سر به ته" تركيب مي گردند و تركيبات ساختماني متنوعي را مي سازند .

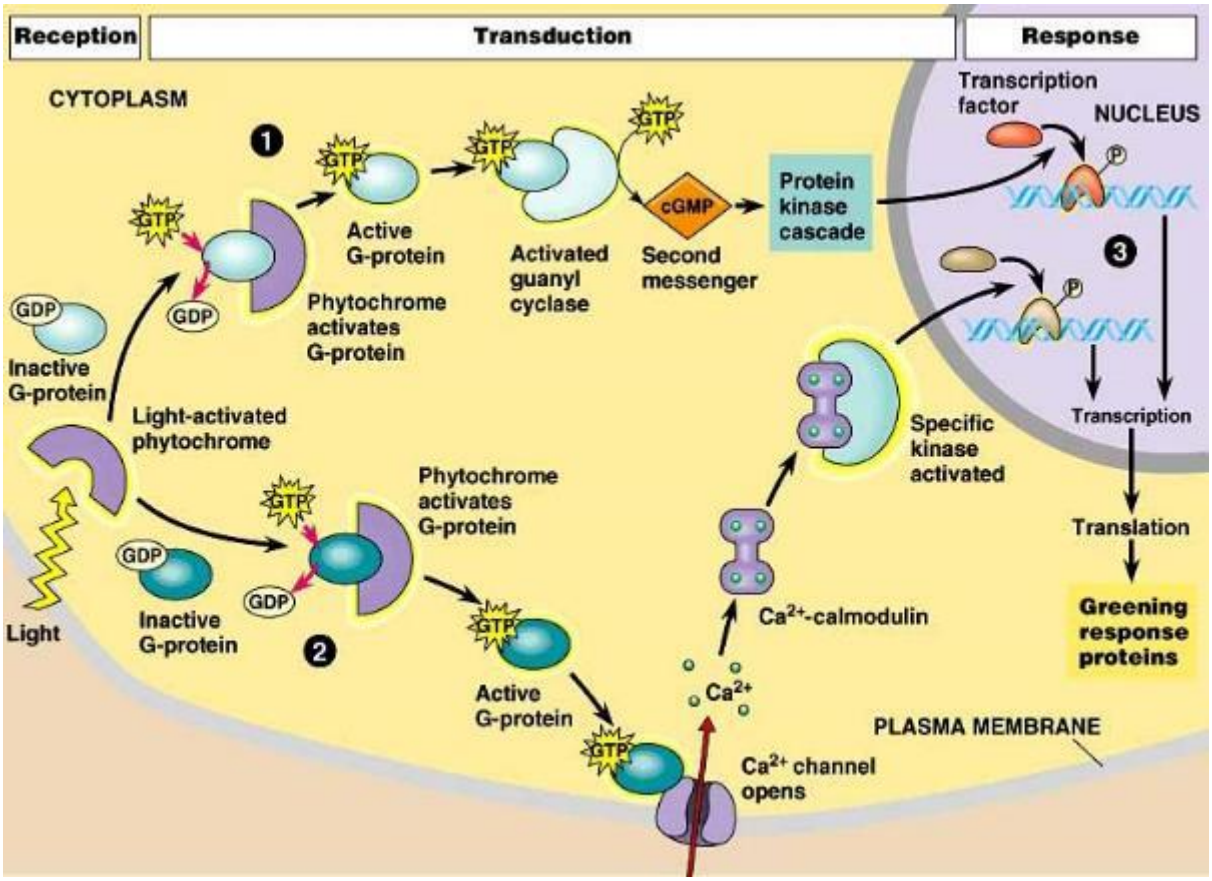
"ترپن ها" بر حسب تعداد اتم هاي كربن در مولكول هايشان طبقه بندي مي شوند كه عبارتند از :

الف- "لمنو ترپن" داراي ۱۰ اتم كربن

ب – "سزكوئي ترپن" داراي ۱۵ اتم كربن

پ – "دي ترپن" داراي ۲۰ اتم كربن كه شامل جيبرلين ها هم مي شوند .

ت – "تري ترپن" داراي ۳۰ اتم كربن

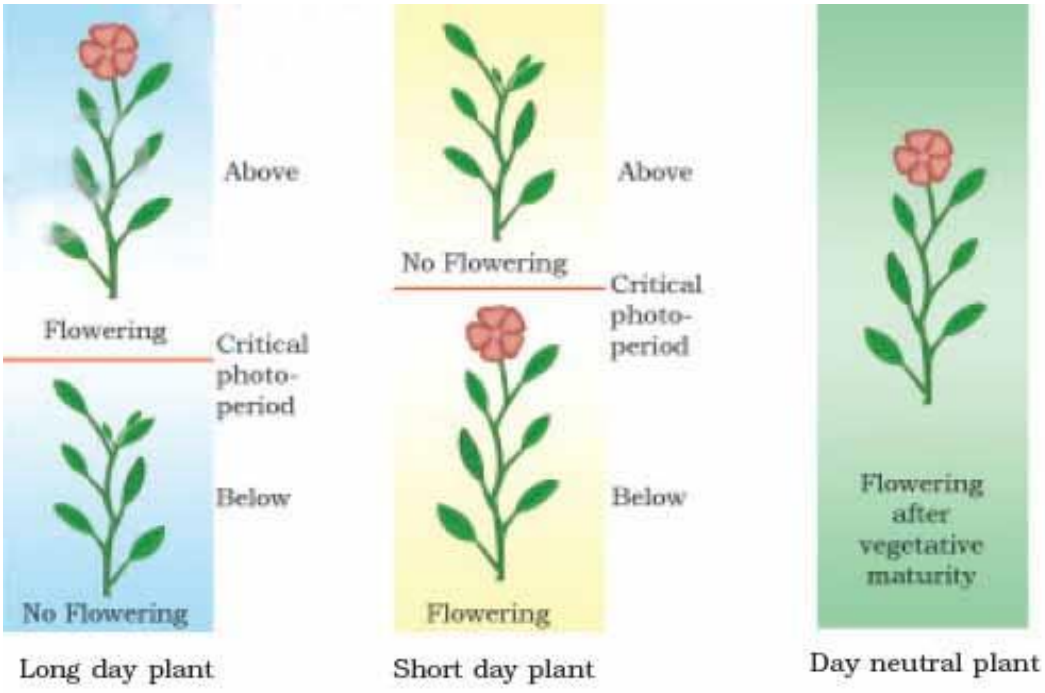


بيوسنتز جيبرلين ها كه از مدت ها پيش (۱۹۵۸-۱۹۶۰ميلادي) شناخته شده اند ، بر تعلق آنها به گروه "ترپن ها" تأكيد دارد زيرا در طي آن ماده حدواسط "ژرانيل ژرانيول" بوجود مي آيد كه يك "دي ترپن" با ۲۰ كربن است . بسياري از گزارشات بيوسنتز جيبرلين از مطالعه بذور نارس حاصل شده اند . آزمايش با

مواد راديو آكتيو نشان داد كه "استات" اولين ماده شروع كننده بيوسنتز جيبرلين است . انتقال گروه هاي "استيل" فعال مستلزم انتقال با يك كوآنزيم نظير "كوآنزيم A" مي باشند . اولين قدم بيوسنتز جيبرلين تشكيل ۳ مولكول "استيل كوآنزيم A" مي باشد و آنها در نهايت تبديل به "اسيد موالونيك" مي شوند . در اين مرحله دو مولكول ATP و يك آنزيم "كيناز" "اسيد موالونيك" را طي دو مرحله واكنش "فسفوردار" (فسفوريله) مي كند و به "اسيد موالونيك پيروفسفات" تبديل مي نمايد . "دكربوكسيله شدن" اين تركيب در حضور ATP و يك آنزيم "دكربوكسيلاسيون" بعداً توليد "ايزوپنتيل پيروفسفات" (IPP) را مي نمايد . اين ماده تحت شرايط خاص قادر به توليد موادي مانند : كاروتنوئيدها ، جيبرلين ها ، اسيد آبسيزيك و بعضي سيتوكينين ها مي باشد.

ايزومره شدن IPP به "دي متيل آليل پيروفسفات" اولين قدم براي سنتز ترپنوئيدهاي عالي تر است . اين واكنش توسط آنزيم "IPP ايزومراز" تسريع مي شود . "دي متيل آليل پيروفسفات" سپس يك مولكول IPP را جذب مي كند و در نهايت تبديل به "ژرانيول پيروفسفات" مي شود كه متعاقباً "ژرانيل پيروفسفات" طي دو مرحله متوالي اقدام به دريافت دو واحد "IPP" مي كند و ضمن آن ابتدا "فارنزول پيروفسفات" و سپس "ژرانيل ژرانيول پيروفسفات" بدست مي آيند . "ژرانيل ژرانيول پيروفسفات" ابتدا به "دي ترپن الكل كوپيليل پيروفسفات" و سپس به "كورين" تبديل مي شود كه "كورين" نيز در مرحله بعد تبديل به "اسيد كورلينوئيك" مي شود .

برخي محققين (رورات – ۱۹۶۵) ابراز كرده اند كه ماده "استيويول" (steviol) يك پيش ماده براي ساخت جيبرلين است كه اين موضوع توسط آزمايشاتي با استعمال "اسيد موالونيك" نشاندار بر روي يك گياه بومي آمريكاي جنوبي بنام "استيويا" (Stevia rebudiana) به اثبات رسيد .



بطور كلي بيوسنتز جيبرلين شامل سه گروه از واكنش ها است :

۱) رديف شدن گروه هاي "ايزوپنتيل" با يكديگر كه در نهايت باعث تشكيل "ژرانيل ژرانيول پيروفسفات" مي شوند .

۲) تشكيل "كورين"

۳) يكسري مراحل اكسيداسيون شامل بسته شدن حلقه B كه احتمال مي رود باعث سنتز اولين جيبرلين ۲۰ كربنه بنام GA12 و جيبرلين ۱۹ كربنه بنام GA4 شود .

بيوسنتز جيبرلين ها در قارچ ها :

بطور كلي مراحل بيوسنتز و متابوليسم جيبرلين ها در قارچ ها داراي ۳ مرحله بشرح زير است :

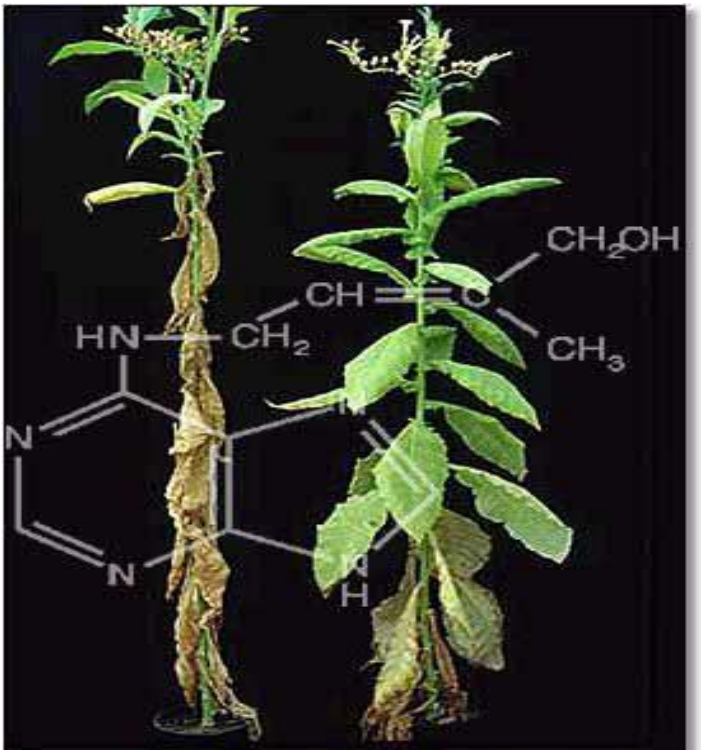
الف- تبديل "اسيد موالونيك" به كورين

ب – تبديل كورين به "GA12-7aldehyde"

پ – تشكيل جيبرلين هاي ۱۹ كربنه از "GA12-7aldehyde" از طريق جيبرلين هاي ۲۰ كربنه

بيوسنتز جيبرلين ها در گياهان آلي :

اساس بيوسنتز جيبرلين ها در گياهان عالي مشابه شيوه بيوسنتز جيبرلين ها در قارچ "جيبرلا فوجي كوروي" است ولي تفاوت هاي زيادي در ساختمان جيبرلين هاي گياهي نسبت به جيبرلين هاي توليدشده توسط قارچ ها وجود دارد . عمده تفاوت ها در محل بيوسنتز و مراحل بيوسنتز است خصوصاً مواقعي كه كه گروه هاي هيدروكسيل و باندهاي دوگانه مستقر مي شوند . جيبرلين ها در بيشتر خانواده هاي گياهي شناسايي شده اند .

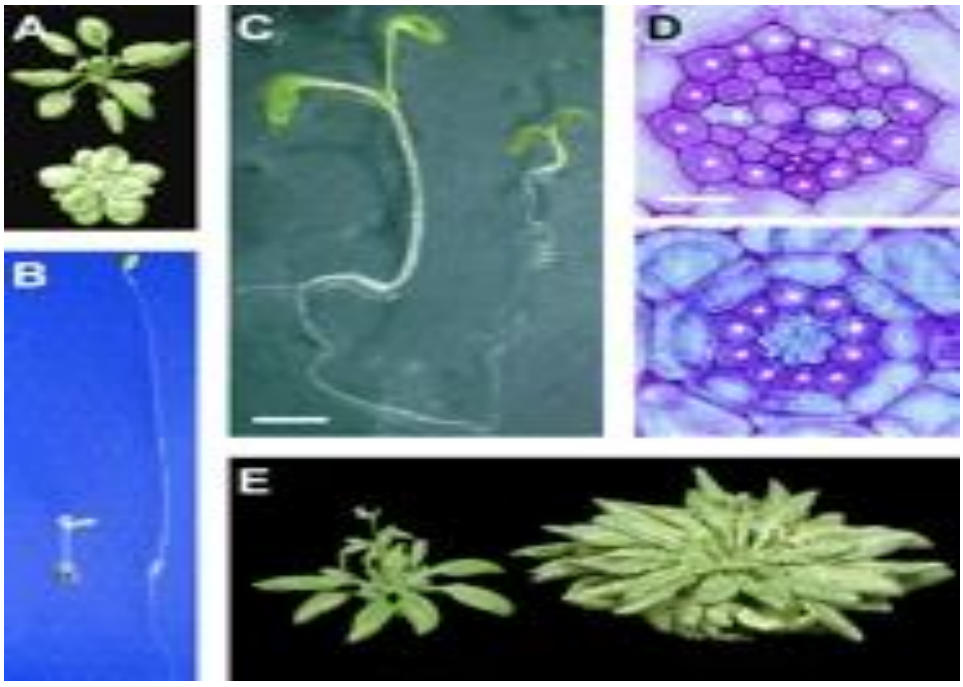


سنتز جيبرلين ها :

دانشمندان زيادي بر روي سنتز جيبرلين ها مطالعه كرده اند . از جمله اين افراد"كوري" مي باشد كه سنتز اسيد جيبرليك را در شرايط آزمايشگاهي صورت داد . جهت مطالعه مكان هاي بيوسنتز جيبرلين ها مي توان از محلول هاي آنزيمي تهيّه شده از عصاره اندام هاي مختلف گياهان استفاده كرد . با استفاده از اين روش تبديل "اسيد موالونيك" به "كورين" مورد بررسي قرار گرفت و ملاحظه شد كه اين عمل در برگ هاي در حال رشد ، ميانگره ها ، نوك ساقه ها ، دمبرگ ها و استيپول هاي گياهان نخود پاكوتاه و پابلند انجام گرفت ولي اين عمل در نوك ريشه آنان مشاهده نشد .

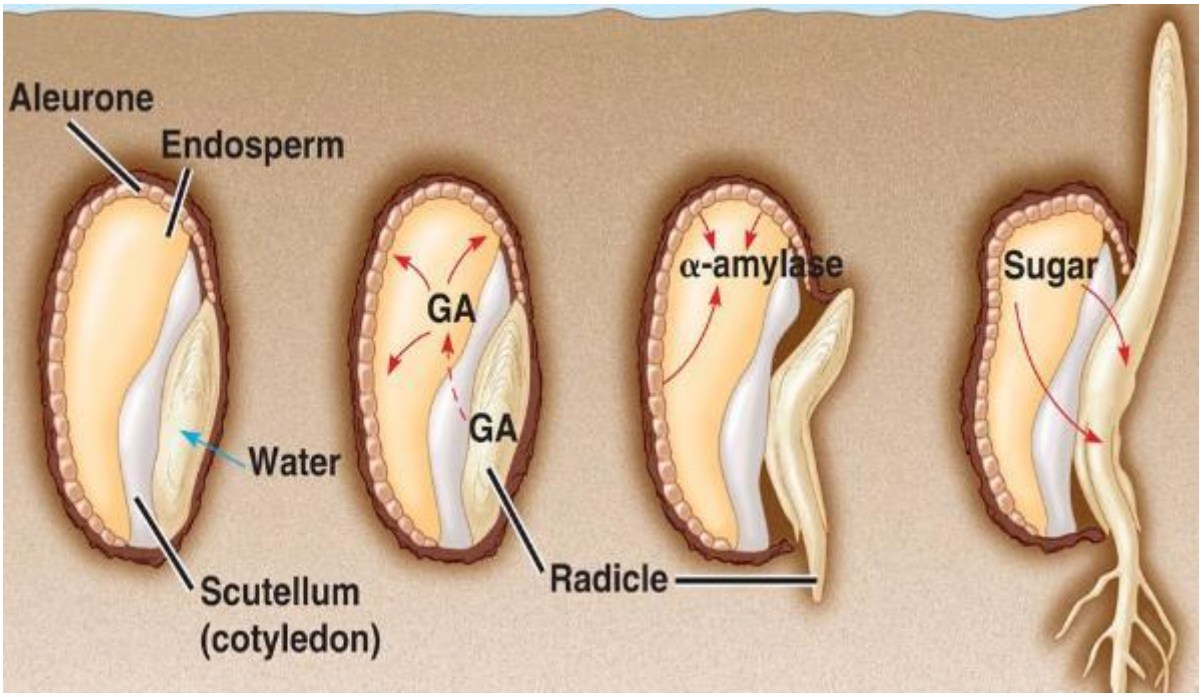
اگر چه اين نتايج بايد محتاطانه بررسي شوند ولي اين دستاوردها مي توانند جهت توضيح مكان بيوسنتز جيبرلين ها مورد استفاده قرار گيرند . گزارشات منتشره نشان دادند كه پلاستيدها مكاني جهت بيوسنتز جيبرلين ها هستند زيرا بعضي آنزيم هاي تبديل "كورين" به جيبرلين در اين ارگانل ها پيدا شده اند . گواينكه اين آزمايشات جهت توليد جيبرلين از "اسيد موالونيك" در محيط هاي حاوي عصاره كلروپلاست ها تاكنون ناموفق بوده اند .

مطالعات با راديوآكتيو نشاندار آشكار كردند كه دست كم چند آنزيم ضروري جهت بيوسنتز جيبرلين در ريشه ها وجود دارند. حضور جيبرلين ها در ريشه گوجه فرنگي اين احتمال را ايجاد كرد كه ممكن است جيبرلين ها در آنجا نيز ساخته مي شوند . مطالعاتي كه بر روي بافت هاي رويشي نخود پاكوتاه "le" و نخودپابلند "LE" انجام شد ، حاكي از آن است كه ساقه و برگچه هاي انتهايي در هر دو نوع نخود داراي بيشترين مقدار GA بودند .



مكان بيوسنتز جيبرلين :

جيبرلين ها اصولاً بطور طبيعي در ميوه ها و دانه هاي نارس ، جوانه ها ، برگ ها و ريشه ها ساخته مي شوند (فيليپس-۱۹۷۸). اگر چه جيبرلين ها از رشد ريشه جلوگيري مي كنند ، با اين حال ريشه ها يك منبع ارسال Gas به ساير اندام ها هستند . عموماً دانه ها غني ترين منبع GAs در گياهان هستند . اين موضوع با مشاهده سريع ميوه كه آنها را احاطه كرده اند ، سنديت مي يابد . بطور كلي بافت هاي رويشي حاوي مقدار جيبرلين كمتري نسبت به بافت هاي زايشي هستند .



انتقال جيبرلين ها :

انتقال جيبرلين ها نظير اكسين قطبي نيست و آنها در جهت خاصي حركت نمي كنند . وجود اسيدجيبرليك در آوندهاي چوبي نخود ، سيب زميني و آفتابگردان و در آوندهاي آبكش نخود و چند گياه ديگر اثبات شده است . جيبرلين ها در آوندهاي چوب و آبكش حركت مي كنند . مسير واقعي جيبرلين ها در ذرت از طريق كربن ۱۴ مشخص شده اند . سرعت حركت جيبرلين ها همانند جريان تعرق در آوندهاي چوبي و همانند جريان مواد فتوسنتزي در آوندهاي آبكش است . جيبرلين ها از طريق منافذ آوندي قادرند از آوندهاي چوبي به آوندهاي آبكشي و از آوند آبكشي به آوندهاي چوبي انتقال يابند .

آزمايشات نشان مي دهند كه انتقال جيبرلين ها از دو طريق زير قابل تشخيص هستند :
الف- بررسي حركت جيبرلين هاي حاوي عناصر راديوآكتيو كه در ساقه ، دمبرگ و يا قطعات كولئوپتيل استعمال مي شوند .
ب – بررسي اثرات جيبرلين هاي تيمارشده بر روي گياه

سرعت حركت جيبرلين ۱/۴-۱ ميليمتر در ساعت است . اين حركت هنگامي مشاهده مي شود كه حركت از منبع توليد آنها بطرف مراكز رشد مي باشند و در حقيقت يك حركت قطبي محسوب نمي شوند . سرعت اسيد جيبرليك نشاندار در قطعات ساقه نخود برابر ۵۰ ميليمتر در ساعت اندازه گيري شده است درحاليكه براي بعضي بافت ها اين ميزان تا ۳۶۰-۱۲۰ سانتيمتر نيز تخمين زده مي شوند (واربورگ-۱۹۵۹). اين مقادير از سرعت جيبرلين ها به خصوصيات حركت ساكارز در آوندهاي آبكش نزديك است و احتمال مي رود كه شايد جيبرلين ها از طريق آوندهاي آبكش منتقل مي شوند .

ميزان فعاليت جيبرلين هاي مختلف :

جيبرلين ها را از نظر تاثيرات زيستي بر گياهان مختلف بشرح زير طبقه بندي كرده اند :
۱) جيبرلين هايي كه در حلقه A داراي يك بند مضاعف مانند GA32 , GA30 , GA7 , GA3 هستند ، موجب اثرات خيلي زيادي مي شوند .

۲) جيبرلين هايي كه داراي گروه هيدروكسيل در كربن ۲ مانند GA8 , GA29 , GA34 , GA40 باشند ، موجب اثرات خيلي كمي مي شوند .
۳) جيبرلين هاي ۲۰ كربنه نسبت به جيبرلين هاي ۱۹ كربنه اثرات كمتري برجا مي گذارند .
۴) جيبرلين هاي حامل گروه هاي كربوكسيليك بر روي كربن هاي ۴ ، ۶ و ۱۰ كه "تري كربوكسيليك جيبرلين" ناميده مي شوند مانند : GA39 , GA28 , GA25 , GA12 , GA13 زنجيره فعاليت بي نهايت كمي نشان مي دهند . اين جيبرلين ها توليدات نهايي هستند و به جيبرلين هاي فعال ۱۹ كربنه تبديل نمي شوند .
۵) جيبرلين هاي داراي متيل استرها اكثراً در بسياري از زيست سنجي ها غير فعال بوده اند .
۶) جيبرلين هاي "گلوكوسيل" نيز فعاليت خيلي كمي نشان مي دهند .

روش هاي جداسازي جيبرلين ها در گياهان :

در آزمايش هاي مختلف از روش هاي متفاوتي جهت استخراج جيبرلين ها بشرح زير بهره مي گيرند :
۱- عصاره گيري و تفكيك با استفاده از حلال هاي آلي
۲- تعيين و توزيع (شمارش) به كمك عناصر راديوآكتيويته
۳- كروماتوگرافي جذب ذغالي
۴- كروماتوگرافي جذب اسيد ساليسيليك
۵- كروماتوگرافي تفكيكي
۶- روش هاي شيميايي و آنزيمي تجزيه و جداسازي جيبرلين هاي الحاقي

۷- كروماتوگرافي با كاغذ و لايه هاي نازك
۸- كروماتوگرافي نوع NPLC
۹- كروماتوگرافي نوع "GC-sim" ، "GC-MS" و "GC"
۱۰- روش هاي ايمني سنجي

نقش فيزيولوژيكي جيبرلين ها :

وسعت عكس العمل گياهان چوبي و علفي نسبت به جيبرلين ها توسط محققين (بالك-۱۹۶۵) گزارش شده است . عمل GAs با اكسين ها ، سيتوكينين ها و احتمالاً هورمون هاي ديگر بصورت hفزاينده است و اين حالت را "سينرجيزم" مي نامند . براي مثال غالبيت انتهايي رشد كامبيوم ، ژئوتروپيسم ، ريزش برگ ها و بكرزايي در اثر فعاليت اكسين صورت مي پذيرند امّا جيبرلين ها نيز روي اين عكس العمل ها تأثير مي گذارند و يا اينكه براي آنها ضروري هستند .

شناخته ترين عكس العمل هاي گياهان نسبت به حضور جيبرلين ها بشرح زير مي باشند :

۱) خواب بذور :

بذور برخي گونه ها عليرغم داشتن قدرت حيات حتي تحت شرايط رطوبت ، حرارت و اكسيژن كافي قادر به جوانه زني نيستند كه به اين حالت "خواب" ، "كمون" و يا "دورمانسي" مي نامند . خواب بذور ممكن است بعلت وجود پوششي سخت باشد كه مانع تبادلات گازي و دخول رطوبت مي شود و يا بعلت حضور بازدارنده هاي رشد در جنين و يا پوسته بذور باشد . در برخي موارد بذور تا وقتي كه در معرض نور ، تاريكي و يا دوره كوتاهي از درجه حرارت معيّن قرار نگيرند ، هنوز در خواب خواهند بود . پديده خواب در بعضي بذور از طريق كاربرد جيبرلين ها مي تواند بر طرف شود . كاهو گياهي است كه بذورش در شرايط تاريكي قادر به

جوانه زني نيستند (بذور فتوبلاست) ولي به محض قرار گرفتن بذورش حتي در محضر مختصري از نور شروع به جوانه زني مي كند . نور با طول موج ۶۶۰ نانومتر در جوانه زدن كاهو مؤثر است وليكن اين مقدار از نياز نوري را مي توان توسط جيبرلين ها جايگزين نمود .
فيتوكروم از جمله پيگمان هايي است كه در جذب نور در اينگونه بذور دخالت دارد . بذور فتوبلاست وقتي در معرض نور واقع مي شوند آنگاه پيگمان قرمز (Pr) به پيگمان مادون قرمز (Pfr) تبديل مي گردد . مشخص شده است كه Pfr به جوانه زني بذور كمك مي كند . هنوز دليلي وجود ندارد كه ثابت كند تشكيل Pfr بعلت وجود جيبرلين ها در بذور باشد . هرچند كه جايگزيني جيبرلين بجاي نور قرمز براي جوانه زني ضروري است ولي مكانيزم جيبرلين ها و نور قرمز در جوانه زني بذور نمي تواند يكسان باشد . در واقع اثر نور قرمز و جيبرلين تكميل كنندة همديگر هستند بطوريكه يكي باعث افزايش اثرگذاري ديگري مي شود . جيبرلين ها نمي توانند ژني را كه باعث جوانه زني مي شود ، تغيير دهند .

۲) جوانه زني بذور :
يكي از كاملترين مطالعات انجام گرفته مربوط به سيستم هاي تنظيم كننده رشد در گياهان را نقش GAs در جوانه زني بذور تشكيل مي دهد . بيش از ۴۰ ايزومر متفاوت GAs تشخيص داده شده اند . سنتز اوليه GAs در لپه ها رُخ مي دهد ولي محور جنين نيز ظرف ۳ روز پس از جوانه زني GAs توليد مي كند .

اثرات GAs بر بذور در حال جوانه زني مي تواند به دو دسته تقسيم شود :
الف) جوانه زني (فعاليت جنين)
ب) آماده سازي مواد ذخيره اي

تصوّر مي رود كه كنترل جوانه زني توسط GAs عمدتاً از طريق تغيير نفوذپذيري غشاء و تأثير بر سطح سنتز اوليه ATP انجام مي گيرد . تحريك جوانه زني بذور در حال خواب كه سطوح اوليه ATP در آنها پائين است و نيازمند به استراتيفيكاسيون مي باشد ، ممكن است بوسيله GAs كه باعث تغيير نفوذپذيري و لاجرم تغيير سطوح انرژي در جنين مي شود ، انجام پذيرد . اثر GAs در آماده سازي مواد مواد ذخيره اي دانه براي جوانه زني بصورت گسترده اي در گياه جو بررسي شده است . GAs ميزان RNA(A) را كه تصور مي شود حاوي mRNA براي فعال سازي آنزيم آلفاآميلاز توليدي توسط سلول هاي آلورون باشد ، افزايش مي دهد . آنزيم آلفاآميلاز مسئول هيدروليز نشاسته و تيديلش به مالتوز است . سنتز "ريبو نوكلئاز" و پروتئاز در آلورون نيز توسط GAs تحريك مي شوند . بعلاوه GAs باعث افزايش ميزان آزاد شدن "بتا ١ و ٣ گلوكاناز" مي شود كه ديواره هاي سلولي آلورون را حل مي كند و انتقال مواد از اندوسپرم به جنين را افزايش مي دهد .

٣) رشد ساقه :

--- برجسته ترين اثر جيبرلين در گياهان همانا تأثيرش بر طول ساقه ها مي باشد . گياهاني كه با جيبرلين تيمار مي شوند ، بلندتر مي گردند و اين اثر بر روي كوتولگي ژنتيكي ، گياهان روزت و رشد گياهان در نور قرمز مشخص شده است . گياهاني كه داراي ساقة مشخص هستند ، گره ها و ميانگره هايشان نسبت به كاربرد جيبرلين ها واكنش كمتري نشان مي دهند .

بطور كلي اثرات جيبرلين ها بر طول ساقه ها بشرح زير مي باشند :
الف) افزايش رشد ساقه ها بعلت افزايش تعداد گره ها و ميانگره ها نيست بلكه به علت طويل شدن سريع ميانگره ها است كه حتي بدون استعمال جيبرلين ها هم عملاً صورت مي گيرد . بنابراين گياهاني كه با GAs تيمار مي شوند از نظر تعداد گره و ميانگره با گياهان شاهد تفاوتي ندارند .
ب) طويل شدن ميانگره ها به دو علت تقسيمات سلولي و طويل شدن سلول ها مي باشد .
پ) ميانگره هاي جديدتر در مقايسه با ميانگره هاي مسن تر نسبت به جيبرلين ها واكنش بهتري نشان مي دهند .
ت) گياهاني كه در نور رشد مي كنند ، در مقايسه با گياهاني كه در تاريكي رشد مي كنند به جيبرلين ها واكنش بهتري نشان مي دهند .

پاكوتاهي ژنتيكي :

در ذرت چند موتاسيون پاكوتاهي شناخته شده اند كه از موتاسيون ژن كنترل كنندة رشد ساقه ها بدست آمده اند . اين گياهان بطور طبيعي پاكوتاه باقي مي مانند . زمانيكه جيبرلين بر روي اين گياهان استعمال مي شود ، ساقه آنها طويل مي شود و از نظر ارتفاع با گياهان بلندقد قابل مقايسه مي گردند . ميزان طويل شدن ساقه بر غلظت جيبرليني كه استعمال مي شود ، بستگي دارد .
در مقايسه نخودفرنگي پاكوتاه با پابلند و يا ذرت پاكوتاه با پابلند معلوم مي شود كه مصرف جيبرلين بر روي بوته پاكوتاه به پابلندي گياه مي انجامد ولي روي بوته هاي پابلند چندان اثري ندارد چون در بسياري موارد تفاوت ميان پاكوتاهي و پابلندي به يك ژن بستگي دارد . نظريه درخور توجهي ارائه شده است مبني بر اينكه پاكوتاهي عملاً به سبب عدم توانايي گياه در توليد جيبرلين كافي براي رفع نيازهاي عمده اش است . بدين ترتيب كاربرد جيبرلين بر روي ارقام معيني كه از نظر ژنتيكي پاكوتاه هستند ، سبب پابلندي آنان مي شود . اين قبيل بوته هاي پاكوتاه كه ظاهري پابلند مي يابند ، يقيناً ژنوتيپ پاكوتاهي دارند و بعد از تلاقي نتايج پاكوتاهي را منتقل خواهند نمود . در مقايسه جيبرلين هاي بوته هاي پاكوتاه و پابلند غالباً مقداري تفاوت هاي كيفي ديده مي شوند .

گياهان روزت :

بعضي گياهان مثل "بذرالبنج" (Hyoscyamus) و "Samolus" ساقه هاي كوتاهي دارند و برگ ها بصورت درهم ديده مي شوند ، بنحوي كه ساقه قادر به طويل شدن نيست و گياه بصورت روزت باقي مي ماند. وقتي كه چنين گيهاني تحت شرايط روزهاي كوتاه قرار مي گيرند ، ساقه هايشان در حالت روزت ظاهر مي شوند و گياه در فاز رويشي بسر مي برد وليكن چنانچه اين گياهان در معرض روزهاي بلند قرار گيرند آنگاه ساقه هايشان سريعاً طويل مي شوند و بحالت "بولتينگ" در مي آيند كه با فرآيند گلدهي توأم است . بعضي از گياهان نيز مثل تربچه ، هويج و چغندر در درجه حرارت هاي بالا بصورت روزت هستند و فرآيند "بولتينگ" و متعاقبش گلدهي فقط زماني رُخ مي دهد كه گياه در معرض درجه حرارت پائين قرار گيرد و بنوعي "ورناليزه" شود .

سه دليل بوضوح ضرورت وجود جيبرلين براي "بولتينگ" را نشان مي دهند :

۱) وقتي گياه در حالت روزت است ، سطح جيبرلين در آن پائين مي آيد . زمانيكه گياه در معرض درجه حرارت و طول روز مناسب قرار مي گيرد آنگاه مقدار جيبرلين داخلي اش زياد مي شود و بزودي با فرآيند "بولتينگ" به گلدهي مي رسد .

۲) در صورتيكه گياهان روزت در شرايط مناسب از نظر درجه حرارت و فتوپريود قرار گيرند ولي با هورمون هاي كاهنده رشد از قبيل "Amo 1618" و يا "CCC" تيمار شوند ، در اين صورت قادر به "بولتينگ" نيستند و اين موضوع نشان مي دهد كه سنتز GAs داخلي توسط بازدارنده هاي رشد كاهش مي يابد و از اين طريق از طويل شدن ساقه جلوگيري مي شود .

۳) در گياهان روزت ضمن شرايط مناسب وقتي كه كاهش GAs از طريق كاربرد جيبرلين خارجي جبران شود ، ساقه ها طويل مي شوند .

گياهاني مثل آفتابگردان كه ساقه اصلي دارند ، هيچگاه دچار كاهش جيبرلين داخلي نمي شوند فلذا در هيچ شرايطي حالت روزت نخواهند داشت . در اين گياهان ميزان رشد ميانگره هايشان از بالا به پائين كم مي شود زيرا مقدار جيبرلين در ميانگره هاي مختلف از بالا به پائين كمتر است و از اينرو است كه جيبرلين چگونگي رشد گياهان ساقه دار حقيقي را كنترل مي كند .

شيوه عمل جيبرلين :

كاربرد جيبرلين بر رشد گياهان "برگ طوقه اي" يا "روزت" (rosette) باعث افزايش تقسيم سلولي و طويل شدن آنها مي شود و اين امر به سهولت در مقطع طولي محور گياه واريته " Samolus parviflorus" ديده مي شود كه در آن تقسيم سلولي بعد از مصرف GAs افزايش مي يابد .

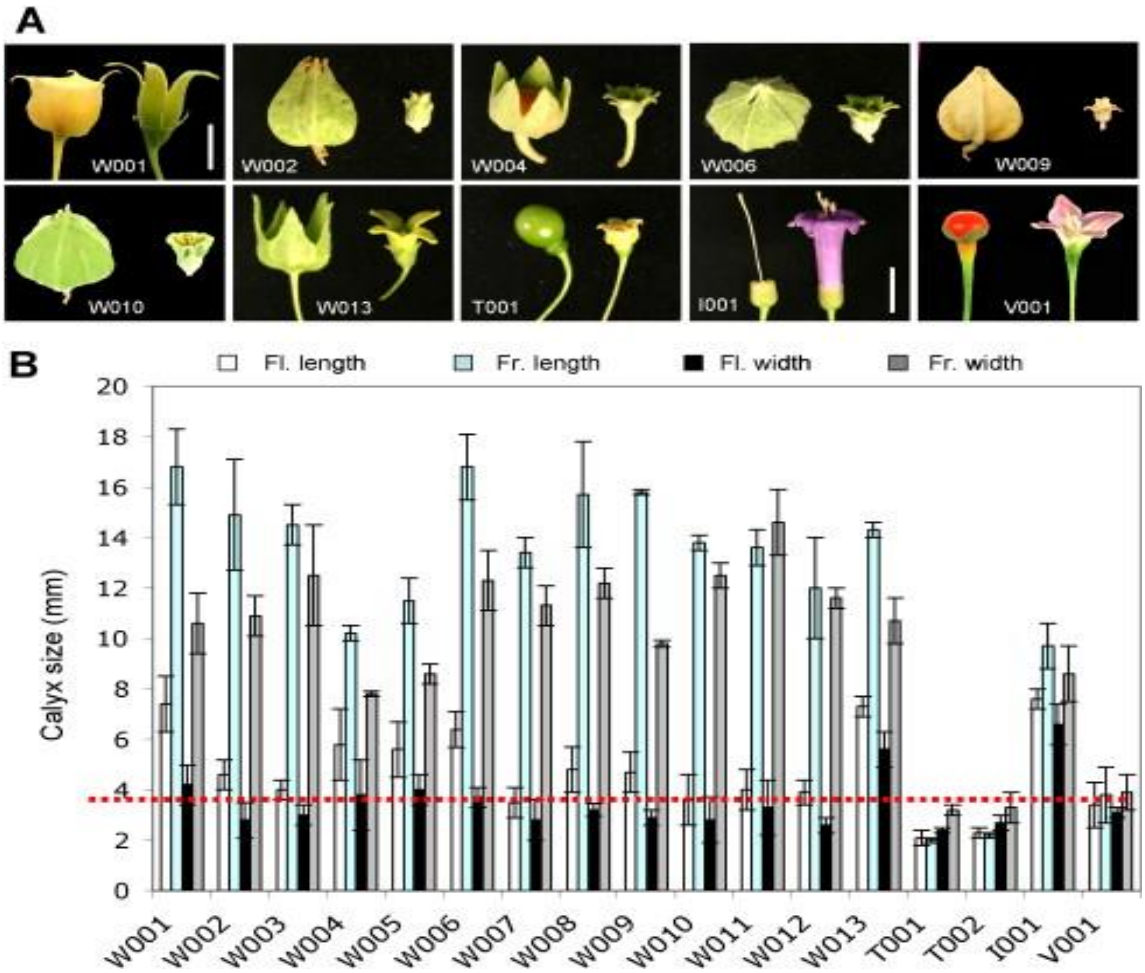
مريستم انتهايي در ساقه بعضي گياهان همانند هويج و تربچه از سه قسمت تشكيل مي شوند كه عبارتند از : مريستم انتهايي ، مريستم قريب الانتهايي و ناحيه طويل شدن .

مريستم انتهايي باعث تشكيل برگ ها ، جوانه ها و گل ها مي شود و مريستم قريب الانتهايي طويل شدن ساقه را بعهده دارد .

در ساقه هاي روزت زمانيكه مريستم انتهايي فعال است و تشكيل برگ ها و جوانه هاي جديد را مي دهد ، مريستم قريب الانتهايي فعاليت كمتري بروز مي دهد و تقسيمات سلولي آن كمتر است . وقتي گياهان روزت با

جيبرلين تيمار مي شوند و يا در شرايطي قرار مي گيرند كه جهت ساختن GAs داخلي مناسب باشد آنگاه مقدار جيبرلين داخلي گياه سريعاً افزايش مي يابد . در اين مدت شاخص تقسيمات ميوزي در مريستم قريب الانتهايي افزايش مي يابد و بيشتر سلول ها در اين ناحيه شروع به تقسيم شدن مي كنند . جيبرلين ها هيچ اثري روي تقسيم سلولي در مريستم انتهايي ندارند .

بطوركلي اثر جيبرلين بر روي رشد طولي بعنوان اثر اوليه و اصلي اين هورمون محسوب مي گردد و افزايش تعداد سلول ها را اثر ثانويه اي جيبرلين مي دانند كه گياه در نتيجة دو تأثير مذكور جيبرلين به رشد طولي دست مي يابد . احتمالاً اثر جيبرلين در تقسيمات سلولي ناشي از اثر آن بر سنتز ريبوزوم ، ليزوزوم و شبكه اندوپلاسمي است و اثر جيبرلين بر طويل شدن به واسطه اثر آن بر ديواره سلولي مي باشد .



رشد ريشه ها :

هرچند كه به وضوح مشخص شده است كه جيبرلين در انتهاي ريشه ها ساخته مي شود ولي ميزان نقش جيبرلين در رشد ريشه ها مشخص نيست . كاربرد جيبرلين خارجي در رشد ريشه ها ميثر نمي باشد و اين احتمالاً بعلت فقدان مريستم قريب الانتهايي در ريشه ها است . زمانيكه عمل جيبرلين باعث طويل شدن ساقه گياهان روزت مي شود ، تصوّر مي شود كه چنين واكنشي بيشتر مربوط به ناحيه مريستم قريب الانتهايي

باشد. از طرف ديگر رشد ريشه با استعمال GAs متوقف مي گردد و فاز تقسيم سلولي و طويل شدن سلول ها تحت تأثير قرار مي گيرند . ريشه هاي جداشده و جدانشدة تحت تيمار جيبرلين ها رفتار مشابهي بروز مي دهند . جلوگيري از رشد ريشه ها بستگي به رشد گياه در شرايط نور يا تاريكي دارد . ريشه چة بذور با استعمال جيبرلين در مرحله جوانه زني طي واكنش طويل شدن به رفتارهاي متفاوتي پرداختنند كه اين موضوع احتمالاً به قابل استفاده شدن مواد غذايي ذخيره اي ارتباط دارد . نقش جيبرلين ها در افزايش آنزيم هاي هيدروليز كننده بذور است كه مواد غذايي ذخيره شده در آندوسپرم و لپه ها را براي رشد ريشه چه آزاد مي سازند .

تأثير بر رشد رويشي :

دوره جواني بعضي از گياهان كوتاه است . بسياري از گياهان جوان از جمله "سلمه تره" (Chenopodium) قادرند حتي اندكي پس از جوانه زدن سريعاً گل بدهند . دوره جواني اين گياهان ۴-۳ روز است امّا بيشتر گياهان چوبي و چندساله ها داراي دوره جواني چند ماهه تا چند ساله هستند . جيبرلين در كاهش دوره جواني گياهان مؤثر است . برخي از گياهان كه در شرايط طبيعي به دو سال زمان جهت گلدهي نيازمندند وليكن درصورت استفاده از جيبرلين ها طي سه ماه به گلدهي مي رسند .

با افزايش سن گياهان از مقدار جيبرلين مورد نياز براي جلو انداختن جواني كاسته مي گردد كه دو دليل براي آن عنوان مي كنند :

الف) معمولاً خود گياه جيبرلين مي سازد و وقتي مقدار جيبرلين به حد آستانه رسيد آنگاه مرحله جواني گياه تمام مي شود و آن شروع به گلدهي مي كند .

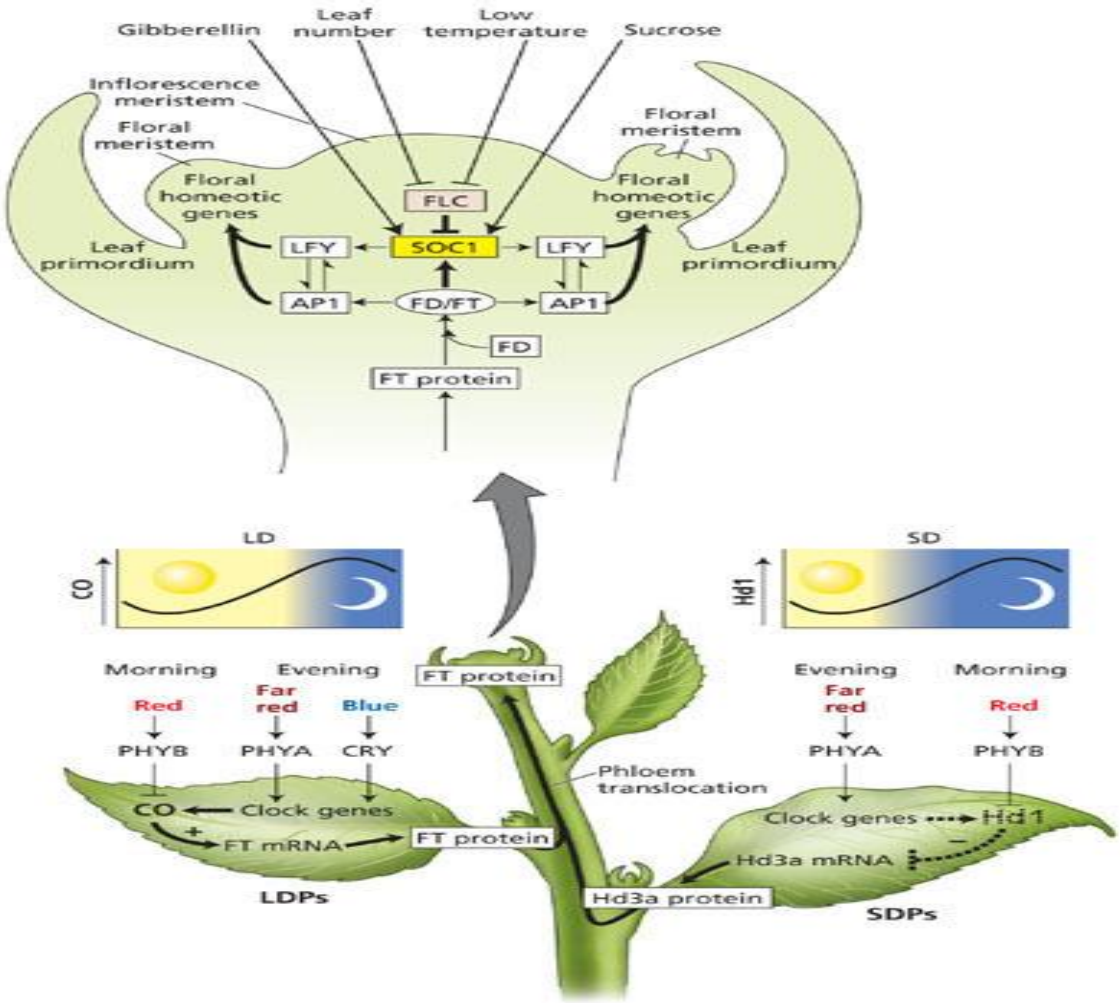
ب) با گذشت سن گياه توانايي اش براي ساختن جيبرلين افزايش مي يابد تا وقتي كه به ظرفيت مناسب برسد و در اين صورت دوره جواني به اتمام مي رسد .

اثر جيبرلين روي تمام شدن مرحله جواني در همه گياهان يكسان نيست چنانكه بيشتر گياهان چوبي چندساله واكنشي به كاربرد جيبرلين نشان نمي دهند . اختلاف بين مرحله جواني و پيري در بعضي گياهان از جمله واريته "Hedera helix"مشخص نيست زيرا مرحله جواني در اين گياهان داراي ساقه پيچيده و برگ هاي پنجه اي و در مرحله پيري داراي ساقه راست و برگ هاي كامل است وليكن كاربرد جيبرلين ها باعث مي شود كه اين حالت كاملاً برعكس گردد .

گلدهي :

گلدهي به هورمون خاصي نسبت داده نشده است امّا در يك رقم نخود كه به فتوپريود تحت شرايط روز بلندي حساس است ، مشخص گرديد كه جيبرلين ها در رشد نامحدود گياه (عدم گلدهي) مؤثرند . يك متابوليت و GAs كه قابل انتشار از پيوند هستند ، باعث تإخير گلدهي گرديدند . روزهاي بلند كه گلدهي را در همه واريته هاي نخود مذكور كاهش مي داد ، موجب كاهش مقدار متابوليت و GAs بميزان ۱۰ برابر گرديد و اين پديده دليلي بر اثر مستقيم هورمون هاي رشد در عمل گلدهي مي باشد . اينگونه يافته ها در توجيه علل رشد محدود و نامحدودي گياهان مهم هستند . گياهان با گلدهي نامحدود مثل ارقامي از سويا كه در عرض هاي شمالي جهان كشت مي شوند ، در عكس العمل به دوره هاي روشنايي به توليد گل و ميوه از جوانه هاي جانبي مي

پردازند درحاليكه يك جوانه انتهايي رويشي روي آنها باقي مي ماند . تقريباً همه گل ها در انواع گياهان با گلدهي محدود به يكباره باز مي شوند و مكانيزم اين نوع كنترل ممكن است به دليل ميزان GAs در جوانه ها باشد كه مي توانند از گلدهي جوانه انتهايي در انواع نامحدود با وجود آمادگي گياه در شرايط روز بلندي جلوگيري كنند .



رشد برگ ها و ميوه ها :

اگر جيبرلين ها به مقدار زياد بكار روند و يا بهمراه سيتوكنين مصرف شوند ، مي توانند موجب رشد فوق العاده زياد برگ ها شوند كه در اين صورت غالباً سطح برگ ها به دو برابر حد طبيعي از جمله در شبدر و ترب مي رسند . همچنين جيبرلين ها بر روي برگ هاي يولاف و كلئوپتيل برنج نيز تأثير مي گذارند ولي در اين مورد فقط تشديد كننده اثر اكسين هستند . با اين وجود بنظر نمي رسد كه چنين اثراتي مربوط به اعمال فيزيولوژيك طبيعي باشند . جيبرلين ها بر روي فرابر ميوه ها اثري مشابه اكسين دارند لذا با كاربرد جيبرلين ها همانند بكاربردن اكسين مي توان از طريق ايجاد تخمدان هاي لقاح نيافته به توليد ميوه هاي بدون دانه

پرداخت . ميوه هاي بدست آمده از جمله گلابي ، هلو ، گوجه فرنگي و خيار اگرچه دانه يا هسته ندارند ولي كاملاً شبيه ميوه هاي طبيعي هستند .

آنتي جيبرلين ها :

فعاليت GAs مي توانند از طريق شيميايي بازداشته شوند . ظاهراً اگر محل هاي دريافت كننده جيبرلين ها در گياهان بوسيله مولكول هايي كه از نظر ساختماني شبيه آنها هستند ، اشغال گردند بدينگونه مي توان از فعاليت جيبرلين ها جلوگيري كرد .

برخي از مواد آنتي جيبرلين عبارتند از :

الف) اسيد آبسيزيك (ABA) :

اسيد آبسيزيك يك بازدارنده عمل GAs است كه از طويل شدن ميانگره ها توسط GA3 جلوگيري مي كند (توماس-۱۹۶۵) . اين ماده از نظر شيميايي شبيه جيبرلين است .

ب) اتيلن :

اتيلن نيز اگرچه از نظر شيميايي شبيه GAs نيست ولي ممكن است از فعاليت آن جلوگيري نمايد (اسكات-۱۹۶۷).

پ) مواد كاهنده رشد :

تعدادي از مواد شيمياي مصنوعي موسوم به "مواد كاهنده رشد" (growth retardants) نيز فعاليت جيبرلين ها را بطور مؤثري متوقف مي سازند (لانگ-۱۹۷۰). كاهش دهنده هاي مصنوعي رشد در گياهان از قبيل "AMO 1618" و "CCC" ، "SADH" يا "دامينوزيد" ، "فسفون D" و "فورفاكتين" بعنوان ضد جيبرلين ها عمل مي كنند . "مواد كاهنده رشد" از نوع "CCC" يا "سايكوسيل" ، "آمو۱۶۱۸" و "فسفون D" در يكي از مراحل بيوسنتز جيبرلين كه طي آن "ژرانيل ژرانيوم پيروفسفات" به "كورين" تبديل مي شود و ماده "كوپيليل پيروفسفات" نيز بعنوان ماده واسطه شركت دارد ، دخالت مي كنند . اين مواد در اين مراحل از فعاليت آنزيم "كورين سنتتاز" جلوگيري مي كنند و در نتيجه از غلظت جيبرلين در گياه كاسته مي گردد .

ت) مواد مشابه جيبرلين :

گاهاً ممكن است ساختمان جيبرلين با تركيب ديگري مشابه باشد كه در اين حالت نيز جايگزيني آنها به ايجاد اثرات ممانعت كنندگي در گياه مي انجامد . در بعضي آزمايشات افزودن "CCC" و يا "آمو۱۶۱۸" به محيط كشت قارچ "فوزاريوم مونيليفرم " از توليد GAs جلوگيري مي كند ولي بر روي رشد اين قارچ تأثيري نمي گذارد . كاهش در ميزان رشد ساقه توسط ممانعت كننده هاي رشد هميشه بخاطر كاهش ميزان غلظت جيبرلين در گياه نمي باشد بطور مثال آزمايشات بر روي گوجه فرنگي نشاندادند كه استعمال CCC باعث كاهش رشد ساقه ها مي شود ولي ميزان جيبرلين آن را كاهش نمي دهد . بيشترين اثر بازدارندگي در ساقه مربوط به "آمو ۱۶۱۸" بود و CCC كمترين اثر را در رشد ساقه داشت . از طرفي "فسفون D" بيشترين اثر را بر رشد جوانه هاي گل بروز داد .

ث) FDUR (5-Fluorodeoxy-oridine) :

"FDUR" ماده اي ضد متابوليسم DNA در گياهان است كه به كمك آن مي توان نقش جيبرلين ها را در افزايش مقدار DNA و RNA بررسي نمود . مشخص شده است كه "FDUR" از طويل شدن سلول ها و سنتز DNA و RNA ممانعت بعمل مي آورد . ممانعت از رشد توسط FDUR مي تواند توسط استعمال اسيد نوكلئيك "تيميدين" كه در ساختمان DNA است ، تغيير يابد درحاليكه استعمال "يوريدين" كه در ساختمان RNA نقش دارد چنين تغييري را ايجاد نمي كند . با توجه به مطالب فوق مشخص شد كه جيبرلين سبب افزايش طويل شدن سلول ها از طريق وادار كردن متابوليسم DNA مي شود . محققان (ديگاني-١٩٧٠) نشاندادند كه افزايش DNA توسط استعمال جيبرلين عمدتاً در كلروپلاست ها و ميتوكندري ها اتفاق مي افتد .

ج) تريازول ها :

تريازول ها يك گروه از قارچكش ها و تنظيم كننده هاي رشد گياهي هستند . آنها بعنوان ممانعت كننده بيوسنتز استرول عمل مي كنند بطوريكه در غلظت هاي بالا از تأثيرات جيبرلين ها ممانعت مي كنند . گروه تريازول ها در بيوسنتز جيبرلين ها در حدواسط تبديل "كورين" به "اسيد كورينوئيك" ايجاد ممانعت مي كنند .

چ) انسيميدول :

ماده "انسيميدول" (Ancymidol) از تبديل "كورين" به "كورنول" ممانعت مي كند و در نهايت ساخت جيبرلين را متوقف مي سازد لذا جزو ممانعت كننده هاي بيوسنتز جيبرلين محسوب مي گردد .

ح) ساير مواد :

علاوه بر مواد فوق الذكر دو ماده طبيعي از نوع "دتر پنوئيد" شامل "ايبالو اسيد جيبرليك" و "آتر اكستن ليگنين" نيز از فعاليت اسيد جيبرليك ممانعت مي كنند .

بطوركلي هنگاميكه ممانعت كننده هاي بيوسنتز جيبرلين بر روي گياهان تيمار شوند آنگاه در بيوسنتز جيبرلين ايجاد اختلال مي كنند ، تقسيمات سلولي را در ناحيه نوك ساقه ها كند مي سازند و رشد جانبي نبات را توسعه مي بخشند وليكن اگر اينگونه مواد را همراه با جيبرلين تيمار نمايند ، اثراتشان خنثي مي شود . مثلاً زمانيكه نوك ساقه هاي گل داودي را با "آمو١٦١٨" ، "CCC" و "فسفون D" تيمار دادند آنگاه از تقسيمات سلولي در نوك ساقه ها كاسته شد و باعث ايجاد شاخه هاي جانبي گرديدند .

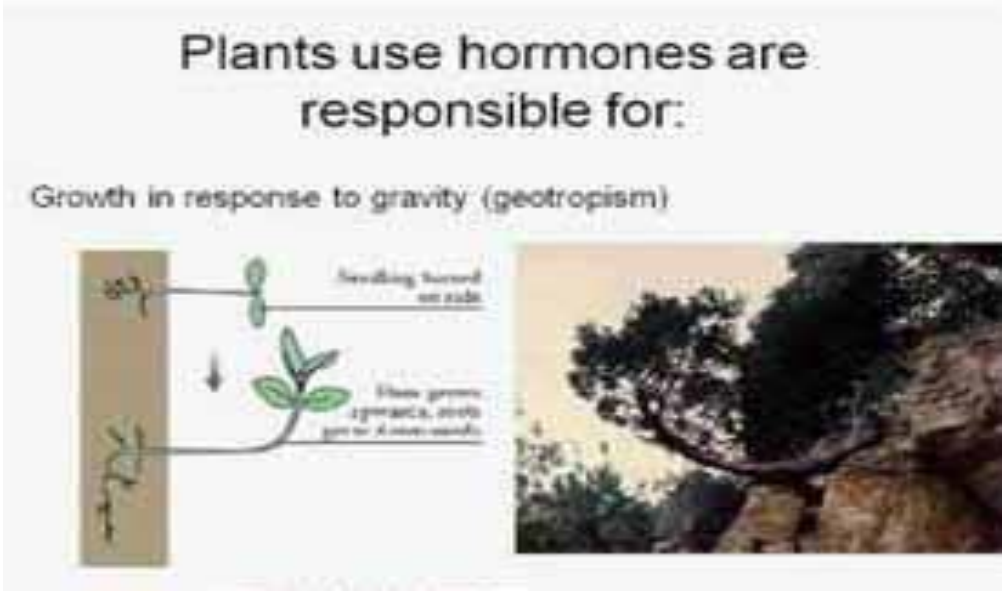
روابط جيبرلين ها با اكسين :

روابط بين جيبرلين ها و اكسين بر حسب موارد كاربرد گوناگون هستند . در بيشتر موارد جيبرلين ها براي رشد و نمو هماهنگ گياهان داراي اعمالي مكمل اثرات اكسين هستند چنانكه :

الف) اكسين افزايش طول زير رأسي (منطقه افزايش طول) را تحريك مي كند درصورتيكه جيبرلين تحريك كننده منطقه ياخته هاي حاصل از مريستم ميانگرهي است .

ب) اكسين لايه هاي زاينده استوانه مركزي (كامبيوم) را تحريك مي كند درحاليكه جيبرلين تحريك كننده مريستم هاي ميانگرهي است .

پ) اكسين بازدارنده جوانه جانبي است درصورتيكه جيبرلين موجب فعال شدن آنها مي شود و بعضي خفتگي هاي جنيني را بر طرف مي كند .
ت) اكسين ريشه زايي را تحريك مي كند درحاليكه جيبرلين بر ريشه زايي بي تأثير است و يا حتي گاهاً داراي اثرات منفي نيز مي باشد .
ث) اكسين به هنگام نمو طرح هاي اوليه گل (پريموردیا) در بعضي گل ها از جمله گل هاي خيار باعث تسهيل نمو قسمت هاي جنسي ماده مي شود درصورتيكه جيبرلين نمو قسمت هاي جنسي نر را آسان مي سازد .
بنابراين مي توان چنين نتيجه گرفت كه اين دو ماده بطور مستقل از يكديگر عمل مي كنند و از طرفي ساختارشان هيچگونه مشابهتي با همديگر ندارند .



با اين همه پديده هايي وجود دارند از جمله رشد تخمدان ها و توليد ميوه هاي بدون دانه كه به صورت همسان بوسيله اكسين و جيبرلين ها تحريك مي شوند البته در اينجا مقصود انواع نسبتاً خاصي از رشد است كه شايد مكانيزم هاي ويژه اي را ظاهر مي سازند . متقابلاً مواردي كه در آنها فرآيند رشد هم به اكسين و هم به جيبرلين نياز دارد ، بسيار نامشخص است . موجب شگفتي است كه ميانگره ها در كشت بافت فقط در صورتي با جيبرلين تحريك مي شوند كه به آنها اكسين داده شود و حال آنكه معمولاً در شرايط طبيعي اكسين را از رأس دريافت مي كنند . در اين موارد آنتي اكسين ها اثر جيبرلين را از بين مي برند .
اين نكات با توجه به اين حقيقت است كه جيبرلين ها معمولاً موجب افزايش مقدار اكسين در بافت هايي مي شوند كه باعث تحريك آنها مي گردند . بويژه در دوره اي كه اكسين بعنوان هورمون اصلي رشد تلقي مي شد ، پژوهندگان را بر آن داشت تا جيبرلين را فقط عاملي بدانند كه مثلاً با آزاد كردن فرم هاي بهم پيوسته و يا با تسهيل رسيدن آن به محل هاي پذيرنده و همچنين از طريق بازدارندگي "اكسين اكسيداز" سبب افزايش امكان عمل اكسين مي شود ولي اين نقطه نظر امروزه ديگر به هيچ وجه پذيرفتني نيست . اثرات مستقيم جيبرلين ها روي سنتز پروتنازها و تضادي كه در مقابل اسيد آبسيزيك نشان مي دهند ، به اين فكر انجاميده است كه

"ترپن ها" داراي عمل اختصاصي و متقابل در بعضي از نسخه برداري هاي ژنتيكي هستند . اين امر با ديگر انواع دخالت جيبرلين ها و ساير انواع اثرات متقابل آنها با اكسين ها ، سيتوكينين ها و هورمون هاي تشكيل گل در مجموعه پيچيده فرآيندهايي كه باعث رشد و نمو گياهان مي شود ، مغايرتي ندارد . آزمايشات نشان مي دهند كه كاربرد همزمان GAs و IAA در گياهان به بروز اثرات افزايشي مي انجامد.

كاربردهاي جيبرلين در كشاورزي :

الف) درشت كردن حبه هاي انگور :

بعضي از مواد شيميايي شبيه تنظيم كننده هاي رشد كه باعث ميوه نشيني گياهان (fruit set) مي شوند ، قادر به تحريك رشد ميوه ها نيز هستند . اسيد جيبرليك در افزايش اندازه واريته هاي انگور بي دانه مانند انگور بي دانه تامسون بسيار مؤثر است كه در حال حاضر بصورت تجارتي در كاليفرنيا مورد استفاده قرار مي گيرد . البته ميوه هاي داراي بذر عموماً نسبت به مصرف اين مواد حساس نيستند .

ب) تأثير بر شكل و اندازه ميوه :

شكل ميوه مي تواند با مصرف تنظيم كننده هاي رشد تغيير يابد . كاربرد جيبرلين ها در يك سمت ميوه جوان سيب منجر به رشد زيادتر سيب در قسمتي مي شود كه با ماده شيميايي تماس داشته است . واريته هاي سيب "دليشيز" (delicious) كه در ايالت واشنگتن كشت مي شوند ، در عكس العمل به شب هاي سردي كه در مراحل اوليه نمو ميوه ها رُخ مي دهند ، به توليد ميوه هاي مخروطي شكل اقدام مي كنند درحاليكه ميوه هاي واريته هاي مشابه در كارولينا‌ي شمالي و جنوبي كه داراي شب هاي گرم هستند ، در برش طولي تقريباً گرد مي باشند . با اينحال پاشيدن مخلوطي از جيبرلين هاي GA4 و GA7 كه هر دو بطور طبيعي در بذور سيب وجود دارند و همچنين "بنزيل آدنين" كه يك سيتوكينين سنتتيك است ، بر روي غنچه هاي سيب باعث مي شوند كه سيب هاي مدوّر مذكور شبيه سيب هاي مخروطي شوند كه در واشنگتن پرورش داده مي شوند . اين مواد شيميايي علاوه بر تغيير شكل ميوه عاملي در افزايش ميوه ها نيز هستند .

پ) توليد گياهان نر عقيم :

كشف اين پديده كه GAs مي توانند گياهان نرعقيم را بوجود بياورند ، موجب پيدايش علاقه در استفاده از GAs در صنعت توليد بذور هيبريد گرديده است . GA3 در طي آزمايشات درجه بالايي از نرعقيمي را در ذرت بوجود مي آورد وليكن نتايج حاصله ثابت و پايدار نبوند و بستگي زيادي به ميزان كاربرد و زمان مصرف GA3 داشتند (نلسون – ۱۹۵۸) . استفاده از جيبرلين ها در توليد نرعقيمي به دليل عكس العمل هاي ناپايداري كه تاكنون بدست آمده ، رايج نگرديده است .

ت) استفاده در صنعت مالت سازي :

جيبرلين ها فعاليت "آلفا آميلاز" و در نتيجه هيدروليز نشاسته را در بذور بدون جنين جو در صنعت مالت سازي بنحو مؤثري بالا مي برند .

ث) پارتنوكارپي در درختان هسته دار :
جيبرلين ها قادر به تحريك پارتنوكارپي در بسياري از درختان ميوه هسته دار مانند زردآلو ، هلو و بادام مي باشند (گران – ۱۹۶۱) . اندازه ميوه هاي پارتنوكارپ كاملاً رسيده تقريباً مشابه ميوه هاي حاصله بطريق گرده افشاني آزاد است . تيمار اسيد جيبرليك (GA3) همراه با GA4 و GA7 بر روي آلو باعث ايجاد پارتنوكارپي شد (جكسون-۱۹۶۸). همچنين ميوه هاي پارتنوكارپ آلو در طي فصل رشد سريعاً بزرگ شدند ولي در انتهاي فصل فقط ۶۰ درصد قطر نمونه هاي شاهد را كسب كردند .

ج) افزايش گل هاي نر در خيار :
هيبريدهاي جديد خيار جهت برداشت مكانيكي از لاين هاي خيار حاوي گل هاي ماده حاصل شدند . توليد و نگهداري گياهان داراي گل هاي ماده در خيار مهم است چون در اين گياهان گل هاي نر و گرده هاي قابل دوام كم هستند . جيبرلين قادر است توليد گل هاي نر در گياهان خيار حاوي گل هاي ماده را افزايش دهد . جهت اينكار عموماً يك رديف از سه رديف گياهان خيار داراي گل ماده را سه بار در هفته از ابتداي زمانيكه اولين برگ هاي حقيقي باز مي شوند با جيبرلين به غلظت ۱۰۰۰ پي پي ام تيمار مي كنند . گل هاي نر ايجاد شده در اين گياهان منبع گرده براي گل هاي مادة تيمار شده هستند و بدينگونه بذرهاي F1 هيبريد بدست مي آيند . بذرهاي هيبريد حاصله داراي اندازه يكسان و عملكرد زياد هستند . البته عملكرد محصول در بعضي از نمونه هاي بذور كم است كه شايد مربوط به اثر ممانعت كنندگي جيبرلين در رشد گرده ها باشد .

چ) تأثير جيبرلين بر گياهان مرتعي :
اثر جيبرلين در يك پژوهش (وتيوار-۱۹۵۷) بر تركيبات غذايي گياه "كنتاكي بلوگراس" (Poa pratensis) در ايالت ميشيگان بررسي گرديد . در اين آزمايش جيبرلين را به ميزان ۲ اونس در ايكر طي اوايل تابستان بكار گرفتند . گراس ها دوازده روز بعد از تيمار برداشت شدند و بررسي بر روي ماده خشك ، ده عنصر غذايي و عملكرد قند آنها انجام گرفت . اگرچه سرعت رشد طي آزمايش بخوبي افزايش يافته بود ولي درصد ماده خشك و تركيب عناصر غذايي تغيير حاصل نكرده بود و ميزان كل عملكرد قند نيز كاهش يافت. در آزمايش ديگري در استراليا (آرنولد-۱۹۶۷) اثر تيمار جيبرلين طي زمستان بر علف هاي مرتعي شامل مخلوطي از : علف قناري ، گراس هاي يكساله و شبدر زيرزميني بررسي شدند . واكنش به دريافت جيبرلين در مراتعي كه رشد ضعيفي داشتند خيلي زياد بود . در مواقعي كه سرعت رشد بطور معمولي ۲ پوند ماده خشك در ايكر در روز بود و با تيمار جيبرلين بميزان ۴ گرم در ايكر مواجه شد آنگاه سرعت رشد حدود ۶ برابر افزايش يافت . رشد تجمعي در مراتع تيمارشده پس از ۱۹۰ روز بعد از تيمار مذكور تقريباً دو برابر تيمارهاي شاهد بود . برگ گياهان تيمارشده اغلب در معرض سرمازدگي سريعاً لهيده مي شدند . ماده خشك برگ هاي آنها تقريباً معادل برگ هاي گياهان تيمار نشده بود . فائده عمده اين قبيل تيمار جيبرلين هنگامي است كه آنرا بر روي گياهاني با رشد كم بكار گيرند .

ح) افزايش ميزان قند در نيشكر :
چندين تكنيك كشاورزي جهت بالابردن عملكرد شكر در زراعت نيشكر بكار مي روند كه بطور مثال مي توان از عدم برداشت ميانگره هاي نزديك به نوك گياه ، كاستن از نيتروژن ساقه ها در موقع برداشت و كاهش آبياري در اواخر فصل رشد گياه نام برد . البته سه روش مذكور اغلب در شرايط خاص قابل اجرا هستند . تاكنون

صدها ماده شيميايي نيز جهت افزايش محصول نيشكر در منطقه هاوايي مورد استفاده قرار گرفته اند . يكي از مهمترين مواد شيميايي بكار رفته در اين موارد را اسيدجيبرليك تشكيل مي دهد . اين مواد بر طول ساقه ها مي افزايند . اگر گياهان نيشكر تيمارشده از زمان كافي برخوردار باشند آنگاه از غلظت قند ساقه ها و نهايتاً عملكرد قند بيشتري در واحد سطح برخوردار خواهند بود . گره هاي ساقه نيشكر نسبت به ميانگره هايش داراي قند كمتري هستند بنابراين ساقه هاي تيمارشده با اسيدجيبرليك نسبت به ساقه هاي هم اندازه اي كه تيمار نشده اند از ميزان قند بيشتري برحوردار خواهند بود زيرا ساقه هاي تيمار نشده داراي گره هاي بيشتري هستند .

تيمار جيبرلين در استراليا با غلظت ۱۰۰ تا ۲۰۰ پي پي ام بر روي بوته هاي نيشكر جوان و مسن در گلخانه باعث افزايش غلظت قند گرديد (Bull-1964) ولي هنگامي كه تيمار جيبرلين چندين دفعه تكرار شد آنگاه عملكرد قند نيز ۲۵ درصد افزايش يافت . اولين مرحله تيمار جيبرلين زماني تعيين گرديد كه طول گياه نيشكر ۶/۵ فوت باشد و دومين مرحله ۴-۳ هفته بعد از آن مي باشد . در آزمايش فوق بهترين نتيجه هنگامي بدست آمد كه برداشت محصول حدوداً سه ماه بعد از دومين مرحله تيمار جيبرلين صورت گرفت زيرا گياه اجازه يافت كه بطور كامل رشد يابد .

خ) افزايش طول دمبرگ كرفس :

استعمال جيبرلين در بعضي اوقات باعث طويل شدن دمبرگ هاي كرفس مي گردد و عملكرد آن را افزايش مي دهد . هنگامي كه ۱۰۰-۲۵ پي پي ام از جيبرلين را بر بعضي واريته هاي كرفس تيمار نمودند ، دمبرگ هايشان بين ۳-۱ اينچ افزايش يافتند . نتايج آزمايشات نشاندادند كه تيمار زود هنگام جيبرلين بر كرفس باعث تحريك بذردهي آنها مي شود لذا از انجام از اين عمل بايد اجتناب گردد .

د) كاهش خطر سرما بر عملكرد درختان گلابي :

آزمايشات انجام گرفته در انگلستان نشاندادند كه پرچم ها و تخمدان گل هاي گلابي طي سال هاي سرد از بين مي روند وليكن هنگامي كه اين درختان با جيبرلين تيمار شدند ، كاهش عملكرد خيلي محسوس نبود . در طي يك آزمايش ضمن دو مرحله متفاوت از دوره رشد (مرحله غنچه هاي سفيد و مرحله گلدهي كامل) در حدود ۸-۱۸ روز پس از سرما با غلظت هاي ۰ ، ۲۰ ، ۵۰ و ۱۰۰ پي پي ام از جيبرلين را بر روي درختان سرمازده پاشيدند . نتيجه اينكه غلظت ۱۰۰ پي پي ام از جيبرلين منجر به افزايش محصول تا ميزان ۴ برابر بر روي واريته ويليامز شد . همچنين تيمار جيبرلين بر روي واريته "Superb" در زمان گلدهي كامل بر ميزان عملكرد محصول تا ۲/۵ برابر افزود . درحاليكه كاربرد جيبرلين در واريته "Superb" فقط ميوه ها را كمتر از ۲ اينچ افزايش داد امّا تأثيري بر واريته ويليامز نداشت .

ذ) تأخير در گلدهي درختان ميوه :

تيمار جيبرلين ها رشد باعث تسريع رشد رويشي درختان ميوه مي شود ولي تعداد جوانه هاي گل و غنچه ها كاهش مي يابند . استعمال جيبرلين با غلظت ۱۰۰۰-۱۰۰ پي پي ام بر روي درختان زردآلو، بادام و آلو در دوره آغاز گلدهي از توسعه گل ها و رشد جوانه ها ممانعت نمود . بايد توجه داشت كه كاربرد جيبرلين ها با غلظت هاي زياد سبب ممانعت از رشد رويشي خواهند شد درحاليكه جهت ممانعت از رشد زايشي نيازمند غلظت هاي كم خواهيد بود .

كاربرد جيبرلين روند گلدهي درختان مركبات را كند مي كند . آزمايشات نشان دادند كه استعمال جيبرلين با غلظت ۲۰۰ پي پي ام در فواصل دو هفته اي بطوريكه تيمارها شامل : ۳ ، ۴ ، ۵ و ۶ مرحله استعمال از نوامبر تا پايان ژانويه بودند ، از توليد گل در درختان پرتقال واريته "Shamouti" جلوگيري كردند . سه مرحله استعمال جيبرلين باعث شد كه مقداري تأخير در گلدهي سال بعد ايجاد شود . در تيمار استعمال سه مرحله اي جيبرلين فقط ۶۲۶ گل در هر شاخه درخت پرتقال ايجاد شدند درحاليكه در شاخه هاي درختان تيمار نشده ۱۷۸۲ گل مشاهده گرديدند . در تيمارهاي با بيش از ۳ مرحله تيمار جيبرلين هيچ گلي نمو پيدا نكرد . اين نتايج نشانداندند كه از طريق استعمال جيبرلين مي توان "سال آوري" يعني "توليد ميوه فراوان در يكسال و ميوه دهي اندك در سال بعد" را تقليل داد و بدينگونه هر ساله محصول متعادلي بدست آورد .

ر) تحريك گلدهي :

جيبرلين در بسياري از گونه هاي گياهان كه نيازمند درجه حرارت پائين جهت گلدهي مي باشند از جمله : هويج ، آنديو ، كلم پيچ و شلغم قادر به تحريك گلدهي است . استعمال جيبرلين بر روي ساقه ها بطور مشخص در تقسيم سلولي ناحيه زير مريستم انتهايي اثر مثبت دارد (ساجيس – ۱۹۶۰) و باعث توليد گل در گياهان روزت مي شود . اينگونه سرعت سريع رشد مربوط به تعداد فراوان سلول هاي ايجاد شده و طويل شدن آنها مي باشد .

استعمال جيبرلين به ميزان ۱۰ ميكروگرم در هر روز به مدت ۴ هفته بر روي گياه دوساله هويج آن را قادر به گلدهي كرد . توجه به اين نكته ضروري است كه گلدهي در هويج منوط به قرار داشتن در شرايط سرد به مدت ۶ هفته قبل از ورود به دومين سال زندگي مي باشد . استعمال جيبرلين با غلظت ۱۰-۳ پي پي ام در مرحله ۸ و ۴ برگي بر عملكرد بذري گياه افزود (هادينگتون-۱۹۶۰). گياهاني كه با جيبرلين تيمار شدند ، دو هفته زودتر از گياهاني كه تيمار نشده بودند ، بالغ شدند و يكنواختي رسيدگي در گياهان تيمار شده بيشتر

بودند . جوانه زني و رشد بذوري كه از گياهان تيمار شده توسط جيبرلين بدست آمدند ، مشابه بذور معمولي بودند .

منابع و مآخذ :

1) Krishna morthy , H.N – 1981 – Plant growth substance including applications in agriculture – Macgrow hill

2) Moor , T.C – 1989 – Biochemistry and physiology of plant hormones – Springer verlay

3) Takahashi , N – 1988 – Chemistry of plant hormones – CRS press Irrc Boca Raton , Florida

4) Roberts , L.A & et al – 1988 – Plant growth regulator - chapman and hill , New York

5) Valerie , A.S & et al – 1992 – The distribution of gibberlline invegetative tissue of pisum sativum – Plant physiology : 99 , 368-371

" اتيلن و كاربردهايش در كشاورزى " ؛

“Ethylene and applications for agriculture”

مقدّمه :

هورمون هاي گياهي به دو گروه بزرگ تقسيم مي شوند :

الف) تحريك كننده هاي رشد شامل : اكسين ها (auxin) ، جيبرلين ها (giberellin) و سيتوكينين ها (cytokinin) كه در فرآيندهايي نظير تقسيم سلولي ، بزرگ شدن سلول ، اندام زائي و تمايز دخالت دارند .

ب) بازدارنده هاي رشد كه شامل : اسيد آبسيسيك (ABA = abscisic acid) و اتيلين مي باشند .

هورمون هاي ABA و اتيلن فرآيندهايي را مشخصاً در مراحل انتهايي رشد گياهان نظير : پيري ، ريزش ، پژمرده شدن گل ها و رسيدگي ميوه ها كنترل مي نمايند. بعلاوه هر دوي اين هورمون ها سرعت رشد را در شرايط نامساعد محيطي به كمك جلوگيري از فرآيندهاي سلولي نظير رشد و سنتز پروتئين و انتقال يون ها كنترل مي كنند وليكن رشد مجدد بافت ها با از دست دادن اتيلن و ABA از سر گرفته مي شود .

مطالعات عديده نشان داده اند كه ميزان اينگونه هورمون هاي گياهي داخلي در طول دوره هاي پيري ، رسيدگي و ريزش ميوه ها همانند زماني كه در معرض تنش محيطي قرار مي گيرند ، افزايش مي يابند . ميزان داخلي اتيلن نه تنها تحت شرايط تنش آب بلكه در واكنش به تحريكات مكانيكي ، آلودگي هوا ، پاتوژن ها ، خسارات حشرات ، غرقاب و شرايط بي هوازي افزايش مي يابد .

تاريخچه :

در قرن نوزدهم هنگامي كه از گاز ذغال سنگ (coal gas) براي روشنايي معابر استفاده مي شد ، مشاهده گرديد كه در خيابان هايي كه اين لامپ ها قرار داشتند ، درختان ريزش برگ شديدتري نسبت به خيابان هاي ديگر دارند . سرانجام مشخص گرديد كه گاز ذغال سنگ و آلودگي هوا به بافت هاي گياهي خسارت مي رسانند تا اينكه در سال ۱۹۰۱ ميلادي يك دانشجوي روسي متوجه شد كه ماده فعاله تركيب گاز ذغال سنگ همان اتيلن است .

همچنين محققيني چون "Nelijubow" و "Dimitry" مشاهده كردند كه گياهچه هاي نخود فرنگي كه در تاريكي رشد يافته اند ، در شرايط آزمايشگاهي حائز طول ساقه كمتري هستند و رشد جانبي ساقه از طريق متورم شدن تزايد مي پذيرد بطوريكه داراي رشد غير عادي افقي بصورت زمين گرايي منفي (negative gravitropism) مي باشند كه اين حالت بعدها به واكنش سه گانه (triple response) معروف گرديد .

در ادامه اين آزمايش هنگامي كه هواي آزمايشگاه را تخليه كردند آنگاه زماني كه گياه اجازه يافت تا در هواي تازه رشد نمايد ، منجر به رشد مجدد گياهچه ها با سرعت شد لذا بدين ترتيب اتيلن موجود در هواي آزمايشگاه بعنوان ماده ايجاد كننده اين واكنش تشخيص داده شد .

در سال ۱۹۱۰ ميلادي "H.H.Cousins" براي اوّلين بار گزارش كرد كه اتيلن بطور طبيعي در بافت هاي گياهي توليد مي شود . او همچنين متوجه شد كه موزهاي انباري كه توأم با پرتقال درون كانتينري مسدود حمل مي شدند ، دچار رسيدگي بيشتري گرديدند .

در سال ۱۹۲۰ ميلادي تأثير دود آتش در "گل انگيزي" آناناس مورد تأئيد واقع شد و بعداًمشخص گرديد كه دود حاصل از سوختن مواد نفتي داراي اتيلن و استيلن است .

در سال ۱۹۲۴ ميلادي "دني" مشاهده كرد كه گاز اتيلن موجب افزايش فعاليت تنفسي ليمو مي شود و زرد شدن پوست آنرا تسريع مي بخشد .

در سال ۱۹۳۳ ميلادي "زيمرمن" و "هيچكوك" نشان دادند كه اتيلن در القاء ريشه زائي قلمه ها تأثير مثبت دارد .

بهرحال متعاقباً تا ۲۵ سال بعد نيز اتيلن بعنوان يك هورمون گياهي شناخته نشد . علت اصلي اين بود كه بسياري از فيزيولوژيست ها معتقد بودند كه اثرات اتيلن مي تواند توسط اكسين تفسير شود . بنابراين فكر مي كردند كه اكسين هورمون اصلي گياهان است و اتيلين نقش فيزيولوژيك ناچيز و غير مستقيمي دارد لذا كار بر روي اتيلن به علت فقدان تكنيك هاي شيميايي براي پاسخ به اين سؤالات مختل ماند .
كشف كروماتوگرافي گازي در سال ۱۹۵۹ ميلادي مقدمه اي براي تحقيق بر روي اتيلن شد و بدينگونه اتيلن مجدداً كشف (Thimann-1959) گرديد و اثرات فيزيولوژيك آن معنی دار شد و بعنوان تنظيم كننده رشد گياهي شناخته گرديد. طبيعت فرار و گازي بودن اتيلن سبب شد تا مدت ها مصرفش فقط به فضاي سربسته و عايق به نفوذ گازها محدود گردد تا اينكه در سال ۱۹۴۶ ميلادي ماده جديدي بنام "اتفون" (ethephon) با نام تجارتي "اِترل" (ethrel) به بازار عرضه شد كه پس از پاشيدن براحتي جذب شاخ و برگ گياهان مي شد و در داخل بافت هاي آنان تجزيه مي گرديد و اتيلن آزاد مي ساخت .

خصوصيات اتيلن :

ساده ترين فرم اتيلن شناخته شده يعني $CH_2 = CH_2$ داراي وزن مولكولي ۲۸ مي باشد و در حالت فيزيولوژيكي از هوا سبك تر است . اتيلن قابل اشتعال مي باشد و به سادگي اكسيده مي شود و سپس به اكسيد اتيلن يعني $CH_2 – O – CH_2$ تبديل مي گردد . اكسيد اتيلن نيز مي تواند هيدروليز شود و به "گليكول اتيلن" (ethylene glycol) با فرمول $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$ تبديل گردد . اتيلن در بيشتر بافت هاي گياهي مي تواند كاملاً اكسيده شود و به طريق زير به CO_2 تبديل گردد :

$$CH_2 = CH_2 \longrightarrow CH_2 – O – CH_2 \longrightarrow HOOC\text{-}COOH \longrightarrow CO_2$$

مواد فوق بترتيب از چپ به راست شامل : اتيلن ، اكسيد اتيلن ، اسيد اگزاليك و دي اكسيد كربن مي باشند .
اتيلن بسادگي از بافت هاي گياهي آزاد مي شود و در تمام فاز گازي داخل سلول و متعاقباً بيرون از سلول منتشر مي شود. غلظت ميلي مول در ليتر اتيلن در حالت گازي و در دماي ۲۵ درجه سانتيگراد برابر با غلظت $۴/۴ \times 10^{-9}$ آن در داخل آب است .

از آنجائيكه گاز اتيلن بسادگي از بافت هاي گياهي خارج مي شود و ممكن است بر روي ساير بافت ها و اندام ها اثر بگذارد لذا در سيستم هاي انباري از روش بدام اندازي اتيلن (ethylene tropping) براي انبار كردن ميوه ها ، سبزيجات و گل ها استفاده مي شود . ثابت شده است كه ماده شيميايي "Kmno4" بطور مؤثري اتيلن را جذب مي كند و غلظت آنرا در داخل انبار سيب از ۲۵۰ به ۱۰ ميلي مول در ليتر كاهش مي دهد و بطور مشخصي طول دوره انبارداري ميوه جات را افزايش مي دهد .

باكتري ها و قارچ ها نيز علاوه بر اندام هاي گياهي قادر به توليد اتيلن هستند . اتيلن هاي ناخالص بغير از آلودگي شهرها و صنايع بندرت از منابع بيولوژيكي در محيط آزاد مي شوند . غلظت بيولوژيكي اتيلن فعال خيلي پائين است و به كمتر از ۱ ميلي مول در ليتر (۱ پي پي ام) مي رسد . بيشترين مقدار اتيلن در داخل ميوة سيب كاملاً رسيده برابر با ۲۵۰۰ ميلي مول در ليتر است . برگ های جوان و توسعه يافته ، اتيلين بيشتري نسبت به برگ هاي كاملاً توسعه يافته توليد مي كنند . برگ هاي جوان لوبيا به توليد اتيلن بيشتري ($nlg^{-1}\ h^{-1}$ ۰/۱) در مقايسه با برگ هاي پيرتر ($nlg^{-1}\ h^{-1}$ ۰/۰۴) مي پردازند .

در چند مورد استثنايي بافت هايي كه پير نيستند ولي صدمه ديده اند و يا بصورت مكانيكي تحريك شده اند بطور موقت ضمن ۳۰-۲۵ دقيقه به ميزان چندين برابر بر مقدار توليد اتيلن آنها افزايش مي شود . مشخص شده است كه بازدانگان (gymnosperms) ، گياهان پست { سرخس ها (ferns) ، خزه ها (mosses) ، دم اسب ها (liver worts) } و بعضي از سيانوباكتري ها (cyanobacteria) قادر به توليد اتيلن هستند . اتيلن توليد شده از قارچ ها و باكتري ها بطور محسوسي بر ميزان اتيلن خاك مي افزايند . تعداد ميكروارگانيزم هايي كه در خاك به زيستن مي پردازند و توليد اتيلن مي نمايند ، به نوع شرايطي كه در آن رشد مي كنند ، بستگي دارد . همچنين اثبات گرديده است كه بعضي از نژادهاي باكتري هاي روده اي مشهور به "Escherichia coli" و مخمرها (yest) به توليد مقدار زيادي اتيلن از "متيونين" (methionine) مي پردازند . مداركي براي توليد اتيلن در بافت هاي زنده پستانداران وجود ندارند . همچنين توليد اتيلن بصورت متابوليكي در بافت هاي زنده پستانداران مشخص نشده است .

بيوسنتز اتيلن :

اسيدآمينه "متيونين" در گياهان آلي بعنوان پيش ماده اتيلن است . "متيونين" طي يكسري از واكنش ها بترتيب زير به اتيلن تبديل مي گردد :

متيونين ⟵ ادنوزين متيونين- S ⟵ ١-آمينوسيكلوپروپان-١-كربوكسيليك اسيد ⟵ اتيلن

نظريات پيشين چندان موفق نبودند زيرا يك بافت يكسان و يا سيستم عاري از سلول براي اينكه بتوان اتيلن توليد نمايد ، وجود نداشت . بعلاوه پذيرش اين واقعيت كه اتيلن مي تواند از تركيبات مختلف شناخته شده در بافت هاي گياهي توليد شود ، مشكل بود زيرا تعداد زيادي از تركيبات بعنوان پيش ماده طبيعي اتيلن محسوب مي شدند . سرانجام پيشرفت غير منتظره اي در شناسايي اتيلن حاصل شد و آن اينكه متيونين مي تواند بعنوان پيش ماده يا سوبسترات (substrate) براي توليد اتيلن در سيستم سلولي خارج از بافت (cell free tissue system) باشد .

بررسي هاي آزمايشگاهي در مركز تحقيقات كشاورزي "مريلند" مشخص ساخت كه بافت هاي گياهي متفاوتي مي توانند متيونين با كربن ١۴ را به اتيلن با كربن ١۴ تبديل نمايند . بر طبق اين آزمايشات اتيلن از كربن هاي ٣ و ۴ متيونين بدست مي آيد . آزمايشات بعدي نشان دادند كه گروه "S متيونين" مجدداً به شرايط اوّليه بر مي گردد بطوريكه بدون اين برگشت از مقدار سولفور قابل دسترس متيونين و سنتز اتيلن كاسته مي شود . پژوهش بعدي بيانگر اين بود كه "متيونين ادنوزين – S " (SAM) كه از متيونين و ATP حاصل مي شود ، ماده اي حدواسط در مسير بيوسنتز اتيلن است . سرانجام چهارده سال بعد از آن كشف شد كه متيونين پيش ماده اتيلن در گياهان آلي مي باشد و بدينگونه مراحل انتهايي مسير بيوسنتز اتيلن مشخص گرديد يعني اينكه پيش ماده بلافصل اتيلن را "١- آمينوسيكلوپروپان- كربوكسيليك اسيد" (ACC) دانستند . نقش ACCدر آزمايشاتي كه با گياهان برخوردار از كربن ١۴ صورت پذيرفت ، مشخص گرديد . اتيلن در شرايط غير هوازي از متيونين حاوي كربن ١۴ توليد نمي شود . ميزان ACC نشاندار در بافت هاي گياهي تجمع مي يابند امّا در حضور اكسيژن جرياني از اتيلن توليدي حاصل مي گردد .

بدينگونه گمان مي رود كه ACC پيش ماده بلافصل اتيلن در گياهان آلي باشد زيرا هنگامي كه ACC به بافت هاي گياهي توليد كننده ميزان اندك اتيلن تزريق مي شود ، متعاقباً توليد اتيلن در اين بافت ها افزايش مي يابد و اين مشخص مي نمايد كه سنتز ACC يك محدود كننده متابوليكي توليد اتيلن در بافت هاي گياهي مي باشد .

ACC سنتاز :

"ACCسنتاز" (ACC synthase) بعنوان آنزيمي است كه نقش كاتاليزور را در تبديل SAM به ACC در بافت هاي مختلف گياهي بازي مي كند (Boller-1981). فعاليت اين آنزيم توسط چندين فاكتور داخلي و محيطي تنظيم مي شود . در موارد زيادي واكنش ACCسنتاز يك محدود كننده آنزيمي در توليد اتيلن مي باش. از آنجائيكه ACC" سنتاز" به مقادير خيلي كمتر از ۰/۰۰۰۱ درصد در كل پروتئين گوجه فرنگي رسيده وجود دارد لذا خالص سازي آن به كمك تجزيه هاي شيميايي مشكل مي باشد كه امروزه اين مشكل با پيشرفت تكنولوژي بيولوژي مولكولي مرتفع گرديده است .

در حالت خاصي از "ACC سنتاز" خالص حاصل از از كدوي سبز براي تهيّه آنتي بادي هاي ضد آنزيم ، آنتي بادي هاي لازم براي تهيّه كدهاي ژنتيكي (gen coding) و جداسازي آنزيم هاي مورد نياز استفاده مي گردد (Sato – 1989). جداسازي ژن ها بعد از كشف باكتري "E.coli" با سرعت بيشتري انجام گرفت و امكان خالص سازي "ACC سنتاز" به مقادير زياد فراهم شد .

در مراحل انتهايي بيوسنتز اتيلن (تبديل ACC به اتيلن) چندين واكنش كاتاليزوري-آنزيمي (enzyme-catalyzed) حادث مي شوند ولي آنزيم هايي كه اين عمل را انجام مي دهند ، هنوز جداسازي نگرديده اند و بطور كلي به "EFE" يا "آنزيم هاي شكل دهنده اتيلن" (ethylene forming enzyme) مشهورند .

بمرور تحقيقات با وجود بسياري از محدوديت ها در مورد تبديل ACC به اتيلن با شدت زيادي انجام گرفت . متيونين به مقدار كم و تقريباً با غلظت ثابتي در آن تعداد از بافت هاي گياهي كه مقدار زيادي اتيلن توليد مي نمايند و همچنين در ميوه هاي رسيده يافت گرديد و بدينگونه متيونين بعنوان اوّلين پيش ماده اتيلن در گياهان آلي معرفي گرديد . به اثبات رسيد ، بافت هايي كه نسبت هاي بالايي از اتيلن توليد مي نمايند به عرضه مداوم متيونين نياز دارند و اين عرضه به كمك حركت چرخه اي متيونين تأمين مي گردد .

پژوهش ها نشاندادند که هيچگاه تمامي ACC موجود در بافت هاي گياهي به اتيلن تبديل نمي شوند و ACC مي تواند به ترکيبات غير فعال "N-مالونيل ACC" (N-malonyl ACC) نيز تبديل شود . اين واکنش برگشت ناپذير مي باشد و ماده حاصله در بافت هاي گياهي تجمع مي يابد . از آنجايي که "N- مالونيل ACC" نمي تواند به اتيلن تبديل شود لذا احتمال مي رود که توليد آن نقش مهمّي در کنترل بيوسنتز اتيلن از طريق ممانعت از توليد آن داشته باشد .
کاتابوليسم اتيلن با عرضه اتيلن نشاندار در بافت هاي گياهي و دنبال کردن ترکيبات راديوآکتيو مطالعه شد . دي اکسيد کربن ، اکسيد اتيلن ، گليکول اتيلن (ethylene glycol) و قندي که در توليد "گليکول اتيلن" مصرف مي شوند ، بعنوان ترکيبات تجزيه شونده متابوليکي اتيلن شناسايي گرديده اند . نقش هاي احتمالي براي کاتابوليسم اتيلن شامل : کاهش فعاليت اتيلن در بافت ها ، اکسيداسيون اتيلن در دريافت کننده ها يا محل هاي اتصال که نياز به عمل اتيلن دارند و افزايش حساسيت بافتي که سبب اکسيداسيون اتيلن مي شوند(Beyer-1984).

تنش هاي محيطي و اکسين هاي افزايش دهنده بيوسنتز اتيلن :

بيوسنتز اتيلن بوسيله چند فاکتور نظير : نحوه توسعه ، شرايط محيطي ، ساير هورمون هاي گياهي از جمله اُکسين (Auxins) و صدمات مکانيکي و شيميايي تحريک مي شود . اکسين سبب توليد اتيلن مي شود . در بعضي مواقع اکسين ها و اتيلن مي توانند سبب واکنش هاي گياهي مشابهي نظير تحريک گلدهي (گل انگيزي) آناناس و جلوگيري از طويل شدن ساقه گردند (Abeles-1973) که اين واکنش ممکن است ناشي از توانايي اکسين در بالا بردن سنتز اتيلن بوسيله افزايش تبديل SAM به ACC باشد .
مشاهدات نشان مي دهند که برخي اثراتي که به اکسين ربط داده مي شوند ، در حقيقت ناشي از توليد اتيلن هستند و در اثر مصرف اکسين ايجاد مي شوند . بازدارنده هاي سنتز پروتئين توسط سنتز ACC و اکسين که سبب توليد اتيلن مي شوند ، بلوکه مي شوند . مشخص شده است که "ACC سنتاز" سبب ايجاد واکنش هايي مي شود که تا حد قابل توجهي توليد اتيلن را بالا مي برد (Maseki-1982).

رسيدگي ميوه (fruit ripening) :

رسيدگي ميوه يكي از مهمترين مطالعات فرآيند توسعه منظم ناشي از اتيلن است . ميزان اتيلن و ACC در بافت هاي گياهي ، بيوسنتز اتيلن و EFE همگي بطور چشمگيري در ميوه هاي بالغ افزايش مي يابند . استفاده از ACC در ميوه هاي نارس فقط به مقدار كمي بر توليد اتيلن مي افزايد و نشان مي دهد كه افزايش در فعاليت EFE مرحله اي بحراني در رسيدگي ميوه ها است (Yang-1987).

تنش ها (Stress) :

تنش ها سبب افزايش اتيلن مي شوند . بروز شرايط تنش نظير : خشكي ، غرقابي ، سرما و صدمات مكانيكي باعث افزايش بيوسنتز اتيلن مي گردند . در تمام اين حالات اتيلن از طريق مسير بيوسنتزي كه مهمترين واكنش آن تبديل SAM به ACC است ، افزايش مي يابد . اين واكنش ها به عكس العمل هايي نظير : ريزش ، پيري ، صدمات مكانيكي ، افزايش مقاومت به بيماري ها مي باشند .

در سال هاي اخير ميزان mRNA كد كنندة "ACC سنتاز" در كدوي سبز (cucurbita pepo) اندازه گيري شده است و در تكنيك هاي ساخت مجدد DNA مورد استفاده قرار مي گيرد (Sato-1989). مقدار mRNA مرتبط با "ACCسنتاز" در ميوه هايي كه با صدمات مكانيكي و IAA تيمار شده اند ، افزايش مي يابد . بهرحال افزايش mRNA مرتبط با "ACC سنتاز" سبب بالا بردن سرعت نسخه برداري و يا كاهش سرعت برگشت آن مي شود .

بازدارنده هاي ويژه توليد اتيلن و اثراتش :

بازدارنده هاي سنتز و عمل اتيلن براي مطالعه مسير بيوسنتزي و نقش فيزيولوژيكي آن قابل توجه مي باشند. بازدارنده ها در زماني كه تشخيص بين هورمون هاي مختلف با اثر يكسان در بافت هاي گياهي و يا هنگامي كه بر سنتز يا عمل هورمون هاي متفاوت مطالعه مي شود ،اهميت بسياري مي يابند . اتيلن همانند اكسين در غلظت هاي بالا سبب جلوگيري از رشد و "اپيناستي" (خميدگي برگ ها به طرف پائين) مي شود . از بازدارنده هاي ويژه بيوسنتز و عمل اتيلن جهت تشخيص بين نقش اكسين و اتيلن استفاده مي شود .

مطالعات نشانداده‌اند كه اتيلن يك تأثيرگذار اوليه است و اكسين بطور غير مستقيم از طريق افزايش سوبسترات براي توليد اتيلن تأثير مي گذارد . ثابت شده است كه موادي چون "آمينو اتوكسي وينيل گليسين" (AVG = amino ethoxy vinylglycine) و "آمينو اكسي استيك اسيد" (AOA = amino oxy acetic acid) تبديل SAM به ACC را بلوكه مي نمايند . AVG و AOA هنگامي بعنوان يك بازدارنده آنزيمي عمل مي كنند كه از "كوفاكتور پيريدوكسال فسفات " (Cofactor pyridoxal phosphate) استفاده شود و احتمال مي رود كه "ACC سنتاز" يك آنزيم "پيريدوكسال فسفات" باشد .

كبالت نيز اثر بازدارندگي در بيوسنتز اتيلن دارد و باعث بلوكه شدن تبديل ACC به اتيلن در مراحل انتهايي مي گردد. بيشترين اثر بازدارندگي مربوط به بازدارنده هاي ويژه اتيلن هستند . يون نقره بصورت AgNo3 يا "تيوسولفات نقره" بازدارنده اي قوي براي عمل اتيلن مي باشد . نقره خيلي اختصاصي عمل مي نمايد و اثر بازدارندگي آن با هيچ نوع يون فلزي ديگر قابل مقايسه نيست . باوجوديكه اثر بازدارندگي CO2 نسبت به +Ag كمتر است ولي غلظت هاي بالاتر CO2 از ١٠- ٥ درصد اثر بازدارندگي زيادي در توليد اتيلن دارند و بطور مشابهي در رسيدگي ميوه ها اثر مي گذارد . اثر گذاري CO2 اغلب در انبار كردن ميوه ها تحت شرايط غلظت بالاي CO2 براي تأخيربخشي رسيدگي آنها كاربرد يافته است . غلظت بالاي CO2 كه براي بازدارندگي الزامي است ، با آنچه كه CO2 بعنوان يك بازدارنده اتيلن در شرايط طبيعي انجام مي دهد ، تفاوت دارد .

زيست سنجي و كروماتوگرافي اتيلن :

واكنش سه گانه گياهچه هاي نخود فرنگي كه در شرايط تاريكي رشد مي يابند (Nelijubow-1901) هنوز بعنوان يك زيست سنجي مطمئن جهت بررسي اثرات اتيلن محسوب مي شود زيرا اثر آن اختصاصي و در غلظت هاي پائين و سريع مي باشد . هنگامي كه بافت هاي گياهي در معرض غلظت هاي مختلف اتيلن (حدود ۰/۱ ميكروليتر در ليتر) در محيط بسته قرار گيرند ، از طويل شدن ساقه ها جلوگيري مي شود ، رشد قطري از طريق متورّم شدن افزايش مي پذيرد و رشد افقي "اپي كوتيل" را سبب مي شود وليكن شدت واكنش متناسب با غلظت اتيلن موجود در نمونه مي باشد . غلظت واقعي بوسيله مقايسه واكنش نمونه با بافتي كه در معرض مقدار مشخصي از اتيلن قرار مي گيرد ، تعيين مي شود .

اپيناستي و همچنين ريزش برگ هاي گوجه فرنگي نوع ديگري از زيست سنجي اثرات اتيلن است امّا اين سنجش ها حساسيت كمتري نسبت به واكنش سه گانه گياهچه هاي نخودفرنگي دارند . از طريق همه اين زيست سنجي ها بصورت ظاهري به وجود اتيلن پي مي برند ولي هيچكدام از آنها قادر به تعيين دامنه اي از غلظت اتيلن نمي باشند و تعيين كميّت اتيلن تنها بوسيله كروماتوگرافي گازي امكان پذير است .

كروماتوگرافي گازي (Gas chromatography) :

كروماتوگرافي گازي يكي از حساس ترين و دقيق ترين روش هاي تشخيص اتيلن است بطوريكه مقدار ۵ پي پي بي (ppb) از اتيلن را مي تواند تشخيص دهد درحاليكه زمان مورد نياز براي تجزيه اتيلن را به ۴-۱ دقيقه مي رساند . هنگامي كه اتيلن توليدي توسط بافت گياهي در آمپول هاي سربسته اي تجمع مي يابد و توسط يك سرنگ كشيده مي شود آنگاه نمونه وارد كروماتوگرافي گازي ستوني مي شود كه گازهاي مختلف توسط شعله اي مي سوزند و شاخص يونيزاسيون آنها مشخص مي گردد . بدين طريق مقدار اتيلن را بطور خيلي دقيق مي توان تعيين نمود .

اثرات اتيلن :

مشخص شده است كه اتيلن اثرات زيادي بر جنين ها و اندام هاي مختلف گياهان دارد .

رسيدگي ميوه ها :

اتيلن از سال ها قبل بعنوان هورموني كه رسيدگي ميوه ها را شدت مي بخشد ، شناخته شده بود بعلاوه مشخص بود كه حضور اتيلن در ميوه ها به رسيدگي آنها شتاب مي دهد . تحريك در افزايش توليد اتيلن همبستگي نزديكي با آغاز رسيدگي دارد . بازدارنده هاي (inhibitors) بيوسنتز اتيلن مثل AVG و يا ممانعت كننده هاي اثرگذاري اتيلن نظير +Ag و CO2 رسيدگي را به تأخير مي اندازند و يا حتي قادرند از رسيدگي ميوه ها جلوگيري نمايند . همه اين مشاهدات مشخص مي كنند كه اتيلن نقش اصلي در كنترل رسيدگي ميوه ها دارد . رسيدگي در بسياري از ميوه ها بوسيله بالا رفتن تنفس "كليماكتريك" (climacteric) و ميزان توليد اتيلن مشخص مي شود . ميوه هايي نظير : سيب ، موز ، آواكادو و گوجه فرنگي مثال هايي از ميوه هاي "كليماكتريك" هستند . اين ميوه ها قادرند در شرايط انبارداري پس از برداشت به مرحله رسيدگي كامل برسند . در عوض ميوه هايي مثل : انگور و مركبات نمي توانند هيچگونه افزايش تنفس و توليد اتيلن را از خود نشان دهند لذا به ميوه هاي "غير كليماكتريك" مشهورند .

هنگامي كه ميوه هاي نارس "كليماكتريك" با اتيلن تيمار مي شوند ، بلافاصله تنفس "كليماكتريكي" افزايش مي پذيرد (Yang-1987). همچنين هنگامي كه ميوه هاي "غير كليماكتريك" بصورت مشابهي تيمار مي گردند ، بر مقدار تنفس آنها نيز افزوده مي شود كه آن تابع غلظت اتيلن است امّا اين تيمارها نمي توانند اتيلن كافي توليد نمايند لذا قادر به پيشبرد فرآيند رسيدگي ميوه ها نيستند . اتيلن نقش زيادي در رسيدگي ميوه هاي "كليماكتريك" وابسته به هدف كه همانا رسيدگي يكنواخت و يا تأخير در رسيدگي آنها دارد .

ريزش :

فرو افتادن برگ ها ، ميوه ها ، گل ها و ساير اندام هاي گياهي را "ريزش" (abscission) مي گويند . فرآيند ريزش در منطقه اي از لايه هاي سلولي ويژه انجام مي گيرد كه "لايه جدا كننده" ناميده مي شود و تحولات عديده مورفولوژيكي و بيولوژيكي در ضمن توسعه آن صورت مي پذيرند . ضعيف شدن لايه جدا كننده وابسته به آنزيم هاي شل كنندة ديواره سلولي نظير "سلولاز" (cellulose) و "پلي گالاكتروناز" (polygalacturonase) مي باشد . ظهور اتيلن بعنوان تنظيم كننده اوليه در فرآيند ريزش با عمل اكسين بعنوان ممانعت كننده اثر اتيلن همراه است . محققين (مورگان- ۱۹۸۴) مدلي براي كنترل هورمون هاي لايه جداكننده برگ بيان كرده اند كه اين فرآيند را در سه بخش مجزا و متوالي بشرح زير توضيح مي دهد :

۱- مرحله حفظ برگ ها (leaf maintenance phase) :

اين مرحله قبل از دريافت هر گونه علامتي (داخلي يا خارجي) با آغاز فرآيندهاي ريزش همراه مي باشد و برگ ها در طي آن كاملاً سالم و فعال بر روي گياه باقي مي مانند .

۲- مرحله آغاز جداسازي (shedding induction phase) :
در اين مرحله علائم ريزش دريافت مي گردند و بصورت پيامي نظير تغيير در سرعت سنتز هورمون ها به برگ ها انتقال مي يابند .

۳- مرحله ريزش (shedding phase) :
ريزش واقعي در اين مرحله انجام مي گيرد و فرآيندهاي شيميايي ، فيزيولوژيكي و آناتوميك وقوع مي يابند كه در نهايت منجر به ريزش مي شوند .

هورمون اكسين در ضمن مرحلة اول كه برگ ها نگهداري مي شوند ، با جلوگيري از ساخت آنزيم هاي "هيدروليتيك" (hydrolytic enzymes) لاية جداكننده از ريزش آنها جلوگيري مي كنند . از مدت ها قبل دانسته شده است كه حذف پهنك برگ (محل توليد اكسين) باعث تسريع ريزش دمبرگ مي شود . استفاده از اكسين در دمبرگ هايي كه پهنك آن حذف شده اند به تأخير فرآيند ريزش مي انجامند .
در مرحله دوّم از ميزان اكسين كاسته مي شود ولي ميزان اتيلن افزايش مي يابد . ظهور اتيلن بهمراه كاهش فعاليت اكسين با كاهش سنتز ، انتقال و افزايش انهدام آن همراه مي شود . كاهش در غلظت اكسين آزاد حساسيت ويژه سلول هاي هدف را به اتيلن افزايش مي دهد . در سلول هاي هدفي كه در منطقه ريزش قرار دارند ، "باد-كيسه هاي سيتوپلاسمي" (cytoplasmic vesicles) مچاله مي شوند و به داخل ديوارة سلولي تخليه مي گردند و با "سلولاز سنتاز" تركيب مي يابند .
مرحله سوّم بوسيله تحريك ژن هاي كد شده مخصوص آنزيم هاي هيدروليتيك "پلي ساكاريدهاي" ديواره سلولي و پروتئين ها مشخص مي شود . اين آنزيم ها باعث شل شدن ديواره سلولي از طريق تشكيل لاية جدا كننده و سرانجام ريزش مي شوند .

"اپيناستي" :

خميدگي برگ ها به سمت زمين زماني ايجاد مي شود كه سمت بالاي (نزديك محور) دمبرگ ها داراي رشد سريعتري نسبت به سمت پائين (دور از محور) آنها باشد كه به "اپيناستي" (epinasty) موسوم است . اثبات شده است كه اتيلن و غلظت بالاي هورمون اكسين سبب بروز "اپيناستي" مي باشند . امروزه مشخص است كه عمل اكسين بطور غير مستقيم باعث توليد اتيلن مي گردد درحاليكه وضعيت غرقابي (flooding يا waterlogging) با ايجاد وضعيت بي هوازي در اطراف ريشه هاي گوجه فرنگي باعث بالا رفتن سنتز اتيلن در اندام هاي هوايي و ايجاد وضعيت اپيناستي مي شود .

زماني كه تحريك كننده هاي محيطي بوسيله ريشه ها تحريك مي شوند و پاسخ آن در اندام هوايي ظاهر مي شود ، علامتي از ريشه به ساقه ارسال مي گردد كه اين علامت همان ACC يعني پيش ماده حدواسط توليد اتيلن است (Bradford-1980). ميزان ACC بصورت معني دار در عصاره آوندها بعد از غرقاب ريشه ها افزايش مي يابد و ميزان اتيلن درطي مدت ۳-۲ روز بالا مي رود . از آنجائيكه آب در حالت غرقاب باعث پر شدن فضاهاي خالي خاك مي شود و انتشار اكسيژن در سرتاسر ناحيه غرقاب به كندي صورت مي پذيرد ، نتيجتاً غلظت اكسيژن در اطراف ريشه هاي غرقابي به شدت كاهش مي يابد .

بالا رفتن توليد اتيلن بعلت تجمع ACC در ريشه ها تحت شرايط بي هوازي ايجاد مي شود . تبديل ACC به اتيلن نياز به اكسيژن دارد و ACC تجمع يافته از ريشه هاي منطقه بي هوازي به ساقه ها انتقال مي يابد سپس به آساني به اتيلن تبديل مي گردد .

رشد گياهچه :

الگوي رشد گياهچه ها (seedling growth) در غلظت هاي بالاتر اتيلن (۰/۱ ميكروگرم در ليتر) بوسيله كاهش سرعت طويل شدن و افزايش توسعه جانبي دنبال مي گردد و سبب تورّم منطقه زير قلاب مي شود . اين واكنش به اتيلن در رشد اندام هاي هوايي اكثر دولپه اي ها و كلئوپتيل و مزوكوتيل گياهچه هاي گرامينه ها نظير يولاف و گندم عموميت دارد . در واقع اتيلن باعث ممانعت از طويل شدن و افزايش رشد جانبي سلول هاي گياهان مي شود .

رشد افقي مشخص كه بعد از در معرض اتيلن بودن حادث مي شود ، ممكن است نقش مهمّي در طول جوانه زني داشته باشد . هنگامي كه موانع فيزيولوژيكي در زمين از سبز شدن گياهچه ها جلوگيري مي نمايند ، توليد اتيلن سبب رشد افقي آنها مي شود و اجازه مي دهد تا گياهچه ها شرايطي را پيدا نمايند كه بتوانند در سطح خاك جوانه بزنند .

باز شدن قلاب :

گياهچه هايي كه در تاريكي رشد مي يابند ، معمولاً داراي شكل قلاب مانندي در بخش انتهايي نوك ساقه هستند. اين حالت براحتي در سطح زمين تغيير شكل مي يابد و سبب حفاظت مريستم حساس انتهايي مي شود . بسته و باز شدن قلاب (hook opening) مشابه اپيناستي در اثر رشد نامتفاوتي است كه بوسيله اتيلن ايجاد مي شود . بدين معني كه حالت قلاب مانند نتيجه رشد سريعتر بخش بيروني در مقايسه با قسمت داخلي آن مي باشد . هنگامي كه قلاب در معرض نور قرار مي گيرد ، بعلت اينكه سرعت رشد آن ها در قسمت داخلي افزايش مي يابد ، باز مي گردد . نور قرمز سبب باز شدن قلاب و نور مادون قرمز (far-red) از باز شدنش جلوگيري مي نمايد . مشخص شده كه فيتوكروم در اين فرآيند نور را دريافت مي نمايد . همبستگي نزديكي بين

فيتوكروم و كنترل اتيلن در باز شدن قلاب وجود دارد . در مدت زماني كه اتيلن در بافت هاي قلاب ضمن شرايط تاريكي توليد مي شود ، از رشد سلول هاي طرف داخل ممانعت بعمل مي آيد . نور قرمز از تشكيل اتيلن جلوگيري مي كند و رشد قسمت داخلي را افزايش مي دهد و بدين طريق قلاب باز مي شود .

خواب بذر و جوانه زني :

هنگامي كه در مورد بذور غلات از اتيلن استفاده مي شود ، عملاً باعث شكستن دوره خواب بذور (seed dormancy) مذكور و آغاز جوانه زني آنها مي گردد . مسلم شده است كه توليد اتيلن و جوانه زني در بادام زميني بطور كامل به همديگر مرتبطند . بعلاوه اثر اتيلن در نابودي خواب دانه ها باعث افزايش سرعت جوانه زني بذور در چندين گونه شده است . خواب جوانه (bud dormancy) نيز ممكن است بوسيله توليد يا تيمار اتيلن شكسته شود آنچنانكه امروزه از اتيلن براي افزايش سبز شدن غده هاي سيب زميني و پياز بهره مي گيرند .

افزايش رشد :

اتيلن در چند گونه از تك لپه اي ها مانند برنج مي تواند بعنوان افزايش دهنده طول ساقه ها كه اثر متضادي با خاصيت بازدارندگي عمومي آن در اكثر گياهچه ها دارد ، مورد استفاده قرار گيرد . قرار دادن گياهچه هاي برنج در معرض اتيلن با شرايط غرقابي كه باعث ايجاد محيط بي هوازي مي شود ، افزايش رشد (growth promotion) شديدي در ميانگره ها ايجاد مي كند . در غياب اكسيژن از تجزيه اتيلن كاسته مي شود و بدين ترتيب گياهان غرقاب شدة برنج در معرض غلظت بيشتري از اتيلن واقع مي گردند كه باعث طويل شدن ساقه ها مي شود ،.

تلقيح ريشه زايي :

اتيلن قادر است سبب القاء تشكيل ريشه ها (root induction) در برگ ها ، ساقه هاي معمولي و گل دهنده و حتي ريشه ها شود وليكن اين واكنش ها به غلظت غير معمولي و بالايي از اتيلن (١٠ ميكروليتر در ليتر) نياز دارند .

گلدهي :

اتيلن در بعضي گونه ها از گلدهي (flowering) جلوگيري مي نمايد درحاليكه سبب "گل انگيزي" در آناناس مي شود و در همزماني گلدهي درختان ميوه باغات وسيع كاربرد تجارتي يافته است . در گياهاني كه گل هاي نر و ماده آنها جدا باشند ، اتيلن ممكن است جنسيت گل ها را عوض نمايد چنانكه تشكيل گل هاي ماده در خيار مثالي از آن جمله است .

پيري برگ ها و گل ها :

برگ ها در شروع پيري گل ها به افزايش اتيلن كمك مي كنند و بدين طريق بطور معني داري با آزادسازي ممانعت كننده هاي سنتز اتيلن (AVG و CO2) و يا جلوگيري از عمل اتيلن (+Ag و CO2) باعث تأخير در بروز پيري گل ها و برگ ها مي شوند . بعلاوه افزايش اتيلن با كاهش كلروفيل و ظهور رنگ پريدگي (color falling) كه مشخص كننده پيرشدن برگ ها و گل ها است ، مرتبط مي باشد.

مكانيزم ناشناخته عمل اتيلن :

در سيستم هاي حيواني براي بروز واكنش به هورمون ها الزاماً دريافت كننده هاي هورموني ويژه اي در بافت هاي هدف حضور دارند لذا چنين اجباري سبب بروز يكسري از واكنش ها مي گردد كه منجر به پاسخ فيزيولوژيك مناسب خواهد شد . مطالعات عديده در مورد عمل اتيلن منجر به ارائه فرضيه اي شد كه براساس

آن اتيلن اثرمتقابلي با دريافت كننده هايي دارد كه داراي يون مس و يا روي هستند (Beyer-1976) .
تركيب شونده ها با اتيلن در سيستم عاري از سلول ايزوله شده از لپه هاي لوبيا مطالعه شدند . آنها بعد از تيمار شدن با اتيلني كه كربن ۱۴ داشت ، پيوندهاي شيميايي حاوي مواد راديواكتيو را در دستگاه گلژي (Colgybody) و يا شبكه اندوپلاسميك (endoplasmic reticulum) خويش تشكيل دادند(Bengochoa-1980).
دريافت كننده ها مراكزي پايدار هستند كه بوسيله آنزيم هاي پروتئوليتيك ممانعت مي شوند و گمان مي رود كه دريافت كننده هاي هورموني مشتقي از عناصر پروتئيني باشند . شواهد شيميايي نشان مي دهند كه دريافت كننده هايي كه اتيلن را دريافت مي نمايند ، يكنوع پروتئين حاوي مس هستند كه با اتيلن وارد عمل اكسيداسيون مي شوند . مدلي از عمل اتيلن ممكن است با تبديل آن به محصولات اكسيداسيون اتيلن و "گليكول اتيلن" مرتبط باشد . با وجود اينكه مدارك مستندي براي اثبات اين نظريه وجود دارد وليكن قابل اعتماد كامل نيست .

رسيدگي ميوه ها پيچيده ترين فرآيند تنظيم كنندگي توسط اتيلن است . رسيدگي (ripping) شامل يكسري از تحولات متابوليكي مي باشد كه سبب تغييراتي در بافت و رنگ ميوه ها و گل ها مي گردند .آنچنانكه اين تغييرات متابوليكي نهايتاً به پيري ميوه ها مي انجامند . برخي دگرگوني ها در "كدهاي ژني" به همراه تغييرات مورفولوژيكي و بيوشيميايي كه سبب فرآيند رسيدگي مي شوند ، بوقوع مي پيوندند (Kende-1981).
نرم شدن ديواره سلول ها مرتبط به رسيدگي با افزايش فعاليت آنزيم هاي سلولاز و "پلي گالاكتاز" كه كاتاليزور تجزيه سلولز و پكتين يعني جزء اصلي ديواره سلولي همراه مي باشد . تحقيقات نشان مي دهند كه

اتيلن در طول رسيدگي ميوه "آواكادو" و گوجه فرنگي سبب تجمع سلولاز و mRNAs "پلي گالاكتوناز" مي شود (Christoffersen-1984). مشاهدات نشاندادند كه اتيلن نسخه برداري از كدهاي ژني آنزيم هاي هضم كننده ديواره سلولي را تنظيم مي كند. امروزه درك چگونگي تنظيم كردن رمز ژني توسط اتيلن از پروژه هاي فعال تحقيقاتي پژوهندگان است .

كاربردهاي تجارتي اتيلن :

از آنجائيكه اتيلن تعداد زيادي از فرآيندهاي فيزيولوژيكي توسعه گياهي را تنظيم مي نمايد ، يكي از پُر مصرف ترين هورمون هاي گياهي در كشاورزي محسوب مي شود . اكسين و ACC مي توانند سبب بيوسنتز طبيعي اتيلن شوند لذا قادرند در برخي موارد بصورت عملي در كشاورزي مصرف گردند . از آنجائيكه سرعت پراكنش اتيلن زياد است لذا كاربرد اتيلن را در مزارع بصورت گاز مشكل مي سازد امّا اين محدوديت مي تواند با استفاده از تركيبات آزاد كننده اتيلن رفع شود . پُر مصرف ترين تركيب اتيلن در كشاورزي عبارت از "اتفون" (Ethephon) با فرمول "٢-كلرواتيلن فسفونيك اسيد" مي باشد كه در دهه ١٩٦٠ ميلادي كشف شد و با نام تجارتي "اترل" (Ethrel) مشهور گرديد . اتفون بصورت محلول با آب پاشيده مي شود و سريعاً جذب مي گردد پس آنگاه در داخل گياه انتقال مي يابد . اتفون طي واكنش هاي شيميايي اتيلن آزاد مي سازد و اجازه مي دهد تا اثرات هورموني اتيلن اعمال شوند .

كاربرد اتفون بر ميزان رسيدگي ميوه هاي سيب و گوجه فرنگي مي افزايد و "سبز زدايي" (degreening) از سطح ميوه مركبات ، همزماني در گلدهي و توليد ميوه (fruitset) در آناناس و تسريع در لايه جداكننده گل ها و ميوه ها را باعث مي گردد . استفاده از آن سبب تنك شدن ميوه ها از جمله ريزش غوزه هاي مازاد پنبه و ميوه هاي اضافي گيلاس و گردو مي شود . از اتفون همچنين براي افزايش ميزان گل هاي ماده بوته هاي خيار ، جلوگيري از خودگشني (self-pollination) بمنظور افزايش عملكرد ، ممانعت از رشد انتهايي در برخي گونه هاي گياهي به منظور افزايش رشد جانبي و همچنين ايجاد گلدهي فشرده (compact flower)استفاده مي شود .

با جلوگيري از توليد اتيلن در انبارهاي ميوه مي توان دوره انبارداري آنها را افزايش داد و بدينگونه در غلظت هاي پائين اكسيژن و درجه حرارت هاي كم از بيوسنتز اتيلن جلوگيري كرد . غلظت نسبتاً بالايي از CO_2 يعني ۵-۳ درصد مي تواند از اثرگذاري اتيلن بكاهد و نتيجتاً از رسيدگي ميوه ها جلوگيري كند . معمولاً از فشار پائين براي حذف اتيلن و اكسيژن در اطاقك هاي انباري استفاده مي شود كه سرعت رسيدگي را كاهش مي دهد و از رسيدگي بيشتر ميوه ها جلوگيري مي كند .

از بازدارنده هاي ويژه بيوسنتز و عمل اتيلن در نگهداري ميوه ها بعد از برداشت استفاده مي شود . مواد حاوي يون نقره (+Ag) استفاده زيادي در افزايش طول عمر شاخه هاي بريده شدة ميخك و برخي ديگر از گل هاي مشابه دارد . بازدارنده هاي قوي AVG سبب تأخير در رسيدگي ميوه ها و موجب رنگ پريدگي گل

ها مي شوند امّا تاكنون با استفاده تجاري آن بعنوان عامل تنظيم كننده (regulatory agencies) واكنش هاي گياهان موافقت نشده است .

منبع :

Taiz , L & et al – 1991 – Plant physiology – The Benjamin/cummings publishing company , Inc. 390 Bridge parkway Redwood city California .

" كاربرد سيتوكينين ها در كشاورزي " ؛
"Cytokinins application for agriculture"

مقدّمه :

"هورمون هاي گياهي" ، "فيتوهورمون ها" ، "مواد رشد دهنده گياهان" يا "تنظيم كننده هاي رشد نباتات" از جمله مواد شيميايي هستند كه با غلظت هاي بسيار كم به كنترل رشد و نمو گياهان اقدام مي كنند . اين مواد تنظيم كننده رشد شامل دسته وسيعي از مواد بغير از ويتامين ها و عناصر كم مصرف مي باشند كه در مقادير بسيار كم و ناچيز فرآيندهاي فيزيولوييك را در گياهان به پيش مي برند و يا از انجام آنها جلوگيري مي كنند و يا اينكه برخي ديگر از فرآيندها را تغيير مي دهند.

اين موضوع كه تنظيم كننده هاي رشد و نمو گياهان توسط مقدار ناچيزي از يك ماده كه در يك اندام توليد و منجر به عكس العمل در اندام ديگري مي گردد ، براي اولين دفعه توسط "ژوليوس وان اچ" در نيمه دوّم قرن نوزدهم ميلادي ارائه شد و نظراتش توسط "چارلز داروين" در سال ۱۸۸۰ ميلادي زماني كه در مورد تأثيرات نور و جاذبه بر رشد گياهان تحقيق مي كرد ، قطعيت يافت .

اختصاصي بودن عمل هورمون ها و وجود يك اندام معيّن جهت ظهور يك هورمون خاص آنگونه كه در مورد هورمون هاي جانوري مطرح مي باشد ، در مورد هورمون هاي گياهي صدق نمي كند كه اين موضوع احتمالاً از محدود بودن تنوّع اندام ها در گياهان در قياس با تمايزيافتگي و تنوّع اندام ها در جانوران ناشي مي گردد .

استفاده موفقيّت آميز از هورمون هاي گياهي در خدمت توليدات كشاورزي نظير كاربرد هورمون اكسين در علف كش هاي هورموني پس از پايان جنك جهاني دوّم آغاز گرديد . امروزه از هورمون هاي گياهي جهت تنظيم و كنترل يكسري از فرآيندهاي فيزيولوژيكي در راستاي توليد محصولات زراعي و باغي بهره مي گيرند.

برخي از چنين فرآيندهايي شامل: گلدهي ، ميوه دهي ، توزيع بهينه مواد فتوسنتزي ، جوانه زني ، توقف رشد ، تكثير غيرجنسي ، برگريزي ، رسيدگي ميوه ها پس از برداشت ، كشت بافت و برخي از انواع تكثير غيرجنسي مي باشند بطوريكه برخي از آنان نظير كشت بافت بدون بكارگيري هورمون هاي گياهي بوقوع نمي پيوندند .

مواد تنظيم كننده رشد گياهي چه در داخل گياه بصورت طبيعي ساخته شوند و يا اينكه منشأ خارجي داشته باشند ، الزاماً عكس العمل هاي مشابه اي را در گياهان بوجود مي آورند .

مواد تنظيم كننده رشد گياهان را بطور كلي به ۵ گروه دسته بندي كرده اند :

۱- "اكسين ها" (Auxins) كه نمونه اي از آن را "اسيد اندول استيك" (IAA) تشكيل مي دهد .

۲- "جيبرلين ها" (Gibberlins) كه نمونه بارزش "GA3" است .

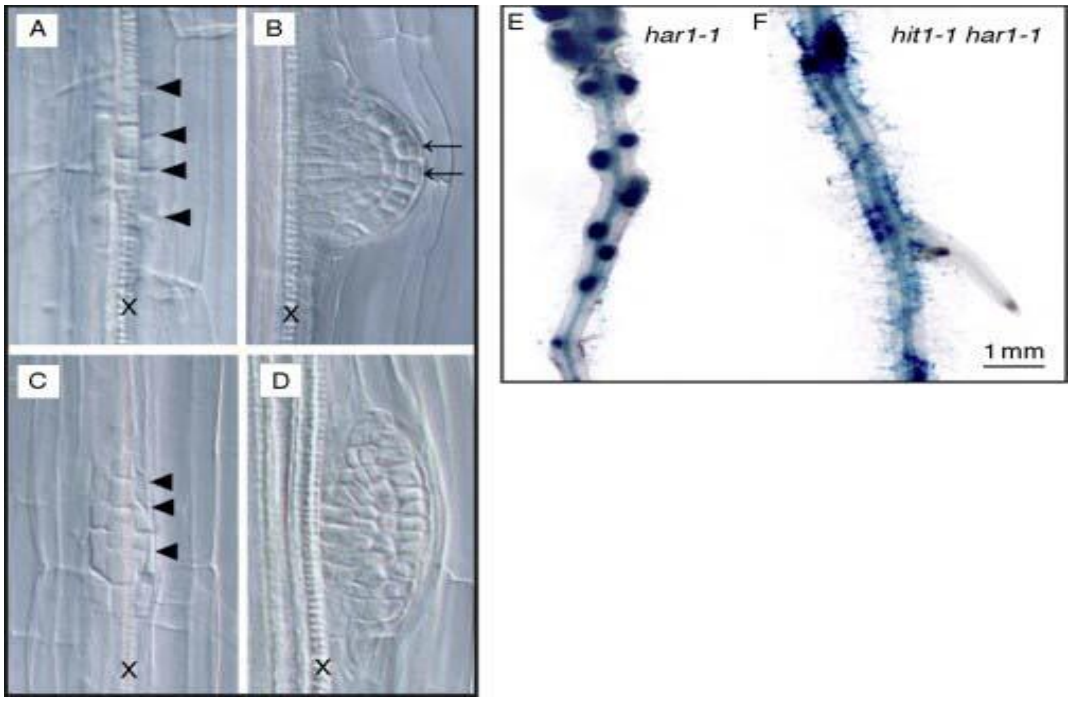
۳- "سيتوكينين ها" (cytokinins) يا بطور خلاصه "كينين ها" با علامت اختصاري "CK" .

۴- "آبسيسيك اسيد" يا "آبسيزيك اسيد" (Abscisic acid) با علامت اختصاري "ABA" .

۵- "اتيلين" (Ethylene) با علامت اختصاري "ETH" .

دو هورمون شناخته شدة ديگر يعني "براسينوليد" (Brassinolide) كه يك "استروئيد" است و "تري اكونتانول" (Triacontanol) كه يك الكل است ، موجب تحريكات شديد رشد در گياهان مي گردند .
توليد طبيعي فيتوهورمون ها در گياهان غالباً كمتر از حد مطلوب است بطوريكه جهت انجام مطلوب يك عكس العمل خاص نياز به منابع خارج از گياهان مي باشد .
امروزه از مقادير بالاتر از حد مناسب هورمون اكسين بعنوان علف كش بهره مي گيرند .
فيتوهورمون ها در توليد عكس العمل در گياهان عمدتاً بطور تشديد كننده با هورمون هاي ديگر (synergism) عمل مي كنند .

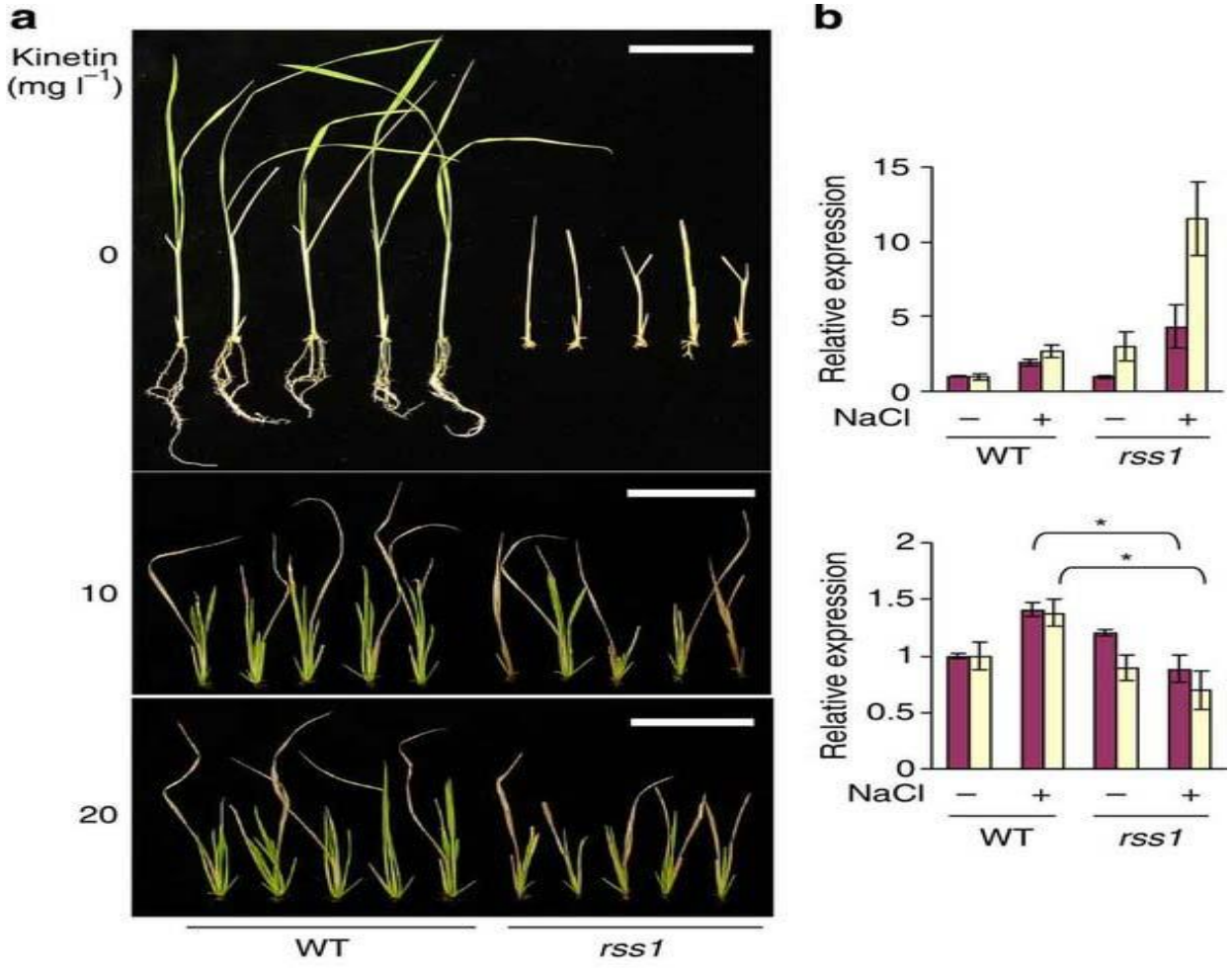
وقتي يك تركيب بعنوان هورمون گياهي شناخته مي شود كه خواص مشخصي را دارا باشد از جمله :
الف- محل ساخته شدنش با محل تأثيرش در گياهان متفاوت باشد .
ب – در مقادير بسيار كم (مثلاً در غلظت 10^{-9}) باعث بروز عكس العمل در گياهان شود .



تاريخچه :

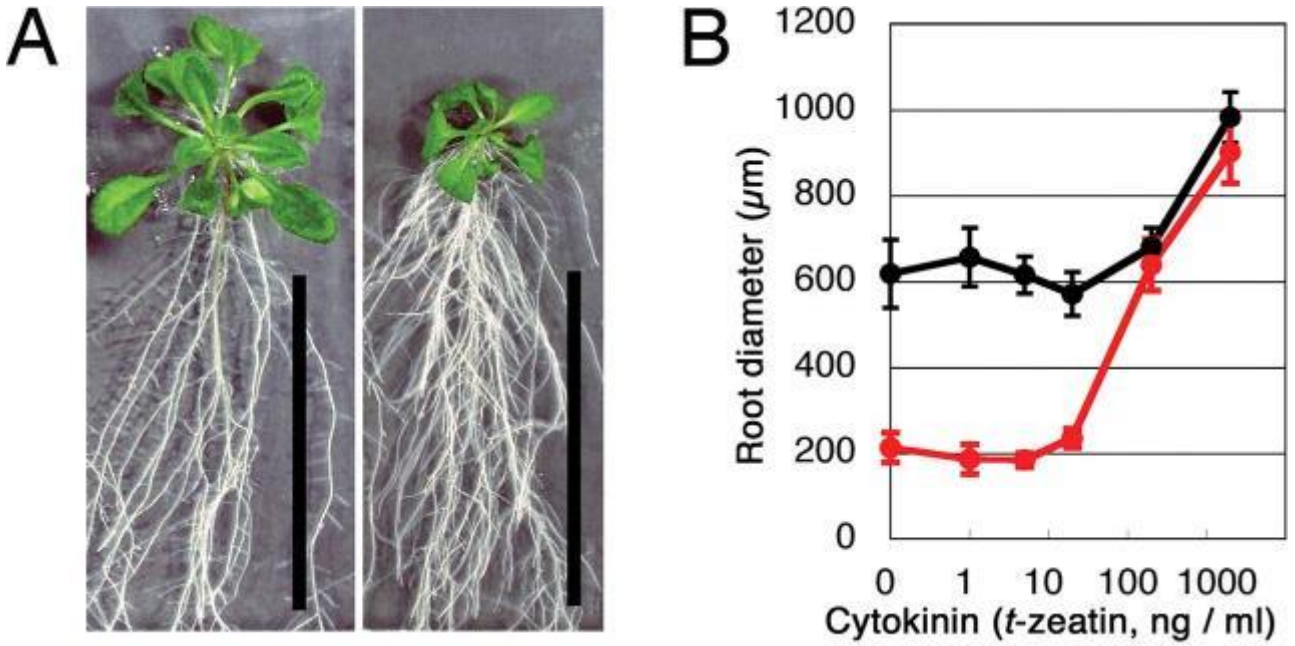
كشف سيتوكينين در سال ۱۹۵۵ ميلادي توسط "ميلر" و همكاران در آزمايشگاه "اسكوگ و استرونگ" در دانشگاه "ويسكانسن" وقوع يافت . آنها توانستند ماده اي با فرمول "C10H9N5O" را از DNA اسپرم "شاه ماهي" جداسازي كنند و "كينين" نامگذاري نمايند . بررسي ها نشان دادند كه اين ماده بنحو بسيار مؤثري در پيشبرد مراحل ميتوز و تحريك تقسيمات سلولي كالوس (پينه) گياه تنباكو در شرايط كشت بافت مؤثر است .

اين عقيده كه مواد مخصوصي جهت تقسيمات سلولي گياهان لازم است به دوران فعاليت دانشمند فيزيولوژيست گياهي بنام "ويسز" در سال ۱۸۹۲ ميلادي بر مي گردد كه اينگونه عقيده داشت : "براي تحريك و انجام تقسيمات سلولي به برخي فاكتورهاي دروني گياهان نياز مي باشد ."
بعدها "هابرلندت" در سال "۱۹۱۳" ميلادي گزارش نمود كه افزودن بافت آوند آبكشي موجب تقسيمات سلولي در پارانشيم بافت غدّه سيب زميني مي گردد . بدينگونه با توسعه تحقيقات "هابرلندت" ، اسكوگ و سايرين در سال ۱۹۵۴ ميلادي آشكار شد كه وجود مقداري از بافت انتهايي (رأسي) آوند مغز ساقه تنباكو در شرايطي كه عاري از ساير مواد رشد بود ، باعث بروز تقسيمات سلولي در محيط كشت شده است . اينگونه مشاهدات در آن زمان مبين حضور موادي ناشناخته در بافت هاي گياهي بودند كه باعث تحريك فرآيند تقسيمات سلولي مي گرديدند .
بطور كلي از آزمايشات متعدد كه در زمينه كشت بافت انجام شد ، چنين نتيجه گرفته شد كه وقتي بعضي از تركيبات مواد طبيعي مثل : شير نارگيل ، آلبومين ذرت و عصارة مخمر آبجو به محيط كشت اضافه مي گردند ، نتيجتاً رشد و نمو به مراتب از زمانيكه اكسين به تنهايي به محيط كشت اضافه مي شود ، بنحو بهتري صورت مي گيرد .



"اسكوك" و همكارانش در سال ۱۹۵۰ ميلادي تلاش كردند كه ماده فعال موجود در شيرنارگيل (عصاره حاصل از ۱۹ عدد ميوه نارگيل) را با آزمايش بر روي توده سلولي حاصل از ريشه هويج يا مغز ساقه تنباكو بدست آورند ولي موفق نشدند بنابراين درصدد برآمدند كه عامل فعال تقسيمات سلولي را در مخمرآبجو بيابند و این عامل را بطور خالص بدست آورند لذا با توجّه به خصوسيات اين عامل كه با الكل ۹۵ درجه استخراج مي شود و با نمك نقره در محيط طبيعي رسوب مي كند و طول موج ماوراء بنفش را (۲۶۸ mu) را جذب مي نمايد ، به ماده ديگري با همين مشخصات بنام "پورين" برخوردند و چون اين ماده به تنهايي فعاليتي نداشت ، از اسيد نوكلئيك استفاده نمودند تا اينكه سرانجام عامل فعال را در "اسيد دزوكسي ريبو نوكلئيك" ناخالص در سال ۱۹۵۵ ميلادي بنام "كينتين" (kinetine) يا "سينتين" (cinetine) شناختند . اين ماده بطوريكه گفته مي شود سبب تكثير شديد مغز ساقه تنباكو مي گردد .

"كينتين" از DNA تازه بدست نمي آيد و بايد آنرا با قرار دادن در اتوكلاو با شرايط PH ۳-۴ بدست آورد . مشخص شده است ، "سيتوكينين ها" كه از مشتقات آدنين هستند ، فعاليتي بيش از "كينتين" دارند . در فرمول اين مواد حضور بخشي با "۶-آمينو پورين" ضروري مي باشد . بطور كلي تركيباتي كه از مشتقات آدنين هستند و فعاليتي بيش از كينتين دارند ، بنام "فيتوكينين" (phytokinine) يا "سيتوكينين" خوانده مي شوند .

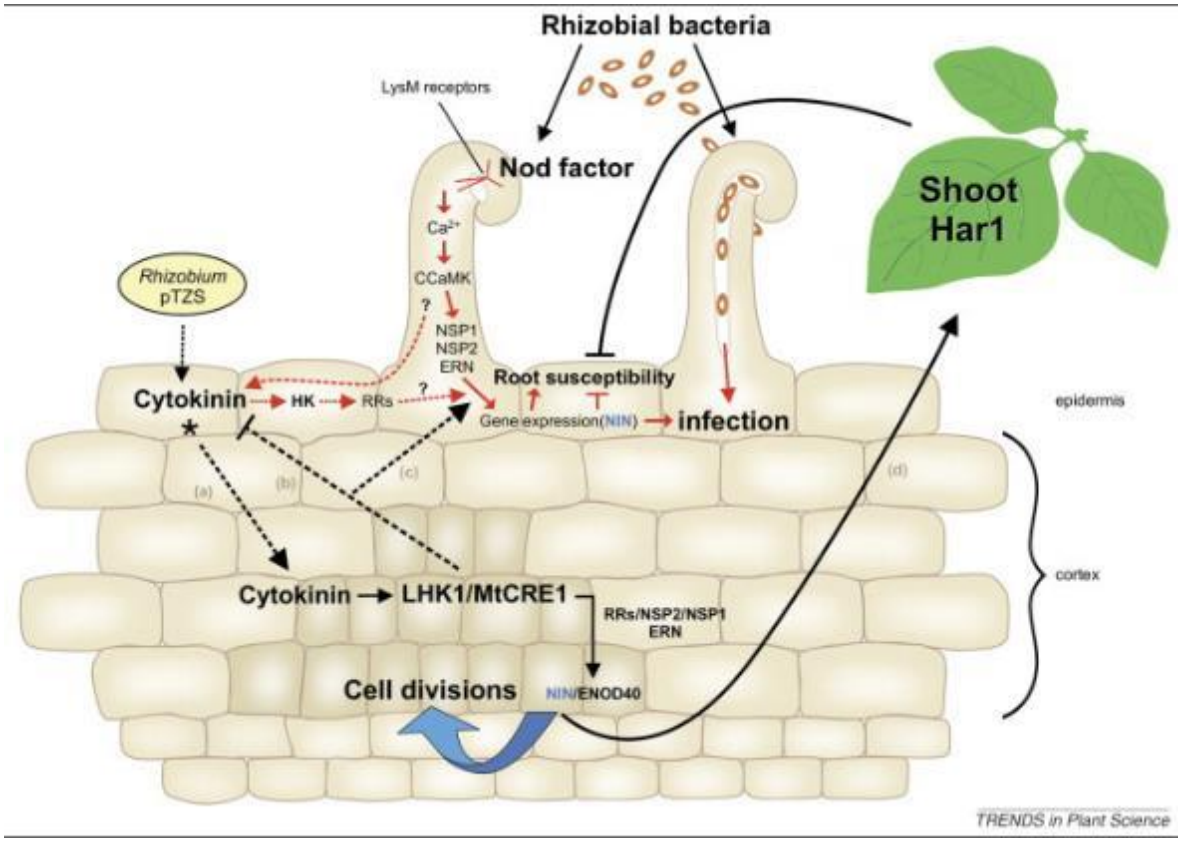


سيتوكينين هاي طبيعي :

اوّلين تجزيه جداسازي سيتوكينين هاي طبيعي در سال ۱۹۶۳ ميلادي توسط "لتام" كه بر روي تقسيمات سلولي ميوه ها در نيوزيلند مطالعه مي نمود و "ميلر" از دانشگاه "ايندياناً" گزارش شده اند . "لتام" اولين

سيتوكينين طبيعي كشف شده را در سمپوزيوم سال ۱۹۶۳ ميلادي بنام "زآتين" (zeatine) نامگذاري كرد زيرا اين ماده را از دانه هاي نارس ذرت بدست آورده بود .

"زآتين" با فرمول شيميايي "۴-هيدروكسي ۳-متيل ۲-بوتنيل آدنين" بسيار فعال تر از "كينتين" مي باشد . اين ماده با غلظت ۰/۱ ميليگرم در ليتر باعث تحريك تقسيمات سلولي مي شود درحاليكه "كينتين" با غلظت بيشتر يعني ۱ ميليگرم در ليتر مؤثر است .
اين ماده بعداً توسط "ميلر" در سال ۱۹۶۵ ميلادي از هسته هاي سلولي (كاريوپي) گندم حاصل آمد .
همچنين "لتام" در سال ۱۹۶۴ ميلادي موفق گرديد تا ماده فعالي را كه از مشتقات آدنين است از هلوهاي جوان استخراج نمايد .
سيتوكينين ها براي تقسيمات سلولي گياهان لازم هستند بطوريكه فعاليت زيادي را در مرحله "شكل پذيري" يا "مورفوژنز" گياهان از طريق تنظيم و هماهنگ معمول مي دارند .
كينين ها در طبيعت عمدتاً به يون هاي قند و فسفات متصلند (لئوپولد-۱۹۷۵).
تاكنون ۸ ماده گوناگون مشابه كينتين از عصاره دانه هاي نارس ذرت بدست آمده اند كه "زآتين" از نظر بيولوژيكي فعالتر از ساير‌ين بوده است (وارينگ -۱۹۷۵).
بخش شيميايي مشترك در كليه كينين هاي طبيعي و مصنوعي داراي پايه "پيوريني" مي باشند .



معروف ترين كينين هاي طبيعي و مصنوعي به قرار زير مي باشند :
الف) انواع طبيعي :
*** - زآتين**
**** - آدنين**
***** - پورين**

ب) انواع مصنوعي يا سنتزي :
*** - كينتين (فورفوريل آمينو پورين)**
**** - "BA" (۶- بنزيل آمينو پورين)**
***** - "PBA" [۶-(بنزيل)-۹-(۲-تتراهيدروپيرانيل) ۹- اچ پورين]**

انواع مختلف سيتوكينين هاي شناخته شده بشرح زير هستند :
كينتين ، بنزيل آدنين ، زآتين ، ايزوپنتيل آدنين (2ip) ، سيس ريبوزيل زآتين ، ms- ريبوزيل زآتين ، دي هيدرو زآتين ، ايزوپنتيل آدنوزين (2ipA) ، ms- ايزوپنتيل آدنوزين (ms-2ipA) ، Ade-co-thr ، اورتو كلرو فنيل اورئيدوپورين ، Ade-co-thr .
تمامي سيتوكينين هاي فوق در نوع هسته پوريني با همديگر مشابهند و تفاوت آنها تنها در جانشيني هاي است كه در محل هاي : N9 ، C2 صورت مي گيرند .

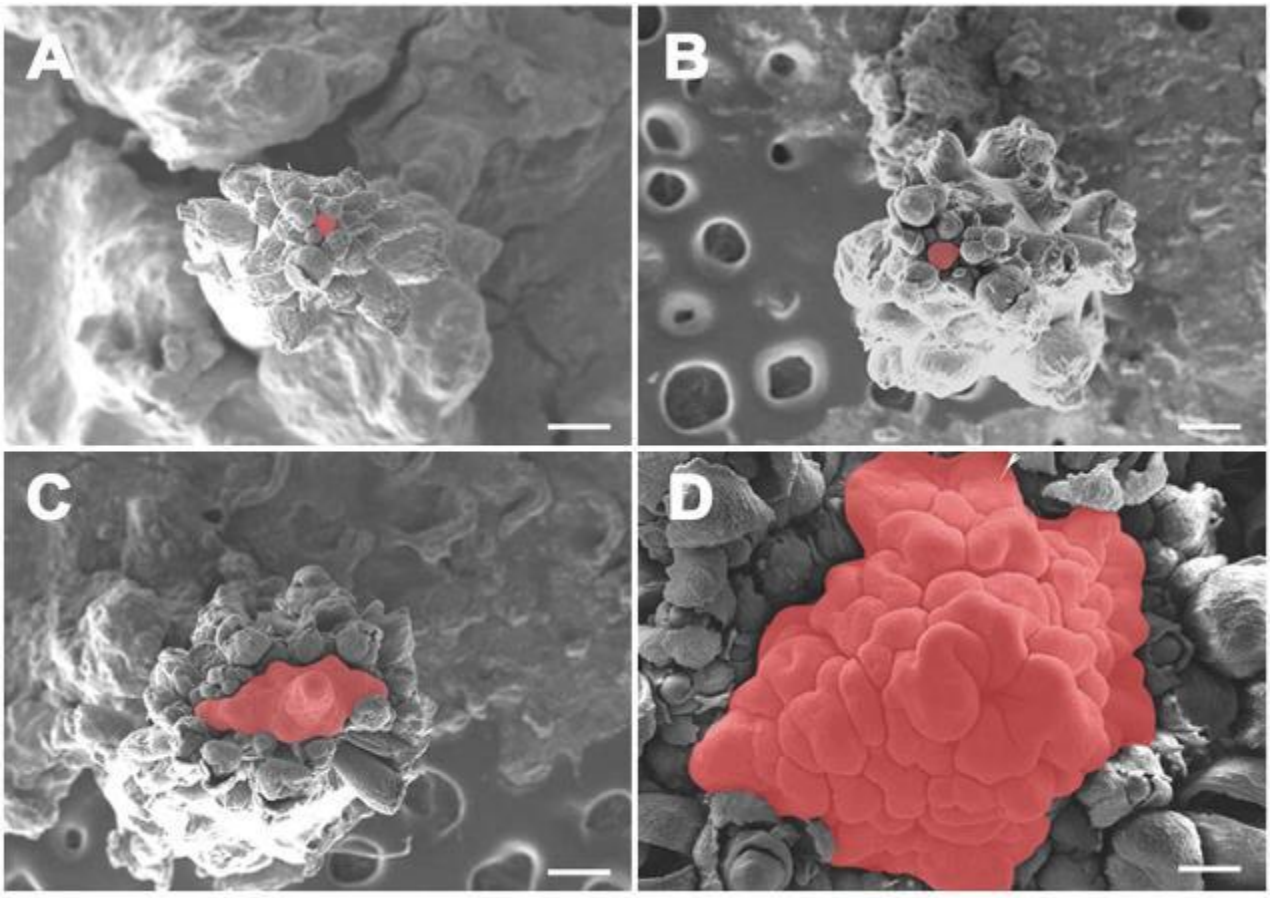
تأثير سيتوكينين ها در نمو گياهان (تأثيرات فيزيولوژيكي سيتوكينين ها) :

سيتوكينين ها همانند اُكسين و جيبرلين در پديده هاي مختلف دروني گياهان دخالت دارند ، بدون اينكه بتوان ارتباط بين اثرات گوناگون آنرا روشن ساخت . اين اثرات را مي توان بشرح زير مورد بررسي قرار داد :

الف) تأثير سيتوكينين ها بر ياخته ها :

*** - سيتوكينين ها تقسيمات سلولي (cell division) را در حضور اُكسين تحريك مي كنند كه البته اين مورد يكي از اثرات بارز سيتوكينين ها مي باشد .**

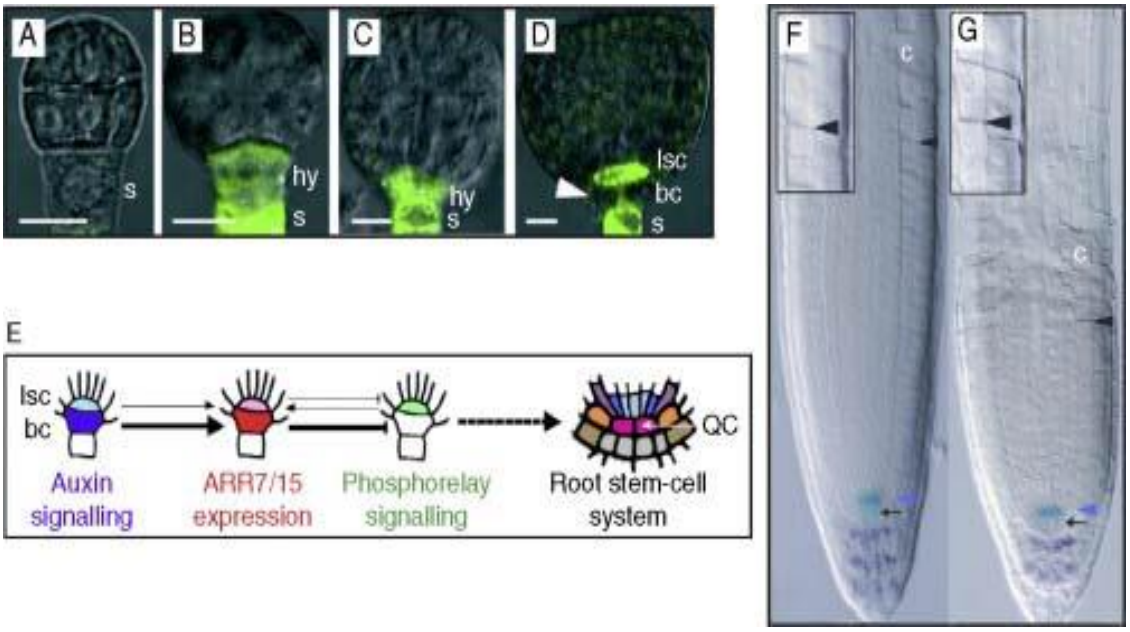
**** - سيتوكينين ها به طريقي متفاوت از اُكسين بر رشد ياخته ها مؤثرند . آنها همچنين ساختن بعضي از مواد پروتئيني را تحريك مي كند .**



ب) تأثير سيتوكينين ها بر قسمت هاي مختلف گياه :

*** - سيتوكينين ها موجب نمو جوانه ها مي شوند و اثر بازدارندگي ناشي از غالبيت انتهايي را بر طرف مي سازند و همچنين پيدايش و نمو ريشه ها را محدود مي كنند .**

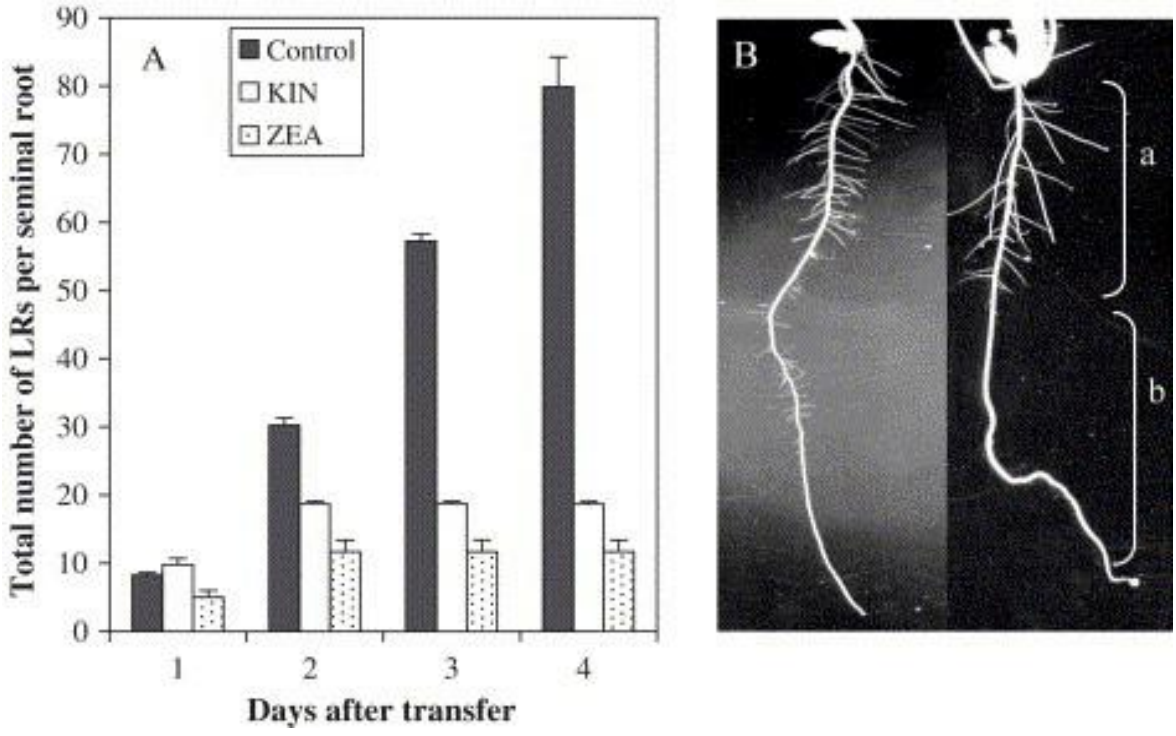
** - سيتوكينين ها خواب بسياري از دانه ها را مي شكنند آنچنانكه مي تواند جايگزين نور قرمز گردند و خواب بذور گياهاني نظير : كاهو ، توتون و شبدر را بشكنند و دورمانسي جوانه گياهاني چون : انگور و عدسك آبي (Lemna minor) را بر طرف نمايند و در نهايت باعث تسريع جوانه زني آنان گردند .
*** - سيتوكينين ها در برخي گياهان كه در شرايط دوره نوري نامساعد قرار دارند ، باعث پيدايش جوانه هاي گل مي شوند .
**** - سيتوكينين ها مرحله پيري (senescence) يا پژمردگي برگ ها را به تعويق مي اندازند .
از بين اثرات چندگانه سيتوكينين ها تأثيرشان بر رشد ياخته اي و اندام زائي (تشكيل جوانه ها) مهمترند .



پ) تأثير سيتوكينين ها بر رشد ياخته اي :
وجود سيتوكينين ها احتمالاً براي تقسيم كليه ياخته هاي گياهي الزامي است امّا چنين نيازي به علت فراواني سيتوكينين هاي موجود با منشأ دروني در اغلب بافت هاي گياهي را نمي توان بطور كامل و يا حداقل بسادگي روشن ساخت . بطور مثال بافت هاي حاصل از لايه زاينده بجز مواردي نظير گياه كلم را مي توان بدون افزودن سيتوكينين ها و فقط بشرط اضافه كردن أكسين به روش "Gautheret" كشت نمود .
در مقابل ؛ كشت گياهان تك لپه اي ، بازدانگان و نهانزادان آوندي در حضور شيره نارگيل يا كينتين امكان پذير است درصورتيكه بافت هاي توموري (Tumoraux) از جمله هيبريدهاي گياه توتون نيازمند افزودن أكسين و سيتوكينين نيستند زيرا توانايي ساخت اين دو هورمون را دارند .
تأثير سيتوكينين ها بر تقسيمات سلولي "تك ياختگان" (protozoaire) نظير : "پارامسي" و باكتري "اشرشياكولي" نيز به اثبات رسيده است .

ظاهراً تأثير سيتوكينين ها بر تقسيمات ياخته اي در دو مرحله بشرح زير صورت مي پذيرد :

@ - مرحله دو برابر شدن كروموزوم ها :
در اين مورد بررسي هاي متعددي صورت پذيرفته است و نشان مي دهند كه سيتوكينين ها بطور قابل توجهي بر ميزان DNA مي افزايند .
@@ - مرحله تقسيم سيتوپلاسم يعني تبديل يك ياخته به دو سلول :
با وجودي كه كشت ياخته ها در محيط فاقد سيتوكينين ها و در حضور أكسين ها به مضاعف شدن كروموزوم ها منجر مي شود و حتي اين روند تا مرحله ايجاد دو هسته (dicaryons) پيش مي رود امّا تشكيل ديوارة عرضي ياخته ها در محيط كشت تنها در حضور سيتوكينين ها امكان پذير مي باشد .



سيتوكينين ها همچنين مي توانند بر افزايش اندازه ياخته ها اثر بگذارند كه البته اين عمل بايد توسط أكسين ها انجام گيرد وليكن مشاهده مي شود در مواردي كه أكسين ها بر برخي از ياخته ها نظير سلول هاي حاصل از برگ هاي بالغ بي تأثير هستند آنگاه سيتوكينين ها براي چنين اعمالي مؤثر واقع مي گردند .
سيتوكينين ها بر رشد طولي ريشه ها و ساقه ها تأثير بازدارندگي دارند امّا رشد عرضي آنها را مساعدت مي كنند . رشد عرضي در اين اندام ها نظير ريشه هاي ذخيره اي تربچه بدون وقوع رشد طولي و از طريق ضخيم شدن آنها صورت مي گيرد .
سيتوكينين ها ساختن پروتئين ها را ميسّر مي سازند . اين مواد بخش كامل كنندة "RNA ناقل" (t-RNA) هستند و "RNA ناقل" مسئول قرار دادن آمينواسيدها در زنجيره پروتيدي است . شايد اثرات متفاوت سيتوكينين ها در كنترل بيوسنتز پروتئين ها و در نتيجه ساخت آنزيم هايي كه در حيات ياخته ها دخالت مي نمايند ، به دليل وجود سيتوكينين ها در ساختمان "t-RNA" باشد .

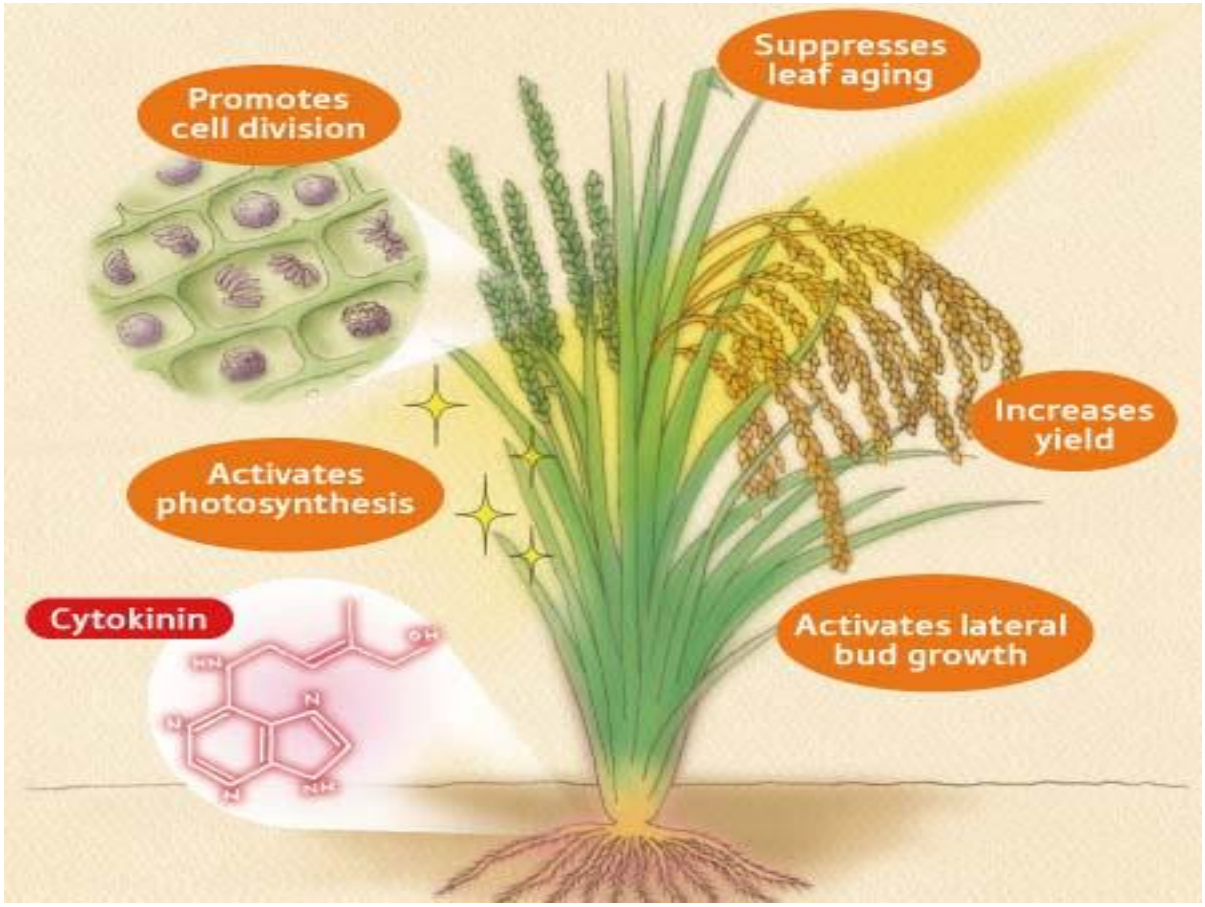
سيتوكينين ها قادر هستند چيرگي يا غالبيت انتهايي حاصل از جوانه زني انتهايي جوانه هاي جانبي را بر طرف نمايند كه چنين غالبيتي همواره بطور مستقيم يا غير مستقيم توسط أكسين بر جوانه هاي انتهايي اعمال مي گردد .

همچنين بنظر مي رسد كه سيتوكينين ها گاهي مكمل أكسين ها در پديدة رشد و گاهي در تضاد با آن در تمايزيابي جوانه هاي ساقه ها و ريشه ها مي باشند . بديهي است كه تعادل موجود بين اين دو هورمون از عوامل تعيين كننده رشد و نمو است ، حتي اگر از نحوه عمل و مكانيزم اعمال شده توسط آنها مطلع نباشيم .

بنابراين مي توان گفت كه كينتين در غلظت هاي 10^{-6} و 10^{-7} سبب تحريك نمو ريشه ها و در غلظت هاي 10^{-8} و 10^{-11} موجب تحريك نمو ساقه هايي نظير ساقه آفتانگردان مي گردد ولي غلظت هاي بيشتر كينتين نظير 10^{-5} در نمو ساقه ها تأثير متضاد دارند و از نمو آن ها جلوگيري مي كنند .

آن طور كه آشكار است ، جوانه هاي جانبي از داشتن كينتين فقيرند و علت آن عكس العمل مثبتي است كه جوانه هاي جانبي با افزايش كينتين خارجي از خودشان نشان مي دهند . كاربرد كينتين بر روي قلمه هاي ساقه شديدتر از جيبرلين از تشكيل مولدهاي ريشه جلوگيري مي كند .

زمانيكه زآتين از انواع سيتوكينين ها را با كمك خمير لانولين در محل دمبرگ هاي گياه توتون (Nicotiana glauca) در دسترس جوانه جانبي قرار گرفت ، موجب آزاد شدن آن از غالبيت جوانه انتهايي شد بطوريكه رشدش پس از ۳۴ روز از رشد ساقه اصلي فراتر رفت .

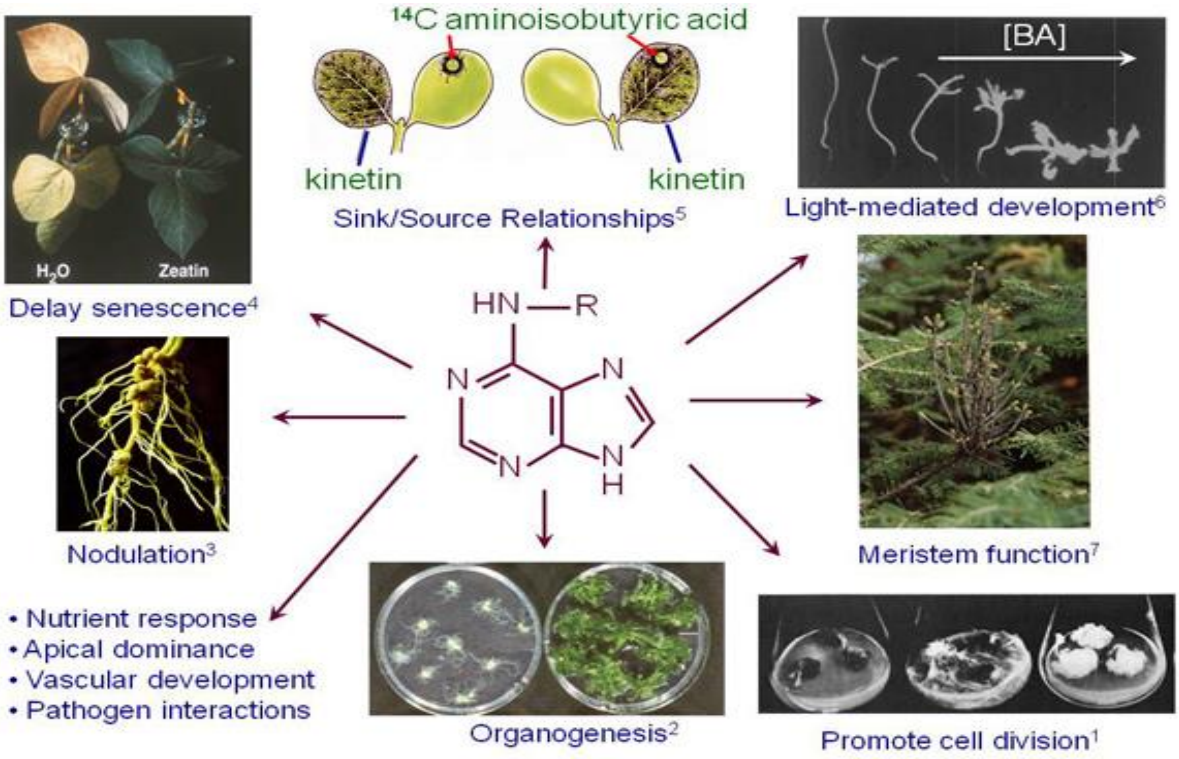


ت) تأثير سيتوكينين ها بر تشكيل جوانه ها و اندام زايي :

"اسكوك" و همكاران در سال ۱۹۵۳ ميلادي با كاشتن قسمت هايي از ساقه گياه توتون نشان دادند كه كه هورمون اُكسين (IAA) با غلظتي معادل 10^{-8} × ۵ گرم در ميلي ليتر بر تشكيل جوانه ها اثر بازدارندگي دارد ولي اضافه نمودن آدنين از انواع سيتوكينين ها با غلظت نسبتاً زياد 10^{-5} × ۵/۵ گرم در ميلي ليتر به محيط كشت موجب پيدايش جوانه ها مي گردد .

مشابه چنين آزمايشاتي توسط "ميلر" در سال ۱۹۵۷ ميلادي بر روي مغز توتون با استفاده از كينتين انجام گرفت و نشانداد كه اندام زائي گياه هنگامي به صورت طبيعي بوقوع مي پيوندد كه بين اُكسين و سيتوكينين تعادلي برقرار باشد. در بررسي ها مشخص شد كه مصرف 10^{-6} × ۲ گرم در ميلي ليتر اُكسين و 10^{-8} × ۲ گرم در ميلي ليتر كينتين باعث ايجاد ريشه زايي در كالوس مي شوند امّا جوانه اي توليد نمي كنند . در مقابل اگر غلظت كينتين را نسبت به اُكسين بالا ببرند آنگاه جوانه ها بوجود مي آيند ولي ريشه اي ظاهر نمي گردد . بدين ترتيب بين اُكسين بعنوان هورمون ريشه زا و سيتوكينين بعنوان هورمون ساقه زايي يعني تشكيل دهنده جوانة شاخه ها نوعي تضاد (antagonism) مشاهده مي گردد . در اين رقابت كينتين بسيار فعال تر از آدنين مي باشد زيرا حداكثر ساقه زايي با غلظت 10^{-6} گرم در ليتر كينتين در برابر 10^{-8} × ۳ گرم در ميلي ليتر اُكسين حاصل مي گردد يعني به نسبت ۳۵ به ۱ بين دو ماده مذبور درحاليكه در مورد آدنين اين نسبت ۱۵۰۰ به ۱ مي باشد .

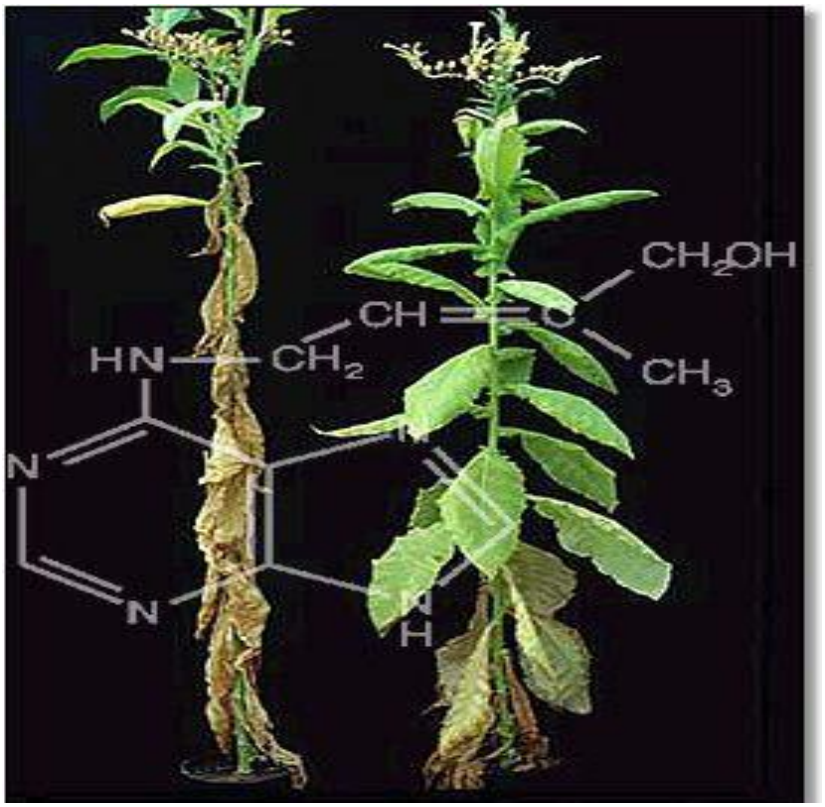
در گياهك هاي بادام زميني كه از نمونه هاي بافت در محيط كشت داراي NAA و يا كينين به غلظت ۰/۵ قسمت در ميليون حاصل شده اند ، مقدار انحناي ۱۸۰ درجه اي ديده مي شود و رشد افقي غلاف نسبت به زمين فقط زماني رُخ مي دهد كه هر دو هورمون مذكور در محيط كشت موجود باشند .



مطالعه اثرات سيتوكينين ها :

گرچه براي تشخيص و تعيين مقدار سيتوكينين ها شيوه هاي بيولوژيكي مختلفي وجود دارند ولي استفاده از آزمون هايي كه براساس تعيين رشد قطعات مجزا در كشت بافت هاي گياهي صورت مي گيرند ، معتبرتر بنظر مي رسند . بعلت مشكل بودن تجزيه شيميايي سيتوكينين ها كه در مقادير بسيار كمي وجود دارند ، تجزيه كمّي آنها تا اين اواخر محدود به روش هاي بيولوژيك بوده اند وليكن اينك كروماتوگرافي گازي مي تواند در جداسازي كينين ها مؤثر واقع گردند .

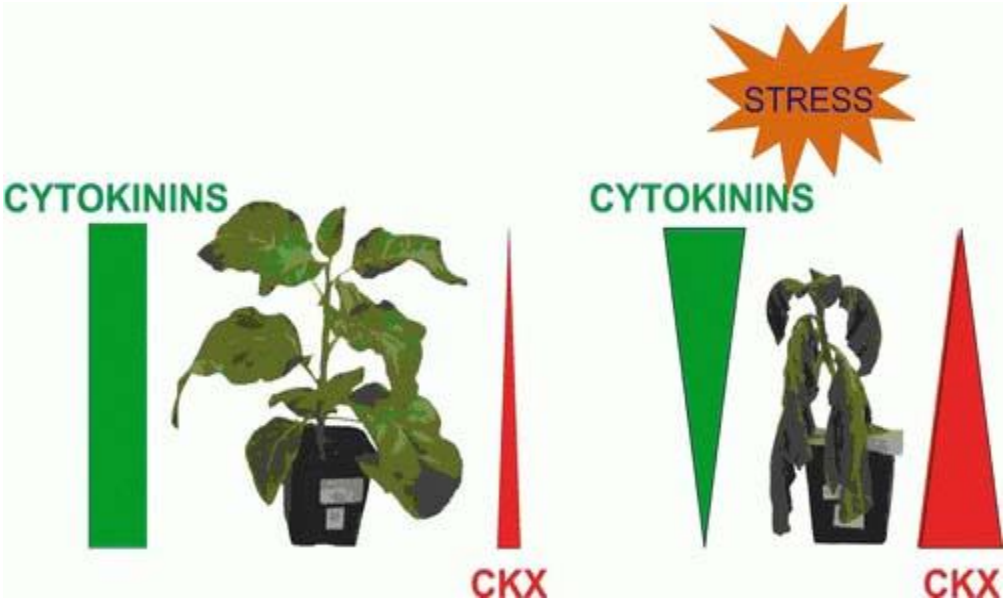
انتخاب بافت گياهي جهت مطالعه سيتوكينين ها برحسب نوع سيتوكينين كه مورد بررسي قرار مي گيرد ، تغيير مي يابد . بعنوان مثال آزمون توتون براي تعيين تراكم زآتين بكار مي رود ، در منطقه كوچكي از تراكم كه بين 10^{-10} M و 10^{-8} M قرار دارد ، خطي است ولي مي تواند تراكم كمتر از 10^{-11} M را نيز معرفي نمايد. آزمون لوبيا چيني يا لوبيا روغني نيز تقريباً همينقدر حساس است ولي نسبت به دامنه وسيع تري از تراكم ها ، خطي يا نسبتاً خطي است . آزمون لوبيا روغني يا سوژا براي جداكردن فعاليت هاي سيتوكينيني تركيبات شيميايي مختلف بهتر است وليكن آزمون توتون براي تخمين مقادير محدود فعاليت سيتوكينيني كه در بافت ها وجود دارند ، مناسب تر مي باشد .



"لتام" در سال ۱۹۶۷ ميلادي ۵ آزمون مختلف از جمله دو آزمون فوق الذكر را مورد استفاده قرار داد و نتيجه گرفت كه آزمون هويج با مختصر تغييري ظاهراً به اين علت كه بافت حاصل از ريشه اين گياه بافت استاندارد شده تري مي باشد ، بر ساير آزمون ها ترجيح دارد . تمام آزمون هاي بيولوژيكي كه با استفاده از

قطعات جدا شده انجام مي گيرند ، داراي يك اِشكال مشترك هستند و آن اينكه طولاني بودن دورة رشد از فعاليت اينگونه مواد كه ناپايدار هستند ، مي كاهند .

آزمون "فيوناريا" (Funaria) كه در آن از تشكيل جوانه بر روي پروتونما براي تعيين فعاليت سيتوكينين استفاده مي شود ، اين مشكل را بر طرف مي سازد . آزمون مذكور در سال ۱۹۶۲ ميلادي توسط "زوي كاسكا" معرفي و سپس متداول شد .
با تغيير آزمون توتون و اندازه گيري سرعت رشد بجاي محصول انتهايي بافت مي توان فعاليت سينتيك تركيبات اكسين را نيز تعيين نمود .



اثر تراكم هاي مختلف كينتين بر رشد لوبياي روغني و توتون :

بافت ها به مدت ۲۱ روز در شرايط ايده آل و در محيط حاوي IAA قرار داده مي شوند سپس با استفاده از روش كروماتوگرافي گازي كه غالباً براي جداسازي و سنجش مشتقات پورين استفاده مي گردد ، مقدار كم سيتوكينين را اندازه گيري مي كنند . با اين وسيله بازهاي مختلفي كه بطور آزاد و يا بصورت "ريبونوكلئوزيد" در يك مخلوط وجود دارند ، از يكديگر جدا مي گردند كه در اين حالت استفاده از روش اسپكترومتري جرمي مي تواند روش مذكور را براي شناسايي و تعيين فعاليت سيتوكينيني در مقادير كمي از بافت تكميل نمايد . با اين وجود براي تشخيص و اندازه گيري فعاليت انواع شناخته نشده سيتوكينين بايد هميشه از آزمون هاي بيولوژيكي حساس استفاده شود .

اثرات متقابل سيتوكينين با ساير هورمون ها :

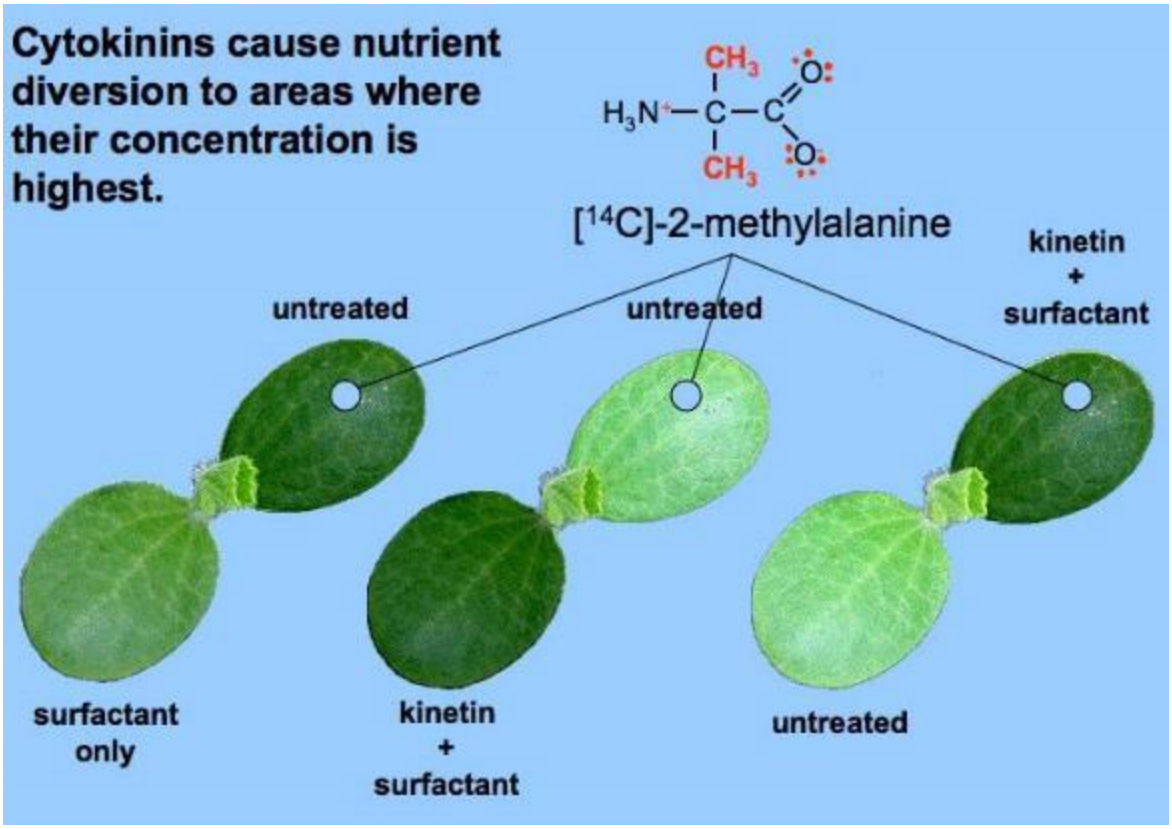
همواره بين سيتوكينين و اكسين اثرات متقابلي وجود دارد بطوريكه از اكسين بعنوان هورمون ريشه زا و كينتين بعنوان هورمون مولد ساقه و شاخه بنوعي اثرات متضاد مشاهده مي شود . سيتوكينين ها قادرند

غالبيت انتهايي را كه توسط اكسين بطور مستقيم و يا غير مستقيم در جوانه انتهايي ايجاد مي شود را از بين ببرند . همچنين بنظر مي رسد كه سيتوكينين ها گاهي مكمل اثر اكسين ها در پديده رشد و گاهي در تضاد با آن در تمايزيابي رشد و شاخه زايي هستند و در هر صورت وجود تعادل بين اين دو هورمون از عوامل تعيين كننده رشد در گياهان مي باشد.

تجربيات انجام شده (كان – ۱۹۶۸) بر روي بيدارشدن دانه در يكي از واريته هاي كاهو نشانداد كه اسيد آبسيزيك در حضور يك عامل محرّك مثلاً نور كه جهت رويش دانه مذكور لازم است ، داراي اثرات بازدارندگي مي باشد . در چنين حالتي جيبرلين مي تواند جانشين اثرات فيزيولوژيكي نور شود ولي عمل آن توسط آبسيزيك خنثي مي گردد . با اين وجود اثرات آبسيزيك با افزايش تراكم جيبرلين از بين نمي رود و تنها با اضافه نمودن كينتين كه به تنهايي غير فعال است ، خنثي مي شود . اين مسئله نشان مي دهد كه جيبرلين و اسيد آبسيزيك بر سيستم هاي مختلفي عمل مي كنند . همچنانكه اضافه كردن كينتين مانع عمل بازدارندگي اسيد آبسيزيك مي شود ، جيبرلين نيز باعث رويش دانه ها مي گردد .

روند كاهش مقدار كلروفيل در كلروپلاست برگ ها كه نشانه پيشرفت پيري است ، تحت تأثير اسيد آبسيزيك و سيتوكينين تغيير مي نمايد . آزمايشات انجام شده نشان مي دهند كه اسيد آبسيزيك چنين كاهشي را تشديد وليكن كينتين و يون هاي پتاسيم چنين كاهشي را تعديل مي نمايند .

برررسي هاي بعدي (Trewavas-1971) نشانداد كه اسيد آبسيزيك باعث تجزيه پروتئين ها مي شود وليكن "بنزيل آدنين" مانع تجزيه پروتئين ها مي گردد .



همچنين مطالعاتي (Bitner-1972) بر روي تأثيرات متقابل كينتين و اسيد آبسيزيك در برگ هاي در حال پيري گياه ترشك (Rumex) انجام شد و مشاهده گرديد كه اسيد آبسيزيك تجزيه كينتين و تشكيل آدنين در آنرا به تأخير انداخت و در نتيجه اسيد آبسيزيك باعث صرفه جوئي در مصرف سيتوكينين مي شود .
برخي پژوهندگان (Back-1972) عقيده دارند كه كينتين ها موجب توليد موادي با اثرات بازدارندگي (turn over) سريع مي گردند لذا تأثيرات سيتوكينين در به تأخير انداختن پيري از متابوليسم چنين ماده اي ناشي مي شود .
انباشته شدن نسبي سيتوكينين كه تحت اثر اسيد آبسيزيك حاصل مي شود ، تأثيرات متقابل در انباشتگي را كه نتيجه آن شديدشدن پيشرفت پيري است ، را نشان مي دهد . آنزيمي كه در برگ گياهان موجب تجزيه كينتين مي شود و آنرا به آدنين تبديل مي سازد ، احتمالاً همان آنزيمي است كه بوسيله "Hall-1973" معرفي شد و تبديل زآتين به آدنين را كاتاليز مي نمايد . ايشان مشاهده كردند كه اين آنزيم در آندوسپرم ذرت طي مراحل اوليه رشد دانه ها بالا است و فعاليتش به موازات فعاليت سيتوكينين در بافت تغيير مي يابد .
"Back-1971" نيز اظهار نمود كه تغييرات فصلي سيتوكينين يا جيبرلين در به تأخير انداختن پيري در برگ هاي جداشده نشانگر توانايي اسيد آبسيزيك آندوژن در اين اندام ها مي باشند .

چگونگي اثرات هورمون ها در رشد و نمو :

بافت كالوس رشديافته در محيط "كازئين هيدروليزات" با مقادير مختلفي از IAA و كينتين ظهور مي يابد وليكن در محيط فاقد IAA هيچگونه رشدي بوقوع نمي پيوندند . درحاليكه افزايش غلظت IAA به نمو ريشه ها منجر مي گردند ، با افزايش كينتين ساقه ها نيز نمو مي يابند . مشخص شده است كه شكل گيري كالوس تنها در غلظت هاي بالايي از IAA و كينتين صورت مي پذيرد .

«جدول۱) اعمال فيتوهورمون ها در رشد و نمو گياهان »

فرآيند گياه	اكسين	جيبرلين	سيتوكينين	آبسيزيك اسيد	اتيلين
تقسيم سلولي		*	*		
از دست دادن ديواره سلولي	*				
بزرگ شدن سلول	*	*	*		
ريشه دهي	*		*		
تشكيل كالوس	*		*		
تشكيل آوندهاي چوبي	*		*		
افزايش تنفس و جذب پتاسيم					
ساخت RNA و پروتئين	*	*	*		
طويل شدن ساقه	*	*			
رشد جوانه جانبي	*		*	*	*
آزادسازي آلفا آميلاز		*			*
خواب		*	*	*	*
جواني	*	*			
سرعت رشد	*	*	*	*	
گلدهي	*	*	*	*	*
تعيين جنس	*	*	*		*
تشكيل ميوه	*	*	*		*
رسيدن ميوه	*	*	*		*
غده بندي	*	*	*	*	*
افتادن برگ ها	*	*	*	*	*
ريشه دهي	*	*	*		*
پيري	*	*	*	*	*
جوانه زني		*	*		*

روابط بين ساختمان شيميايي و فعاليت بيولوژيكي :

سنتز و مطالعه تركيباتي كه داراي فعاليت سيتوكينين هستند ، با كشف كينتين آغاز شد و تا امروز ادامه دارد بطوريكه در فاصله زماني مطالعات مربوط به ساختمان مولكولي و فعاليت سيتوكينين در حدود يكصد سيتوكينين جديد سنتز گرديده اند .

شرايط لازم براي اينكه يك سيتوكينين از نظر ساختماني فعال شناخته شود شامل :

الف- وجود يك مولكول آدنين

ب- يك حلقه پورين كامل

پ - يك جانشيني در N6 با اندازه متوسط مي باشد .

بسياري از خواص مولكول ها در فعاليتشان تأثير مي گذارند . البته "دي فنيل" و مشتقاتش ظاهراً از اين قاعده پيروي نمي نمايند .

برخي از مواد نظير "6-benzyl amino-8-azapurine" ، "8-azakietin" و "6-(3-methyl2-butenyl amine)-8-azapurine" كه فاقد هسته پوريني هستند ، فعاليت سيتوكينيني كمتري دارند و چنين فعاليتي در آنها از ١٠ درصد مواد هم ارزشان تجاوز نمي كند .

در زآتين (zeatin يا 2ip) تعويض اتم هاي C و N در موقعيت هاي ۷ و ۸ باعث بوجود آمدن "6-(3-methyl-2-butenyl-amino)-7-oloaza-8-azapurine)" مي شود كه صد بار كمتر از تركيب اصلي خود در آزمون توتون فعاليت نشان مي دهد .
قرارگرفتن يك اتم كربن در "ريبوزيل زآتين" بجاي N9 باعث تشكيل يكي از مشتقات ماده مذكور مي گردد كه داراي فعاليت سيتوكينيني كمتري مي باشد . همچنين قرار گرفتن S يا O بجاي N در موقعيت N6 آدنين منجر به كم شدن ۹۰ درصدي فعاليت با آزمون توتون مي گردد .
بطور خلاصه وجود يك هسته كامل آدنين براي شديد بودن فعاليت سيتوكينين ها در افزايش رشد لازم است . قرار گرفتن يك اتم بجاي اتم ديگر برحسب موقعيتش باعث كم شدن و يا حتي از بين رفتن كامل فعاليت آن مي شود . برخي سيستم هاي حلقوي ديگر نيز فعاليت سيتوكينيني از خود نشان مي دهند .

موارد استفاده كينتين ها در كشاورزي :
موارد استفاده بالقوه زيادي براي كاربرد كينتين ها در كشاورزي از اواخر قرن بيستم (ويور-۱۹۷۲) پيشنهاد شد كه از آن جمله جهت افزايش تشكيل ميوه ها در انگور و اصلاح اندازه و شكل سيب رقم دليشز بودند . در خاك هايي با درجه حرارت بالا (۲۵ درجه سانتيگراد) بذور كاهو ممكن است دچار خواب ثانويه شوند ولي چنانچه اين بذور با كينتين آغشته گردند ، جوانه زني آنها افزايش مي يابند كه متأثر از "بنزيل آدنين" (BA) است .

كشف سيتوكينين يقيناً بُعد جديدي را در اصلاح نباتات ايجاد كرد . تكثير هاپلوئيد از دانه گرده ، ازدياد گياهان ديپلوئيد از سلول هاي غير جنسي (سوماتيك) ، توليد جنين از تخمك هاي لقاح يافته و ايجاد گياهاني از بافت هاي مجزا شده از جنبه هاي جديدي هستند كه مسير مطالعه و اصلاح عملي نباتات را كه قبلاً غير قابل دسترسي بودن ، مهيّا ساخته اند. از آن جمله يافته هايي هستند كه با تغيير غلظت كينين در محيط كشت بعضي مراحل بحراني سيكل رشد راي قسمتي از يك بافت مي تواند تغييرات قابل انتقال و غير هسته اي را تحريك كند. ژنوتيپ هاي سيب زميني تازه اي با استفاده از اين تكنيك بدست آمده اند كه افزايش معني داري را در محصول دهي ضمن شرايط مزرعه اي توليد نموده اند (شفرد-١٩٨٠).

متابوليسم كينين ها :

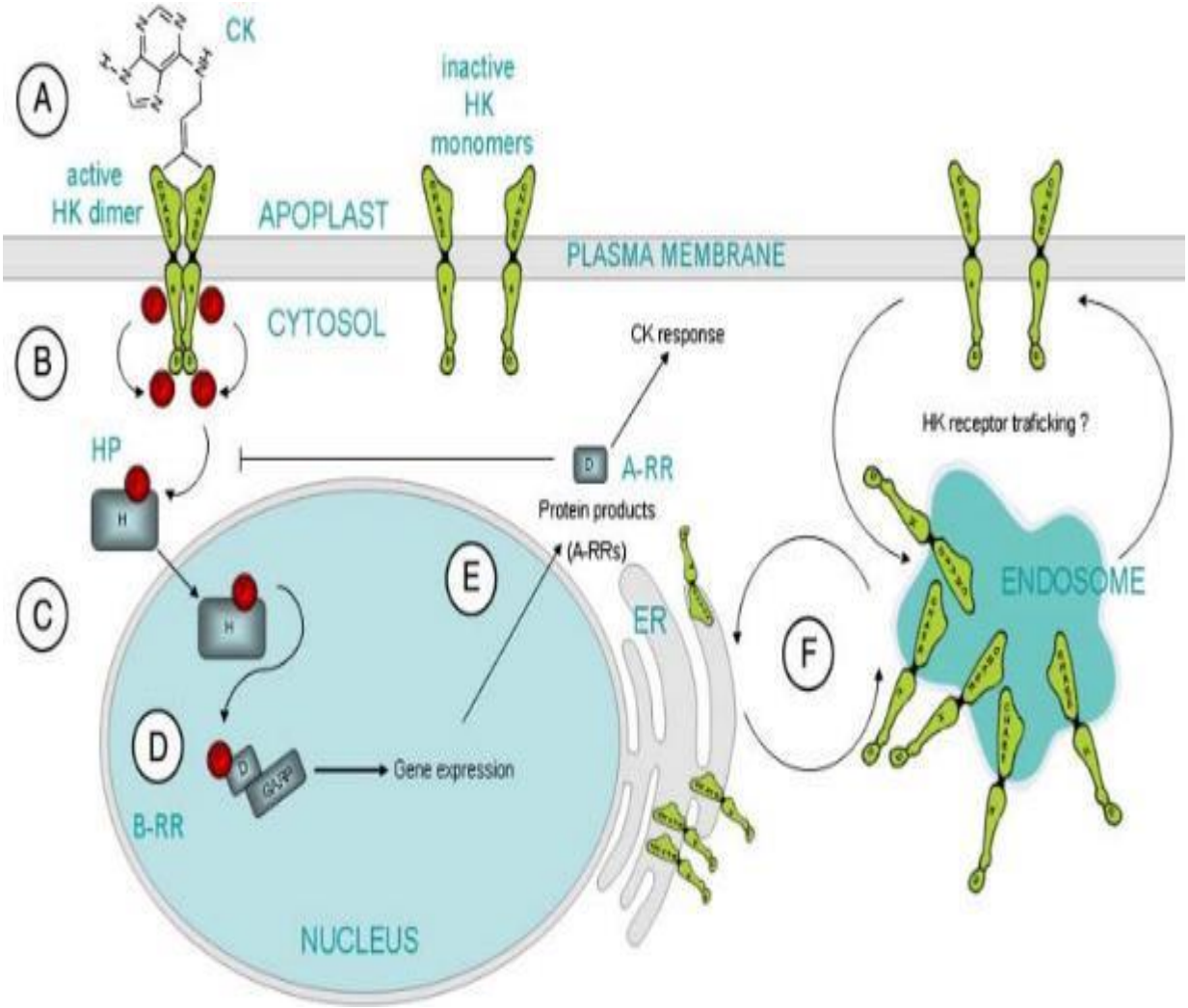
بنظر مي رسد كه كينين هاي طبيعي از اتصال يك زنجيرة ٥ كربني با يك مولكول آدنين درست شده اند . اعتقاد بر اين است كه زنجير ٥ كربنه از "ايزوپرون" كه واحد اساسي در ساختمان GA ، گزانتوفيل ، كلروفيل و اسيد آبسيزيك است ، مشتق شده است .

اطلاعات و شواهد نشان مي دهند كه كينين ها در بافت برگ و جوانه حضور دارند . محرز گرديده است كه كينين هاي توليد شده در ريشه ، در سرتاسر گياه بوسيله جريان تعرق منتقل مي شوند (وارنيگ-١٩٧٧). جوانه ها همواره منابع ذخيره قوي تري نسبت به برگ ها براي كنترل كينين ها هستند (فيليپس-١٩٦٥).

انتقال كينين ها :

از نتيجه مطالعات انجام يافته در اين زمينه چنين بنظر مي رسد كه جهت حركت كينتين به سمت ريشه بيشتر از ساقه ها نمي باشد . ضمناً در غلظت هاي زياد اكسين مقدار كينيني كه نقل مكان مي يابد ، افزوده مي شود (ديسون-١٩٦٧).

البته نظريات مختلفي در مورد حركت سيتوكينين در داخل گياه وجود دارد امّا مي دانيم كه اولين نتيجه حركت سيتوكينين ها در داخل برگ و ساقه تأثيري است كه روي جوانه هاي گياه مي گذارد و دوره خواب آنان را از بين مي برد (ويكسون-١٩٥٨).



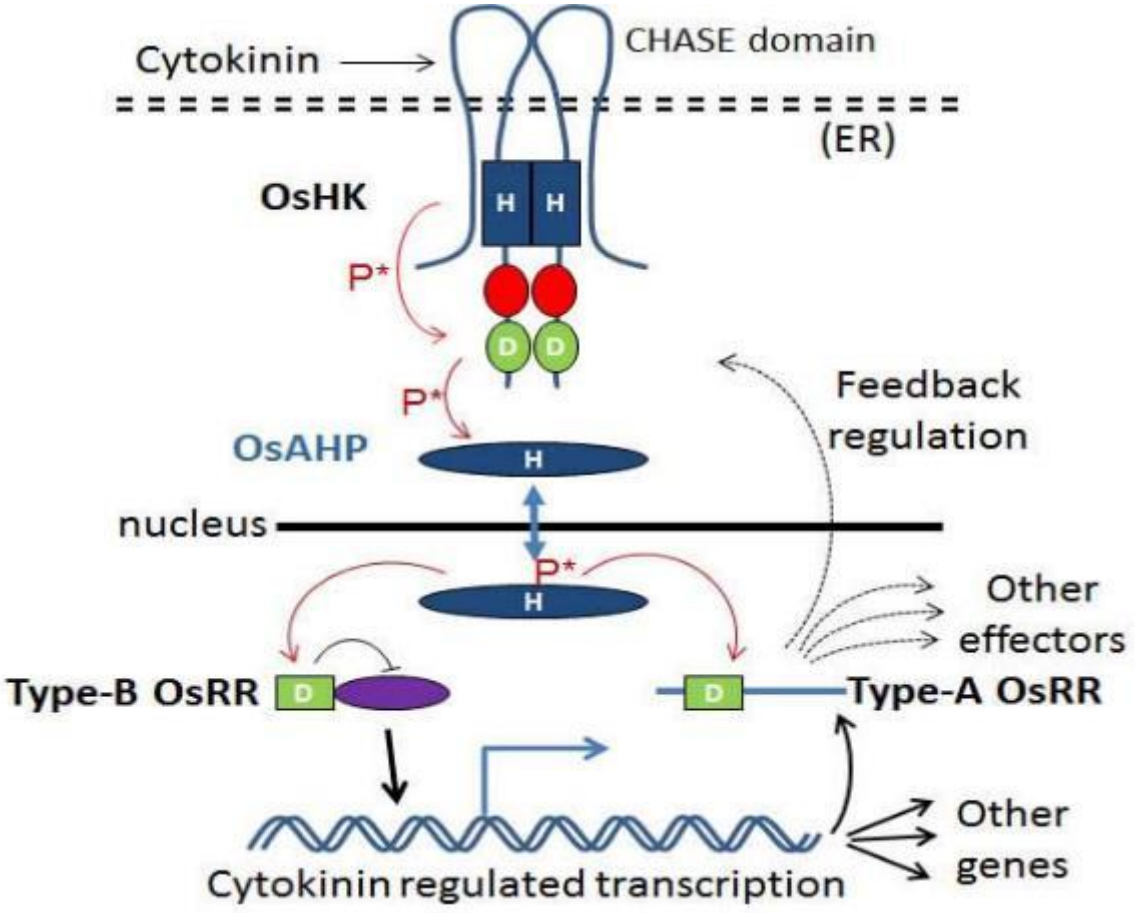
برخي آزمايشات نشان مي دهند كه :

الف) هورمون سيتوكينين ممكن است بصورت خيلي ثابتي در گياه بماند .

ب) سيتوكينين در مايع موجود در آوند چوبي آزادانه از ريشه ها به طرف قسمت هاي هوايي گياه حركت مي كند .

پ) حركت سيتوكينين از جمله "بنزيل آدنين" از ميان رگبرگ هاي گياه همانند مكانيسم حركت اكسين بصورت قطبي صورت مي گيرد .

ثبات سيتوكينين ها در داخل برگ ها موضوع مطالعاتي متعددي قرار گرفته است و ضمن آنها نشان داده شد كه سيتوكينين توليدي در ميوه ها بصورت بارزي متحرك نمي باشد لذا ممكن است بصورت متمركز عمل نمايد. بنابراين كنترل و تنظيم قسمت هاي هوايي گياه به نسبت هاي موجود از سيتوكينين و جيبرلين انتقال يافته به قسمت هاي هوايي گياه ارتباط مي يابد .

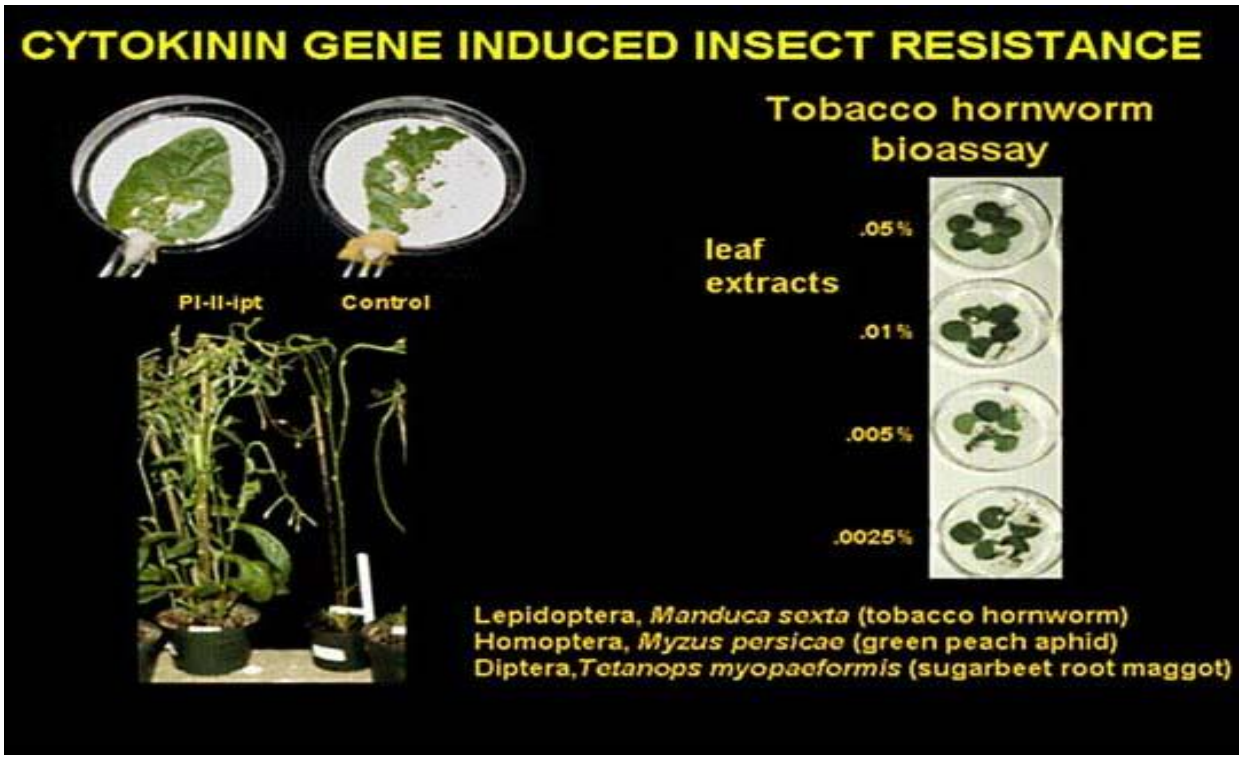


حضور سيتوكينين ها در "t-RNA" :

امروزه دانشمندان توانسته اند سيتوكينين ها را در "t-RNA" بسياري از موجودات زنده بيابند .

«جدول۲) برخي موجودات زنده اي كه سيتوكينين در "t-RNA" آنها يافت شده اند :»

ميكروارگانيزم ها	گياهان	جانوران
كورين باكتريوم فاسيانس	گياهك هاي ذرت	كبد گاو
مخمر	دانه هاي نارس ذرت	كبد موش
اشرشياكولي	نخودهاي يخزده	كبد گوسفند
استافيلوكوكوس اپيدرميديس	دانه هاي جوانه زني گندم	جنين مرغ
استافيلوكوكوس اورئوس	گياه توتون	كبد انسان
باسيلوس سرئوس		تومور كبد موش
باسيلوس سوبتيليس		مغز، كبد و عضله ميمون
ازتوباكتر وينلاديي		تومور"آسيت" موش
ميكروكوكوس روزئوس		
ميكوپلاسما		
تريكودرما ويريد		
لاكتوباسيلوس اسيدوفيليس		



برخي دانشمندان (Sachau-1966) توانسته اند "2ipA" را در ساختمان دو گونه از "$t - RNA^{ser}$" حاصل از مخمر آبجو تشخيص دهند .
همچنين برخي ديگر موفق شده اند (Hall-1966) ماده "2ipA" را در مواد حاصل از هيدروليز آنزيمي "t-RNA" مخمر و جگر گوساله بيابند .
آنها همچنين هر دو ماده "2ipA" و "ريبوزيل زآتين" را از مواد حاصل از هيدروليز "t-RNA" گياهان جدا ساخته اند . اين دو سيتوكينين به نسبت هاي مختلف در t-RNA اسفناج و نخود وجود دارند .
t-RNA حاصل از دانه هاي نارس ذرت فقط محتوي "ريبوزيل زآتين" مي باشد .
t-RNA گندم حاوي لااقل چهار سيتوكينين "2ipA" ، "زيبوزيل زآتين" و مشتقات اين دو سيتوكينين بوده اند .
از نتايج مطالعاتي كه تاكنون بدست آمده است مي توان گفت كه "ريبوزيل زآتين" فراوان ترين سيتوكينين محسوب مي شود .
دانشمندان با شواهد قاطعي نشانداندند كه سيتوكينين ها نقش مهمّي در نسخه خواني و نسخه برداري مولكول هاي اسيدهاي هسته اي برعهده دارند .

منابع و مآخذ :

۱- لاهوتي . م – اصول فيزيولوي گياهي – ۱۳۷۰ – آستان قدس رضوي
۲- كوچكي . ع ؛ غ . سرمدنيا – فيزيولوي گياهان زراعي – جهاد دانشگاهي مشهد
۳- طاهباز . ف – هورمون هاي گياهي و رشد گل – ۱۳۵۰ – دانشگاه تهران
۴- مجتهدي . م و همكاران – زندگي گياه سبز – ۱۳۶۸ – دانشگاه تهران
۵- عطري . م – ارگانوژنز و مورفوژنز گياهي – ۱۳۷۰ – جهاد دانشگاهي اروميه
۶- ابراهيم زاده . ج – فيزيولوژي گياهي ۳ (تمايز در گياهان) – ۱۳۶۱ – دانشگاه تهران
۷- لساني . ح و همكاران – فيزيولوژيگياهي – دانشگاه تهران

8- Carl Leopold . A & et al – 1983 – Plant growth and development . Mcgraw . Hill Company
9- Raynoggle . G & et al – 1982 – Introduction plant physiology . Hall Of India Private Limited
10- Frank . B & et al – 1991 – Plant physiology – Wads Company Belmont California

"براسینو استروئیدها" و اثرات آنها بر رشد گیاهان ؛
"Effects of Brassinosteroids on plant growth"

پیشگفتار :

رشد و تکامل گیاهان بوسیله برخی مواد شیمیایی با غلظت های بسیار کم کنترل می شود که این مواد را به نام های چون : "مواد رشد دهندهٔ گیاهان" ، "هورمون های گیاهی" ، "فیتوهورمون ها" و"تنظیم کننده های رشد گیاهان" می شناسند . این مفهوم که تنظیم رشد و نمو گیاهان توسط مقدار بسیار ناچیزی از یک ماده فتوسنتزی که در یک اندام تولید می شود ولی منجر به عکس العمل در اندام دیگری می گردد ، اولین دفعه توسط "وان .اچ .ژولیوس" پدر فیزیولوژی گیاهی در نیمه دوّم قرن نوزدهم میلادی ارائه شد و متعاقباً مشاهدات او توسط "چارلز داروین" در ۱۸۸۰ میلادی ضمن مطالعه اثرات نور و جاذبه بر رشد گیاهان قطعیت یافتند .

بکارگیری ماهرانه "مواد تنظیم کننده رشد" در خدمت کشاورزی مدرن از پایان جنگ دوم جهانی آغاز گردید و اینک این مواد جهت کنترل گروهی از فرآیندهای فیزیولوژیک در تولید محصولات زراعی بکار می روند . گیاهان زراعی دوره رشد زایشی نسبتاً کوتاهی دارند لذا امکان کنترل ژنتیکی جهت تولید عکس العمل های فیزیولوژیک مطلوب با اصلاح و انتخاب برای سطوح طبیعی هورمون های داخلی وجود دارد .

اصطلاح تنظیم کننده های رشد ، گروه وسیعی از مواد آلی بجز ویتامین ها و عناصر کم مصرف را در بر می گیرد . این مواد در مقادیر ناچیز فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان را به پیش می برند یا از انجام آنها جلوگیری می کنند و یا سایر فرآیندها را تغییر می دهند (وارنگ و فیلیپ-۱۹۷۸). هورمون های گیاهی آن طور که ساخته شدن هورمون های جانوری اختصاص به یک اندام دارند و واکنش آنها مختص به اندامی خاصی می باشند ، نیستند ولیکن تا حدودی از همین الگوی عمومی پیروی می کنند .

امروزه مواد تنظیم کنندهٔ رشد گیاهان را به پنج گروه تقسیم می کنند که شامل :

اُکسین ها ، جیبرلین ها ، سیتوکینین ها (کینین ها) ، بازدارنده های رشد و اتیلین ها می باشند .

دو هورمون دیگر یعنی "براسینولید" بعنوان یک استروئید و "تریاکونتانول" بعنوان یک الکل موجب تحریک های شدیدی در رشد گیاهان می شوند و از نظر شیمیای در این طبقه بندی قرار نمی گیرند . هر دو ماده فوق بترتیب از بذور کلزا (Brassica napus) و بعضی گیاهان عالی استخراج گردیده اند (توماس-۱۹۷۶).

اصولاً برای اینکه ترکیبی بعنوان هورمون گیاهی شناخته شود ، خواص مشخصی را لازم دارد نظیر :

۱- محل ساخته شدن با محل اثرگذاری آنها در گیاهان فرق می کند .

۲- با مقادیر بسیار کم در حد 10^{-9} موجب عکس العمل می شوند .

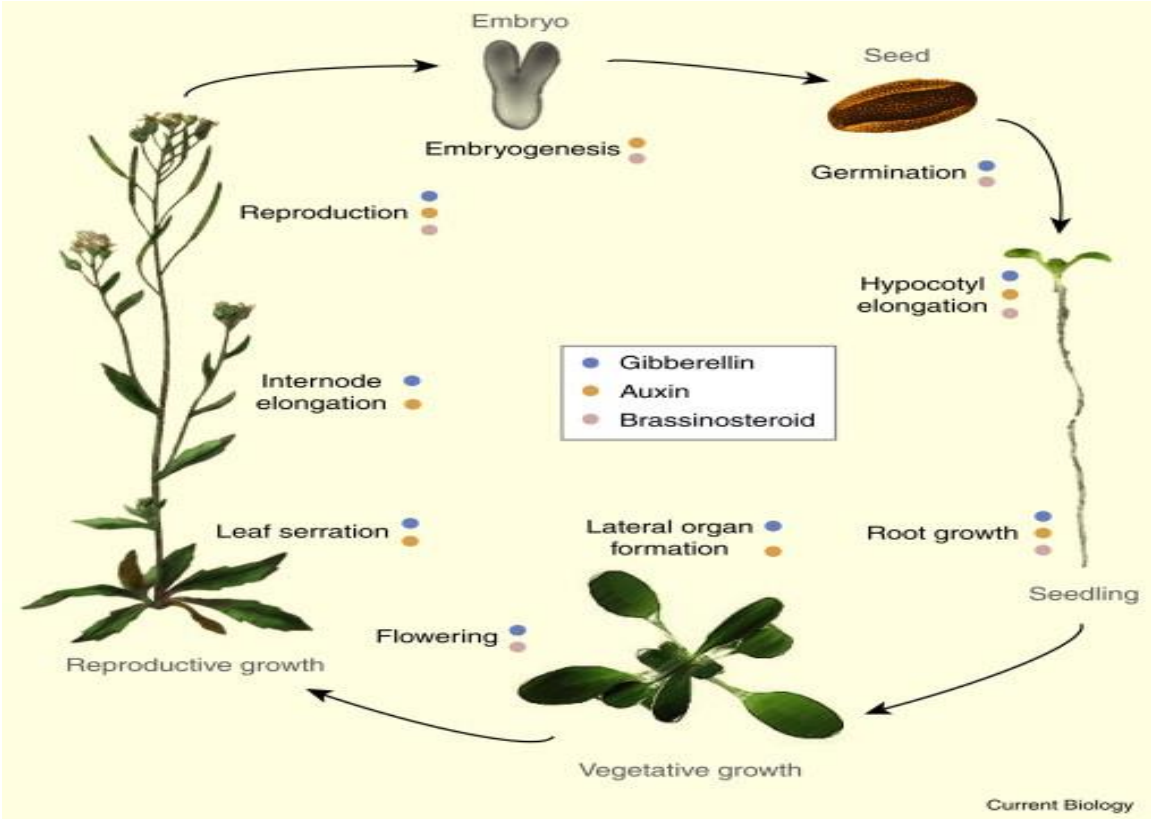
۳- واکنش به هورمون ها برعکس ویتامین ها و آنزیم ها ممکن است نظیر واکنش های گرایشی (tropic responses) به حالت شکل دهنده و پلاستیک (غیر قابل برگشت) باشند .

تولید طبیعی اغلب فیتوهورمون ها کمتر از حد مطلوب است و به منابع خارج از گیاهان جهت انجام یک عکس العمل مطلوب نیازمند می باشند . فیتوهورمون ها عموماً در تولید واکنش بطور تشدید کننده ای (synergistic) با هورمون های دیگر عمل می کنند (۱۱).

"براسینولید ها" (Brassinolides) یا "براسینواستروئیدها" (Brassinosteroids):

مقدّمه :

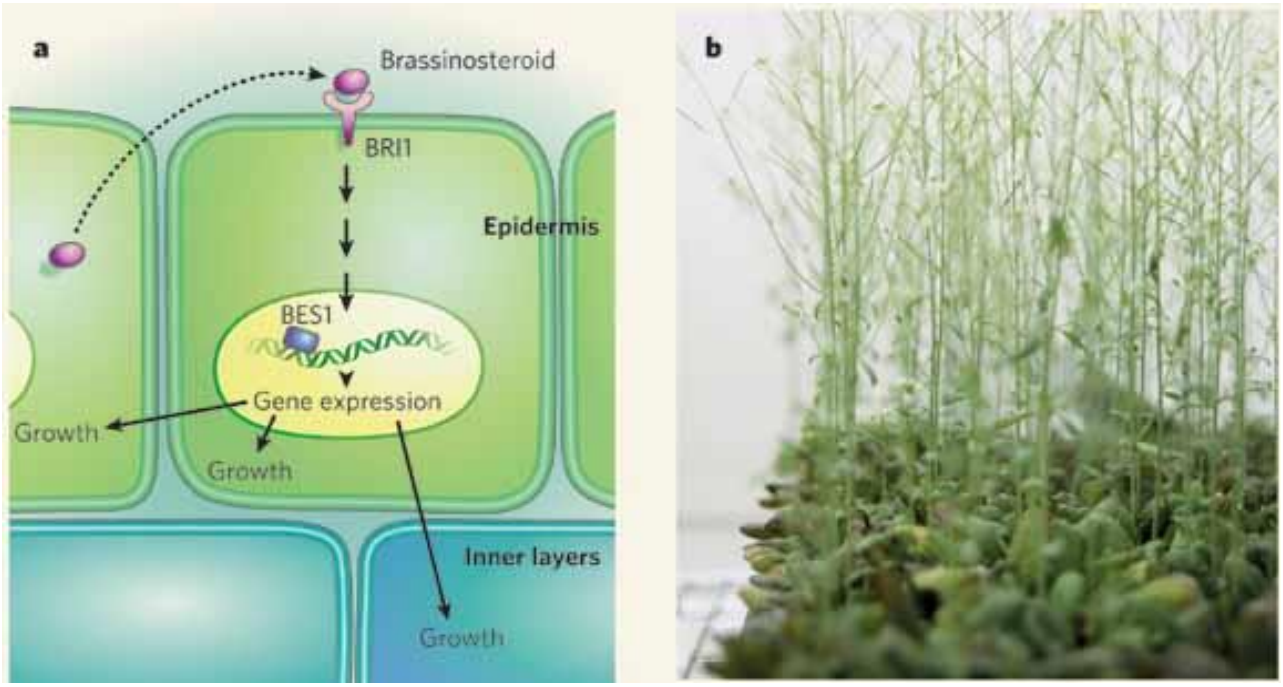
از مدت ها پیش شناخته شده بود که گرده ها سرشار از هورمون ها هستند آنچنانکه تحقیق و بررسی در سال ۱۹۳۰ میلادی در آزمایشگاه بخش کاربرد هورمون های گیاهی در کشاورزی واقع در "Beltsville" ایالت "Maryland" آمریکا بر روی موادی از افزایش دهنده های رشد گیاهی که از گرده ها جداسازی شده بودند ، آغاز گردید . در سال ۱۹۷۹ میلادی برای اولین دفعه گروه جدیدی از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی که "براسینولید" نامیده شد ، از گردهٔ کلزا (Rape) با نام علمی "Brassica napus" توسط "Grove" و همکاران جداسازی گردید بطوریکه بعداً تعداد بیشتری (۲۴ نوع اصلی و ۲ نوع الحاقی) از "استروئیدها" که به "براسینولید" منتسب هستند از منابع گیاهی شامل تعدادی از نهاندانگان ، بازدانگان و جلبک ها استخراج و شناسایی شدند .



"براسینو استروئیدها" بطور خلاصه "BRs" خوانده می شوند و با شماره هایی نظیر : BR1 ، BR2 ، ... و BRn توسط بعضی از محققین مشخص گردیده اند . "Madava" در سال ۱۹۸۸ میلادی توصیه نمود که سیستم شماره گذاری فقط برای BRs طبیعی بکار برده شود و برای آنهایی که سنتزی و مصنوعی هستند ، بکار نرود . بعلاوه برخی از فیزیولوژیست های گیاهی با این عقیده موافق نیستند که BRs به صورت گروهی مجزا از هورمون ها یا مواد رشد گیاهی محسوب شوند و همواره آنرا جزو هورمون های گیاهی می دانند .(۲).

تاریخچه کشف :

"J.W,Mitechell" و همکاران در آزمایشگاه هورمون های گیاهی USDA واقع در "Beltsville" ایالت "مریلند" آمریکا در سال ۱۹۷۰ میلادی گزارش دادند که عصاره های حاصل از گرده های کلزا یا کلم روغنی (Rape = Brassica napuse) و توسکا (Alder = Alnus glutinosa) زمانیکه اولین میانگره های لوبیاهای تیمار شده مورد ارزیابی قرار گرفتند ، باعث واکنش های غیر عادی رشد شامل : طویل شدن (نظیر جیبرلین یا GA) از طریق خمیده و متورم شدن اندام ها شده اند. آنها عقیده داشتند که گرده های کلزا شامل گروه جدیدی از هورمون های چرب (Lipoidal hormone) می باشند لذا آنرا "براسین ها" (Brassins) نامیدند .

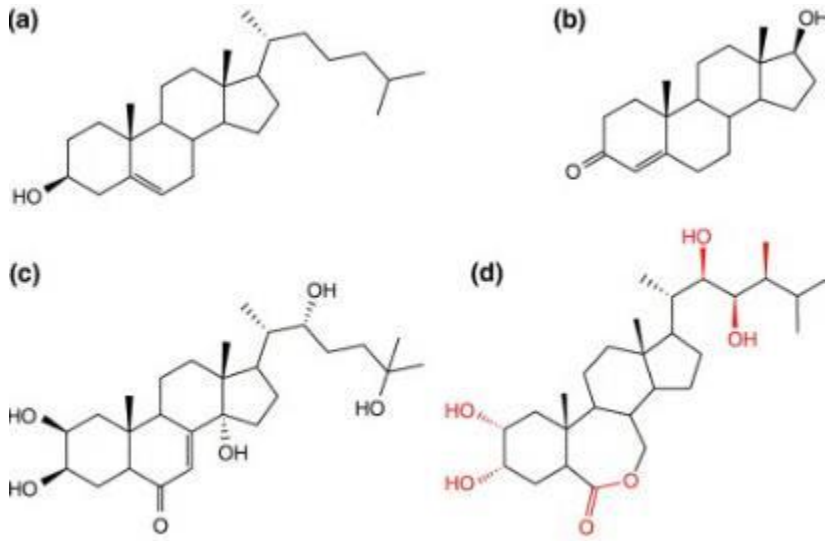


"Gregory-1972" و همکاران بیان کردند که "براسین" می تواند باعث افزایش عملکرد و کارآیی محصول و بنیهٔ بذور گردد . سپس در سال ۱۹۷۵ میلادی گروه تحقیقاتی USDA بر تلاش های خود برای شناسایی جزء اصلی و فعال "براسین" افزود . در این راستا مقدار زیادی از (حدود ۵۰۰ پوند) گرده های

کلزا که توسط زنبورهای جمع آوری شده بودند ، به کمک "۲- پروپانول" (2-propanol) در دسته های ۵۰ پوندی عصاره گیری شد که شامل : آب ، متانول و "تترا کلرید کربن" (carbon tetrachloride) بوده است . شکستن متانول شامل فعالیت های بیولوژیکی به روش کروماتوگرافی با دسته ای از ستون های ژله ای سیلیکا در ضمن فرآیند انجام گرفت و مقدار آنرا به حدود ۱۰۰ گرم کاهش دادند سپس تصفیه بیشتر با ستون های کروماتوگرافی و کروماتوگرافی با ستون های بلند حاوی مایعات ویژه منجر به بدست آوردن ۱۰ میلی گرم از مواد کریستالی شد که "براسینولید" نامیده گردید (Grove – 1979).
فعالیت های بیولوژیک ارزیابی شده از دومین میانگره لوبیا در تمامی مراحل تصفیه واضح بوده است بعلاوه "براسینولید" یک BR خاص است که در ابتدا کشف گردید . متأسفانه دو سیستم مختلف برای آن پیشنهاد شده است که امیدوارند تا در آیندهٔ نزدیک سیستمی واحد برای آن مرسوم گردد (۲).

شیمی "براسینو استروئیدها" :

مشخصات BRs تماماً ناشی ترکیبی بنام از "5α-cholestane" می باشد که به آنها امکان می دهد تا در دسته های : C27 ، C28 ، C29 و استروئیدهایی تحت عنوان "فیتواسترول ها" (phytosterols) قرار گیرند . تمامی BRs شامل یک هستهٔ استروئید (گاهی با عمل اکسیژن در حلقه B) با یک زنجیره جانبی در C-17 نظیر زنجیره جانبی موجود در استرول های گیاهی هستند .



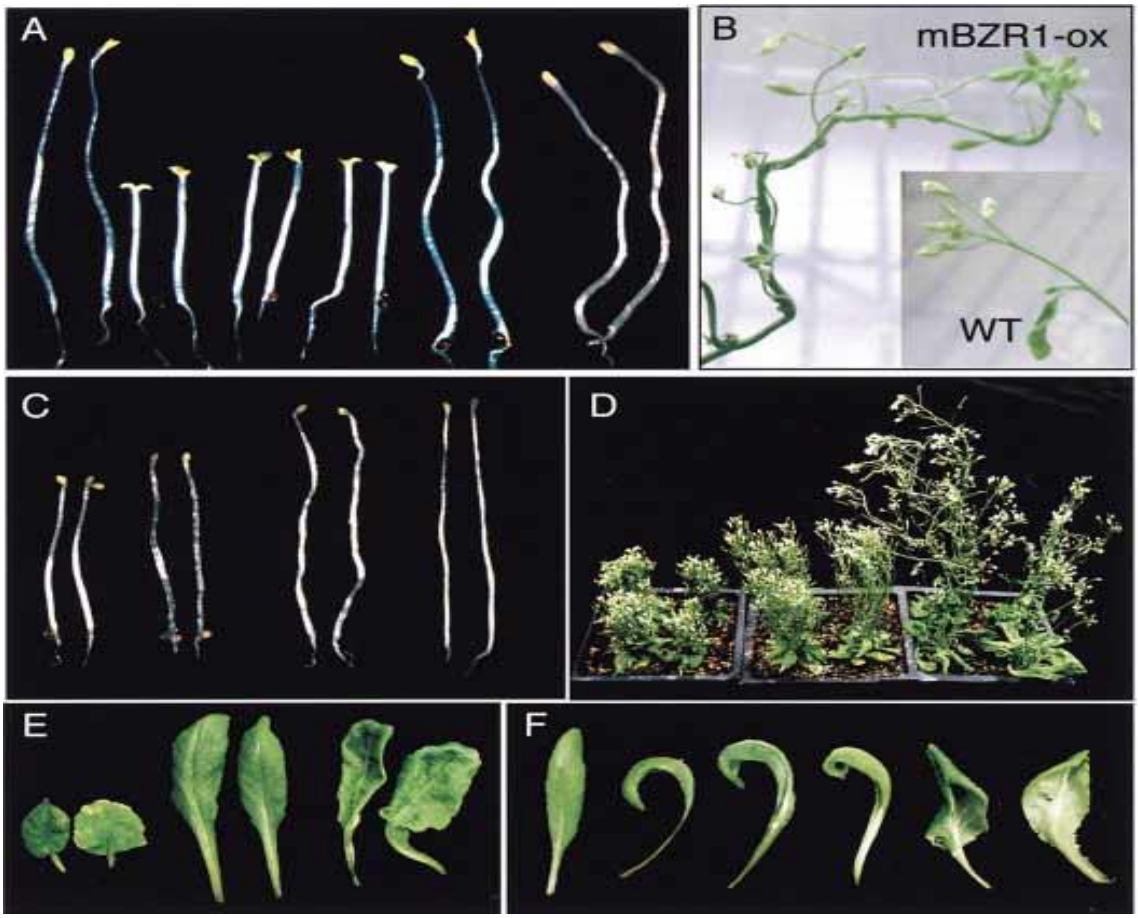
شکل عمومی تمامی BRs با اضافه شدن به زاویه بتای شرقی C-18 و C-19 گروه های متیل بشرح زیر می باشند :

۱- گروه "α-شرقی H" در C5 (الحاقی حلقه A/B)

۲- گروه های "α-هیدروکسیل شرقی" در C22 و C23 (زنجیره جانبی)

۳- گروه های "α-هیدروکسیل شرقی (درحالت سیس = cis) در C2 و C3 در حلقهٔ A هستهٔ استروئید (بجز در "تیفا استرول" = Typha sterol) شامل فقط یک هیدروکسیل در C3 در وضعیت α و β استرول از جمله : "β-هیدروکسیل" که فقط در C3 (هر دو ترکیب فاقد یک هیدروکسیل در C-2 هستند) پیوند دارد.

اختلافاتی که در ساختمان "براسینو استروئیدها" وجود دارند ناشی از جانشینی های مختلف در C24 می باشند وعبارتند از:
الف) عدم جانشینی در استروئیدهای C27
ب) یک متیل یا یک "اگزو متیلین" (exo-methylene) در استروئیدهای C28 و یک "اتیل" یا یک "E-اتیلیدین" (E-ethylidene) در استروئیدهای C29
پ – "آلکیل" (Alkyl) با جانشینی متیل یا اتیل در C24 که یک شاخه S مانند (s-oriented) در "براسینو استروئیدهای" موجود در گیاهان بزرگتر می باشد امّا یک نوع "براسینو استروئید" با یک "24R متیل" (۲۴-اپیکاستسترون= 24-epicastasterone) در جلبک های سبز " Hydrodictyon reticulatum" شناسائی گردیده است .



تمام "براسینو استروئیدها" دارای یک گلیکول پیوسته (vicinal glycol) در زنجیره جانبی C-22R و C-23R می باشند . "براسینو استروئیدها" با وجود اکسیداسیون حلقه β می توانند در "-7 oxalactone" ، "6-ketone" یا نوع اکسیده نشده دسته بندی شوند . جزئیات ارتباط بین ساختمان و فعالیت "براسینو استروئیدها" توسط "Yokot-1986" و "Mandava-1988" تشریح گردیده است.

براساس انجام ۵ ارزیابی در راستای فعالیت "براسینو استروئیدها" مشاهده گردید که :
۱- "لاکتون ها" (lactones) دارای بیشترین فعالیت
۲- "کیتون ها" (ketones) با فعالیت متوسط
۳- ترکیبات "۶-دی اکزو" (6-deoxo) دارای کمترین فعالیت بودند .
اغلب فعالیت های تمامی "براسینو استروئیدهای" طبیعی و سنتزی در بیشتر سیستم های آزمایشی ناشناخته مانده اند (۲).

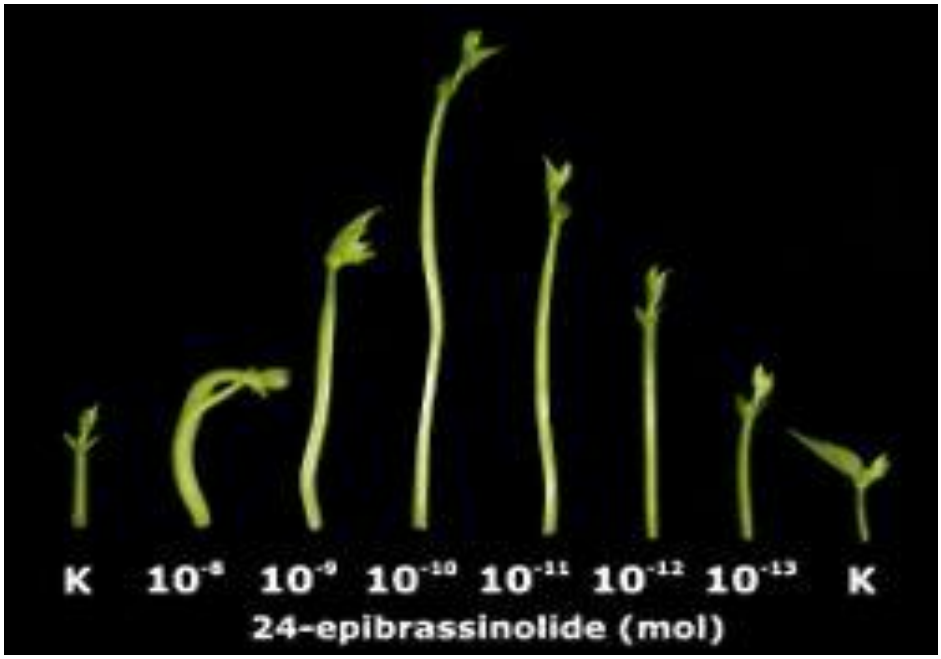
حضور طبیعی "براسینو استروئیدها" :

"براسینو استروئیدها" را تاکنون از تعدادی گونه های نهاندانگان ، بازدانگان و جلبک ها استخراج نموده اند . آنها در تمامی قسمت های این گیاهان موجودند ، گرچه ریشه ها بنحو شایسته ای تاکنون آزمایش نشده اند . گرده ها همچنان سرشارترین منبع تولید "براسینو استروئیدها" شناخته می شوند . گرده و بذور شامل ۱-۱۰۰۰ نانوگرم (ng) از "براسینو استروئیدها" در هر کیلوگرم از بافت می باشند . ساقه ها شامل ۱۰۰-۱ نانوگرم در هر کیلوگرم و نیز میوه ها و برگ ها شامل ۱۰-۱ نانوگرم در هر کیلوگرم وزن بافت ها هستند .

برطبق نظرات "Takahashi-1986" بنظر می رسد که احتمالاً تعداد "براسینو استروئیدها" در آینده افزایش می یابند زیرا آنها هم اکنون تعدادی از مواد استروئیدی رشد را توأم با برخی مواد الحاقی از بذور نارس لوبیا یافته اند (۲).

اثرات بیولوژیک "براسینو استروئیدها" :

"براسینو استروئیدها" در بسیاری از آزمایشات با انواعی از هورمون ها نظیر اکسین ها و جیبرلین ها اثرات متقابلی را بروز داده ولیکن در آزمایشات اختصاصی فعالیت های بیولوژیکی ویژه ای را ظاهر ساخته اند که آنها را از دیگر گروه های هورمون گیاهی متمایز می سازد . "براسینو استروئیدها" در بسیاری از فعالیت های زیستی شرکت می جویند که قبلاً آنها را ویژهٔ دیگر هورمون ها می پنداشتند . اثرات کاربرد همزمان BRs و GAs در بسیاری از آزمایشات بطور مستقل و برابر با مجموع اثرات آنها بوده است بطوریکه احساس می گردد که هیچگونه اثرات متقابلی ایجاد نمی شوند . همچنین "براسینو استروئیدها" در برخی آزمایشات اثرات متقابل شدیدی با اکسین ها بروز داده اند که اثرات افزایشی مذکور بیشتر از مجموع اثرات آنها می باشد درحالیکه "براسینو استروئیدها" در آزمایشاتی که به همراه سیتوکینین ها انجام گرفت ، دارای اثرات متفاوتی بودند . ABA اثرات متقابل شدیدی با BRs دارد و مانع اثرات تحریکی آنها می گردند .
"براسینو استروئیدها" به تنهایی و یا مخلوط با اکسین باعث تحریک ساخت اتیلین می شود .
اصولاً "براسینو استروئیدها" در غلظت های بسیار کمتری در حد nm تا ppm نسبت به دیگر هورمون ها فعالیت می نمایند . اینک موقعیت آن وجود دارد تا دانشمندان بعضی از اثرات ویژهٔ "براسینو استروئیدها" را منحرف گردانند . اولین ارزیابی زیستی که منجر به کشف و مقدار "براسینو استروئیدها" گردید ، در رابطه با دومین میانگره لوبیا بوده است .



گرچه BRs و GAs هر دو سبب طویل شدن تیمارها و افزایش طول میانگره ها شدند و نیز "براسینو استروئیدها" مشخصاً باعث ایجاد متورم شدن ، خمیدگی و شکستن (شکافتن) دومین گره گردید . اکسین ها و سیتوکینین ها در اینگونه ارزیابی ها مشاهده نشدند . در بررسی هایی که بر روی برنج انجام شده ، "براسینو استروئیدها" بر خلاف جیبرلین ها و اکسین ها منجر به تمایل پهنک برگ ها گردیدند امّا اکسین این نوع واکنش ها را فقط در مقادیر زیاد نشان داد .

در یک آزمایش جیبرلین باعث ایجاد رشد عمودی بدون خمیدگی گردید که از خصوصیات "براسینو استروئیدها" است بنابراین دومین میانگرهٔ لوبیا و آزمایشاتی که در برنج انجام شده عموماً ملاحظاتی از نشانه های ویژهٔ "براسینو استروئیدها" می باشند . "براسینو استروئیدهای" استخراج شده باعث افزایش رشد طولی اپیکوتیل نخودهای کوتوله (dwarf pea در تقابل با runner pea) ، قسمت های بالایی لوبیای کوتوله و اپیکوتیل لوبیای "مانگ" (mung) با نام علمی "Phaseolus aureus" گردید که حساس به جیبرلین و غیر حساس به اکسین هستند . در این آزمایشات اثرات BRs و GAs نظیر آنچه قبلاً بیان گردید فقط برابر با مجموع اثرات آنها بوده است .

"آنسیمیدول" (Ancymidol) که یک ممانعت کنندهٔ بیوسنتز جیبرلین است ، باعث ایجاد موانعی در اثرگذاری GA بر رشد شده اما هیچ تأثیری بر القائات BRs نداشته است . "براسینو استروئیدها" بر رشد برنج های کوتوله آزمایشی که کاملاً حساس به جیبرلین هستند ، غالباً تأثیر نداشتند . در اینجا همچنین تشابهاتی بین اثرات اکسین و "براسینو استروئیدها" در ارزیابی های مربوط به اکسین نظیر طویل شدن ناحیه قلابی شکل نخودهای کوتوله ، کلئوپتیل ذرت ، اپیکوتیل لوبیای "آزوکی" (Azuki) و تأخیر در باز شدن قلاب هیپوکوتیل لوبیای کوتوله وجود دارد .

گزارشاتی وجود دارند که اثرات افزایشی شدیدی را بین اکسین و "براسینو استروئیدها" بیان می کنند . هر چند مشاهده گردید که بین اثرات افزایشی فقط زمانی که بافت ها ابتدا با BRs و سپس با IAA تیمار شده اند ، وقوع می یابد . اثرات BRs و IAA زمانی که برعکس استفاده گردیدند ، برابر با مجموع اثرات آنها بود و نیز تعدادی از واکنش های رشدی "براسینو استروئیدهای" استخراجی نظیر طویل شدن هیپوکوتیل و تمایل پهنک برگ های برنج توسط آنتی اکسین هایی مثل PCIB و TIBA بی اثر می گردد .

وجود "براسینو استروئیدها" در بافت های گیاهی به همراه اکسین های درونزاد باعث اثرات متقابل افزایشی می گردد ولیکن خودشان دارای اثراتی شبیه به اکسین نیستند هر چند در بعضی از مشاهدات اینچنین نبوده است از جمله :
۱- در مورد ریشه ذرت که "براسینو استروئیدها" باعث تحریک معنی داری در رشد می گردند درحالیکه اکسین ها مانع چنین عملی می شوند .
۲- "براسینو استروئیدها" در مورد ارزیابی مقدار خمیدگی یولاف چه زمانیکه به تنهایی و یا مخلوط با IAA بکار رفت ، مؤثر نبوده است .
۳- گرچه مقدار "براسینو استروئیدها" مانع شروع فعالیت مریستم ریشه های نابجا در ارزیابی اپیکوتیل لوبیای "مانگ" نگردید امّا مانع رشد بیشتر آنها شد که ظاهراً مداخله ای در عمل اکسین بوده است . با این حال "Mandava" نتیجه گرفت که "براسینو استروئیدها" در بیشتر آزمایشات میانجی عمل اکسین بوده اند که نتیجتاً باعث بروز اثرات افزایشی می گردند .

"براسینو استروئیدها" اثراتی مشابه سیتوکینین در ارزیابی گسترش کوتیلیدون خیار نشان دادند ولیکن گزارشاتی نیز مبنی بر عدم تأثیر گذاری در مقایسه با سیتوکینین ها وجود دارند . "براسینو استروئیدها" در

برگ های بازشدهٔ گندم فعالند آنچنانکه سیتوکینین دارای فعالیت متوسط ولی اکسین مانع آن است . گزارشاتی همچنین وجود دارند که ترکیباتی از اکسین و "براسینو استروئیدها" دارای تأثیرات بیشتری نسبت به مقادیر اکسین و "بنزیلادینین" (Bebzyladenine" در افزایش رشد کالوس بعضی از گونه ها بوده اند .
دلایل بیشتر برای اثرات افزایشی BR – Ooxin از اطلاعاتی حاصل شده اند که در اثر تحریکات اکسین برای تولید اتیلین در قسمت هیپوکوتیل لوبیاهای ایزولهٔ "مانگ" بدست آمده است چنانکه اثرات "براسینو استروئیدها" در این واکنش شامل رفتار افزایشی می باشند . "براسینو استروئیدها" چه به تنهایی و یا مخلوط با اکسین باعث تحریک ساخته شدن اتیلین احتمالاً بین SAM و ACC می شوند . اهمیت انرژی تابشی و کیفیت طیف نور در واکنش های رشدی "براسینو استروئیدهای" استخراجی توسط تعدادی از نویسندگان تأئید شده است . رشد بوته های سویا و لوبیای "مانگ" پس از کاربرد "براسینولیدها" فقط در مجاورت نور و نه در شرایط تاریکی افزایش یافت و قسمت مؤثر نور همانا ناحیه قرمز آن تشخیص داده شد . در حقیقت ضمن آزمایشاتی که تاریکی مورد نیاز بود ، مقادیر معمولی "براسینو استروئیدها" باعث هیچگونه تأثیری نشد(۲).

تأثیرگذاری"براسینو استروئیدها" بر متابولیسم پروتئین و اسید نوکلئیک :

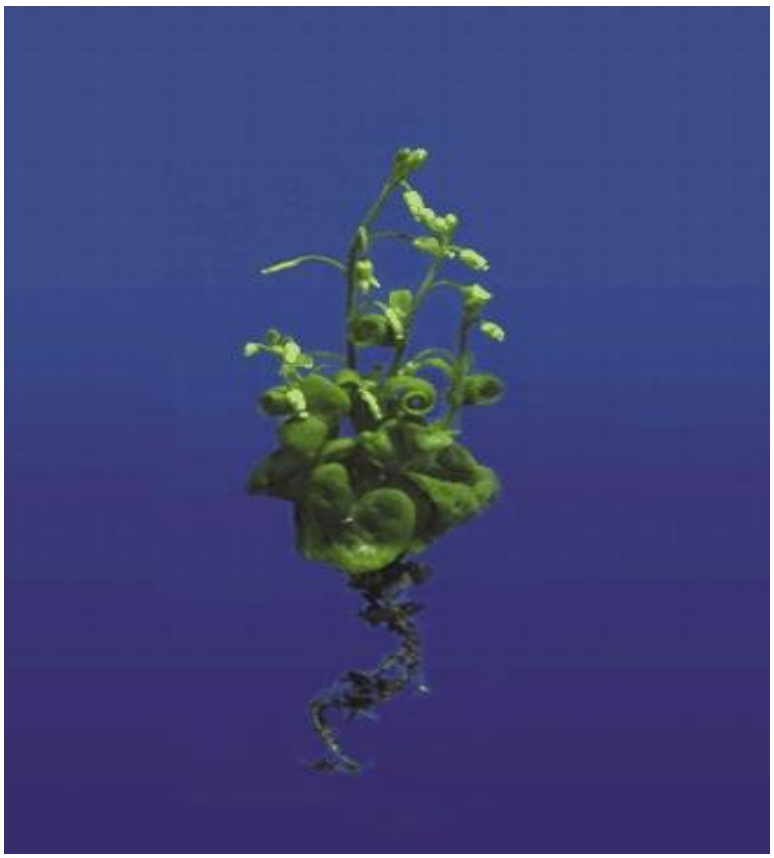
"Mandava" و همکارانش (۱۹۷۸) کوشیدند تا اثرات "براسینو استروئیدها" را بر متابولیسم پروتئین و اسید نوکلئیک دریابند . آنها ابتدا ممانعت کننده های مشهور سنتز RNA و پروتئین برای امکان اثرگذاری واکنش های تحریکی BRs در اپیکوتیل بریده شدهٔ لوبیای "مانگ" آزمایش کردند . ممانعت کننده هایی

نظیر: "Actinomycin-D" و "Cycloheximide" در مقادیر زیاد بر رشد اپیکوتیل مداخله نموده و آنرا کاهش دادند . نتایج مشابهی نیز در مورد اپیکوتیل لوبیای "Azuki" حاصل شده است هر چند این مطالعات فقط نشان می دهند که اثرات رشدی "براسینو استروئیدها" همانند اثرات اکسین و جیبرلین بستگی به ساخته شدن اسید نوکلئیک و پروتئین دارند .
در مطالعات دیگری (Kalinich-1985) دریافت گردید که تیمارهای "براسینو استروئیدها" باعث افزایش معنی داری در فعالیت های DNA و RNA پلیمراز شده و موجب ساخته شدن DNAو RNA در "phaseolus vulgaris" و "phaseolus aureus" گردیدند . این یافته ها ما را به بکارگیری "براسینو استروئیدها" و تکرار آن در مدت رشد توصیه می نمایند ، هرچند آشکار است که تحقیقات بیشتری برای روشن شدن مکانیزم مولکولی عمل "براسینو استروئیدها" ضرورت دارد (۲).

موارد کاربرد "براسینو استروئیدها" در کشاورزی :
"Mitchell-1972" و همکارانش گزارشاتی را برای اولین دفعه در مورد اثرات "براسین" (عصارهٔ خام براسینولید حاصل از گرده کلزا) داشته اند . آنها دریافتند که "براسین" در سویا ، لوبیا و گیاهان چوبی نظیر : نارون قرمز سیبری (Siberian elm) موجب افزایش رشد می گردند . بعد از جداسازی "براسینولید" و در پی آن سنتز "براسینو استروئیدها" و مواد مشابه آنها محققین USDA آزمایشات هدایت شده ای در گلخانه ها و کرت های کوچک مزرعه ای بر روی تعداد کمی از سبزیجات و محصولات ریشه ای انجام دادند که افزایش معنی داری در برداشت انواع سبزیجات و محصولات ریشه ای (تربچه ، لوبیا ، فلفل و سیب زمینی) و زراعی (گندم ، خردل و جو) حاصل گردید . ضمن آزمایش برخی واکنش های رشدی وقوع یافتند ولی عموماً در جهت کاهش رشد گیاهان بودند بنابراین از خصوصیات فنوتیپی گیاهان به میزان متغیری کاسته گردید .

"براسینولیدها" و "هموبراسینولیدها" در زمینه های کشاورزی ژاپن مورد آزمایش قرار گرفتند و نتایج نویدبخشی حاصل گردید چنانکه بطور معنی داری باعث افزایش سرعت رشد محصولات گردید و این اثرات در شرایطی که درجه حرارت پائین آورده شد ، بسیار قابل ملاحظه می نمود . عملکرد سیب زمینی و سیب زمینی شیرین زمانی که آنها را در مرحله کاشت با "براسینولیدها" تیمار نمودند ، افزایش یافت و این افزایش عملکرد همچنین در محصولات دانه ای و میوه جات در زمانیکه گل های گندم ، ذرت ، برنج و گوجه فرنگی با "براسینولیدها" و نیز هنگامی که گل های برنج ، گوجه فرنگی ، خیار و بادنجان با "همو براسینولیدها" تیمار شدند ، وجود داشت . تنش های محیطی بوسیله تیمار با "براسینولید" کاهش یافتند که در بیشتر این حالات محدوده غلظت مؤثر "براسینولیدها" در حدود 10^{-6}-10^{-3} پی پی ام بود درحالیکه برای "همو براسینولیدها" بسیار بیشتر بوده است .

بطور خلاصه نکته نظرهای "Mandava" بیان می نمایند که گرچه این دستاوردها تشویق کننده اند امّا آنها عمدتاً ناشی از یافته های گلخانه ای و تعداد محدودی از آزمایشات مزرعه ای هستند لذا پارامترهایی چند (فرمولاسیون ، زمان و روش کاربرد) قبل از اینکه تمامی پتانسیل "براسینو استروئیدها" برای افزایش بیوماس و عملکرد محصولات و تخفیف بیماری ها و دیگر تنش های محیطی بتوان درک نمود، باید مورد بررسی های بیشتری قرار گیرند (۲).



موانع و چشم انداز ها :

"Mandava" در سال ۱۹۸۸ یادآور شد که گسترهٔ تحقیقی "براسینو استروئیدها" بعنوان هورمون های گیاهی هنوز توسط بسیاری از متخصصین گیاهی مورد توجه قرار نگرفته است . یک عامل محدود کننده در این میان قابلیت دسترسی به "براسینولید" و مواد مشابه آن از منابع تجارتی است که در عین حال بزودی ممکن است به پیشرفت های سریعی دست یابند زیرا فقط تعدادی از "براسینو استروئیدها" از گیاهان جداسازی و شناسایی گردیده اند و شیمیدان ها تاکنون روش هایی را برای سنتز بسیاری از "براسینو استروئیدهای" شناخته شده ، اختراع نموده اند و از آن گذشته فعالیت های ساختاری آنها نیز نسبتاً شناخته شده اند .

بیوسنتز و متابولیزم "براسینو استروئیدها" هنوز کاملاً بررسی نشده و مکانیزم عملشان ناشناخته است . تاکنون استفاده های عملی از "براسینو استروئیدها" غالباً جنبه آزمایشی داشته و در تمامی جوانب انتظار پیشرفت هایی در آیندهٔ نزدیک وجود دارد . بیشترین اهمیّت را برای کسانی که در این زمینه کار می کنند ، قبولانیدن یک نام و یک سیستم شماره گذاری مشترک برای تمامی "براسینو استروئیدها" می باشد (۲).

"تری اکونتانول" یا "تریاکونتانول" :

"S.K.Ries-1977" از دانشگاه ایالتی میشیگان دریافت که تهیّه و افزودن برگ های یونجه (Medicago sativa) پودر شده به خاک بر رشد و تولید گیاهانی مانند : سویا ، ذرت ، گندم ، برنج ، گوجه فرنگی و هویج می افزاید . ایشان بعداً دریافت که مادهٔ فعال در برگ های یونجه نوعی الکل دارای زنجیره ای بلند و مستقیم بنام "۱-هیدروکسی تری اکونتان" (1-hydroxytriacontane) است که با نام مصطلح تر "تری اکونتانول" موسوم می باشد . "تری اکونتانول" بعنوان یک جزء تشکیل دهندهٔ ساختمانی موم زنبور و کوتیکول بسیاری از برگ ها شناخته شده است . "تری اکونتانول" خالص هنگامی که بر روی

برگ های گیاهان پاشیده شود ، رشد بسیاری از گیاهان را افزایش می دهد . نتایج نشان می دهند که غلظت های حدود ۱۰ میلی گرم در ایکر (acre معادل ۴۰۴۶/۹ مترمربع) در این زمینه مؤثر بوده اند . امروزه تحقیقات زیادی در مورد چگونگی استفاده از "تری اکونتانول" برای افزایش رشد و محصول گیاهان زراعی در شرایط مزرعه ای جریان دارند (۱۲).

منابع و مآخذ :

1- Alan , stephens – 1990 – Dictionary of agriculture – Universal Book Stall

2- Moore , T . C – 1989 – Biochemistry and physiology of plant hormones - ...

3- Smellie , R.M.S – 1971 – The Biochemistry of steroid hormone action – Academic Press

4- Leitch , M.H & et al – 1989 – Effects of chlormequat application on stem characteristics yield and panicle conformation of winter oats – Jour. Of Agri. Sci. : 113 , 17-26

5- Leitch , M.H & et al – 1990 – Effect of single and repeated applications of chlormequat on early crop development , lodging resistance and yield of winter oats – Jou. Of Agri. Scie. : 115 , 11-14

6- Grewal , H.S – 1990 – Response of brassicajuncea to chlorocholine chloride and ethrel sprays in association with nitrogen application – Jou. Of Agri. Sci. : 114 , 87-91

7- White , E.M – 1989 – Effects of chlormequat chloride on yield and components of yield in six cultivars of spring barley – Jou. Of Agri. Sci. : 113 , 377-382

8- White , E.M – 1991 – Response of winter barley to nitrogen and a plant growth regulator in relation to lodging – Jou. Of Agri. Sci. : 116 , 191-200

9- Clifford , P.E & et al – 1992 – Effects of growth regulators on reproductive abscission in faba bean – Jou. Of Agri. Sci. : 119 , 71-78

10- Kettlewell , P.S & et al – 1983 – Effects of early applications of chlomequat on tillering and yield of winter wheat – Jou. Agri. Sci. : 100 , 735-738

۱۱- کوچکی ، ع ؛ غ . سرمدنیا – ۱۳۷۲ – فیزیولوژی گیاهان زراعی – انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

۱۲- لاهوتی ، م – ۱۳۷۰ – اصول فیزیولوژی گیاهی (جلد دوم) – انتشارات آستان قدس رضوی

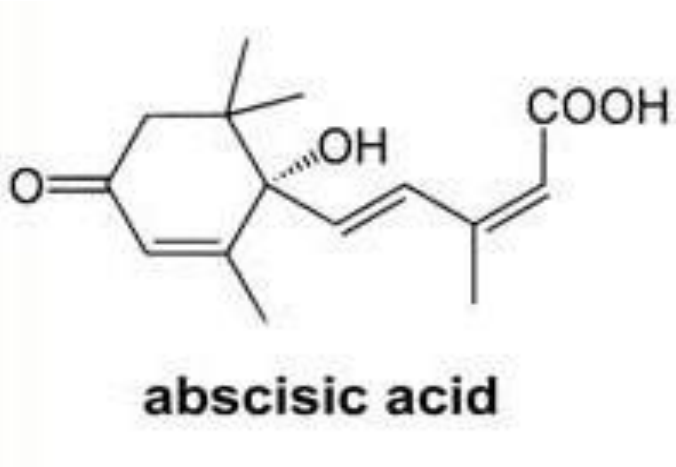
۱۳- راشد محصل ، م.ح ؛ ع ، کوچکی – ۱۳۶۷ – مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی – انتشارات آستان قدس رضوی

"حضور و اثرات اسيد آبسيزيك در گياهان" ؛
" Abscisic acid in plants "

مقدّمه :

براي متعادل كردن رشد و نمو گياهان لازم است كه مكانيزم هايي براي كنترل رشد آنها در فضا و زمان وجود داشته باشند . حضور مواد بازدارنده رشد در گياهان مدت زيادي است كه شناخته شده اند . بسياري از اين مواد ساختاري "فنلي" (phenolic) دارند كه عموماً از توليدات ثانويه فتوسنتز در گياهان هستند . رايج ترين بازدارنده هاي رشد شامل تركيبات حلقوي مثل "فنل ها" و "لاكتون ها" مي باشند امّا "آلكالوئيدها" ، برخي الكل ها ، اسيدهاي آلي و اسيدهاي چرب و حتي يون هاي فلزي هم مي توانند بعنوان بازدارنده رشد در گياهان عمل نمايند .

فيتوهورمون هاي بازدارنده رشد با ساير مواد بازدارنده طبيعي متفاوت هستند . فيتوهورمون ها اصولاً فرآورده هاي اصلي متابوليك مي باشند و در مقادير كم در پيكره گياهان حضور دارند درحاليكه ساير مواد بازدارنده طبيعي فرآورده هاي فرعي متابوليك هستند و در مقادير زياد در ارگانيزم گياهان وجود دارند . اين مواد ممكن است نقش بازدارنده و هماهنگ كننده عمده اي را در رشد و نمو گياهان ايفا كنند مثلاً ايجاد خواب دانه ها در بعضي گونه هاي گياهي از آن جمله است .

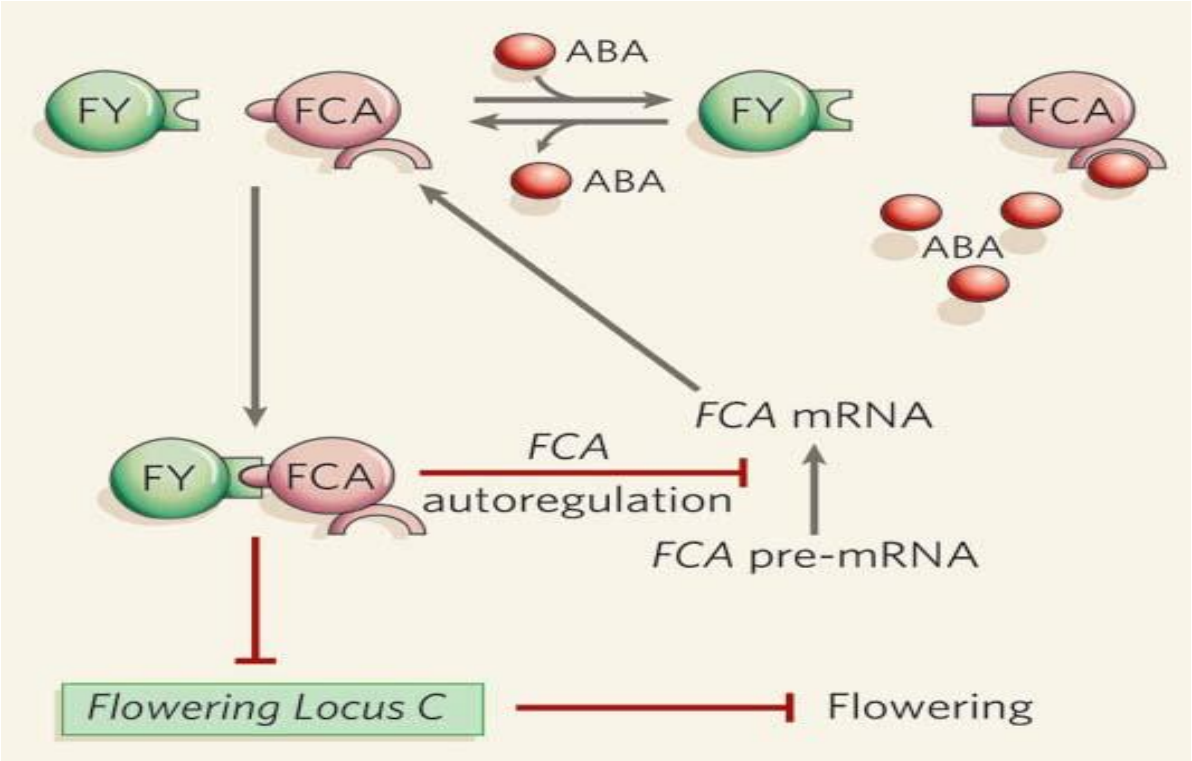


"اسيد آبسيزيك" (Abscisic acid) با نام اختصاري "ABA" از انواع بازدارنده هاي رشد در گياهان مي باشد كه در عين حال يك نوع "فيتوهورمون" يا "هورمون گياهي" محسوب مي شود و در تقسيمات مواد گياهي جزو "فيتوهورمونهاي بازدارنده رشد" قرار مي گيرد كه عمده آنها عبارتند از :

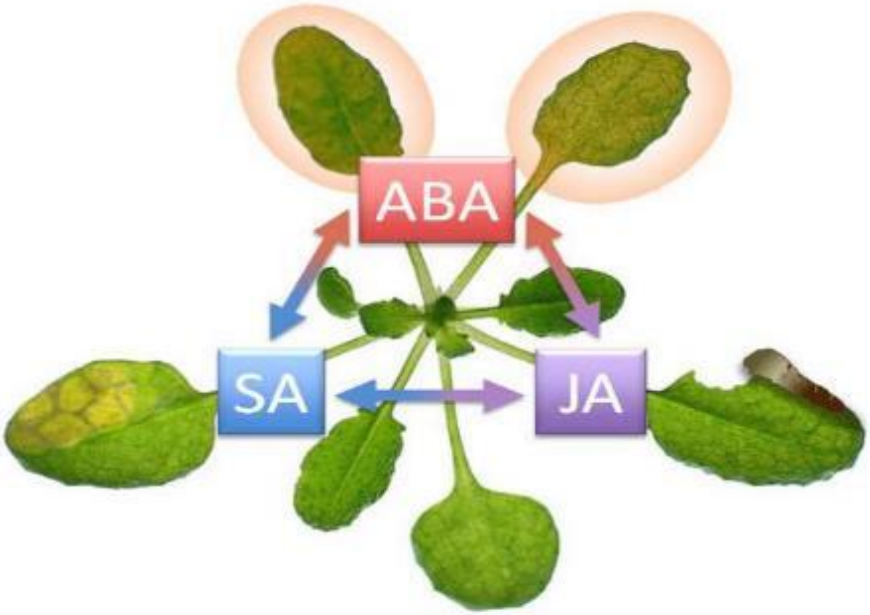
الف) اسيد آبسيزيك يا اسيد آبسيسيك (ABA)
ب) اتيلين (ETH)
پ) اسيدهاي فنوليك (Phenolic acid)
ت) اسيدهاي بنزوئيك (Banzoic acid)
ث) لاكتون ها (Lactones)
علاوه بر بازدارنده هاي طبيعي رشد فوق الذكر برخي مواد بازدارنده مصنوعي نيز ساخته شده اند .

تاريخچه :

اين مسئله كه گياهان چگونه برگ ها ، ساقه ها ، گل ها و يا ميوه هايشان را حفظ مي كنند و يا مي ريزند ، همواره از نكات مورد علاقه تحقيقات عملي و نظري دانشمندان بوده اند . درختان ميوه غالباً ميوه هاي زيادتري بيش از آنچه درخت بتواند آنها را تغذيه كند ، توليد مي كنند لذا متعاقباً تعدادي از اين ميوه ها را مي ريزند . از اينرو مسئله ريزش غنچه ها و غوزه ها در گياه پنبه بيانگر عمل برخي مواد در داخل پيكره اين گياه مي باشند .
"اوسبورن" در سال ۱۹۵۵ ميلادي دريافت كه برگ هاي مسن حاوي ماده اي نافذ و تسريع كننده ريزش با خواص شيميايي كاملاً متفاوت با IAA و ديگر مواد رشد شناخته شده است .
سپس "كارنز" و همكاران تعدادي از مواد تسريع دهنده ريزش را از بوته هاي پنبه استخراج نمودند و آن ها را "آبسيزين I" و "آبسيزين II" ناميدند . آنها "آبسيزين I" را از پوست ميوة بالغ پنبه و "آبسيزين II" را از ميوه هاي نابالغ پنبه استخراج كردند .



مدتي بعد "وارينگ" و همكاران ضمن مطالعه در مورد خواب شكوفه ها در گياهان چوبي توانستند ماده محرّك خواب (دورمانسي) را از برگ هاي گياه "Acer" استخراج كنند و آنرا "دورمين" (Dormin) ناميدند .
آنها هنگامي كه "دورمين" را بر روي برگ هاي بسياري از گياهان چوبي كه در وضعيت رويشي مناسبي بودند ، استعمال كردند ، با تحريك خواب جوانه ها و غنچه ها مواجه شدند .
سپس گروه ديگري از پژوهندگان ماده اي را از گياه باقلاي مصري تفكيك ساختند كه در ريزش غلاف حاوي ميوه ها دخالت داشت . بعدها معلوم شد كه "دورمين" و مادة عامل ريزش غلاف در باقلاي مصري با "آبسيزين II" همسان عمل مي نمايند .
ساختمان شيميايي "آبسيزين II" در سال ۱۹۶۵ ميلادي توسط "اوكوما" پيشنهاد شد . ساختمان مزبور توسط "كورن فورت" و همكاران كه ماده مذكور را سنتز نمودند و نشاندادند كه "دورمين" و "آبسيزين II" يكسان هستند ، تأئيد گرديد . سرانجام در سال ۱۹۶۷ ميلادي مقدّر گرديد كه جملگي دو ماده "دورمين" و "آبسيزين II" را با نام مشترك "اسيد آبسيزيك" با نام اختصاري "ABA" معرفي كنند . ماده "آبسيزيك اسيد" داراي يك كربن نامتقارن است كه امكان ايجاد دو ايزومر نوري را فراهم مي سازد .
ايزومري از "ABA" كه بطور طبيعي در گياهان وجود دارد را بنام "اسيد آبسيزيك +" مي شناسند وليكن نوعي از "ABA" كه از طريق سنتز شيميايي و بطور مصنوعي ساخته مي شود ، را "اسيد آبسيزيك ±" مي نامند زيرا حاوي هر دو ايزومر طبيعي و مصنوعي است .



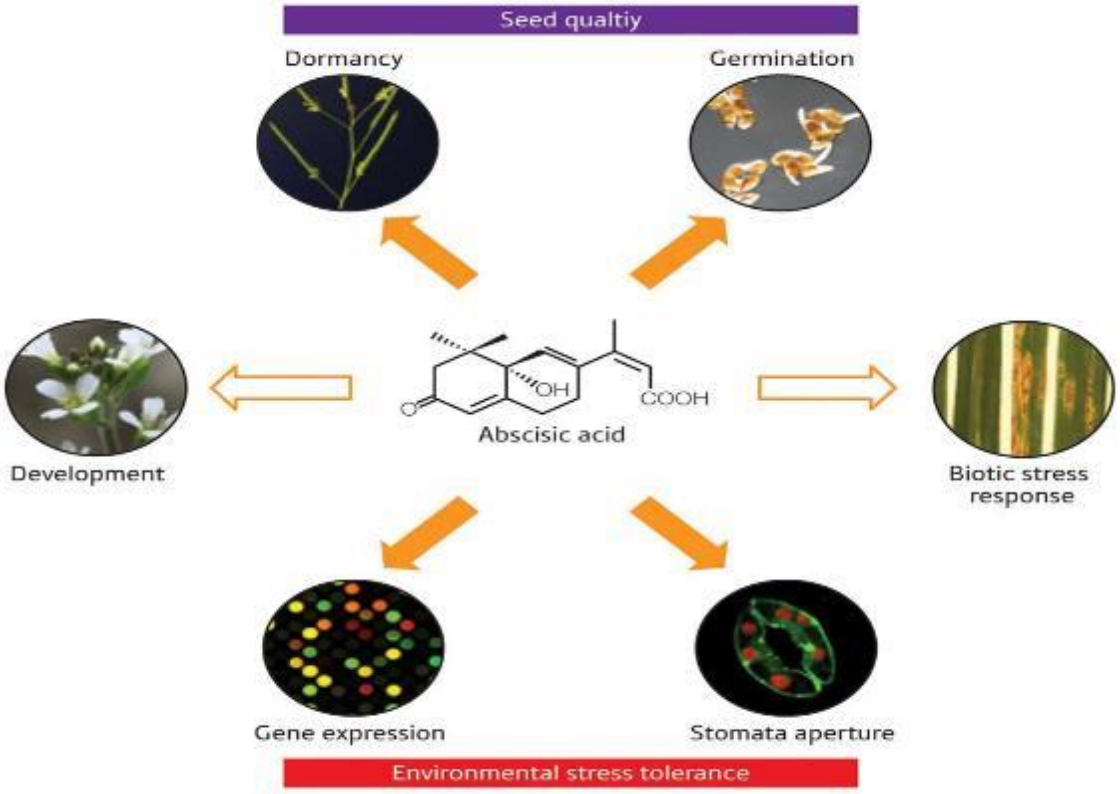
هورمون "ABA" را تاكنون از : غده ها ، جوانه ها ، دانه ها ، ميوه ها ، جنين ، آندوسپرم و پوسته بذور حدود ۵۰-۴۰ گونه گياهان علفي يكساله و چندساله و همچنين گياهان چوبي بدست آورده اند .

"ABA" همانند "IAA" در گياهان مختلف مناطق گوناگون جهان توليد مي شود . "ABA" بصورت طبيعي در كلروپلاست سلول هاي گياهي وجود دارد امّا پس از ايجاد تنش هاي محيطي در ديگر اندام هاي سلولي وارد مي شود و در كنترل روزنه ها دخالت مي كند .
آنالوگ هاي "ABA" نيز بطور طبيعي در برخي گياهان حضور دارند ولي از نظر بيولوژيكي به اندازه "ABA" فعال نيستند . مثلاً "اسيد فازئيك" در بذور لوبيا وجود دارد و "تئوز پيرون" ماده اي بازدارنده و خوش طعم است كه بطور طبيعي در برگ هاي گياه چاي توليد مي گردد .

تركيبات خانواده اسيد آبسيزيك :

فراوان ترين تركيبات خانواده اسيد آبسيزيك شامل ايزومرهاي حاصل از احياء اين ماده است كه "١و۴ سيس" و "١و۴ ترانس" آبسيزيك اسيد ناميده مي شوند . اين "ديول ها" از تيمار اسيد آزاد و همچنين "استر متيلي" اسيد آبسيزيك با محلول متانلي "سديم بروهيدريد" در دماي صفر درجه بدست مي آيد كه تحت اثر "Mn o2" در كلروفرم خشك بسرعت به اسيد آبسيزيك تبديل مي گردند .
بعلاوه محلول آبي آن ها مخصوصاً "١و۴ سيس" در حضور هوا بخودي خود نيز اكسيد مي شود و به اسيد آبسيزيك تبديل مي گردد . اين امر علت وجود خاصيت جلوگيري از رشد را در اين ديول ها روشن مي نمايد .
"متيل آبسيزيت" (Methyl abscisate) از تيمار اسيد آزاد با "ethereal diazomethane" سرد بدست مي آيد و اثر بازدارندگي كمي بر روي رشد دارد و به همين جهت آنها را قبل از استعمال با استفاده از سود ١٠ مولار هيدروليز مي كنند . گياه لوبيا مي تواند "استر متيلي" اسيد آبسيزيك را به آرامي هيدروليز كند .
تنها تركيبي از خانواده اسيد آبسيزيك كه فعاليتش به تفصيل مورد بررسي قرار گرفته است ، از مشتقاتي مي باشد كه فاقد گروه "4- ketone" است . اين ماده يكي از چند مشتقات معدودي است كه بيشتر از اسيد آبسيزيك در آزمون هاي بيولوژيكي شركت دارد و علت وجود چنين فعاليت شديدي به تشكيل تدريجي اسيد آبسيزيك از آن نسبت داده مي شود . مشتق متيلي ماده اخير باز هم فعاليت بيشتري دارد آنچنانكه ۴ برابر فعال تر از اسيد آبسيزيك است .
يكي از جالب ترين تغييراتي كه در ضمن ايزومري شدن اسيد آبسيزيك حاصل مي شود كه همانا تبديل ايزومر "٢ سيس" اين ماده به ايزومر "٢ ترانس" آن است . ماده اخير نه تنها تقريباً غير فعال است بلكه به طريق آنزيمي نمي تواند به ايزومر فعال خود تبديل گردد . ايزومرهاي "٢ ترانس" تعدادي از تركيبات خانواده اسيد آبسيزيك نيز فعاليت بازدارندگي كمتري نسبت به ايزومرهاي "٢ سيس" آنها از خود نشان مي دهند . بعضي از تجربيات نشان مي دهند كه ايزومر "٢ ترانس" اسيد آبسيزيك نيز مانند اسيد آبسيزيك (ايزومر ٢ سيس) داراي فعاليت است . در صورتي كه اين تجربيات در روشنايي انجام گيرند آنگاه نيمي از ايزومر "٢ ترانس" مي تواند به ايزومر "٢ سيس" تبديل شود .
تغيير طول زنجيره جانبي مواد شيميايي باعث تغيير فعاليت آنان مي شود وليكن زياد و يا كم شدن مقدار و عوامل "وينيل" نيز به همان نسبت باعث كاهش فعاليتش مي گردد .
گروه كربوكسيل و يا گروه ديگري كه بتواند به گروه كربوكسيل تبديل شود ، براي ظهور فعاليت لازم هستند وليكن پيوند مضاعف ۴ بايد در وضعيت ترانس قرار داشته باشد .
گروه "1-cyano" احتمالاً در مقابل هيدروليز مقاومت مي كند و به همين علت ماده "Dihydrophaseic acid" هيچگونه فعاليتي از خود نشان نمي دهد بعلاوه وجود گروه مذكور مانع

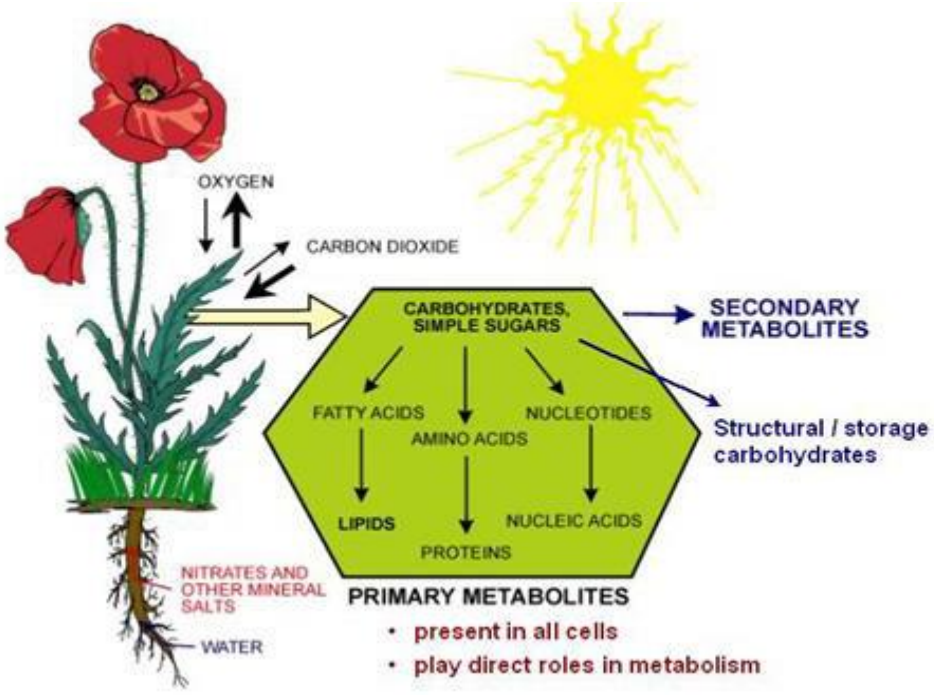
هيدروكسيلاسيون آنالوگي از آبسيزيك اسيد در كربن شماره ۴ مي گردد كه فاقد "keton" و گروه كربوكسيل است .
اثر حلقه آبسيزيك در ظهور فعاليت كمتر از زنجير جانبي آن شناخته مي شود و تبديل ايزومري از آبسيزيك اسيد فاقد گروه "4- ketone" به اسيد آبسيزيك سهولت تشكيل اين گروه را در ماده اخير نشان مي دهد .
پيوند مضاعف ۲ نيز براي ظهور فعاليت لازم مي باشد ولي شديد بودن فعاليت در "استر دزاكسي اسيد آبسيزيك" كه تحت اثر هيدروليز متابوليسمي به اسيد آزاد تبديل مي شود ، به هيدروكسيلاسيون كربن شماره ۱ و تشكيل اسيد آبسيزيك از آن نسبت داده مي شود .



تركيبات طبيعي خانواده اسيد آبسيزيك :

"اسيد (+) ۲سيس۴ترانس آبسيزيك" كه به اختصار اسيد آبسيزيك ناميده مي شود ، درصورتيكه "گزانتوكسين" را پيش ماده آنبدانيم و تركيبات حاصل از تجزيه و همچنين اشكال مختلف آنرا به حساب نياوريم ، تنها عضو اين خانواده مي باشد .
اسيد آبسيزيك تاكنون از انواع زيادي از نهاندانگان و يازدانگان و همچنين از سرخس دُم اسب و يك نوع خزه نيز استخراج گرديده وليكن تاكنون تلاش ها براي پيداكردنش در ريسه داران هپاتيك با شكست مواجه شده است امّا در هشت گونه از آنها كه مورد بررسي دقيق قرار گرفته اند و همچنين در جلبك ها به ماده ديگري با بازدارنده قوي بنام "اسيد لونولاريك" برخورده اند . مطالعاتي كه بر روي گياهان پست صورت گرفته است

بيانگر اينكه "اسيد لونولاريك" با حالت فيزيولوژيكي موجود رابطه دارد و اين ماده نقش اسيد آبسيزيك را در گياهان ايفا مي نمايد . تعداد ديگري از تركيبات بازدارنده رشد و نمو نظير : "Vomifoliol" ، "Blumenol" و "Theaspirone" نيز از گياهان استخراج شده اند كه همانند اسيد آبسيزيك از "كارتنوئيدهايي" نظير "ويولا گزانتين" و يا از خود اسيد آبسيزيك مشتق مي شوند.
"اسيد فارئيك" را نيز مي توان ماده اي طبيعي در جنين و گياهك لوبيا دانست . اين ماده نه تنها بعد از تغذيه گياه با "14- اسيد آبسيزيك" از گياه قابل استخراج مي باشد بلكه ماده حاصل از احياي آن كه "اسيد دي هيدرو فازئيك" نام دارد ، در گياه انباشته مي گردد .



روش هاي تشخيص و برآورد اسيد آبسيزيك :

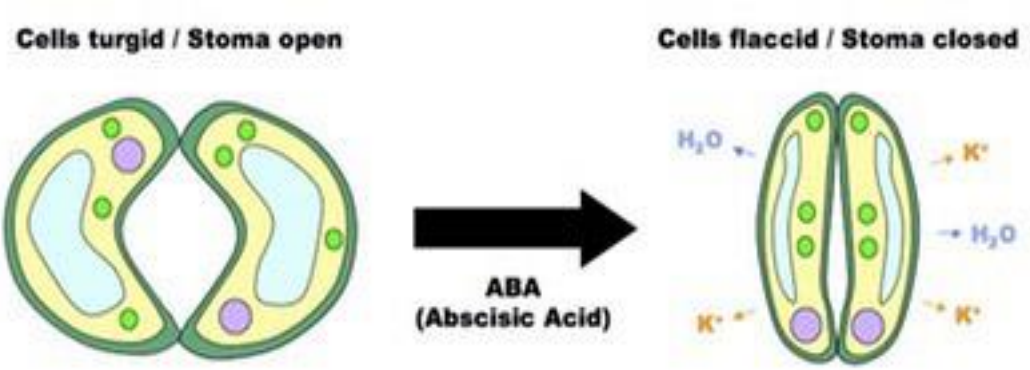
روش هاي مهمّي كه براي تشخيص و برآورد ABA در گياهان وجود دارد عبارتند از :

۱) آناليز ABA به روش "اسپكتروپلاريمتري" (Spectro polarimetric) :

مولكول ABA ساختمان منحصر بفردي دارد بطوريكه اولين كربن حلقوي در زنجيره مركزي به آن خصوصيت "پخشاندن دوراني نور" (Rotatory dispersion optical) بخشيده است كه نتيجتاً از اين ويژگي مي توان براي تعيين كمّي و كيفيت ABA در يك عصارة تصفيه شده استفاده نمود . براي اين منظور از يك روش اصلاح شده اي استفاده مي شود كه از خاصيت "پخشاندن دوراني نور" (RDO) و ويژگي جذب اشعه ماوراء بنفش مولكول ABA بهره مي گيرند . اين روش مخصوصاً در تعيين مقدار ABA باقيمانده بعد از جداسازي اوليه و تصفيه نهايي ، مفيد است . اين روش در حال حاضركمتر مورد استفاده واقع مي شود زيرا اساساً كروماتوگرافي گازي جايگزين آن گرديده است .

۲) آناليز ABA به روش "كروماتوگرافي گازي" :
روش "كروماتوگرافي گاز مايع" (Gas liquid chromat) بر اساس تهيّه و تبخير مشتقات مختلف "تري متيل سيليل" مولكول ABA استوار است لذا "ABA trimethylsilyl" نمونه اي كه معمولاً تصفيه مي شود ، با ماده اي نظير "Bis-(trimethyl silyl)acetamide" حاوي كربن فعال مخلوط مي شود سپس براي توليد مشتقات "تري متيل سيليل آبسيزيك اسيد" متعاقباً با GLC اندازه گيري مي شود .اين روش بسيار حساس است بطوريكه مي تواند غلظت هاي بسيار كم ABA را تشخيص دهد و آنها را از مواد مشابه تفكيك نمايد .

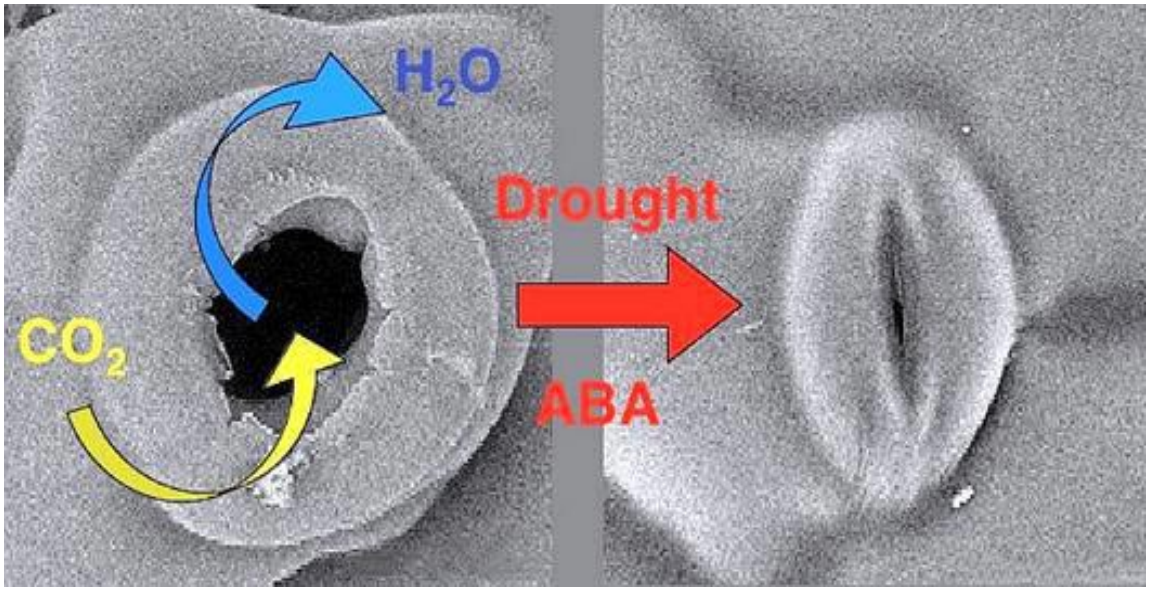
در تهيّه مشتقات "تري متيل سيليل" غالباً از ستون هاي GLC استفاده مي شود وليكن بايد ابزارهاي مورد استفاده را با دقت كاليبره نمود . روش هاي دقيقي كه اخيراً براي تجزيه و تحليل ABA در مطالعات استفاده مي گردند ، اكثراً تركيبي از "كروماتوگرافي گازي" (gas chromatography) و "اسپكترومتري جرمي" (Mass spectrum) با عنوان "GC-MS" هستند . اساس اين روش بر تفكيك اجزاء نمونه ها به داخل لوله هاي (پيك) كروماتوگرافي استوار است كه مستقيماً مي تواند از طريق طيف به شناسايي جرم شان اقدام كند . طيف جرمي يك تركيب شامل وزن مولكولي اجزاء سازنده آن است كه براي شناسايي و تشخيص ساختمان تركيب بكار مي رود .

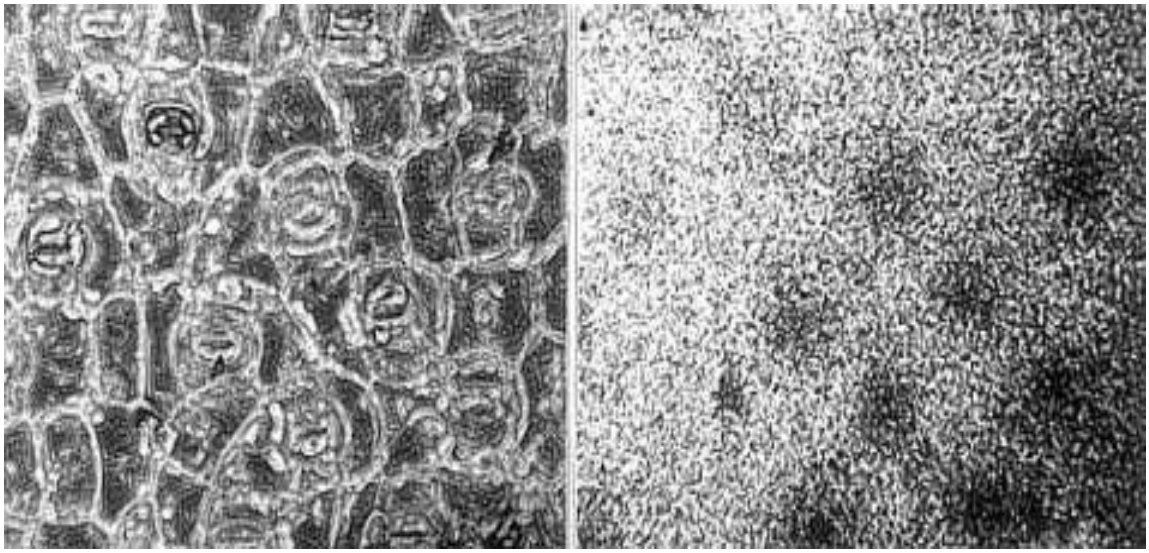


۳) زيست سنجي ABA :
زيست سنجي هاي متعددي براي تشخيص ABA انجام مي شوند كه شامل واكنش هاي بيولوژيكي زير مي باشند : @۱- ممانعت از جوانه زني بذور
@۲- ممانعت از خميدگي كلئوپتيل بطرف زمين با بروز رشد مستقيم
@۳- ممانعت از توليد "آلفا آميلاز" در سلول هاي آلورون جو .

روش هاي زيست سنجي در پيدا كردن و دنبال كردن هورمون هاي گياهي جديد از عصاره ها مفيدند . آنها در نشان دادن حضور گروهي از تركيبات نظير : اكسين ، جيبرلين و يا سيتوكينين مؤثرند . با ابن وجود زيست

سنجي ها قابل تغيير و غير اختصاصي هستند . امروزه بسياري از زيست سنجي ها براي تشخيص ABA توسعه يافته اند لذا لزوماً نبايد به يك روش خاص جهت شناسايي تركيبات بيولوژيكي متكي بود .
يك جنبه مهم برخي از سيستم هاي زيست سنجي كه بطور گسترده اي توسعه يافته اند ، اينكه در مطالعات مواد جديد بعنوان ابزاري براي مطالعه پروسه هاي فيزيولوژيكي و مكانيزم عمل هورمون هاي گياهي جديد استفاده مي شوند . از اينرو يك زيست سنجي اختصاصي منتخب كه بتواند در آزمايشات مختلف بطور آماري تجزيه و تحليل شود ، در ارزيابي عمل فيتوهورمون ها بسيار مفيد خواهد بود .

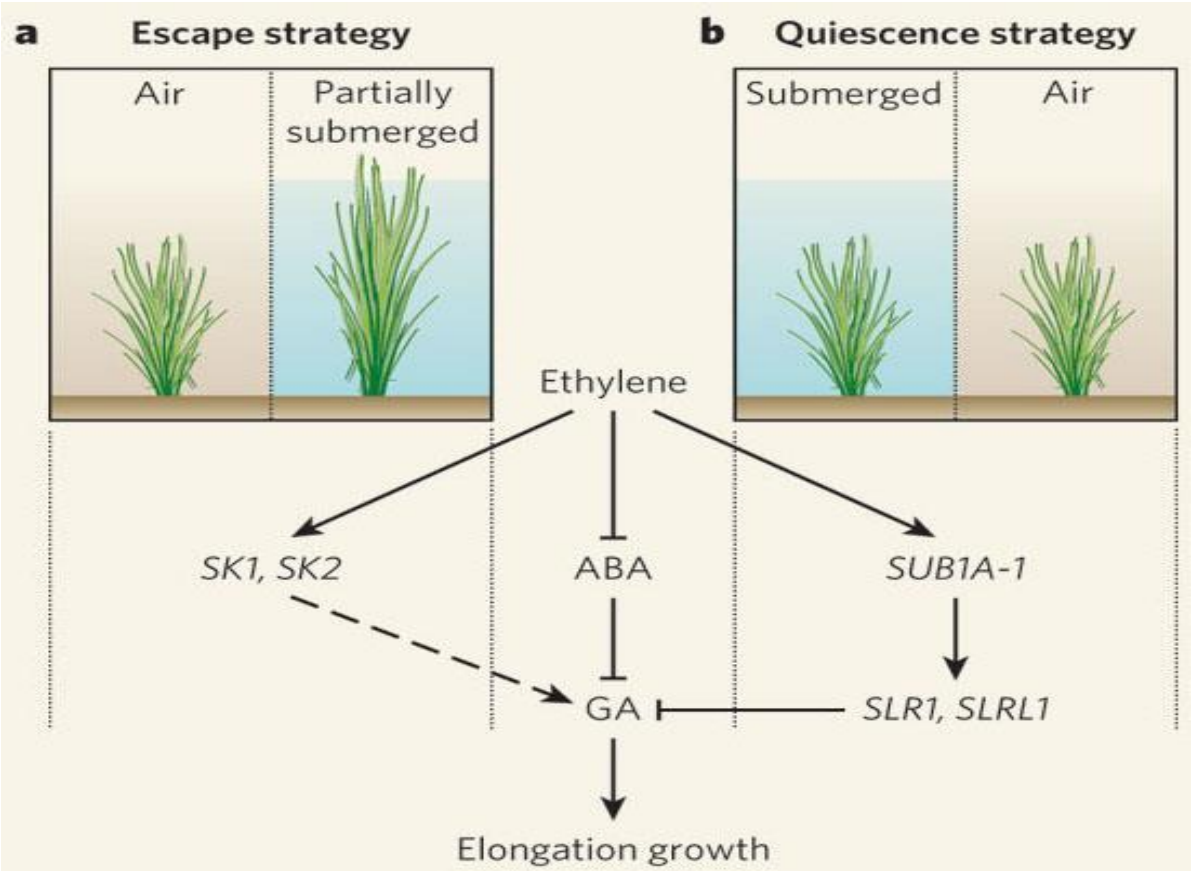




بيوسنتز هورمون ABA :

مولكول ABA بعنوان يك ماده "Sesquiterpen" حاوي سه واحد "ايزوپرون" مي باشد . ABA نظير ساير "ايزوپرونوئيدها" از "موالونيك اسيد" (Acid mevalonic) بدست مي آيد . بايد توجّه كرد كه مسير "موالونيك اسيد" اهميت زيادي در سنتز فيتوهورمون هاي ديگر دارد . اين مسير براي سنتز جيبرلين ، زآتين و سيتوكينين هاي ديگر مشابه ABA لازم است .

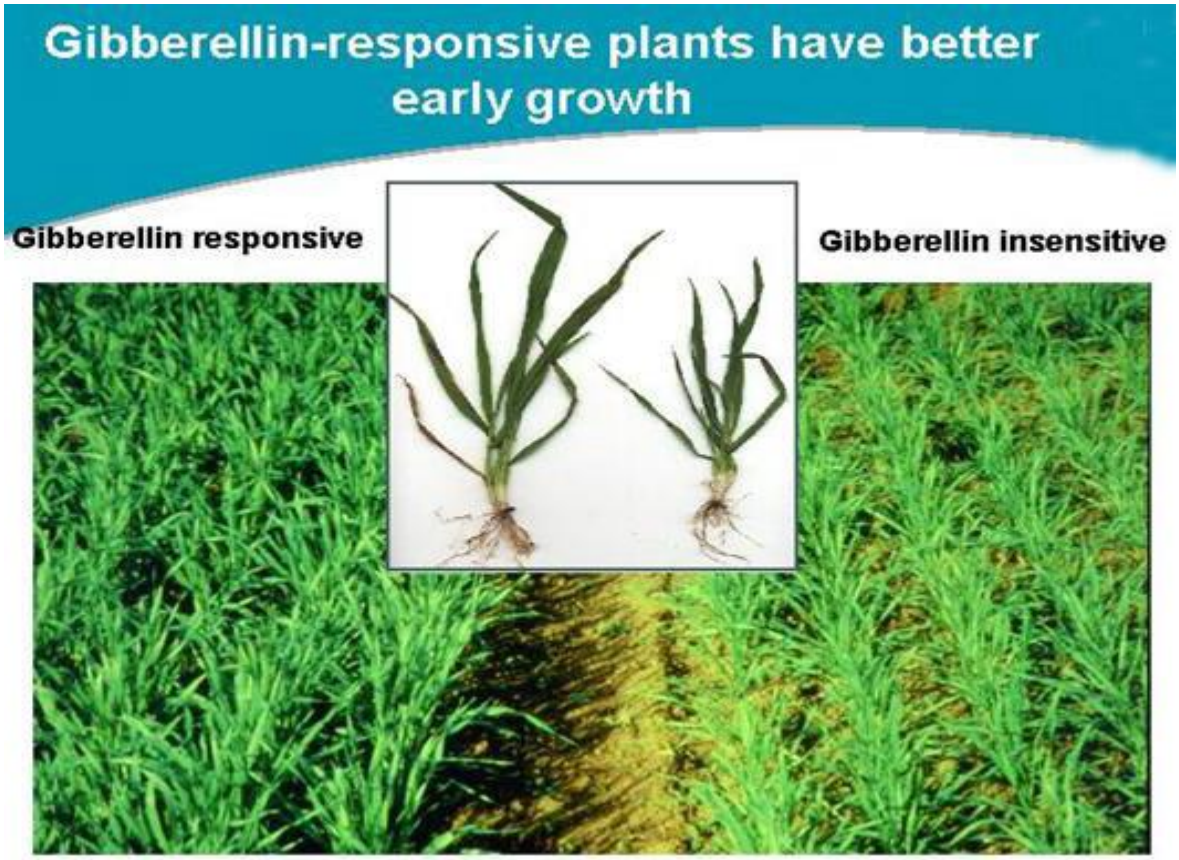
"Milebrow" در تحقيقاتش نشان داد كه سنتز ABA در برگ هاي گياهاني چون : لوبيا و آواكادو ابتدا در كلروپلاست ها رُخ مي دهد . برخي محققين پيشنهاد كرده اند كه ABA يك توليد "تغييريافته متأثر از نور" (photoconversion) مشتق از گزانتوفيل ها (Xanthophylls) است لذا مطمئناً شباهتي بين دو نوع تركيبات بويژه ماده پيش تركيب "زانتوكسين" و ABA وجود دارد وليكن شواهد مسلمي بدست نيامده اند .



نقش فيزيولوژيكي اسيد آبسيزيك :

گياه براي اينكه قادر باشد تا در شرايط محيطي متغير دائماً مبارزه كند و در نهايت زنده بماند ، بايد بتواند فرآيندهاي فيزيولوژيكي مختلف خود را بموقع شروع و بموقع متوقف سازد . جوانه ها نه تنها بايد به هنگام فرارسيدن شرايط مناسب در فصل بهار رشدشان را آغاز كنند بلكه بايد در مواجهه با شرايط نامساعدي چون بروز يخبندان هاي پائيزه و دوره هاي خشكي طولاني از فعاليت باز ايستند . از اينرو گياه براي اينكه زنده

بماند بايد خيلي پيشتر از فرارسيدن دوره هاي نامساعد براي برخورد با آنها آماده گردد زيرا برخي از مكانيزم هاي سازگاري متضمن تشكيل مواد جديد (موم) ، بافت جديد (پريدرم) و يا اندام جديد (فلس جوانه) هستند بنابراين گياه بايد تدريجاً سيستمي را براي درك و پيشبيني فرارسيدن دورة نامساعد بوجود آورد .
خواب جوانه ها در درختان خزان دار از عمده مسائلي است كه بنظر مي رسد در ارتباط مستقيم با بازدارنده هاي رشد باشند . وجود هورمون هاي بازدارنده و بالابردن غلظت آنها در زمان مشخصي از رشد باعث بروز اينگونه خواب ها مي شود كه ممكن است زمستانه يا تابستانه باشد .



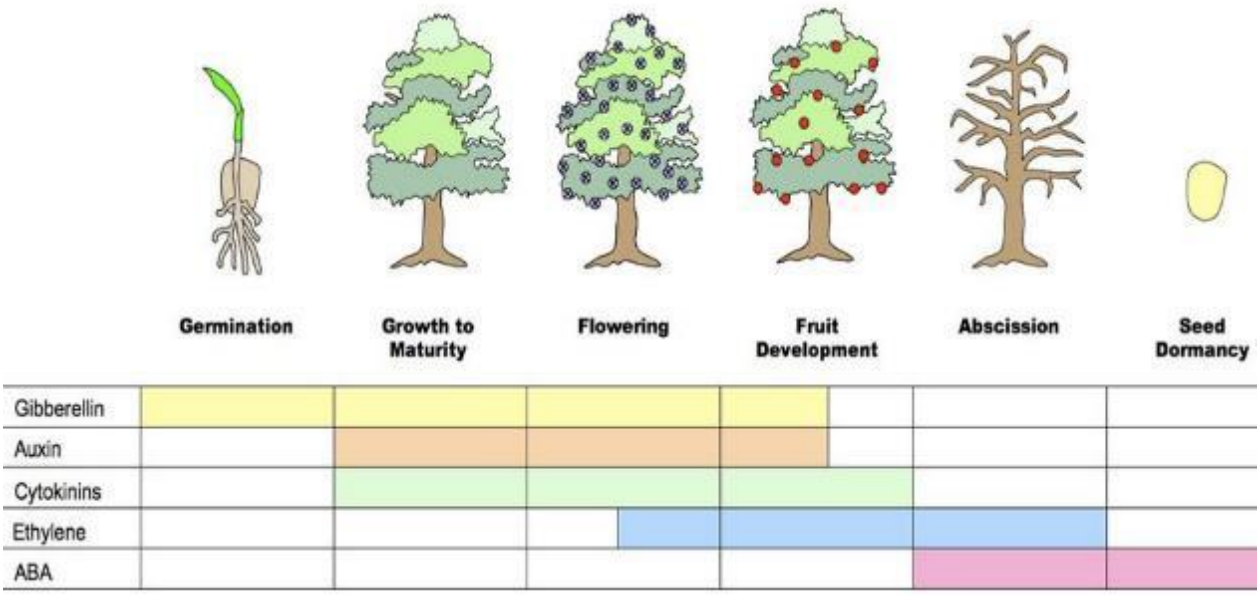
شروع مجدد رشد جوانه ها به دو صورت امكان پذير است :
الف) از طريق تخريب تدريجي مواد بازدارنده رشد در طول سپري كردن زمان نامساعد رشد
ب) توليد موادي كه از نظر متابوليسمي با مواد بازدارنده رشد رقابت كنند و صرفاً بخاطر مقادير بيشتر بر اثرات آنها غلبه نمايند .

اثرات فيزيولوژيكي اسيد آبسيزيك در گياهان متنوّع و متفاوت است و از شروع حيات تا پيري و در شرايط متفاوت تنش هاي محيطي نقش هاي متفاوتي را بشرح زير ايفا مي كند :

اثرگذاري بر خواب جوانه ها :

مكانيزم خواب اجازه مي دهد كه رشد جديد جوانه ها به تأخير افتد و فقط وقتي كه سطوح ABA همزمان با وقوع شرايط مطلوب براي تكميل سيكل رشد كاهش يابد ، رشدشان را از سر مي گيرند . گونه هاي خزان دار برگ هايشان را در اثر ريزش از دست مي دهند تا يك خواب زمستانه را كه توسط روزهاي كوتاه و طبيعي پائيز به اجرا در مي آيد ، فراهم سازند . جوانه هاي سيب زميني در زمان رسيدن غده ها با حضور ABA بخواب مي روند و ديگر جوانه نمي زنند حتي اگر خاك اطراف آنها و شرايط آب و هوايي مطلوب باشند .

بكاربردن ABA بعد از آنكه خواب در اثر سرما از ميان رفت ، بيدار شدن جوانه ها را به تأخير مي اندازد ولي وقتي مقدار ABA در درختان در سراسر يك فصل تحت شرايط مختلف ارزيابي شود ، متوجه مي شويم كه مقادير زياد آن با دورة خواب همبستگي ندارد . مثلاً معلوم شده كه در نوك شاخه درخت سيب كه فعالانه در حال رشد است ، مقدار ABA بيشتر از نوك در حال خواب است ، اگر چه در درختان هلو و مو حداكثر مقدار ABA مصادف با عميق ترين مرحله خواب زمستانه مي باشد . ماهيّت بظاهر ضد و نقيض نتايج فوق را فقط مي توان براساس مفهوم تعادل هورموني "تسريع كننده هاي رشد" از قبيل سيتوكينين و جيبرلين با مقدار "ABA بازدارنده" توجيه كرد .



در شاخه هاي جوان درخت افرا طي روزهاي كوتاه مقدار ABA به بيشترين حد و جيبرلين به كمترين حد مي رسد و ABA موجود در شاخه ها مي تواند سبب خواب در روزهاي كوتاه شود وليكن در شرايط روزهاي بلند كه مقدار جيبرلين زياد است ، مي تواند بر اثرات ABA غالب آيد چنانكه هورمون اخير نمي تواند القاء خواب كند .

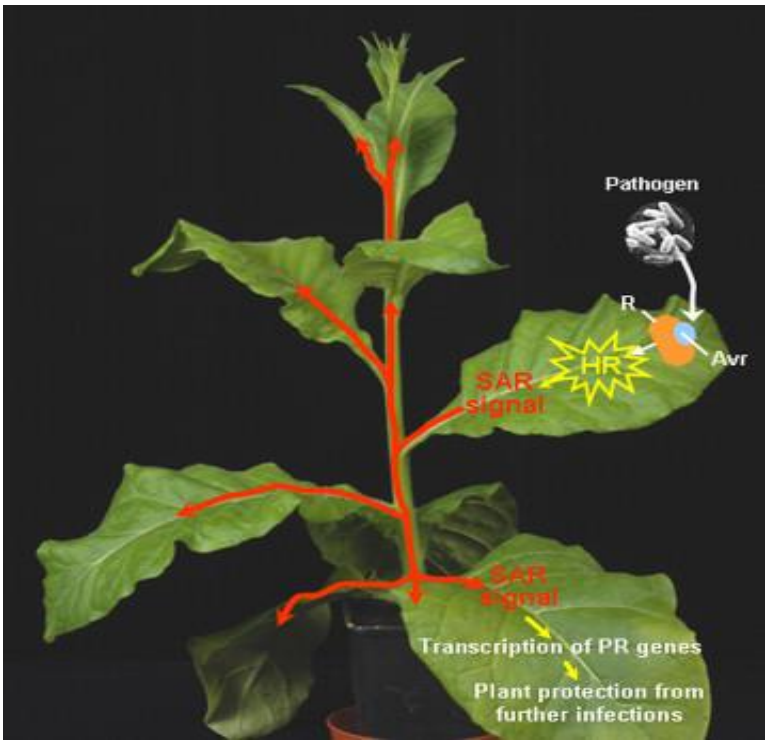
با قرار دادن گياه در دمائ كمي بالاتر از نقطه انجماد آب به مدت چند هفته خواب زمستانه معمولاً شكسته مي شود. تصوّر مي رفت كه اين دوره با تخريب ABA ارتباط دارد ولي وقتي مقدار كل ABA اندازه گيري شد ، اغلب تفاوتي ميان گياهان آزمايشي و شاهد مشاهده نگرديد . شايد تأثير سرما را بدين ترتيب بتوان تشريح

كرد كه با پيشرفت دورة سرما مقدار زيادتري ABA به "ABA-گلوكوزيد" تبديل مي شود كه اين امر ممكن است راه غير فعال ساختن ABA باشد .
مقدار مواد تسريع كنندة مختلف از قبيل سيتوكينين و جيبرلين ضمن دورة شكستن خواب افزايش مي يابند و هورمون هاي مزبور اثر ABA موجود را خنثي مي كنند بنابراين وضع جوانه ها نتيجه تعادل ميان هورمون هاي تسريع كننده رشد و ABA خواهد بود . هورمون اخير فقط وقتي فعال است كه ميزان هورمون هاي تسريع كننده از قبيل جيبرلين ها طي روزهاي كوتاه رو به كاهش بگذارند .
چگونگي كنترل ژنتيكي خواب تابستانه معلوم نيست وليكن شرايط محيطي از قبيل تنش ناشي از كمبود آب محققاً مي توانند اين خواب را ترغيب كنند ولي امكان كنترل هورموني در اين باره چندان مورد مطالعه قرار نگرفته است . مقدار ABA درخت بيد طي تير ماه قبل از توقف رشد به طور چشمگيري بالا مي رود امّا در گونه هاي ديگر الگوي مشخصي مشاهده نشده است .
هورمون هايي كه خواب را مي شكنند ، بنظر مي رسند كه مستقيماً در بافت هاي جوانه ها ساخته مي شوند و ABA نيز در آنجا تجزيه مي گردد . با چنين منطقي اگر فقط بعضي از جوانه هاي روي درخت تحت تأثير سرما قرار گيرند بايد بعد از انتقال به شرايط گرم شروع به رشد كنند درحاليكه جوانه هاي سرما نديده هنوز بحالت خواب هستند . اين امر بوضوح نشان مي دهد كه شكستن خواب جوانه بر خلاف شروع آن توسط هورمون هايي كه در سراسر گياه جريان دارد ، كنترل نمي شود ولي بايستي بطور كلي متذكر شد كه خواب عموماً در پي سرمادهي (استراتيفيكاسيون) در طي زمستان و يا بندرت با گذشت زمان كافي از بين مي رود .
توليد GA با سرمادهي افزايش مي يابد كه ممكن است عاملي براي رشد باشد چرا كه تأثير ABA با يك نسبت بالاتر ABA بر GA غلبه مي يابد .

تأثير ABA بر خواب و جوانه زدن بذور :

اسيد آبسيزيك ماده بازدارنده توانايي در رويش دانه است كه در دانه هاي در حال خواب بسياري از گونه ها به مقدار زياد ديده مي شود وليكن تراكم اين هورمون در ميوه ها بسيار بيشتر از دانه ها است . وقتي كه ميوه گياه "Fraxinus Americana" از گونه هاي گياهي داراي خواب دانه در داخل ماسه مرطوب قرار داده شد و با سرما تيمار گرديد آنگاه از مقدار ABA كاسته شد و به حدّي رسيد كه در " Fraxinus ornus" گونه اي فاقد خواب دانه و بدون نياز به استراتيفيكاسيون رسيد .

خواب بذر آن را از خطر اولين سرما حفظ مي كند و وجود مقدار معيني از اسيد آبسيزيك در طول زمستان مانع از رشد بذر در طول زمستان مي شود . اغلب بذور را مي توان با شستشوي زياد در آب جاري وادار به جوانه زني نمود . اسيد آبسيزيك از مهمترين مواد بازدارنده رشد است كه در بافت هاي بذور به مقدار زياد ديده مي شود مثلاً اسيد آبسيزيك در همه بافت هاي نوعي درخت زبان گنجشك يافت مي شود ولي بيشترين غلظت در دانه و فرابر ميوه در حال خواب آنان موجود است .
خواب بذور در طبيعت معمولاً در اثر باران سنگين ، نور و يا دماي كم شكسته مي شود . كنترل جوانه زدن بذور بوسيله نور معمولاً متضمن سيستم فيتوكروم است . در مورد بذرهايي كه براي شكستن خواب به سرما نياز است ، دماي نسبتاً كم معادل ۵-۲ درجه سانتيگراد به مدت ۶-۴ هفته لازم است تا شكستن تدريجي خواب در اثر سرما در اثر كاهش ميزان ABA رُخ دهد . ضمناً مقدار هورمون هاي تسريع كننده رشد مانند جيبرلين ها طي بروز سرما و يا بلافاصله بعد از آن رو به افزايش مي گذارد .



بعد از اينكه خواب دانه شكسته شد ، جوانه زني مي تواند آغاز گردد . متابوليسم در شرايط مطلوب فصل بهار از نظر دما ، آب و اكسيژن كافي تسريع مي شود . بذور پس از جذب آب دچار تغييرات و تحولاتي مي شوند چنانكه ساخته شدن پروتئين در جنين ظرف ۱۵ دقيقه آغاز مي گردد . ساخته شدن "RNA پيك" (t-RNA) نيز ممكن است آغاز شود. "t-RNA " معمولاً آنزيم هائي چون "پروتئاز" و "ايزوسيتراتاز" را در پنبه كد مي كند كه در تجزيه مواد غذايي ذخيره اي نيز دخالت دارد . "t-RNA" در پنبه كه طي اولين ۶۰ درصد نمو جنين ساخته مي شود ، مستقيماً به پروتئين مورد نياز در رشد دانه ترجمه مي شود ولي بيشتر "t-RNA" ساخته شده در ۴۰ درصد آخر نمو جنين بصورت ذخيره در مي آيد و تا جوانه زدن بذر در فصل بعدي به پروتئين ترجمه نمي شود . با شستن بذور اثر بازدارندگي روي ترجمه "t-RNA" كه مبين حالت سكون است ، از ميان مي رود و ترجمه آغاز مي گردد وليكن چنانچه آبي كه بذور با آن شسته شده اند و يا ABA مجدداً به بذور افزوده شوند ، ترجمه فوق الذكرمتوقف مي گردد .

محصولات زراعي فصل گرم مانند : لوبيا ، ذرت ، بادنجان ، طالبي و باميه هنگامي كه در دماي ۱۰ درجه سانتيگراد رشد داده شوند ، داراي مقاديري بالايي از ABA آزاد و ABA غير آزاد مي گردند كه بطور متصل به مولكول هاي ديگر در مقايسه با گياهان مشابهي هستند كه در دماي ۲۵ درجه سانتيگراد رشد داده شده اند .

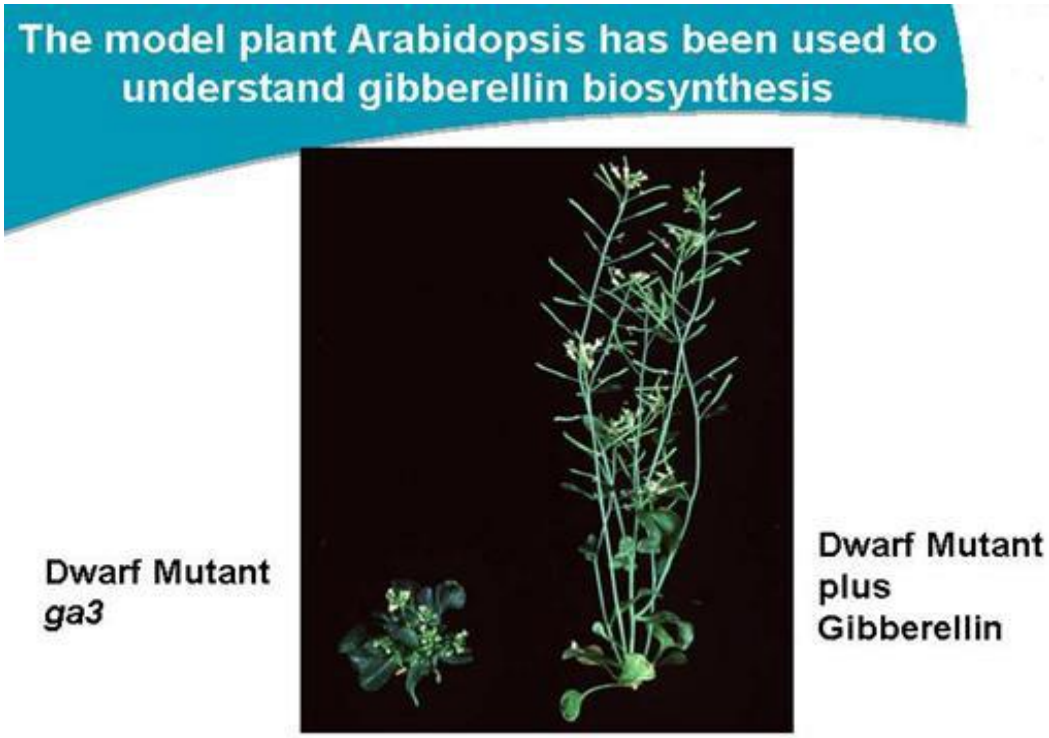
از گياهان زراعي فصل سرد مانند : چغندر ، اسفناج ، كاهو و نخود - تنها گياه نخود در دماي ۴۰ درجه سانتيگراد داراي مقادير بالايي از ABA در مقايسه با مقدارش در اين گياه ضمن دماهاي ۲۵-۱۵ درجه سانتيگراد مي باشد . در صورتيكه در مورد ساير گياهان فصل سرد اختلاف در تراكم ABA در دماهاي بالا و پائين مشاهده شده اند . با اين وجود گياهچه هاي بسيار جوان گوجه فرنگي وقتي كه در رژيم هاي دمايي روزانه و شبانه اي با دماهاي پائين تر و يا بالاتر از اپتيمم قرار مي گيرند آنگاه اشكال آزاد و غير آزاد ABA را با تراكم هاي بالا دارا مي شوند .

با توجه به اينكه پتانسيل آب بوته هاي گوجه فرنگي در معرض رژيم هاي دمايي مختلف بدون تغيير باقي مي ماند لذا استرس آبي بعنوان يك عامل مؤثر در افزايش تراكم هاي ABA مطرح نمي باشد . همچنين قرار دادن

اندام هاي گياهان درمعرض دماهاي شديداً استرس زا مقادير هورمون هاي گياهي را تغيير مي دهد . تيمارهاي گرمايي به مدت ۲ دقيقه از دماي ۴۶ به ۷۴ درجه سانتيگراد بر روي ريشه هاي بوته هاي توتون و لوبيا موجب كاهش تراكم سيتوكينين در شيره خام تراوش يافته از آوندهاي چوبي مي شوند وليكن ميزان ABA افزايش مي يابد .
وقوع سرما از عوامل عمده اي است كه بر ميزان ABA اثر مي گذارد بعلاوه طيف هاي مختلف نور نيز بر روي هورمون هاي بازدارنده رشد تأثير دارند مثلاً نور قرمز به مدت طولاني باعث كاهش اسيد آبسيزيك و در نتيجه باعث جوانه زني مي گردد . البته فيتوكروم نقش اساسي را در اين مسئله دارد ولي ممكن است يك سيستم هورموني نيز در اين مسدله مؤثر باشد .

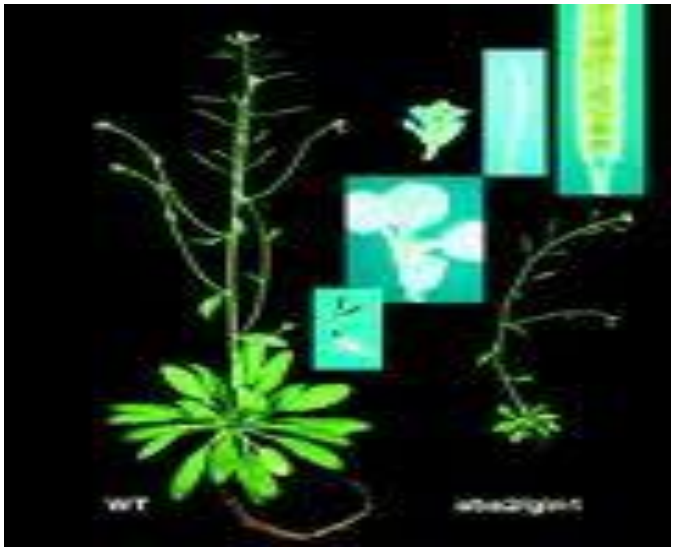
اثر اسيد آبسيزيك بر رشد ساقه و غالبيت انتهايي :
اسيد آبسيزيك علاوه بر تأثير بر روي خواب جوانه ها و دانه ها بر رشد گياه و تشكيل گل نيز داراي اثر بازدارندگي و يا گاهي تحريك كنندگي است . اين ماده بر روي رشد قسمت هاي مختلف بسياري از گياهان داراي اثر بازدارندگي است و اثر تحريك كنندگي تركيبات طبيعي محرك رشد را خنثي مي نمايد .
بطور كلي عمل بازدارندگي ABA با چنين مشخصاتي نسبتاً شديد است و از اين نظر با ساير تركيبات طبيعي تنظيم كننده رشد تفاوتي ندارد . با دور كردن بافت گياهي از ABA و قرار دادن آن در آب آنگاه وضعيت رشد بحالت عادي بر مي گردد و بالاخره موقعي كه تركيبات محرك رشد با تراكمي بالاتر از حد مناسب استعمال گردند ، اثر سمّي آنها را زائل مي نمايد .

مطالعه نقش اسيد آبسيزيك "آندوژن" در رشد گياه به علت فقدان ماده بازدارنده اختصاصي سنتز اين ماده و عدم تشكيل آن در قسمت مشخصي از گياه عملاً امكان پذير نيست . در برخي موارد اسيد آبسيزيك باعث تحريك رشد در گياهان مي شود كه از آن جمله مي توان اثر آن را بر روي رشد "پارتنوكارپيك" (parthenocarpic) دانه هاي رُز و رشد طولي محور روي لپه خيار و همچنين اثر تحريك كنندگي آن را در تشكيل ريشه كلم ها نام برد كه اين ماده در اغلب موارد برعكس اسيد جيبرليك اثر مي كند و در تشكيل جوانه ها بر روي بگونيا كه احتمالاً از اثر تشديدكنندگي آن بر روي پيري ناشي مي شود ، ذكر نمود .
از طرفي اسيد آبسيزيك عمل بازدارندگي بر سنتز پروتئين ها دارد و در نتيجه به اين طريق رشد را تحت الشعاع قرار مي دهد . تأثير رشد بازدارنده هاي رشد غالباً بر روي كوتاه كردن فاصله ميانگره ها و ارتفاع گياه مي باشد ولي سطح برگ ها ، ميزان دريافت نور و راندمان محصول با اثر بازدارنده هاي رشد معمولاً كاهش نمي يابند .



تأثير اسيد آبسيزيك بر گلدهي :
گاهي اسيد آبسيزيك باعث تحريك ضعيف ولي منظم رشد گل ها در گياهان روز- كوتاه مي شود بطوريكه تشكيل گل را در گياه "سلمه تره" (chenopodium rubrum) تحريك مي كند . هورمون ABA در تشكيل گل ها بر گياه "Plumbago indica" بي تأثيراست وليكن نمو گل ها را بر روي قطعاتي از ميانگره ها كه بطور مجزا كشت گرديده اند ، القاء مي نمايد .
اسيد آبسيزيك با غلظت بالا از تشكيل گل در گياهاني چون : قهوه ، زيتون و "عدسك آبي" (Lemna paucicostata) جلوگيري مي كند و آنرا به تأخير مي اندازد . اين ماده همچنين مانع تشكيل گل در گياه

روزبلند چچم (Lolium tementulum) مي شود و همچنين اثر اسيد جيبرليك را در جهت تشكيل گل هاي ماده در گياه دو پايه شاهدانه (Cannabis sativus) خنثي مي سازد .
اسيد آبسيزيك با تأثيري كه بر روي روزنه ها مي گذارد ، عملاً باعث بسته شدن روزنه ها و در نتيجه كاهش فتوسنتز و رشد گياه خواهد شد كه اين عمل بنوبه خود بر زمان گلدهي و ميزان آن مؤثر خواهد بود چون گياه همواره براساس ميزان مواد غذايي موجود و يا بعبارت ديگر فتوسنتز خالص خود اقدام به تشكيل گل و يا حفظ ميوه هاي تشكيل شده مي كند و يكي از علل اصلي ريزش در زمان استرس همين مسئله مي باشد .



تأثير اسيد آبسيزيك بر ريزش غنچه ها ، گل ها ، ميوه ها و برگ ها :
ميوه ها در اثر آسيب ديدگي و يا افزايش سن به تشكيل يك لايه قطع كننده مبادرت مي ورزند لذا سرانجام با گسترش لايه جداكننده بواسطه تجمع افزون تر ABA سقوط خواهند كرد . غلاف هاي گياه "لوپن" ناسالم به ميزان ۲/۵ برابر بيش از بوته هاي شاهد حاوي ABA بودند كه منجر به افتادن ميوه هاي مريض گياه شدند.
تجمع ABA در جوانه هاي جانبي بواسطه دخالت اين ماده در اِعمال غالبيت انتهايي مي باشد .
عمل جداكنندگي اسيد آبسيزيك تاكنون در مورد قطعات برگ بسياري از گياهان گزارش شده است كه از آن جمله مي توان ريزش برگ هاي : سيب ، مركبات ، لوبيا و پنبه را نام برد .
بعلاوه تيمار ميوه هاي رسيده : هلو ، زيتون ، مركبات و سيب با اسيد آبسيزيك باعث تسريع در سقوط چنين ميوه هايي گردد .

مقدار جريان يافتن اسيد آبسيزيك در برگ هاي گياه "كولئوس" بطرف نقطه جداشدن آنها از ساقه ها اندازه گيري شدند بطوريكه مشخصاً مقدار كمتري از IAA و مقدار بيشتري ABA در برگ هاي مسن به منطقه قطع كننده مي رسيدند . بعلاوه عمل مذكور تحت اثر "اترل" (ethrel) بعنوان ماده سنتزي محرك و تسريع كننده جداشدن برگ ها نيز بوده است.

توزيع ABA در ميوه هاي پنبه طي دو مرحله وقوع مي يابد :
مرحله۱) تجمع سريعي كه پس از عمل لقاح اتفاق مي افتد و در اين زمان كاهش ميوه ها با القاء تشكيل يك لايه خزان آغاز مي شود .

مرحله۲) هنگام پيري و شكاف برداشتن ميوه اتفاق مي افتد .
ريزش غنچه ها و گل ها در اثر بالا رفتن غلظت اسيد آبسيزيك و متعاقباً ايجاد يك لايه ريزش يا چوب پنبه اي تسريع مي يابد و به همين منظور هورمون عامل آن را "هورمون ريزش" يا "آبسيزن" ناميده اند .

تأثير ABA بر فرآيند پيري در گياهان :

پيري يكي از مراحل مسن شدن است . ويژگي عمده پيري آن است كه مراحل متابوليكي به مرحله "كاتوبوليك" يا تجزيه اي و زوال تمايل بيشتري مي يابد و اين روند غير قابل برگشت نهايتاً به مرگ منتهي مي شود .
مطالعه اثر اسيد آبسيزيك بر روي پيري اغلب با استفاده از برش ها و قطعات كروي شكل برگ ها صورت مي

گيرد . كلروفيل موجود در برگ ها با افزايش سن گياهان كاهش مي يابد و اين روند تحت اثر اسيد آبسيزيك تشديد مي شود . مطالعات نشان مي دهند كه اسيد آبسيزيك پيري را در ۲۴ ساعت اوّل جداسازي در قطعات كروي شكل برگ تربچه تحريك مي كنند .
تحقيقات مشخص ساختند كه فعاليت "اسيد فسفاتاز" و "R-Nase" در قطعات برگ گياه "Rhoeo" پس از تيمار با اسيد آبسيزيك افزايش حاصل مي كنند . همچنين معلوم شد كه اسيد آبسيزيك روند پيري را در قطعات كروي شكل برگ تربچه تحريك مي كند امّا بر ميزان "H3- سيستيدين" اثري ندارد .
از طرفي اسيد آبسيزيك با كاهش مقدار سنتز و همچنين با تحريك ميزان تجزيه شدن باعث كاهش مقدار پروتئين مي گردد و چون انتقال گياهك ها به داخل آب باعث كم شدن سرعت تجزيه پروتئين مي شود لذا مي توان نتيجه گرفت كه اسيد آبسيزيك مانع سنتز پروتئين هاي تجزيه كننده مي شود .
پس از اينكه اسيد آبسيزيك سنتز شد ، تلاش براي اينكه ثابت كنند : كه آيا عامل پيري همان اسيد آبسيزيك است ، شروع شد . سرانجام بوسيله كروماتوگرافي "غشاء نازك" (thin layer) مشخص گرديد كه اسيد آبسيزيك عامل پيري مي باشد .
نهايتاً با بررسي نتايج تحقيقاتي متعدد مشخص گرديد كه هورمون هاي محرك رشد با يكديگر و همچنين با هورمون هاي بازدارنده رشد داراي اثرات متقابل هستند و ظهور پيري در گياهان نتيجه سازگاري و يا ناسازگاري هورمون هاي مختلف با يكديگر مي باشد . هر چند نقش اتيلن بعنوان يك هورمون گازي در پيري گياهان مشخص است ولي بايستي در نظر داشت كه آنچه در واقع باعث پيري مي شود ، اثرات متقابل هورمون هاي بازدارنده رشد است .

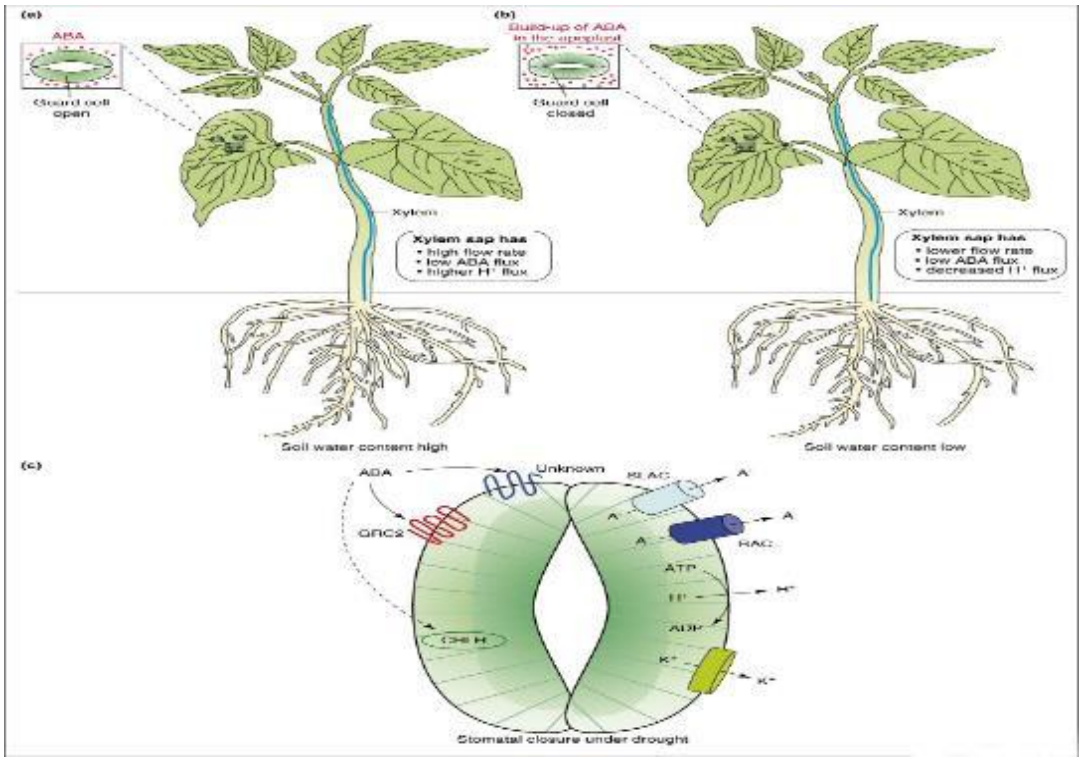
اسيد آبسيزيك در شكاف برداشتن غوزه هاي پنبه نقش بسيار بارزي دارد بطوريكه غلظت ABA در دو زمان بشرح زير افزايش مي يابد :
الف) در زمان تشكيل غوزه ها و غنچه ها كه باعث ريزش گل ها و غنچه ها مي شود .
ب) در هنگام رسيدگي ميوه ها كه باعث شكافتن غوزه ها و رسيدن ميوه ها مي گردد .

مقدار ABA در برگ هاي مسن بطور قابل ملاحظه اي هنگام شروع پيري افزايش مي يابد . معرف هاي پيري شامل فقدان كلروفيل ، كاهش سرعت فتوسنتز ، تغيير در كاتابوليسم اسيدهاي هسته اي و پروتئين مي باشند . در اين مورد ABA را مي توان بعنوان يك علامت شيميايي شروع كننده فاز پيري مراحل نمو گياهان بشمار آورد .

اثر ABA در گياهان تحت تنش هاي محيطي :

نقش هاي كاملاً متفاوتي براي ABA در گياهاني كه تحت شرايط دشوار همانند : تنش خشكي ، غرقاب خاك ، كمبود مواد معدني و آسيب رشد مي يابند ، ذكر مي گردند . در چنين شرايطي برگ ها داراي غلظت هاي زياد ABA مي شوند. برگ ها از طريق فقدان فشار تورژسانس (بروز پژمردگي) در شرايط كم آبي با بستن روزنه هاي هوايي واكنش نشان مي دهند . هورمون ABA در هنگام كم آبي بسرعت در برگ ها تجمع مي يابد و اگر به گياهان مجدداً آب داده شود آنگاه فشار تورژسانس در برگ ها افزايش مي يابد و غلظت ABA در آنها نزول مي يابد . چنين بنظر مي رسد كه ABA در هنگام كم آبي در برگ ها سنتز مي شود و سپس هنگام كم آبي بر طرف شود آنگاه هورمون ABA باقيمانده سريعاً منهدم و يا غير فعال مي گردد .

تشكيل ABA در زمان بسته شدن روزنه ها بر اثبات نظريه اثرگذاري ABA در گياهان بعنوان مكانيزم مؤثر در باز و بسته شدن روزنه صحّه مي گذارد . همچنين مشخص شده است كه هورمون ABA در خلال تنش رطوبت از كلروپلاست ها به سلول هاي بشره وارد مي شود . هورمون ABA در سطح سلولي مي تواند از خروج پروتون و جذب پتاسيم جلوگيري كند .



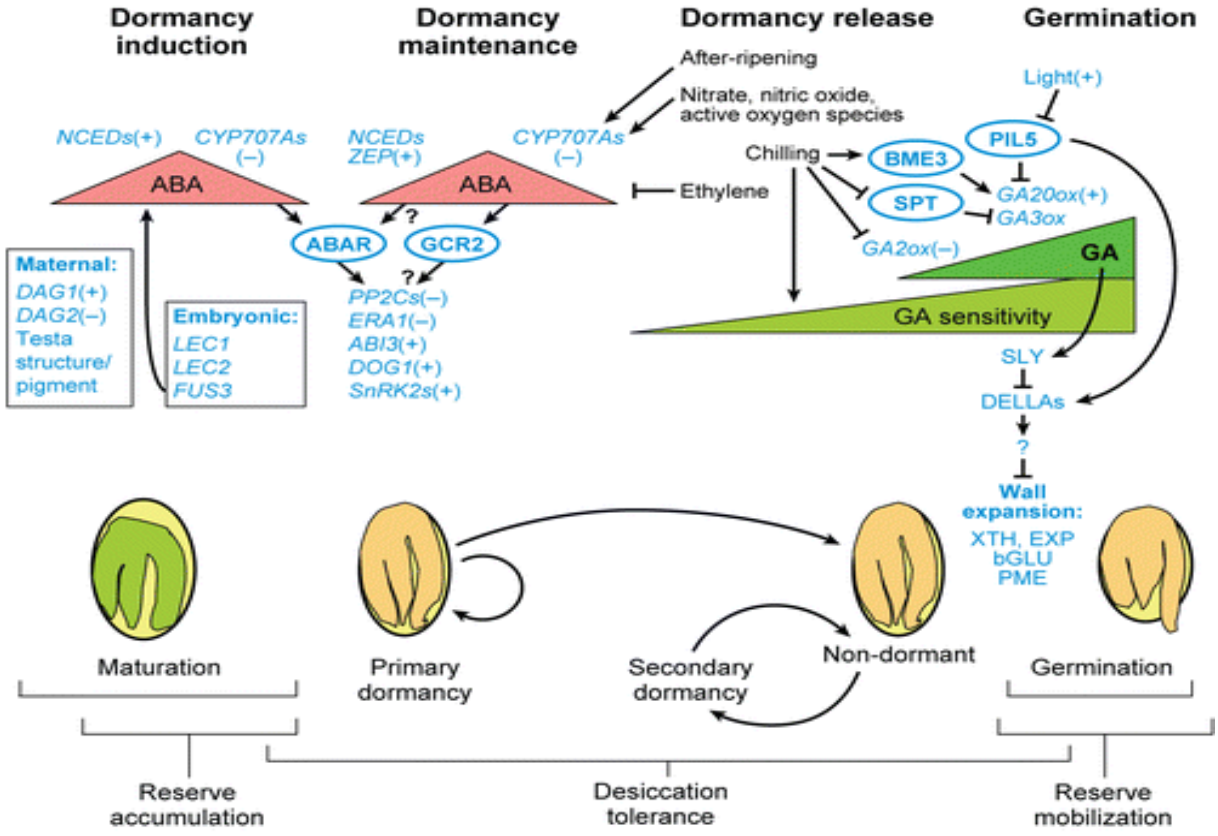
اثر كمبود رطوبت بر افزايش آبسيزيك اسيد در گونه هاي گياهي متفاوت است . اين هورمون با بروز تنش رطوبت ابتدا در برگ ها انباشته مي شوند وهمزمان كليه اندام هاي گياه نسبت به آن مقداري افزايش نشان مي دهند كه اين افزايش غلظت اسيد آبسيزيك در بافت ها مي تواند نتيجه تبديل فرم هاي غير آزاد به فرم هاي آزاد ، افزايش سرعت سنتز ، كاهش تخريب و يا كاهش سرعت انتقال اسيد آبسيزيك به خارج از بافت ها باشند . هرگاه استرس خشكي به مدت طولاني ادامه يابد آنگاه تراكم و مقادير آبسيزيك اسيد افزايش حاصل خواهد كرد وليكن در اثر فراهم شدن آب مجدداً مقدار ABA با سرعت بسيار كمتري در مقايسه با سرعت افزايش يافته ، كاهش خواهد يافت .

«جدول١) اثر پژمردگي بر مقدار اسيد آبسيزيك اندام هاي گياهي :»

اندام گياه	ميكروگرم ABA در هر گرم ماده تر	
	نمونه شاهد	نمونه پژمرده
ريشه آواكادو	٢٧	٨٥
ريشه آفتابگردان	١٣	١٩
مريستم انتهايي آفتابگردان	٣١	٤١٠
گياهك لوبيا	١٣١	٨٣٠
برگ لوبيا	١٩	٣٣٥
مريستم انتهايي لوبيا	٧٨	٨٢٨
ساقه لوبيا	٢٣	٢٨٨
ريشه لوبيا	٣	١٦٠
ميوه نارس لوبيا	٧٤	٦٠٩
دانه نارس لوبيا	٥٤	٥١١
گل تاتوره	٤٨	٣٨٥
برگ مسن گندم	٢٨	٢٩٤
برگ جديد گندم	٤٤	٢٥٧

واكنش اوليه گياهان به خشكي بصورت كاهش پتانسيل آب برگ ها ظاهر مي گردد سپس به آزاد شدن آبسيزيك اسيد از كلروپلاست هاي سلول هاي مزوفيل برگ منجر مي گردد و با افزايش سنتز آن دنبال مي شود .
همچنين امكان دارد كه آبسيزيك اسيد از طريق جريان آب ناشي از تعرق برگ ها تأمين شود . اگر تعرق در اثر كمبود رطوبت متوقف شود ، روزنه ها باز مي مانند درحاليكه مقدار آبسيزيك اسيد برگ ها هنوز بالا هستند . توجيه آن مي تواند مبتني بر اين باشد كه آبسيزيك اسيد برگ ها در ارگانل هاي سلولي يافت مي شود و امكان دارد كه در دسترس سلول هاي محافظ روزنه قرار نگيرد . اثرات شرايط تنش قبلي ممكن است واكنش هاي بعدي گياه را نسبت به تغييرات پتانسيل آب محيط تغيير دهند وليكن گياهان از لحاظ واكنش بنحو متفاوتي نسبت به يكديگر عمل مي كنند .

برخي از اثرات تنش خشكي بر رشد گياهان از طريق اثرات غلظت هاي اسيد آبسيزيك توجيه مي شوند . پاسخ همگاني گياهان به غلظت هاي بالاي اسيد آبسيزيك با كاهش رشد ساقه همراه مي گردد كه بيش از كاهش تورژسانس نسبت به افزايش غلظت هاي اسيد آبسيزيك حساس است . تغييرات در چيرگي جوانه انتهايي با مقادير اسيد آبسيزيك القاء شده توسط تنش رطوبتي ارتباط دارند و آنها بر روي خواب جوانه هاي جانبي و مريستم هاي انتهايي مؤثر مي باشند . بعنوان مثال افزايش غلظت هاي اسيد آبسيزيك در گل آذين انتهايي ذرت بعنوان نتيجه تنش رطوبتي ، تعداد شاخه هاي جانبي را افزايش مي دهد .
تنش ناشي از آبسيزيك اسيد در دانه هاي غلات به زودرس شدن آنها و قطع رشد منتهي مي گردد . همچنين اثراتي در ارتباط با گلدهي وجود دارند كه در برخي از گياهان از بروز آنها ممانعت مي شود وليكن در عدّه اي ديگر بعنوان نتيجه تنش رطوبتي و تغييرات در غلظت هاي اسيد آبسيزيك آغاز مي گردنند . اثرات اسيد آبسيزيك در ارتباط با پاسخ هاي ريشه ها نسبت به تنش رطوبتي روشن نيست وليكن بنظر مي رسد روي جذب يون ها مؤثر باشند زيرا كه استعمال خارجي اسيد آبسيزيك حركات يون ها را از خلال ريشه ها باز مي دارند ولي مانع جذب آنها بدرون سلول هاي منطقه پوست نمي گردند درحاليكه بر انتقال يون ها از دايره محيطيه بدرون آوند چوبي اثر تحريك كننده دارند .



نتايج تجربيات نشان مي دهند كه يون هاي موجود در مايع تراوش يافته از آوند چوبي افزايش مي يابند . مطالعات مربوط به مقاومت در برابر جريان آب از خلال ريشه و همچنين تعدادي از يون ها نشان مي دهند كه

اسيد آبسيزيك مقاومت را كاهش و حركت سيمپلاستي آب را افزايش مي دهد . ارتباط اين واكنش با ارتباط خشكي هنوز بخوبي روشن نشده است . اصولاً با منفي تر شدن پتانسيل آب در برگ ها بر ميزان اسيد آبسيزيك اسيد در آنها افزوده مي شود كه اين موضوع بنوبه خود بر روزنه ها تأثير مي گذارد و باعث خروج پتاسيم از سلول هاي روزنه مي شود تا روزنه ها زودتر بسته شوند .
تغييرات پتانسيل آب در سلول ها و غلظت اسيد آبسيزيك در برگ هاي گياه در حيني كه گياه آب را به اتمسفر خشك پس مي دهد ، بوقوع مي پيوندند تا پتانسيل آب از يك حد آستانه اي فراتر نرود و مقدار اسيد آبسيزيك رو به افزايش نگذارد .

تأثير اسيد آبسيزيك بر سنتز اسيدهاي نوكلئيك و پروتئين ها :

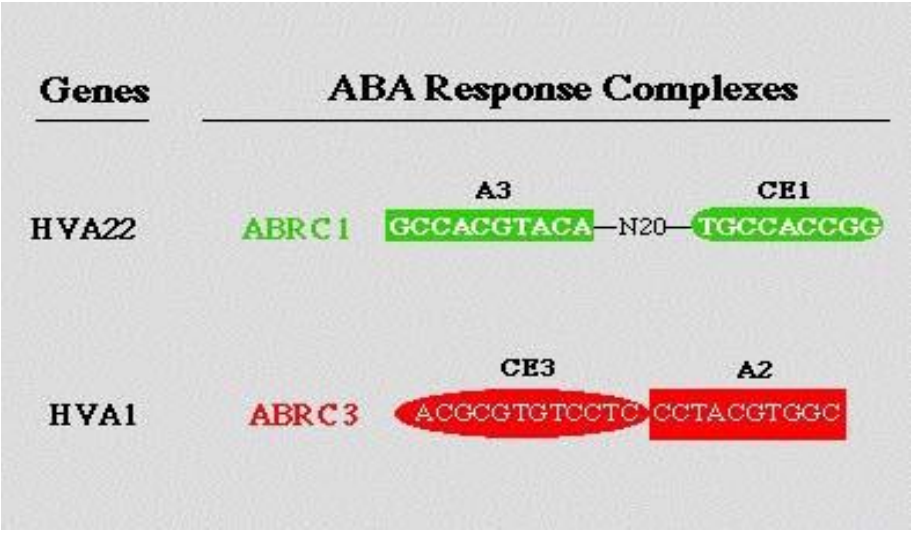
محققين مشاهده نمودند كه در "عدسك آب" (Lemna) ورود "P32- فسفات" در واكنش هاي مختلف اسيدهاي نوكلئيك در ضمن ظهور اثر بازدارندگي اسيد آبسيزيك و همچنين برگشت اين اثر بوسيله "بنزيل آدنين" تغيير مي نمايد. اين موضوع نشان داد كه سنتز DNA به احتمال قريب به يقين جرقه اوليه اثر اسيد آبسيزيك محسوب مي شود . مطالعاتي كه با استفاده از سيستم "آلفا آميلاز" در لايه هاي حاوي "آلورون" دانه هاي جو انجام گرفته نشان مي دهد كه اسيد جيبرليك باعث شروع سنتز آنزيم هاي جديد مي شود درحاليكه اسيد آبسيزيك مانع انجام اين عمل مي گردد .

دانشمندان ضمن آزمايشاتي مشاهده نمودند كه اسيد آبسيزيك اثر بازدارندگي قابل توجهي بر روي "كروماتين" دارد و مانع سنتز DNA و تمام گونه هاي RNA مي شود ولي "rRNA" در مقابل اين ماده حساسيت بيشتر و RNA محلول به آن حساسيت كمتري از خود نشان مي دهد . اسيد آبسيزيك ممكن است اختصاصاً مانع انجام عمل mRNA هايي كه سنتز بعضي از آنزيم ها را كد مي نمايد ، بشود و اين عمل را فقط با جلوگيري از اتصال آنها به ريبوزوم ها انجام مي دهند كه بدون آن واحدهاي "پل زومي" تشكيل نمي شود و سنتز پروتئين انجام نمي گيرد .

گزارشاتي نيز وجود دارند كه اسيد آبسيزيك به همين ترتيب باعث القاي خواب در دانه هاي در حال رويش گياه "زبان گنجشك" مي گردد . در گزارشي ديگر آمده است كه اسيد آبسيزيك مانع عمل "آلفا آميلاز" مي شود . دانشمندان عقيده دارند ، يكي از آنزيم هايي كه پروتئين حساس به عامل آلوستري اسيد آبسيزيك را بهتر معرفي مي نمايد همانا "RNA پليمراز" مي باشد زيرا تعدادي از تجربيات نشان مي دهند كه اسيد آبسيزيك مانع ورود "اوريدين" و "تيميدين" نشاندار در اسيدهاي نوكلئيك مي شود ولي از ورود آمينواسيدها در پروتئين ها جلوگيري نمي نمايد . مطابق اين آزمايش اسيد آبسيزيك در سطح رونويسي بيشتر از سطح ترجمه عمل مي نمايد . قدر مسلم اين است كه تشكيل پيوند بين اسيد آبسيزيك و پروتئين بوسيله دو گروه قطبي اين هورمون انجام مي گيرد كه در محل مراكز آلوستري ويژه اي به پروتئين متصل مي شود .

اتصال اسيد آبسيزيك باعث تغيير مركز اتصال سوبستراسيون با جلوگيري از ورود سوبسترا مانع انجام فعاليت بيولوژيكي مي شود . اين طرح روشن مي نمايد كه چرا اسيد آبسيزيك در بعضي از شرايط تجربي از ظهور اثر تحريك كننده "بنزيل آدنين" جلوگيري بعمل مي آورد . با اين وجود در صورتي كه ماده فعال كننده مثلاً هورمون تحريك كننده رشد قبلاً با پروتئين متصل شود ، باعث پايداري آن مي شود و از اين طريق مانع تغيير مركز سوبسترا و اتصال اسيد آبسيزيك مي گردد و امكان انجام فعاليت بيولوژيكي عادي را ميّسر مي سازد .

جهت آنكه يك آنزيم فعال گردد ، بايستي سيتوكينين به همراه سوبسترات در جايگاه فعال آنزيمي قرار گيرند ولي براي آنكه عمل آنزيم غير فعال شود ، ABA كه يك هورمون بازدارنده است ، در جايگاه ويژه آنها قرار مي گيرد و باعث غير فعال شدن آنزيم مي شود يعني سيتوكينين و سوبسترات ديگر نمي توانند در جايگاه ويژه خويش قرار گيرند.



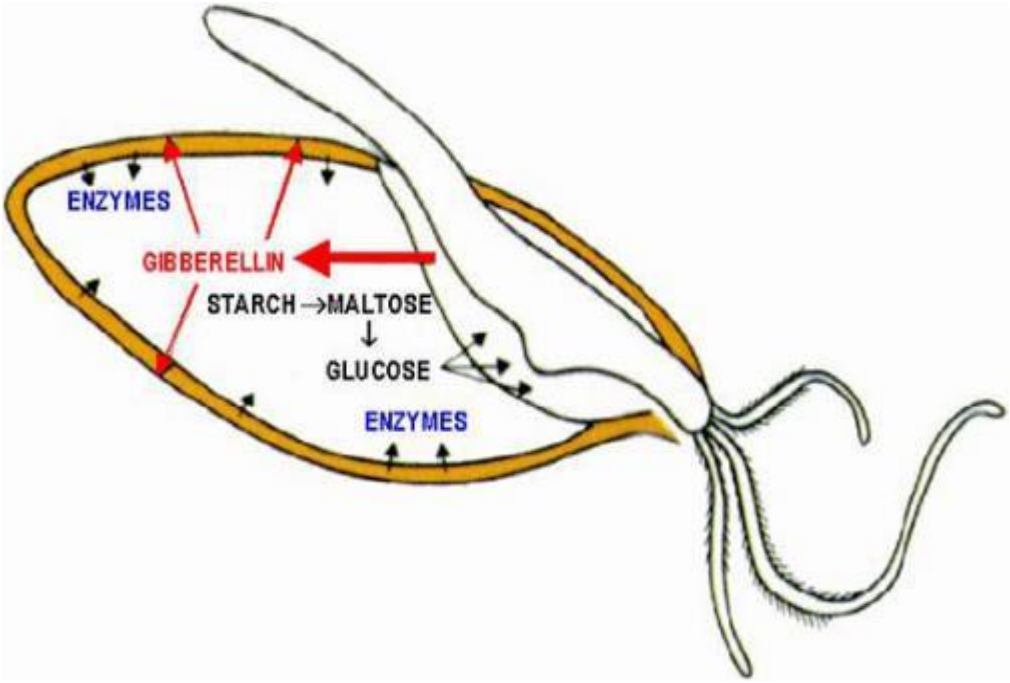
اثرات متقابل ABA با ساير هورمون ها :

براي شكستن خواب جوانه ها و بذور بايد مقدار ABA با سيتوكينين و جيبرلين به تعادل برسد و در اين رابطه ABA با ساير هورمون ها رابطه عكس دارد و اثر آنها را خنثي مي سازد لذا غلظت ABA براي بروز خواب در جوانه ها و يا بذور مهم نيست بلكه نسبت ABA به ساير هورمون هاي محرك رشد حائز اهميت است .

يكي ديگر از اثرات متقابل ABA در ارتباط با هورمون اكسين است زيرا ABA قادر است اثر تحريك كننده IAA بر خميدگي غلاف ساقه و يا رشد مستقيم كلئوپتيل گياه يولاف را مانع شود . اگر مقادير بيشتري از IAA در اختيار بافت گياهي قرار گيرد ، اثر بازدارندگي ABA زائل مي شود امّا در ساير عكس العمل هاي رشد كه توسط ABA ممانعت مي شود ، IAA عمل ممانعت ABA را زائل نمي كند زيرا در اين موارد مواد محرك رشد ديگري بجز از IAA ممكن است بطور مستقيم تر دخالت داشته باشند .

اسيد آبسيزيك همچنين بطريق جالبي با جيبرلين ها اثر متقابل دارد . سنتز آنزيم "آلفا آميلاز" و ساير آنزيم هاي هيدروليزي در سلول هاي آلورون دانه جو كه توسط GA تحريك مي شود ، توسط ABA ممانعت مي گردد وليكن اين ممانعت را مي توان با افزايش مقدار GA خنثي و برطرف ساخت .

سه نوع از فيتوهورمون ها در كنترل پتانسيل آب گياه به هنگام تنش رطوبتي نقش بارزي ايفاء مي كنند زيرا تنش رطوبت ابتدا موجب افزايش تراكم اتيلن مي گردد كه با افزايش قابل ملاحظه اي تراكم ABA و كاهش سيتوكينين دنبال مي شود . افزايش غلظت ABA از سنتز اتيلن پيشگيري مي كند وليكن سيتوكينين مي تواند سنتز اتيلن را تحريك كند و غلظت هاي آن را با كاهش تدريجي غلظت سيتوكينين شديداً تقليل دهد . يكي از نقش هاي ABA تغيير نفوذپذيري سلول هاي محافظ روزنه است كه بدين ترتيب باعث بسته شدن روزنه هاي مذكور مي گردد .



كاربرد بازدارنده هاي رشد در كشاورزي :

امروزه بسياري از بازدارنده هاي رشد سنتزي از جمله "كند كننده هاي رشد " براي كاربرد هاي تجارتي در دسترس هستند . تأثير عمده آنها كوتاه كردن فاصله ميانگره ها و ارتفاع گياه و عموماً كاهش ورس است . اين تأثير بويژه در محصولات دانه اي غلات و كتان مشهود است . سطح برگ ، ميزان دريافت نور و محصول دهي با آغشتن گياهان به بازدارنده هاي رشد معمولاً كاهش نمي يابند .

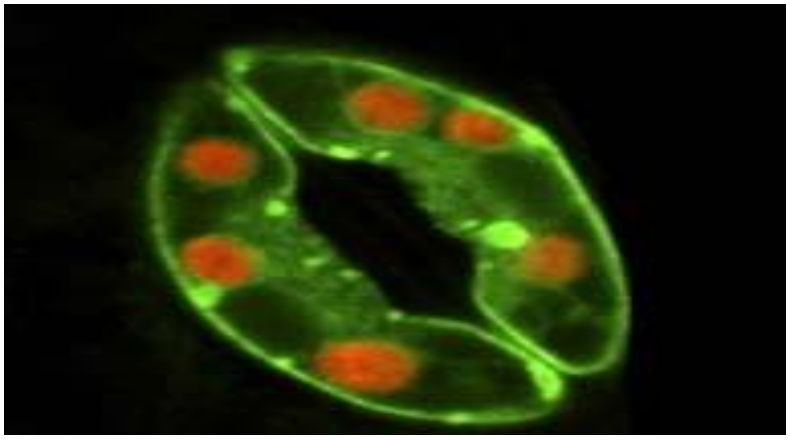
در يك آزمايش سطوح برگ چغندر قند در اثر پاشيدن محلول PP333 با غلظت ۴۰۰ ميكروگرم در ليتر بميزان ۴۰-۲۵ درصد كاهش يافت .

"دامينوزيد" (SA-OH ، "كلر ميكوآت" يا "سيكوسيل" (CCC) ، "فسفون-D" و "مورفاكتين" جملگي از "كندكننده هاي" مؤثر در رشد گياهان هستند . استفاده از يك تركيب نامشخص بنام "BT544584" بميزان ۱/۱ كيلوگرم در هكتار كه در مرحله رشد V4 مورد استفاده قرار گرفت ، باعث كاهش ارتفاع گياه سويا رقم ويليامز تا ۲۰ سانتيمتر گرديد وليكن تغييري در افزايش ميزان محصول و يا كاهش ورس ايجاد نكرد . در واقع در برخي اوقات با استفاده از ميزان بيشتري از "مواد كاهنده رشد" (RGR) به تشديد ورس در محصولات زراعي نيز منتهي مي شود .

"مورفاكتين ها" مزيتي كه دارند چنين است كه ميزان زياد آنها براي گياه زيان آور نيست و فقط دوره فعاليت پاكوتاهي را افزايش مي دهد . آنها با افزايش پاكوتاهي بوته ها از رشد جوانه هاي جانبي مي كاهند و پيري را به تأخير مي اندازند . "كند كننده هاي رشد" همچنين رنگ سبز تيره تري را در برگ ها ايجاد مي كنند كه ظاهراً در اثر افزايش محتوي كلروفيل در آنها است .

"دامينوزيد" با نام تجارتي"كيلار" هر ساله در بيش از ۱۴۰ هزار هكتار زراعت بادام زميني رقم رونده در جنوب شرقي ايالات متحده آمريكا استفاده مي گردد . در اين موارد هدف كاهش ورس نيست امّا اين عمل جهت كم كردن رشد سبزينه اي مازاد ساقه هاي پيچنده براي افزايش توليد دانه ها بكار مي رود . همچنين پيچش كمتر بوته ها عمل برداشت را آسان تر مي سازد . عملكرد غلاف در بادام زميني رقم "Oixie runner" كه يك واريته پيچنده است ، با كاربرد "كيلار" در مرحله تشكيل غلاف (غلاف بندي) بطور معني داري افزايش يافت .

استفاده از ماده "رژيم-۸" با نام تجارتي "تيبا" و فرمول شيميايي "2,3,5-triiode benzoic acid" كه يك بازدارنده انتقال IAA است ، سبب عمودي تر شدن برگ ها مي گردد (موسوم به اثر درخت كريسمس) و بنظر مي آيد كه سطوح سبز بيشتري با كارآيي افزون تر بوجود مي آورد . با استفاده از اين رژيم بتدريج ساختار سايه انداز گياهان تغيير مي كند و تعداد غلاف بندي و محصول دانه افزايش مي يابند . اطلاعاتي كه از تحقيقات ديگر كسب گرديد به تأئيد تئوري "اصلاح سايه انداز" منتهي نشد وليكن بيانگر اينكه به ازاي كاهش رشد رويشي منجر به تخصيص مواد فتوسنتزي بيشتري به ميوه ها و دانه ها مي شود . تاكنون استفاده تجارتي از "رژيم -۸" احتمالاً به دليل نسبت غير مطلوب هزينه به سود و همچنين سود بي ثبات محصول تداوم نيافته است .



در ايالات متحده آمريكا از "CCC" بطور وسيعي براي تنظيم سرعت رشد در گندم و جو بهره مي گيرند . توليد پنجه هاي اوليه و ثانويه بطور موقت تحت كنترل در مي آيند كه از غالبيت آنها نسبت به پنجه هاي بلندتر جلوگيري مي شود . اين امر رشد و محصول دهي را بطوريكنواخت در ميان پنجه ها توزيع مي كند و در كل محصول را افزايش مي دهد .

مواد شيميايي "برگريز" (Def) بعنوان موادي هستند كه در برداشت پنبه بكار مي آيند . "اندوتال" كاربرد وسيع تجارتي يافته است .

از ماده شيمياي جديد "هارويد" بعنوان مواد "برگريز" بسيار مؤثر بهره مي گيرند .
احتمالاً ماده "ماليك هيدرازيد" (MH) از موفق ترين بازدارنده هاي رشد است كه در زراعت توتون آمريكا بكار مي رود بطوريكه اگر توتون پس از سرزني يا حذف گل آذين با "MH" آغشته نشود ، جوانه هاي جانبي از سيطره غالبيت انتهايي رها مي شوند و توليد شاخه هايي مي كنند كه سايه مي اندازند و عناصر غذايي را از دسترس برگ هاي قابل برداشت خارج مي كنند و كيفيت بازاري برگ ها را پائين مي آورند .

منابع و مآخذ :

۱- لاهوتي ، م – ۱۳۷۰ – اصول فيزيولوژي گياهي (جلد دوّم) – انتشارات آستان قدس
۲- سرمدنيا ، غ و همكاران – ۱۳۶۸ – فيزيولوژي گياهان زراعي – انتشارات جهاد دانشگاهي مشهد
۳- ابراهيم زاده ، ح – ۱۳۷۱ – فيزيولوژي گياهي – انتشارات دانشگاه تهران
۴- مجتهدي ، م و همكاران – ۱۳۷۱ – زندگي گياه سبز – انتشارات دانشگاه تهران
۵- حكمت شعار ، ح – ۱۳۷۲ – فيزيولوژي گياهان در شرايط دشوار – انتشارات نيكنام
۶- كوچكي ، ع و همكاران – ۱۳۷۱ – جنبه هاي فيزيولوژيكي زراعت ديم – انتشارالت جهاد دانشگاهي مشهد

7- Davies , H.G.Dones – 1991 – Abscisic acid – Physiology and Biochemistry , pub. Environment plant Biology
8- Bing , Rui.Ni & et al – 1993 – Germination and dormancy of Abscisic acid and Gibberellin deficient mutant tomato seeds – Plant physiology , vol. 101 , P 607-617
9- Reddy , V.R – 1992 – Mepiquat Chloride and irrigation versus cotton growth and development – Agronomy Jour. Vol 84 , P 930-933

" کاربرد بازدارنده های رشد گیاهان در کشاورزی " ؛

"Application of plant growth inhibitors for agriculture"

مقدّمه :

بیشتر مواد تنظیم کنندهٔ رشد گیاهان عموماً رشد آنها را تحریک می کنند و بدینگونه رشد و نمو را در تکامل مورفولوژیکی گیاهی به هم مرتبط می سازند امّا گروهی دیگر از این مواد وجود دارند که در فرآیند هماهنگی رشد عموماً از رشد گیاهان جلوگیری می کنند که به "بازدارنده های رشد" موسومند . رایج ترین بازدارنده های رشد ، ترکیبات حلقوی مثل فنل ها و لاکتون ها هستند امّا آلکالوئیدها ، بعضی از الکل ها ، اسیدهای آلی ، اسیدهای چرب و حتی یون های فلزی هم می توانند به عنوان بازدارنده های رشد عمل نمایند (آدیکوت – ۱۹۶۹؛ آیلز- ۱۹۷۲) .

بطور خلاصه بازدارنده های رشد را معمولاً به ۳ دسته تقسیم می کنند :

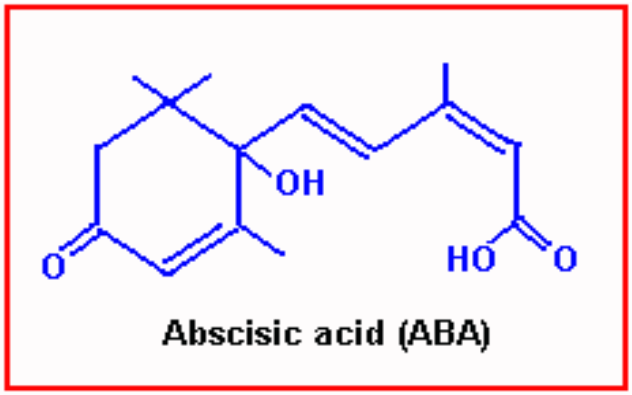
۱- فیتوهورمون ها :

تریفوئیدها مثل ABA ، گلوکوزید (گلوکز- ABA) که یک فرم پیوسته است و می تواند همانند ABA فعالیت کند .

۲- بازدارنده های طبیعی دیگر :

شامل مشتقات : اسید فنولیک ، اسید بنزوئیک و لاکتون ها

مواد فوق الذکر برعکس هورمون ABA ظاهراً فرآورده های فرعی فعالیت متابولیک هستند و در مقادیر زیاد وجود دارند که این مواد ممکن است نقش بازدارنده و هماهنگ کنندهٔ عمده ای را در رشد و نمو نظیر خواب دانه ها ایفاء کنند (ویلکنز-۱۹۶۹).



Abscisic acid (ABA)

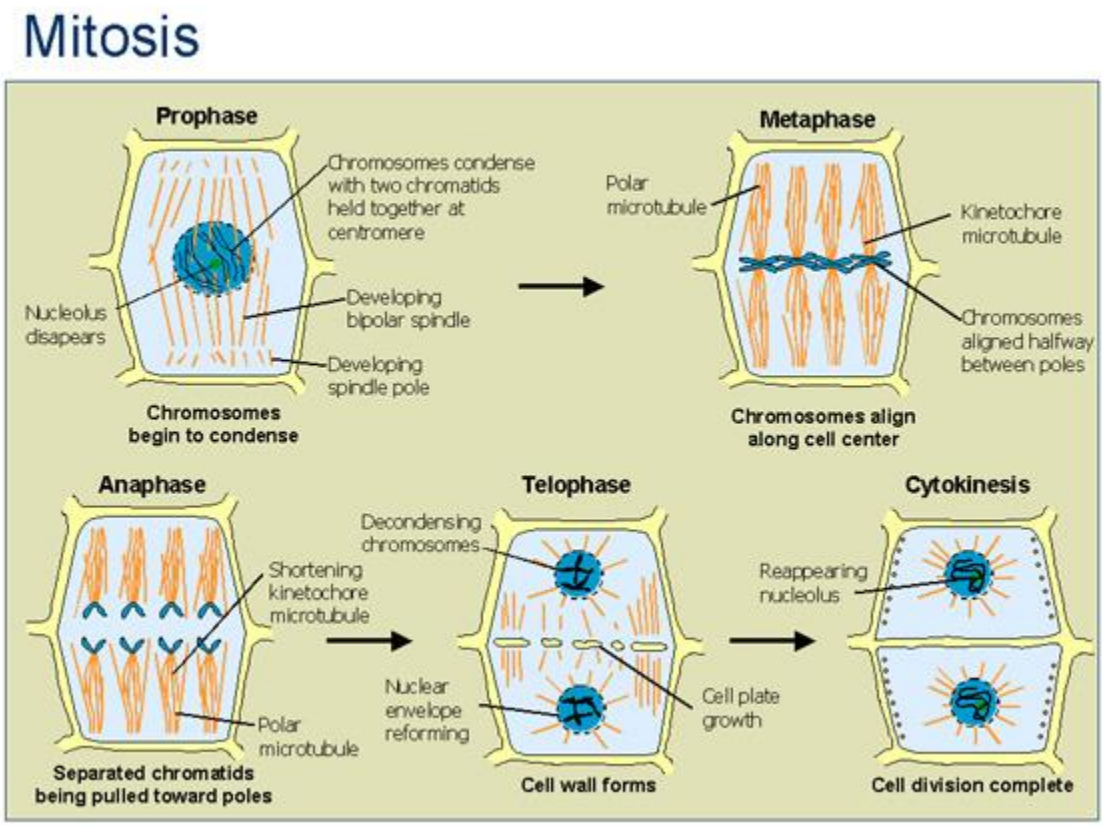
۳- مواد مصنوعی :
تعداد زیادی از ترکیبات مصنوعی فعالیت بازدارندگی رشد را ارائه می دهند که بسیاری از آنها برای استفاده در کشاورزی در نظر گرفته شده اند .

نمک های چهار گانهٔ آمونیوم "AMO 1618" و "فسفون-دی" از جمله مواد کُند کننده رشد هستند .

از دیگر مواد مصنوعی مهم می توان به "۲-اسید سوکسینیک" و "۲-دی متیل هیدرازید" (SADH یا دامینوزید) اشاره نمود .

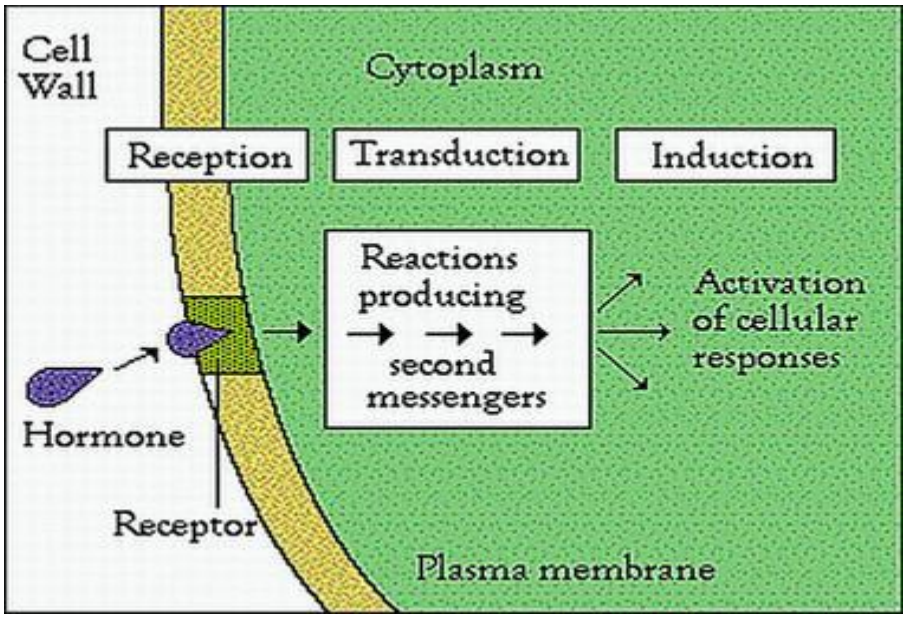
"کلرمیکوآت کلرید" (CCC یا سیکوسیل) که به فرم تجارتی در دسترس است ، بطور گسترده ای در کتان و برخی از محصولات دانه ای برای کاهش ورس بکار می رود و اخیراً باعث تعدیل سرعت رشد پنجه های گندم و جو شده است .

"مورفاکتین ها" ("فلورکول" و "کلروفلورکول") نیز به تازگی به لیست کُند کننده های رشد اضافه شده اند . کلر و اسید فعال ترین شکل این دو "مورفاکتین" هستند (۱۲،۱۱).



مواد کاهش دهنده رشد گیاهان :

به دلیل اینکه هر ساله هزاران ترکیب شیمیایی آلی جدید سنتز می شوند لذا مؤسسه ملی علوم و شورای ملی تحقیقات با همکاری وزارت کشاورزی آمریکا به دنبال تحقیقاتی برای تعیین میزان اثرات آنها بر رشد و فعالیت گیاهان برآمده اند گواینکه امروزه بسیاری از شرکت های سازنده این مواد ، خودشان دارای تسهیلاتی برای آزمایش آنها می باشند . در ضمن سال های اولیهٔ برنامه آزمایشی مزبور معلوم شد که چندین ماده شیمیایی ، طویل شدن ساقه را کاهش می دهند و متعاقباً معلوم شد که تعدادی از انواع مختلف ترکیبات بعنوان مواد کاهش دهندهٔ رشد عمل می کنند .



موادی نظیر "آمو ۱۶۱۸" (AMO 1618) و "سیکوسیل" (Cycocel = CCC) دارای یک گروه آمونیوم چهار جزیی هستند یعنی اتم ازتی دارند که به آن ۴ گروه شیمیایی متصلند درحالیکه "فسفون D" (phosphon-D) دارای یک گروه فسفونیوم (phosphonium) می باشد یعنی اتم فسفری که به آن ۴ گروه شیمیایی متصل است . این نوع ساختمان مشابه "کولین" (choline) است که یک ماده بسیار مهم زیستی است و در ساختمان و فعالیت غشاء سلولی دخالت دارد . به هر حال هنوز معلوم نیست که آیا "آمو ۱۶۱۸" ، "سیکوسیل" و "فسفون- دی" با فعالیت "کولین" رقابت و یا از آن ممانعت می کنند ؟

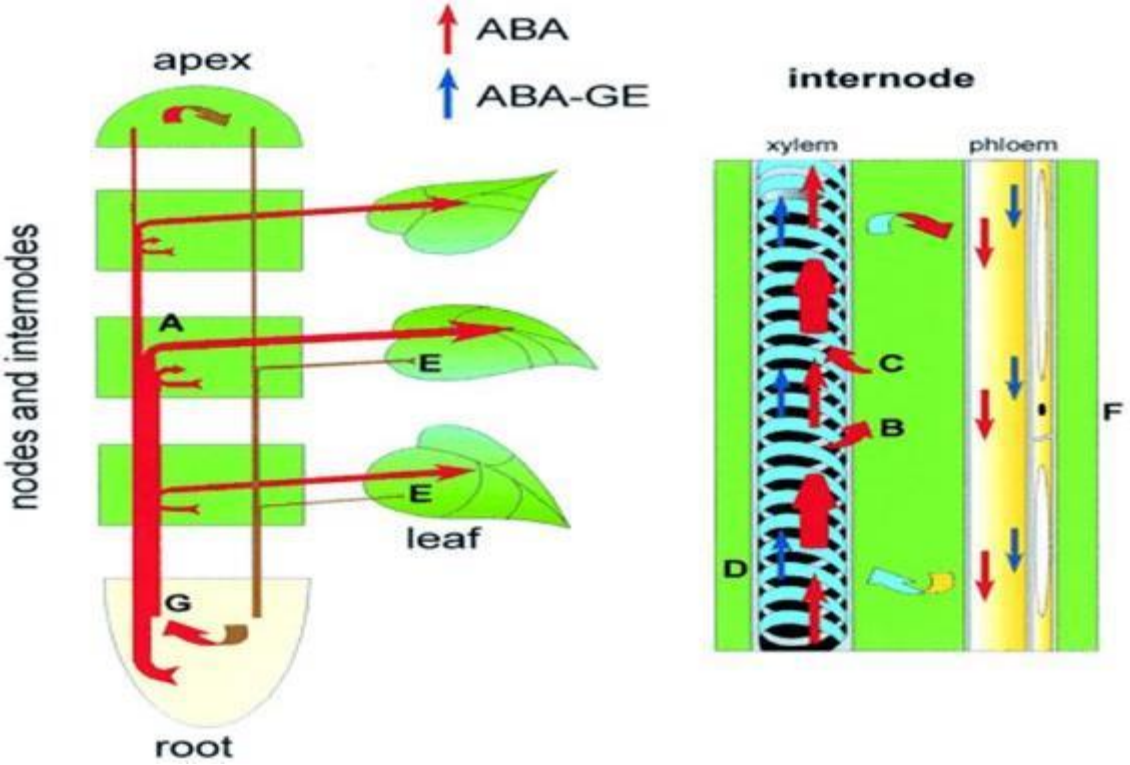
"مالیک هیدرازید" (Maleic hydrazides) به میزان وسیع توسط :

۱- تنباکوکاران برای کاهش نمو شکوفه های جانبی به دنبال برداشتن بخش انتهایی ساقه مصرف می شود.

۲- مواد کاهش دهنده رشد علاوه بر کاهش رشد طولی ساقه دارای اثرات بیولوژیکی دیگری نیز هستند . برگ های گیاهان تیمار شده با مواد مزبور همواره سبزتر از برگ های گیاهان تیمار نشده می باشند .

۳- در برخی گیاهان پس از تیمار با یک ماده کاهش دهنده رشد ، گلدهی نیز تسریع می شود بعنوان مثال گیاهان آزالیا (Azaleas) که در گلخانه ها پرورش داده می شوند ، هنگامی که با یک ماده کاهش دهنده رشد تیمار گردند ، همراه با درجه حرارت مناسب می توانند خیلی زودتر به مرحله گلدهی برسند .

کاهش ارتفاع گیاه را پس از بکاربردن چندین ماده کاهش دهنده رشد مانند "آمو ۱۶۱۸" ، "فسفون- دی" و "سیکوسیل" می توان از طریقی تیمار با جیبرلین ، خنثی و بر آن غلبه کرد . هیچگونه تشابه ساختمانی واضح بین کاهش دهنده های رشد و جیبرلین ها وجود ندارد و دشوار است تجسّم کنیم که چگونه این دو گروه مواد به طریق رقابتی در برخی نقاط رشد ممکن است روی یکدیگر تأثیر متقابل بگذارند .
توسط "کیندز" (Kends) و همکاران بیان گردید که "آمو ۱۶۱۸" و "سیکوسیل" از بیوسنتز جیبرلین ها در قارچ "جیبرلا فوجی کوروی" (Gibberella fujikuroi) ممانعت بعمل می آورند که تحقیقات بیشتر روی گیاهان عالی این کشف را تأئید نمود . عقیده بر آن است که برخی از ترکیبات کوتاه کننده ارتفاع گیاه ، مراحلی را در مسیری که منجر به تولید جیبرلین ها می شود ، منقطع می سازند . ماهیت دقیق اثرات مواد کاهش دهنده رشد شناخته شده نیست ولی در مورد اثر نهایی آنها روی بیوسنتز جیبرلین ها تردید کمی بنظر می رسد .
ترکیبات آمونیوم چهار جزیی مانند "کولین" بطور متداول در گیاهان وجود دارند . این ترکیبات در مراحل متابولیکی و خصوصاً در متابولیزم چربی ها (لیپیدها) و تشکیل غشاء های سلولی فعال هستند . ترکیبات آمونیوم چهار جزیی تغییرپذیر و بی ثباتند و کار کردن با آنها مشکل است . تحقیقات آینده ممکن است آشکار سازند که ترکیبات آمونیوم چهار جزیی بعنوان مواد رشد گیاهی عمل می کنند (۱۲).



حضور طبیعی بازدارنده های رشد :

در اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی توسط "اوکوما" یک بازدارنده رشد خیلی فعال از غوزه های پنبه بدست آمد که "آبسیسین-۲" (Abscisin II) نام گرفت و ترکیب دیگری در انگلستان از برگ های "چن" (Sycamore) بدست آمد که "دورمین" (Dormin) نام گرفت (کورنفورس-۱۹۶۵). همزمان مشخص گردید که این دو ماده در حقیقت یکی بوده لذا نام "اسید آبسیسیک" یا "اسید آبسیزیک" (ABA) به آنها داده شد . ساخت فنل ها از طریق مسیر "اسید سیکیمیک" و با استفاده از "فنیل آلانین" یا "تیروزین" صورت می گیرد (لئوپولد-۱۹۷۵).

"اسید سینامیک" ظاهراً پیش ترکیبی از برخی بازدارنده های نوع بنزوئیک است . "کومارین" که یک "لاکتون" است از "فنیل پروپان" (۱- آمینوسیکلو پروپان ۱-کربوکسیلیک اسید) مشتق شده است . بازدارنده های طبیعی یا مصنوعی از رشد و نمو گیاهان جلوگیری می کنند و این موضوع بوسیله آزمون رشد خطی استاندارد مشخص گردیده است . این مواد نقش های ارتباطی مهمی را نیز در ساختار ظاهری و بقاء گیاهان بازی می کنند .

بذور و جوانه ها اگر در خواب نباشند و یا آنکه رشد فعال آنها به تعویق نیفتد ، ممکن است پس از جوانه زنی و یا آغاز مجدد رشد با دوره های گرما ، سرما یا خشکی غیر قابل تحمل روبرو گردند و از بین بروند. از دیگر بازدارنده های طبیعی که بطور معمول وجود دارند ، "اسید کلروژنیک" است . این تنظیم کننده رشد گیاهی (PGR) همچنین ضدعفونی کننده باکتری ها در زخم های گیاهی است (۱۱).

موارد استفاده بازدارنده های رشد در کشاورزی :

تعدادی از "بازدارنده های مصنوعی" باعنوان "کنُد کننده های رشد" شناخته شده اند که برای استفاده های تجاری در دسترس می باشند . تأثیر عمده آنها کوتاه کردن فاصله میانگره ها و درنتیجه ارتفاع گیاه بمنظور کاهش ورس است که این تأثیر بویژه در محصولات غلات دانه ای و کتان مشهود است . سطح برگ ، میزان دریافت نور و محصول دهی با آغشتن به بازدارنده ها معمولاً کاهش نمی یابند اما در یک آزمایش سطح برگ چغندر قند در اثر پاشیدن محلول "PP333" با غلظت ۴۰۰ میکروگرم در لیتر به میزان ۴۰-۲۵ درصد کاهش یافت . "دامینوزید" (SADH) ، "کلرمیکوآت" (CCC) ، "فسفون-دی" و "مورفاکتین ها" از کند کننده های مؤثر در رشد گیاهان هستند (ژاگارد-۱۹۸۲).

استفاده از یک ترکیب نامشخص بنام "BTS 44584" به میزان ۱/۱ کیلوگرم در هکتار که در مرحله V4 باعث کاهش ارتفاع گیاه سویای ویلیامز (گروه III از نظر تاریخ رسیدگی آنها بصورت ۰۰ ، ۰ ، ۱ ، ..... ، ۱۰ که برای مناطق آلاسکا تا استوایی دسته بندی شده اند) تا ۲۰ سانتیمتر گردید ولیکن تغییری در افزایش میزان محصول و یا کاهش ورس ایجاد نکرد و در واقع بیشتر اوقات با استفاده از میزان بیشتری از این نوع PGR ورس تشدید می گردید (گاردنر-۱۹۸۰).

"مورفاکتین ها" مزیتی که دارند این است که میزان زیاد آنها برای گیاه زیان آور نیست و فقط دوره فعالیت پاکوتاهی را افزایش می دهند بعلاوه پاکوتاهی آنها از رشد جوانه های جانبی می کاهند و پیری را به تأخیر می اندازند . "کند کننده های رشد" همچنین رنگ سبز تیره تری را در برگ ها ایجاد می کنند که ظاهراً در اثر افزایش محتوی کلروفیل بوجود می آید (اشنایدر-۱۹۷۲).

"دامینوزید" با نام تجارتی "کیلار" (Kylar) هر ساله در بیش از ۱۴۰ هزار هکتار از کشت بادام زمینی نوع رونده در جنوب شرقی ایالات متحده آمریکا استفاده می گردد که در اینجا هدف کاهش ورس نیست امّا این امر جهت کم کردن رشد سبزینه ای مازاد ساقه های پیچنده ، برای جذب بیشتر مواد فتوسنتزی در دانه ها بکار می رود . پیچش کمتر بوته ها عمل برداشت را آسان می کند . عملکرد غلاف در رقم " Dixie

runner" که یک واریته پیچنده است ، با کاربرد "کیلار" در مرحله تشکیل غلاف بطور معنی داری افزایش یافت (نیدیان-۱۹۸۰).

استفاده از "رژیم ۸" (Regim-8) با نام تجارتی "تیبا" (TIBA) و نام شیمیایی " 2,3,5-Triiod obenzoic acid) که یک بازدارنده در انتقال IAA است ، سبب عمودی تر شدن برگ ها می گردد که موسوم به "تأثیر درخت کریسمس است و بنظر می رسد که یک سطح سبز را با کارآیی بیشتر بوجود می آورد . با استفاده از این رژیم ساختمان سایه انداز گیاه تغییر می کند و تعداد غلاف بندی و محصول دانه افزایش می یابد (آندرسون-۱۹۶۵). اطلاعاتی که از تحقیقات دیگر بدست آمده "تئوری سایه انداز" را تإئید نمی کند و در عوض می گوید که به ازای کاهش رشد رویشی ، مواد فتوسنتزی بیشتری به میوه ها اختصاص می یابند (تانر-۱۹۷۴). استفاده تجارتی از "رژیم۸" احتمالاً به دلیل نسبت غیر مطلوب "هزینه به سود" و همچنین "سود بی ثبات محصول" تداوم نیافته است .

در ایالات متحده آمریکا از CCC بطور وسیعی برای تنظیم سرعت رشد زراعت های گندم و جو بهره می گیرند که بدینطریق تولید پنجه های اولیه و ثانویه بطور موقت تحت کنترل درمی آیند و از غالبیت آنها نسبت به پنجه های بعدی جلوگیری می شود . این امر رشد و میزان محصول را بطور یکنواخت در میان پنجه ها توزیع می کند و در نهایت راندمان محصول را افزایش می دهد .

"مواد شیمیایی برگریز" (defoliants) بعنوان موادی که در برداشت پنبه کمک می کنند ، استفاده می گردند .

"اندوتال" استفاده تجارتی دارد و "هاروید" که اخیراً ثبت شده بعنوان مادهٔ برگریز مؤثر واقع شده است .

احتمالاً "مالیک هیدرازید" (MH) از موفق ترین بازدارنده های رشد است که برای کنترل شاخه های فرعی در توتون و ممانعت از جوانه زنی "غده های سیب زمینی انباری" بکار می رود . "MH" اصولاً بر روی

تمامی سطح زیر کشت توتون در ایالات متحده آمریکا کاربرد یافته است و اگر توتون پس از سرزنی یا حذف گل آذین با "MH" آغشته نشود ، جوانه های جانبی از سیطره غالبیت انتهایی رها شده و تولید شاخه هایی می کنند که سایه می اندازند و عناصر غذایی را از دسترس برگ های قابل برداشت خارج می سازند و کیفیت بازاری برگ ها را پائین می آورند (۱۱).

مواد شیمیایی کُند کنندهٔ رشد مانند "دامینوزید" (Butonedioic acid mono _2,2-dimethylhydrazide) برای افزایش میوه دهی انگورهای دارای بذر مورد استفاده قرار می گیرند و به نظر می رسد که افزایش میوه دهی در نتیجه جلوگیری از رشد ریشه ها باشد که با مجموعه گل ها برای مواد غذایی رقابت می کنند .

ماده ضد اکسین "تریود بنزوئیک اسید" (TIBA) که بنظر می رسد در حرکت تنظیم کننده های رشد طبیعی در گیاهان دخالت می کند ، عملکرد سویا را افزایش می دهد ولی کاربرد تجاری آن با عکس العمل های متناقض محدود شده است .

"کُند کننده های رشد" نظیر "دامینوزید" باعث کوچک شدن و تغییر شکل سیب ها می شوند . این چنین مواد شیمیایی در بعضی مواقع برای کاهش اندازه درختان جوان بسیار قوی استفاده می شوند . این مواد همچنین بطور وسیعی برای جلوگیری از ریزش میوه ها قبل از برداشت و برای افزایش مقاومت به صدمه دیدن استفاده می گردند (۱۳).

«جدول مقیاس "زادوک" برای خانواده غلات – مأخذ(۱)»

Zadoks scale			
مقیاس	شرح	مقیاس	شرح
۰	Germination	۵	Ear emergence
۰۰	Dry seed	۵۲	1/4 of ear visible
۰۵	Root emerges	۵۴	1/2 of ear visible
۰۷	Shoot emerges	۵۶	3/4 of ear visible
		۵۸	Ear complete
۱	Seeding		
۱۱	First leaf unfolds	۶	Flowers
۱۲	Second leaf unfolds	۶۹	Flowering complete
۱۳	Third leaf unfolds		
		۷	Milk development
۲	Tillering		
۲۱	Main shoot + one side shoot	۸	Dough development
۲۲	Main shoot + two side shoot		
		۹	Seed ripening
۳	Stem	۹۱	Grain hard
۳۱	One nodes	۹۳	Grain loose
۳۲	Two nodes	۹۵	Dormant seed
		۹۶	Viable seed
۴	Boots		
۴۳	Boots visible		
۴۹	Awns visible		

«اثرات کاربرد "کلرمیکوآت" بر خصوصیات ساقه ، عملکرد و ساختار خوشهٔ یولاف زمستانه»:

خلاصه :

واکنش به تیمار "کلرمیکوآت" در مقادیر مختلف استعمال ازت برای یولاف زمستانه طی آزمایشات مزرعه ای در دو فصل زراعی مورد بررسی قرار گرفت . "کلرمیکوآت" بکار رفته در مرحلهٔ رشدی "GS32" بنحو معنی داری از طول ساقه با متوسط ۲۳/۳ درصد طی سال های ۸۶-۱۹۸۵ و به میزان ۲۷/۴ درصد طی سال های ۸۷-۱۹۸۶ کاست . تمامی میانگره ها بطور مجزا از پائین به بالا کوتاه شدند و سوّمین میانگره از پائین دارای بیشترین درصد کاهش و بالاترین میانگره دارای بیشترین کاهش حقیقی رشد طولی در تمامی ۳ واریته بود . کوتاه شدن ساقه ها همواره با افزایش وزن هر واحد طول ساقه همبستگی نشان می داد . ورس در سال ۸۶-۱۹۸۵ میلادی در کرت شاهد زمانیکه بر مقدار ازت مصرفی افزودند ، بروز نمود امّا شدت ورس کاملاً با بکارگیری "کلرمیکوآت" در تمامی کرت ها مگر در بیشترین مقدار مصرف ازت یعنی ۱۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار کنترل شد.

عملکرد دانهٔ برداشت شده با کمباین در واریته "pennal" در سال ۸۶-۱۹۸۵ میلادی و در واریته های "Bulwark" و "pennal" در سال ۸۷-۱۹۸۶ میلادی کاهش یافت یعنی در همان تیمارهایی که "کلرمیکوآت" بکار رفته بود امّا در نمونه هایی از تیمارها که با دست برداشت شده بودند هیچگونه کاهشی در عملکرد نشان داده نشد ولی افزایش معنی داری در تعداد دانه های هر خوشه و کاهشی در متوسط وزن هر دانه آشکار گردید درحالیکه خصوصیات دانهٔ رقم "peniarth" بدون تأثیر باقی ماند . طول خوشهٔ ساقه

اصلی و اولین شاخه در خوشه بواسطه استعمال "کلرمیکوآت" کوتاه گردید بعلاوه شاخه دهی و تعداد خوشه چه ها در کمتر از یک سوّم از خوشه افزایش یافت امّا در دو سوم بقیّه دچار کاهش گردید . تعداد دانه های عقیم در ارقام "Bulwark" و "Pennal" با استعمال "کلرمیکوآت" افزایش یافت و فقط در رقم "Bulwark" از تعداد دانه های بارور کاسته شد . تعداد دانه های بارور و عقیم در رقم "Peniarth" تأثیری نپذیرفتند .

مقدّمه :

یکی از مشکلات اساسی محصول یولاف زمستانه همانا زیادی طول ساقه و نتیجتاً ظهور حساسیت به ورس می باشد که این ویژگی باعث ایجاد مشکلات زیادی در ادامهٔ کاشت آن نسبت به دیگر غلات گردیده و اصولاً برای اینکه از مشکلات برداشت و دستیابی به حداکثر عملکردی که در اثر استفاده از مقادیر ازت برای افزایش رشد استعمال می شود ، رهایی یابند لاجرم باید چاره ای اندیشید اگر چه با اصلاح یولاف سبب کاهش طول ساقه اش گردیده اند امّا واریته های دارای عملکرد بالا که نسبتاً بلندتر از گندم و جو می باشند ، همچنان رایجند .

کنترل کنندهٔ رشد گیاهی "کلرمیکوآت" با نام شیمیایی "۲-کلرو اتیل تری متیل آمونیوم کلرید" وسیعاً برای گندم بمنظور جلوگیری از رشد ساقه ها استفاده می شود و باعث افزایش مقاومت به ورس می گردد (Child-1984). دانش اندکی در مورد اثرات این ماده بر محصول یولاف وجود دارد چنانکه "Hump-1968" در مروری بر اثرات "کلرمیکوآت" بر غلات نتیجه گیری نمود که واکنش در یولاف با آنچه در جو بروز می کند ، متفاوت بود و در جاهائیکه وقوع یافت معمولاً کمتر از آنچه در گندم روی می دهد ، مورد انتظار است . متعاقب جستجو برای بروز واکنش های مساعد مشابه در یولاف زمستانه ، کاهشی در حدود ۱۱ و ۱۵ درصد در طول ساقه که آن نیز بستگی به مقدار بکار بردن "کلرمیکوآت" است که توسط "Bond-1989" پذیرفته شده بود . در واریته های یولاف بهاره کاهشی از ۱۷ درصد بوسیله "Martin-1970" و ۴-۲۱ درصد توسط "Gill-1974a" یافته شد جائیکه با وجود وسعت زیاد در آنجا همیشه اصلاحاتی در مورد مقاومت به خوابیدگی وجود داشته اند .

آزمایشات مختلف در آلمان بین سال های ۷۴-۱۹۶۹ میلادی نشان داد که "کلرمیکوآت" باعث کاهش طول ساقه ها بین ۸/۵-۶/۴ درصد شده و تماماً نسبت به ورس مقاومت یافته اند ولی این نیز به فصل کاشت محصول بستگی داشته است (Ubelhor-1984). هرچند در طی سال های گذشته در انگلستان (Green-1986) گزارش شد که فقط یک روند برای "کلرمیکوآت" در جهت کاهش ورس و افزایش عملکرد در یولاف زمستانه طی ۳-۲ سال از بررسی یافته اند .

آزمایشاتی که با گندم و کمتر از آن با جو انجام گرفته نشان داده اند که "کلرمیکوآت" بکار رفته در برخی از مراحل رشد علاوه بر اثرات ساقه ای ، می تواند باعث تغییر اهمیت و تعادل بین اجزاء فردی عملکرد محصول گردد . مرور اثرات آن (Green-1986) نشان داد که تولید ساقه و بقاء آن ، تعداد و وزن هر دانه و مقدار و مدت رشد هر دانه احتمالاً به کلّی متأثر از بکارگیری "کلرمیکوآت" باشد . در اینجا چند بررسی در مورد جنبه های رشد در یولاف وجود دارد ، هرچند وزن هر دانه به فراوانی اندازه گیری شد ولی دائمی نبود

(Ubelhor-1984) و وجود یک کاهش به دنبال تیمار با "کلرمیکوآت" (Leitch-1987 ; Ulmann-1982) مشاهده گردید . این مقاله آزمایش اثرات "کلرمیکوآت" بر بعضی واریته های یولاف زمستانهٔ رایج در انگلستان را در مورد طول ساقه ، مقاومت به ورس ، اجزاء عملکرد و ساختار خوشه برای روشن ساختن مکانیزم اثراتش بر عملکرد دانه بوده است .

مواد و روش ها :

بررسی های انجام شده در ایستگاه زراعی "Trefloyne" دانشگاه "ولز" بر روی خاک های دسته "سیلتی لوم" از سری "Pembroke" صورت گرفتند که آزمایشات در سال ۸۶-۱۹۸۵ با محصول جو بهاره و در سال ۸۷-۱۹۸۶ با گندم زمستانه پیگیری گردید . کرت های آزمایشی دارای ۷ متر طول و ۱/۲ متر عرض شامل ۱۰ ردیف با فاصله های ۱۲ سانتیمتر از همدیگر و با ۵۰ سانتیمتر زمین کاشته نشده برای جداسازی کرت های مجاور از همدیگر بود . آنها را در یک طرح بلوک های تصادفی با ۴ تکرار سازمان دادند. کودها بمیزان ۲۳ ، ۶۸ و ۶۸ کیلوگرم درهکتار از ازت ، P2O5 و K2O به ترتیب پیش از پایان یافتن مراحل آماده سازی بستر بذور مصرف گردیدند . کرت ها به مقدار ۴۰۰ بذر در هر مترمربع به کمک "بذر کار کرتی" "Oyjord plot drill" کاشته شدند . علف کش خاک "methabenzthiazuron" قبل از سبز شدن محصول بکار برده شد و فقط در سال ۸۶-۱۹۸۵ با بکارگیری مخلوطی از "loxynill" ، "bromoxynill" و "mecoprop" در بهار تکمیل گردید . یک نوع حشره کش بنام "cypermethrin" در ضمن اولین هفته نوامبر برای کنترل شته های ناقل ویروس کوتولگی زردی جو و قارچکش "Propiconazole" پیش از بیرون آمدن خوشه ها بمنظور پیشگیری میزان کاهش خطر سفیدک پودری (mildew) و سرایت زنگ تاجی (crown rust) بکار گرفته شد . در تیمارهای کود ازته از نیترات آمونیوم استفاده شد که به کمک کودپاش "Gandy fertilizer spreader" پخش گردید .

تیمارهای "کلرمیکوآت" به کمک سمپاش های پشتی با بوم های قابل نگهداری به طول ۱/۲ متر انجام پذیرفت . حفاظ "پلی تین" برای ممانعت از پاشش به پلات های مجاور بکار رفت و مقدار مورد استفاده ۱۶۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار با ۲۰۰ لیتر آب در هکتار با اضافه نمودن یک عامل مویان بمیزان ۰/۲۵ میلی لیتر در هر لیتر آب بود . از اوایل جولای به بعد اندازه گیری میزان ورس با یک هفته فاصله در کرت ها به کمک علامت گذاری درصد کل تأثیرات و زاویه انحراف ساقه از حالت عمودی (۰-۹۰ درجه) پرداخته شد که به ما یک حداکثر ورس را با شماره ۹ داد. در ضمن برداشت ، نمونه هایی شامل ۰/۵ * ۴ متر طول ردیف های مجاور منطقه مرکزی از سطح زمین بریده شدند تا اجزاء عملکرد آن ها ثبت گردند و تخمینی از کل عملکرد اثبات شود . اندازه گیری از کل طول ساقه ها بوسیله یک نمونه فرعی شامل ۲۰ ساقه از هر کرت در سال ۸۶-۱۹۸۵ انجام گرفت آنچنانکه اندازه گیری کل طول ساقه و طول هر میانگره ها در سال ۸۷-۱۹۸۶ مبتنی بر ۱۰ ساقه از هر کرت صورت پذیرفت سپس نمونه ای شامل ۱۰ ساقه اصلی دارای خوشه بطور تصادفی از هر کرت در سال ۸۷-۱۹۸۶ انتخاب و جزئیات ساختاری خوشه ها مورد مطالعه قرار گرفت .

اندازه گیری ها روی هر خوشه عبارت بودند از : کل طول و میانگره ها ، طول اولین شاخه و تعدادش از هر گره ، تعداد شاخه ها و تعداد خوشه چه های هر گره . دانه ها از هر نمونه ۱۰ خوشه ای بعد از جداسازی در گروه های زایا و عقیم و شمارش آنها ، اندازه گیری وزن خشک گردیدند . برای برآورد راندمان دانه تجاری

به کمک کمباین "Wintesteiger plot combine" از سطح دست نخورده ای با طول ۵ متر و عرض ۱/۲ متر از هر کرت برداشت گردید .

نتایج :

اثرات "کلرمیکوآت" و ازت بر طول ساقه ، وزن خشک گیاه و میزان ورس در فصل ۸۶-۱۹۸۵ بررسی شدند . در اینجا یک ارتباط خطی بین طول نهایی ساقه و مقدار بکارگیری ازت وجود داشت و مقدار افزایش از ۰/۰۰۹±۰/۱۹ سانتیمتربه ازای هر کیلوگرم ازت در هکتار در "Bulwark" و ۰/۰۴۲±۰/۱۷ سانتیمتر به ازای هر کیلوگرم ازت در هکتار در "Pennal" بوده است . بکارگیری "کلرمیکوآت" بنحو مؤثری موجب کوتاه شدن طول ساقه با متوسط ۲۴/۱ درصد در "Bulwark" و ۲۶/۴ درصد در "Pennal" گردید اما تغییر معنی داری در تفاوت مقدار واکنش به بکارگیری ازت (۰/۰۲۵±۰/۱۹ و ۰/۰۳۸±۰/۱۵ سانتیمتر به ازای هر کیلوگرم ازت در هکتار بترتیب) حاصل نگردید . در غیاب "کلرمیکوآت" طول ساقه ها افزایش یافت که منجر به وقوع بیشتر ورس شد و این تأثیرات در اثر بکارگیری "کلرمیکوآت" کاهش یافتند . اثرات "کلرمیکوآت" و ازت بر عملکرد دانهٔ برداشت شده توسط کمباین و اجزاء عملکرد نمونه های برداشت شده توسط دست بررسی شد . با وجود شدت ورس در بعضی تیمارها ، کمباین برداشت در هیچکدام از نمونه ها قادر به بازیافت تمامی محصول نبوده است .

واکنش عملکرد در "Bulwark" به بکارگیری ازت و "کلرمیکوآت" بی تأثیر بود امّا عملکرد دانه رقم "Pennal" با بکارگیری آن ها بطور معنی داری کاهش داشت که نتیجتاً افزایش عملکردی با افزایش مقدار استفاده از کود نداشته ایم ولی چنین کاهشی در نمونه های برداشت شده با دست مشاهده نگردید . آنالیز اجزاء عملکرد نشان داد که برای هر دو منطقه زیر کشت "Bulwark" و "Pennal" متوسط تعداد خوشه ها در هر واحد سطح بترتیب ۶۳۳ و ۴۸۴ خوشه در هر مترمربع و متوسط وزن خوشه ها بترتیب ۱/۷۸ و ۱/۳۴ گرم با بکارگیری "کلرمیکوآت" تأثیری نداشته اند . متوسط وزن ساقه بخصوص در "Bulwark" بطور معنی داری کاهش داشت . برآیند شاخص برداشت افزایش معنی داری یافت و کل تولید ماده خشک بطور متوسط ۶/۸ درصد در "Bulwark" و ۶/۳ درصد در "Pennal" کاهش پذیرفت ولی تعداد دانه ها در هر خوشه با افزایش معنی داری در هر دو واریته با بکارگیری "کلرمیکوآت" مواجه شد که این کاهش وزن هر دانه با افزایش میزان ازت مصرفی وابسته بود .

طول ساقه ها و عملکرد ماده خشک در فصل زراعی ۸۷-۱۹۸۶:
نظیر بکارگیری "کلرمیکوآت" در فصل پیشین ، در اینجا نیز کاهش با ثباتی در طول ساقه ۳ واریته در هر دو مقادیر ازت به میزان :۲۷/۶ ، ۲۸/۹ و ۲۵/۶ درصد بترتیب در "Pennal" ، "Bulwark" و "Paniarth" مشاهده شد . ورس فقط در یک تیمار بوقوع پیوست و آن جائی بود که واریته "Peniarth" مقادیر زیادی از ازت را بدون "کلرمیکوآت" دریافت نموده بود . برای این تیمار ، متوسط ورس در ۲ جولای بمیزان ۱/۳ ثبت گردید چنانکه در زمان برداشت به ۲/۸ افزایش داشت .

طول متوسط میانگره های ساقه در ۳ واریته بررسی شد که "کلرمیکوآت" از طول تمامی آنها بجز میانگره اولی کاست ولی سومین میانگره از پائین با بیشترین درصد کاهش روبرو بود . بیشترین مقدار ازت ، افزایش معنی داری در طول تمامی میانگره ها بجز میانگره پائینی داشت و اثر متقابل معنی داری بین واریته و "کلرمیکوآت" یا تیمار ازت وجود نداشت . عملکرد دانهٔ برداشت شده با کمباین در "Bulwark" و "Pennal" در پی استفاده از "کلرمیکوآت" در هر دو مقادیر ازت کاهش داشت اما در "Peniarth" افزایش یافت . اثرات "کلرمیکوآت" بر اجزاء عملکرد در "Bulwark" و "Pennal" مشابه آنچه در فصل پیش مشاهده گردیده بود . بار دیگر تعداد خوشه ها بترتیب ۵۲۰ و ۴۰۵ عدد در مترمربع و متوسط وزن آنها بنرتیب ۱/۷۰ و ۲/۳۹ گرم که بکارگیری "کلرمیکوآت" غیر مؤثر نشانداد . واکنش "Peniarth" به "کلرمیکوآت" در بارهٔ خصوصیات ساقه مشابهٔ آنچه در "Bulwark" و "Pennal" بود ، هر چند "Peniarth" اختلافی را در تمامی واکنش ها با افزایش وزن هر دانه در مقادیر بالای ازت و در نتیجه مقدار راندمان محصول نشان داد .
وزن خشک کل ۳ واریته با بکارگیری "کلرمیکوآت" بطور متوسط ۵/۵ درصد کاهش داشت و غلظت ازت دانه بطور معنی داری در بکارگیری مقادیر بیشتر ازت نسبت به مقادیر کمتر آن بالاتر بود (بطور متوسط ۱/۶۲ و ۱/۴۲ درصد بترتیب) اما واریته ها و "کلرمیکوآت" تأثیری بر آن نداشتند .

ساختار خوشه :
بطور متوسط در ۳ واریته و دو مقدار ازت کلاً طول خوشه ها با بکارگیری "کلرمیکوآت" با ۷/۷ درصد کاهش روبرو گردید . مقادیر بیشتر ازت بر طول خوشه های سه واریته بطور متوسط ۶/۴ درصد در مقایسه با مقادیر کمتر آن افزود . در هر دو تیمار ۳ میانگره پائینی خوشه ها دارای بیشترین تأثیر بودند . رقم "Peniarth" معنی دارترین طول خوشه (۲۳۳ میلیمتر) را نسبت به "Bulwark" معادل ۲۱۸ میلیمتر داشت و برای رقم "Pennal" معادل ۲۲۲ میلیمتر که اصولاً ناشی از طولانی شدن میانگره های پائینی خوشه بود امّا تمامی واکنش ها در تیمارهای ازت و "کلرمیکوآت" مشابه بودند . تأثیر استفاده از "کلرمیکوآت" و ازت بر طول اولین شاخه منشعب از گره های اول تا ششم خوشه حاکی از این است که "کلرمیکوآت" سبب کوچکی با ثبات و معنی دار طول خوشه ها ولی مقادیر زیاد ازت باعث افزایش معنی دار آن فقط در ۴ گرهٔ پائینی شد درحالیکه رقم "Peniarth" بطور مستمر بلندترین شاخه های خوشه ای را ارائه داد . کل تولید شاخه ها در هر خوشهٔ ساقهٔ اصلی و توزیع نسبی بررسی شد . بکارگیری "کلرمیکوآت" افزایش معنی داری را در شاخه دهی ۳ گرهٔ اولی ایجاد اما در گره های هفتم به بالا آنرا کاهش داد . مقدار افزایش در گره های پائینی برای رقم "Bulwark" در مقایسه با ارقام "Pennal" یا "Peniarth" بیشترین بود چنانکه در گره های بالایی کاهش آن اندک می نمود و در نتیجه رقم "Bulwark" به تنهایی

نشاندهندهٔ افزایش معنی داری در تمامی تعداد شاخه های هر خوشه با بکارگیری "کلرمیکوآت" شد و این زمانی بود که دیگر واریته ها فقط افزایش کمی را نشان دادند .

مقادیر بیشتر ازت افزایش معنی داری در شاخه دهی ۳ گره پائینی خوشهٔ تمامی واریته ها ایجاد کرد ضمن اینکه در بالاترین گره اثر معنی داری وجود نداشت . کل تعداد و توزیع خوشه چه ها بموازات خوشهٔ اصلی ساقه بررسی شد . در اینجا اثرات "کلرمیکوآت" و بکارگیری ازت بازتاب دهندهٔ ظهور تعداد شاخه های آنها بود . تعداد دانه های زایا و عقیم هر خوشهٔ اصلی و هر خوشه چه پانیکول ارزیابی گردیدند که کل تعداد دانه های هر خوشهٔ اصلی به دنبال استفاده از "کلرمیکوآت" افزایش معنی داری داشت (متوسط ۱۰۳/۶ در مقایسه با ۹۷/۵) و آن ناشی از افزایش تعداد خوشه چه هر پانیکول بود . اگر چه کل تعداد دانهٔ هر خوشه چه ثابت باقی ماند (۱/۸۹ در بدون "کلرمیکوآت" و ۱/۹۱ در موارد "کلرمیکوآت") ولی نسبت دانه های زایا به عقیم با بکار بردن "کلرمیکوآت" تغییر معنی داری یافت . رقم "Bulwark" کاهشی را در تعداد دانه های زایا و افزایشی در تعداد دانه های عقیم هر خوشه چه نشان داد درحالیکه رقم "Pennal" هیچگونه کاهشی در تعداد دانه های زایا بروز نداد امّا افزایشی را در تعداد دانه های عقیم تحمل نمود ولی نهایتاً هیچ تغییر معنی داری در واریته "Peniarth" مشاهده نشد .

بکارگیری "کلرمیکوآت" کاهش معنی داری در وزن دانه های زایای ساقهٔ اصلی رقم "Bulwark" از ۳۲/۱ به ۳۰/۱ میلی گرم و در رقم "Pennal" از ۳۳ به ۳۰/۷ میلی گرم ایجاد کرد ولی بار دیگر اثر ناچیزی بر رقم "Peniarth" از ۲۸/۴ به ۲۸/۳ میلی گرم داشت . مقادیر بیشتر ازت ، تعداد دانه های زایای هر خوشه را در تمامی ۳ واریته افزایش داد و این نه تنها به افزایش تعداد خوشه چه در پانیکول بلکه به افزایش معنی دار تعداد دانه های هر خوشه چه نیز مربوط بود . اثرات معنی داری از ازت بر متوسط وزن هر دانه و یا تعداد دانه های عقیم مشاهده نگردید .

بحث و نتیجه گیری:

بکار بردن "کلرمیکوآت" در یولاف زمستانه ضمن این آزمایشات بنحو با ثباتی بین ۲۹-۲۴ درصد از طول ساقه ها کاست و مقدار کوتاه شدن ساقه بطور معنی داری با مقدار بکارگیری ازت در هر فصل ارتباط نداشت و فقط اختلاف کمی بین واریته ها موجود بود که این مقدار بیشتر از غالب گزارشات پیشین برای یولاف می باشد .

دو دلیل ممکن است برای کم بودن واکنش به "کلرمیکوآت" در گزارشات پیشین وجود داشته باشد . اولاً زمان بکارگیری ممکن است تفاوت داشته باشد . "Leitch-1987" نشانداد که بیشترین اثرات زمان بکارگیری در مرحلهٔ رشدی "GS32" نسبت به آنچه برای دیگر غلات توصیه شده ، بوده است . اگر بکارگیری زودتر باشد ، "کلرمیکوآت" اثرات معنی دار کمتری را ایجاد می نماید . در بعضی آزمایشات قبلی ، "کلرمیکوآت" را در مراحل اولیه رشد مثلاً ۵-۳ برگی (Clark-1977) ، ۵ برگی (Humphries-1969) ، ۷ برگی (Blackett-1974) بکار برده اند .

دوّمین مشکل یعنی تر شدن برگ های یولاف بود که ضرورت استفاده از عامل مویان در محلول اسپری شونده را اثبات کرد . الحاق یک چنین عاملی اثرات "کلرمیکوآت" را اصلاح کرده و به ۲۹ درصد رسانید. در بعضی از آزمایشات مذکور ، استفاده از عامل مویان مشخص نشده است (Clark-1977 ; Humphries-1969) بعلاوه کاهش ایجاد شده در طول ساقه ، "کلرمیکوآت" بر اجزاء موجود در پانیکول نیز اثر گذار بود . تمامی طول خوشه بطور متوسط ۷/۷ درصد کاهش داشت و زمانیکه شاخه های جدا شده از خوشه بطور متوسط ۷/۱ درصد کوتاه شدند ، نشان داد که باز بودن گل آذین یولاف و طویل شدن میانگره های خوشه و بسط شاخه دهی ، آنرا برای اثر گذاری توسط "کلرمیکوآت" نسبت به گل آذین فشردهٔ گندم و جو آسیب پذیرتر می نماید . کاهش حاصله در طول ساقه به دنبال استفاده از "کلرمیکوآت" مرتبط با کاهش ماده خشک ساقه شد امّا این نسبت کمتر از کاهش کل طولی بود بنابراین یک افزایش وزن هر واحد طول ساقه ظهور یافت . رقم "Bulwark" بیشترین ثبات را در وزن هر واحد طول ساقه داشت همینطور زمانیکه محاسبهٔ اندازه خوشه مورد محاسبه قرار گرفت (یعنی وزن هر واحد طول ساقه بر هر گرم از خوشه) در اینجا اختلاف کمی بین واریته ها و فصل وجود داشت با وجودی که بطور متوسط ساقه ها در سال ۸۷-۱۹۸۶طویل تر و سنگین تر نسبت به سال ۸۶-۱۹۸۵ شده بودند و این می تواند به علت درجه ای از ثبات ذاتی در تعادل بین وزن خوشه و طول ساقه ضمن رشد واریته ها تحت شرایط مشابه باشد . هر چند این تعادل با بکارگیری مقادیر "کلرمیکوآت" و ازت تغییر یافت .

"کلرمیکوآت" باعث افزایش وزن واحد طول ساقه بر هر گرم از پانیکول در ارقام "Bulwark" و "Pennal" شد و حدس زده می شود که افزایشی را در توانایی ایستایی این دو واریته ایجاد نمود امّا چنین

اثراتی در رقم "Peniarth" پیدا نشد . افزایش مقدار بکارگیری ازت باعث افزایش طول ساقه ، کاهش وزن هر واحد از طول ساقه و وزن هر واحد طول ساقه به گرم وزن خوشه بود بعلاوه افزایش حساسیت به ورس در مقادیر زیاد ازت در نتیجهٔ افزایش طول ساقه و کاهش وزن هر واحد طول آن برای تحمل خوشه های بزرگ بوده است .

مقاومت به ورس افزایش مشخصی را به دنبال بکارگیری "کلرمیکوآت" داشت و در ضمن سال ۸۶-۱۹۸۵ هر جا که "کلرمیکوآت" بر روی رقم "Bulwark" استفاده شد ، ورس فقط در شرایطی که ۱۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار استفاده گردید ، بروز یافت ولیکن در شرایطی که "کلرمیکوآت" استفاده نشد ، تعادلی بین وقوع ورس و بکارگیری ازت بین ۱۲۰-۹۰ کیلوگرم در هکتار وجود داشت و این اثرات در رقم "Pennal" بیشتر بود . هیچگونه ورس محسوسی در هیچیک از مقادیر ازت در هر جا که "کلرمیکوآت" بکار رفت ، محسوس نبود . در ضمن سال ۸۷-۱۹۸۶ ورس فقط در رقم "Peniarth" در بیشترین مقدار ازت رخ داد و ورس بطور کامل با مصرف "کلرمیکوآت" کنترل گردید . مقایسه مقاومت به ورس با آنچه پیش از این گزارش شده در مقایسه با طول ساقه کمتر معنی دار بود زیرا ورس قویاً متأثر از عوامل فصلی است .

عموماً هرچند مقاومت به ورس افزایش یافت ، در همانجا از طول ساقه ها کاسته شده بود (Gill-1974a ; Strass-1981). بکارگیری "کلرمیکوآت" در غلات وابستگی فراوانی با کاهش وزن هر دانه دارد و در این مورد گزارشاتی در مورد گندم (Gill-1974a) ، جو (Green-1985) و یولاف (Leitch-1987) وجود دارد و گمان می رود که افزایش مقدار آسیمیلاسیون قابل دسترس به دنبال کاهش مقدار طولی ساقه ها باعث افزایش خوشه چه ها و توسعه گلچه ها می شود (Tennen house-1972) . یک کاهش در اندازه دانه ها احتمالاً به دنبال افزایش تعداد دانه ها و یا احتمالاً کاهش وفور فتوسنتز است . نتایج حاضر در اینجا نشان می دهد که یک چنین اثراتی در یولاف ممکن است به نوع واریته ها بستگی یابد .

افزایش شاخه ها و بقاء خوشه چه ها در گره های پائینی خوشهٔ اصلی ساقه و کاهش پیآیند آن در گره های بالایی بیشتر در رقم "Bulwark" و بمیزان حداقل در رقم "Peniarth" ظهور یافت ، مشابه تغییر در تعداد دانهٔ هر خوشه و ظهور زایایی آن ها بود که رقم "Bulwark" بیشترین حساسیت را به اثرات "کلرمیکوآت" داشت درحالیکه رقم "Peniarth" اکثراً تأثیری نپذیرفت و به دنبال آن عملکرد دانهٔ تولیدی افزایش یافت . گمان می رود که اثر مشابه بر طول ساقه ها در تمامی ۳ واریته نه بواسطه اختلاف در ارقام و نه در روش عمل بلکه از واکنش های ناشی از "کلرمیکوآت" برای تغییرات پیآیند آن در رشد گل آذین باشد . اثرات "کلرمیکوآت" بر اندازه دانه ممکن است مسئول کاهش عملکرد دانه های برداشت شده توسط کمباین در سال ۸۶-۱۹۸۵ برای رقم "Pennal" و در سال ۸۷-۱۹۸۶ برای ارقام "Bulwark" و "Pennal" باشد چونکه تلفات ناشی از برداشت ممکن است در تیمارهایی که کاهش معنی داری دارند ، بیشتر شده باشد . برای روشن شدن این نکته آنالیز جزئیات بیشتر ضرورت دارد .

«اثرات یکبار استفاده و تکرار بکارگیری "کلرمیکوآت" بر رشد سریع محصول ، مقاومت به ورس و عملکرد یولاف زمستانه :»

خلاصه :

اثرات یکبار استفاده و تکرار زودهنگام در بکارگیری "کلرمیکوآت" در حدود مرحلهٔ رشدی " Zadok GS32" بر رشد و نمو یولاف زمستانهٔ رقم "Bulwark" ضمن ۲ فصل پیاپی با آزمایش مزرعه ای در "Tenby" انگلستان بررسی گردید . وزن خشک تولیدی ، شروع پنجه زنی و متعاقباً بقاء پنجه ها در تمامی تیمارها بدون تأثیرپذیری بودند . در مورد بلوغ ، کاهش طول ساقه و ورس بهترین دستاورد با استفاده از "کلرمیکوآت" در مرحله"GS32" بود که در این تیمارها حدود ۲۴ درصد از طول ساقه ها در سال ۸۶-۱۹۸۵ و ۳۱ درصد از طول ساقه ها در سال ۸۷-۱۹۸۶ کوتاه گردیدند . استفاده زودتر دارای تأثیر معنی دار کمتری بود . عملکرد دانه در یکبار و یا استفاده سریع مکرر "کلرمیکوآت" بی تأثیر بودند هرچند که در هر دو فصل زراعی عملکرد تیمارهایی که استفاده مکرر آن با فاصله انجام پذیرفت ، دارای کاهش معنی داری در عملکرد ضمن مرحله "GS32" بود . وزن هر دانه از اجزاء عمده عملکردی بشمار می آمد که تأثیر پذیرفت.

مقدّمه :

کنترل کنندهٔ رشد "کلرمیکوآت" (۲-کلرواتیل تری متیل آمونیوم کلرید) در غلات ابتدائاً برای کاهش طول میانگره های ساقه استفاده می گردید و در نتیجه مقاومت به ورس را افزایش می داد ولی اساساً اثراتش در گندم زمستانه بویژه مصرفش در زمانی حاصل می گردد که شروع به طویل شدن ساقه ها می کند (Tomas-1988). برخی گزارشات از تأثیر "کلرمیکوآت" بر دیگر جنبه های رشد و نمو گندم و جو بدنبال بکارگیری بر بعضی واریته ها در مراحل رشدی محصول حکایت دارند (Green-1986) . بکارگیری "کلرمیکوآت" در بعضی از شرایط ضمن مراحل ابتدایی رشد محصول باعث افزایش تعداد خوشه ها در زمان برداشت گردید (Green-1986) . گمان می رود تغییراتی که بر یکنواختی بیشتر رشد یابی پنجه های متوالی ایجاد می شوند ، به دلیل این تأثیرات باشند (Mathews-1982).

اصولاً منابع کمی برای کاربرد :کلرمیکوآت" بر روی یولاف وجود دارند . هرچند گاهاً در برخی گزارشات (Hayes-1989) واکنش های خوبی بر یولاف زمستانه ضمن استفاده از "کلرمیکوآت" در مرحله رشدی ایجاد دومین گره یعنی "Zadok GS32" وجود دارند . کاهش ۲۹-۲۴ درصدی طول ساقه ها در چند رقم که توسط مقادیری از ازت تیمار شده بودند ، یک رکورد می باشد . بدلیل اینکه نسبت غالبیت پنجه ها متغیر است بنابراین واضح نیست که چه مقدار از واکنش به "کلرمیکوآت" در مراحل زودتر از "GS32" بوقوع می پیوندد. این مقاله گزارشی از اثرات یکبار استفادهٔ و کاربرد مکرر "کلرمیکوآت" بر محدوده ای از اولین مراحل رشد بر رشد گیاه و همچنین رشد و عملکرد دانهٔ یولاف زمستانه می باشد .

شرح مراحل آزمایش :

این آزمایش ضمن سال های ۸۷-۱۹۸۶ و ۸۶-۱۹۸۵ در ایستگاه های پژوهش مزرعه ای دانشگاه "ولز" انجام پذیرفت . کرت های آزمایشی دارای ۷ متر طول و ۱/۲ متر عرض بودند و بوسیله ۰/۵ متر از زمین کاشته نشده از همدیگر مجزا شده و در غالب طرح بلوک های تصادفی با ۴ تکرار تنظیم گردیدند. برای تمامی موارد از یولاف رقم "Bulwark" استفاده گردید و تیمارها از یکبار و یا بصورت تکراری از "کلرمیکوآت" بمیزان ۱۶۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (ga.i/ha) طی ۳ وحله در هر فصل در مرحله "GS23" طی ۱۴ مارس ، مرحله "GS30" طی ۲۳ آوریل و مرحله "GS32" طی ۱۶ مه در سال ۸۶-۱۹۸۵ و همچنین در مرحله "GS14" طی ۱۶ دسامبر ، مرحله "GS21" طی ۳ مارس و مرحله "GS32" طی ۶ مه در سال ۸۷-۱۹۸۶ انجام پذیرفتند .

در سال ۸۶-۱۹۸۵ از یکبار کود ازته شامل : ۵۰ کیلوگرم در هکتار ضمن مرحله "GS23" طی ۲۵ فوریه و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله "GS30" طی ۲۹ آوریل استفاده گردید و در سال ۸۷-۱۹۸۶ این عمل در ۲ تیمار ازت صورت پذیرفت که یکی نظیر سال پیشین یعنی ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله "GS21" طی ۲۴ فوریه و در مرحله "GS30" طی ۱۶ آوریل و دیگری مقدار کمتری از کوذ یعنی ۷۵ کیلوگرم ازت در هکتار فقط ضمن "GS30" بکار رفت . "کلرمیکوآت" بکار رفته در ۲۰۰ لیتر آب در هکتار محلول شد و بوسیله سمپاش های کوله پشتی با بوم های دستی با عرض پاشش ۱/۲ استفاده شد و یک عامل مویان که بصورت ۰/۲۵ میلی لیتر در لیتر (ml/l) آب به آن اضافه گردید . تمامی سمومی که امکان داشت از یک پلات به پلات مجاور دریفت شوند ، توسط حفاظ های "پلی تین" ممانعت شدند . کود ازته بفرم نیترات آمونیوم (نیترام با ۳۴/۵ درصد ازت) مصرف شد که توسط کودپاش های "gandy" پخش گردید .

نمونه گیری در سطح ۰/۵ * ۲ متر طول ردیف های مجاور برای آنالیز رشد بلافاصله قبل از هر دفعه بکارگیری "کلرمیکوآت" انجام گرفت . نمونه ها شسته شدند سپس تعداد گیاه و ساقه ها یادداشت گردیدند و

آنگاه در دو گروه برگ و ساقه قرار گرفتند . سطح برگ توسط پلانیمتر مدل "Moving-belt" اندازه گیری شد و وزن برگ ها پس از خشک کردن در آون ثبت گردید . از شروع جولای به بعد مقدار ورس با یک هفته فاصله بررسی شد . برداشت نمونه ها شامل ۰/۵ * ۴ متر طول ردیف های مجاور مرکزی هر کرت از سطح زمین برای ثبت اجزاء عملکرد صورت پذیرفت .
اندازه گیری کلی از طول ساقه ها توسط نمونه های فرعی شامل ۲۰ ساقه از هر پلات انجام گرفت و ۴ متر از طول کرت های دست نخورده توسط کمباین های کوچک مدل "winter steiger" برای تخمین عملکرد تجاری دانه برداشت گردید .

بحث و نتیجه گیری :

آنالیزهای رشد معلوم ساختند که بقاء گیاهان ، اندازه گیاه ، شروع پنجه زنی و بقاء پنجه ها هیچکدام در اثر بکار بردن "کلرمیکوآت" در ضمن مراحل اولیه رشد محصول تغییر نیافتند . در سال ۸۶-۱۹۸۵ زمانیکه در مرحله "GS30" طی ۲۳ آوریل اندازه گیری انجام پذیرفته بود ، بکار بردن ماده مذکور در مرحله "GS23" طی ۱۴ مارس سطح برگ ها را در هر گیاه افزایش داد امّا این تأثیر در مرحله "GS32" طی ۱۶ مه ظاهر نگردید . طول ساقهٔ اصلی زمانیکه در مرحله "GS32" اندازه گیری شد بر اثر یکبار استفاده از "کلرمیکوآت" کاهش یافته بود .
مقدار تأثیر در اثر بکارگیری بعد از مرحله "GS30" نسبت به بعد از "GS23" در طی ۸۶-۱۹۸۵ بیشتر بود و بعد از مرحله "GS21" نسبت به بعد از مرحله "GS14" در سال ۸۷-۱۹۸۶ افزایش داشت . تکرار استفاده از "کلرمیکوآت" در هر دو تاریخ اولیه ، اختلاف تولید معنی داری با یکبار استفاده نداشت بعلاوه اثر متقابلی بین زمان بکارگیری "کلرمیکوآت" و مقدار استعمال ازت وجود نداشت . اثرات بر طول ساقه نشانداد که "کلرمیکوآت" توسط گیاه جذب گردیده و در ضمن مرحله پنجه زنی گیاه فعال بوده است . واکنش اندکی در مورد تغییرات ساقه دهی و دوامش بعلاوهٔ عدم ابقاء تأثیر گذاری بر محصول در اثر بکارگیری این غلظت از "کلرمیکوآت" ضمن مراحل اولیه رشد وجود داشت لذا به مقدار کافی باعث کاهش طول ساقه ها گردید . آنالیز اجزاء محصول برداشت شده در سال های متوالی انجام پذیرفت .
کاربرد "کلرمیکوآت" در جهت کاهش ارتفاع اغلب مؤثر بود و زمانیکه در مرحله "GS32" بکار برده شد هم بصورت یکبار و یا استفادهٔ مجدد در بکاربردن زود آن باعث کوتاه شدن ساقه بطور متوسط بمیزان ۲۴ درصد در سال ۸۶-۱۹۸۵ و بمیزان ۳۱ درصد در سال ۸۷-۱۹۸۶ گردید . میزان کوتاه شدن ساقه ها تحت تأثیر استفاده زودتر "کلرمیکوآت" و مقدار استعمال ازت در سال ۸۷-۱۹۸۶ نبود . بکار بردن یکبارهٔ "کلرمیکوآت" در مرحله "GS30" طی ۲۳ آوریل در سال ۸۶-۱۹۸۵ طول ساقه ها را ۱۲ درصد کاهش داد ولی زمانیکه زودتر یعنی در مرحله "GS23" طی ۱۴ مارس استفاده گردید ، اندکی آنرا افزایش داد . ترکیب تیمارهای مراحل "GS30 + GS23" به نسبت بکار بردن هورمون در مرحله "GS30" زمانیکه فقط یکبار مصرف گردید ، دارای تأثیر معنی دار اندکی بود.
مقدار ورس عموماً متناسب با طول ساقه و بالعکس اغلب تحت تأثیرات "کلرمیکوآت" در مرحله "GS32" طی ۱۶ مه بود . "کلرمیکوآت" در مرحله "GS23" طی ۱۴ مارس ایجاد یک واکنش منفی نمود و در عوض رشد بعدی در اثر استفاده زودتر ممکن است در اثر این تأثیر منفی افزایش یابد . واکنش های متشابهی در مورد یولاف بهاره گزارش شده اند تا جائیکه ارتفاع نهایی ارقامی که با "کلرمیکوآت" در مرحله ۳ برگی

تیمار گردیدند ، نسبت به تیمار نشده ها بیشتر بودند . در سال ۸۷-۱۹۸۶ تمامی تیمارهای قبل از مرحله "GS32" به مقدار ۶/۹ درصد از طول ساقه ها کاهش داشتند که اندکی نسبت به استعمال در مرحله "GS32" معنی دار بودند و هیچگونه ورسی در ضمن این فصل بوقوع نپیوست .
در هر دو فصل برداشت طی سال های ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ عملکرد دانه تغییر معنی داری با یکبار استفاده و یا تکرار آن نداشت امّا زمانیکه بیشتر از یکبار در مرحله "GS32" اجرا شد ، بنحو معنی داری باعث کاهش عملکرد گردید . آنالیز اجزاء عملکرد نشانداد که کاهش اندکی در تعداد خوشه های هر واحد سطح و تعداد دانه های هر خوشه با کاهش معنی داری در وزن هر دانه وقوع یافت و منجر به کاهش عملکرد شد .
بکارگیری زودتر "کلرمیکوآت" نسبت به مرحله "GS32" تأثیرات کمتری بر وزن هر دانه داشت بنابراین حدس زده می شود که تکرار بکارگیری "کلرمیکوآت" تمایل به تأخیر انداختن رشد و کاهش ساختار سبزینگی گیاه دارد آنچنان که پتانسیل رشد توسعه می یابد و نهایتاً عملکرد دانه به سختی دچار کاهش می شود .

«واکنش "Brassica juncea" به "کلروکلرین کلرید" و "اتریل" پاششی در رابطه با کاربرد نیتروژن :»

خلاصه :

مطالعات هدایت شده طی سال های ۸۴-۱۹۸۳ و ۸۶-۱۹۸۵ در حومه "Ludhiana" نشانداد که واکنش های فیزیولوژیک و خصوصیات عملکرد گیاه روغنی "خردل چینی" (Chinese mustard) با نام معادل "Brassica rapa" و نام علمی "Brassica juncea" به پاشش برگی با "کلروکلرین کلرید" نظیر "سیکوسیل" (CCC) در مقادیر : ۲۵۰ و ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" (ethrel) در مقادیر ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام که با میزان مختلف ازت از : ۰ ، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییر می یافت . محصول واکنشی به CCC و یا "اتریل" در غیاب ازت بروز نداد درحالیکه واکنشی معنی دار با ۲۵۰ پی پی ام از CCC یا ۵۰۰ پی پی ام "اتریل" در ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار و ۵۰۰ پی پی ام از CCC و یا ۱۰۰۰ پی پی ام "اتریل" در حضور ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار وجود داشت .
واکنش به افزایش مقدار ازت در حضور CCC و یا "اتریل" پاششی افزایش یافت . بیشترین غلظت "اتریل" (۱۵۰۰ پی پی ام) باعث ایجاد زیان در مقادیر : ۰ و ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار بود . کاربرد CCC و "اتریل" از کانوپی محصول کاست ولی مقدار کلروفیل برگ ها را زیاد نمود و حائل تشعشع فعال فتوسنتزی و ظرفیت sink (تعداد غلاف ها در گیاه و وزن هزار دانه) در ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار شد . شاخص سطح برگ بیشتری در ضمن نمو غلاف ها با کاربرد CCC و "اتریل" پاششی بوجود آمد . مقدار روغن و قدرت جوانه زنی بذور محصول تیمار شده با CCC در مقادیر ۲۵۰ و ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" در مقادیر

۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام صرف نظر از مقدار مصرف بالاتر ازت بخوبی غیر تیمار شده ها بود . مصرف ۱۵۰۰ پی پی ام "اتریل" مقدار محصول را افزایش داد بدون اینکه از مقدار جوانه زنی کاسته باشد .

مقدّمه :

گیاه "خردل چینی" (Brassica juncea) از محصولات روغنی مهمّی است که وسیعاً در مناطق قابل توجهی از دنیا کاشته می شود .ولیکن متوسط عملکرد با وجود در دسترس بودن واریته های خوب نسبتاً کم است . دلایل فیزیولوژیک اصلی برای کمبود عملکرد گیاه خردل چینی عبارتند از :

عدم تعادل هورمونی ایجاد شده در آن علت اصلی عدم تعادل بین ظرفیت "منبع" (source) و "مخزن" (sink) می باشد لذا بکارگیری مناسب کنترل کننده های رشد با غلظت مفید ممکن است از ریزش گل ها و غلاف ها می کاهد و آنرا به سمت همزمانی آغاز گلدهی و توسعه غلاف ها هدایت نماید . در دیگر مطالعات نیز هرگاه ماده "۲-کلروفیل تری متیل آمونیوم کلرید" مورد استفاده قرار گرفت ، ریزش گل ها را کاهش داد و کانوپی محصول را در جهت افزایش عملکرد سویا با تغییر مواجه نمود (Singh-1987) چنانکه ماده خشک تولیدی در مورد نخود معمولی (chick pea) ، نخود سودانی یا نخود کفتری (pigeon pea) و شلغم روغنی (rape) به مقدار ۱/۳۶ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (kettle-1984) و ارتفاع این گیاهان بنحو شایان توجهی دچار کاهش گردید (Scaris-1982).

"سیکوسیل" بعنوان ماده ای ضد جیبرلین ممکن است مانع رشد مازاد رویشی شود و باعث اصلاح انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن گردد . "اتریل" مصرفی نیز کانوپی سویا را تغییر و تولید محصول را افزایش داد (Singh-1987) . در اینجا اطلاعات کمی از کاربرد این مواد بر "B.juncea" وجود دارد ولیکن مشخص گردید که جدای استفاده از کنترل کننده های رشد ، بکارگیری ازت می تواند باعث افزایش عملکرد گیاه مذکور گردد . نیتروژن سبب سبز تیره شدن برگ ها و افزایش ظرفیت فتوسنتزی (رشد سبزینگی) گیاه شد و افزایش ظرفیت فتوسنتزی می تواند سبب توسعه غلاف ها با تحریک نمودن انتقال مواد فتوسنتزی از منبع (برگ ها) به مخزن (غلاف ها) با پاشش برگی کنترل کننده های رشد در غلظت صحیح و

در مرحله مناسبی از رشد محصول گردید . بیش از این "B.juncea" ممکن است واکنش های متفاوتی را با حضور ازت یا در غیاب کنترل کننده های رشد داشته باشد .
بررسی حاضر عهده دار مطالعهٔ اثرات متقابل تأثیر کنترل کننده های رشد ("سیکوسیل" یا "اتریل") و ازت بر رشد و عملکرد "B.juncea" می باشد .

مواد و روش ها :

آزمایشات طراحی شده مزرعه ای طی سال های ۸۶-۱۹۸۳ در "Ludhiana" در قالب طرح اسپلت پلات مطابق با ۶ ترکیب از ۲ واریته "Brassica juncea" به اسامی "RIM 619" و "RIM 198" با ۳ مقدار ازت بمیزان ۰ ، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در پلات های اصلی و ۶ غلظت از کنترل کننده های رشد یعنی ۲۵۰ و ۵۰۰ پی پی ام از "سیکوسیل" ("کلروکلرین کلرید" یا CCC) و ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام از "اتریل" و آب بعنوان شاهد اجرا شدند چنانکه آنها در پلات های فرعی با ۴ تکرار در هر سال و در خطوط ۳۰ سانتیمتری مجزا از همدیگر کاشته سپس آبیاری گردیدند . فاصله بین گیاهان با تنک کردن در ۱۵ روز پس از کاشت به ۳۰ سانتیمتر رسانیده شد .
تمامی مقادیر فسفر (۲۶ کیلوگرم در هکتار) و نیمی از ازت در زمان کاشت اضافه گردید و باقیمانده ازت ۳۰ روز بعد از کاشت به همراه آبیاری استفاده شد . کنترل کننده های رشد بصورت پاشش برگی در شروع گلدهی بترتیب ۴۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت در مورد ارقام "RIM 619" و "RIM 198" بکار گرفته شد ولی در مورد شاهد همزمان با آنها از اسپری آب استفاده گردید .
خاک مزرعهٔ آزمایشی قلیایی ضعیف (PH 8.3) ، لومی شنی با مقدار ازت کم و متوسط فسفر و پتاسیم قابل دسترس بود . کل مقدار کلروفیل برگ های تازه در زمانیکه محصول ۹۰ روزه شد ، به روش "Anderson-1964" تعیین گردید . سطح برگ ۱۰ بوته با انتخاب تصادفی از هر کرت با یک دستگاه سنجش سطح برگ در ۳۰ ، ۶۰ ، ۹۰ ، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز بعد از کاشت اندازه گیری شد و آن ها بر اندازه سطح زمین سایه اندازشان برای بدست آوردن شاخص سطح برگ (LAI) تقسیم گردیدند . قابلیت نفوذ تشعشع فعال فتئوسنتزی (PAR) در طول موج های ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر با فتومتر در بالای کانوپی و در سطح خاک ضمن ۹۰ روزگی گیاه اندازه گیری شد و مقدار تشعشع برخوردی به گیاه از فرمول زیر محاسبه گردید :

۱۰۰ * (PAR در بالای کانوپی / PAR در سطح خاک – PAR در بالای کانوپی) = درصد PAR برخوردی به گیاه

تعداد نیام هایی که کاملاً رشد نموده بودند ، از ۱۰ گیاه که بصورت تصادفی در هر کرت انتخاب گردیدند ، در مرحلهٔ بلوغ آنها شمارش شدند و نتیجتاً تعداد نیام های هر گیاه بدست آمد . تعداد بذور هر نیام و وزن هزار دانه در مرحلهٔ بلوغ محاسبه گردید و عملکرد دانه از یک کرت ۲۴ مترمربعی در هر تیمار اندازه گیری شد .

نتیجه گیری :

شاخص سطح برگ :

مقدار LAI تا ۹۰ روزگی افزایش و سپس کاهش یافت و ازت بکار رفته بنحو مؤثری LAI را زیاد نمود چنانکه LAI در تمامی تاریخ ها با ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار نسبت به ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار بنحو

شایان توجهی بالاتر بوده است بدینگونه در غیاب ازت ، LAI کمتر از ۱ بود و ماکزیمم LAI در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار بمیزان ۳/۷۵ و در ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار بمیزان ۲/۷۵ محاسبه گردید.
اثرات متقابل بین ازت و هورمون های رشد بر LAI معنی دار بود . در مقادیر کودی کم یعنی ۰ و ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار یک پاشش برگی ۱۵۰۰ پی پی ام "اتریل" بنحو معنی داری LAI را کاهش داد ولیکن در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار اثر معنی داری نداشت . اسپری برگی ۲۵۰ و یا ۵۰۰ پی پی ام از CCC و ۵۰۰ پی پی ام از "اتریل" در ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت میزان LAI را بنحو معنی داری نسبت به اسپری با آب بالاتر برد چنانکه در غیاب ازت منجر به کاهش LAI شد .

مقدار کلروفیل :

مقدار کلروفیل برگ های تازه که مقیاسی برای فعالیت فتوسنتزی است با بکار بردن ازت افزایش یافت . واکنش به پاشش برگی CCC و "اتریل" بر اساس مقادیر مختلف ازت مصرفی ، متفاوت بود . بکارگیری ۲۵۰ و یا ۵۰۰ پی پی ام از CCC و ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و یا ۱۵۰۰ پی پی ام از "اتریل" از مقدار کلروفیل در زمان عدم مصرف ازت کاست امّا این کاهش فقط برای ۱۵۰۰ پی پی ام "اتریل" در ۰ و ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار معنی دار بود هر چند که ۲۵۰ پی پی ام از CCC در ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار و ۵۰۰ پی پی ام از CCC و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام از "اتریل" در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار بنحو مؤثری بر مقدار کلروفیل برگ ها در مقایسه با شاهد افزود .

برخورد با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) درصد حائل شدن آن بوسیله کانوپی محصول بازتابی از نتایج حاصل از LAI و مقدار کلروفیل در تیمارهای مختلف است و افزایش ازت از : ۰ به ۵۰ و از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به کانوپی محصول کمک می نماید تا مقدار بیشتری از تشعشع را به دام اندازد . میزان CCC در ۲۵۰ و یا ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" در ۵۰۰ پی پی ام غالباً در ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار باعث جذب "PAR" گردید . هر چند در غیاب ازت تمامی تیمار هورمون های رشد اثرات منفی بر

حائل شدن "PAR" گذاشتند . بیشترین غلظت "اتریل" باعث کاهشی معنی دار در حائل شدن "PAR" در ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار گردید امّا در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار چنین نبود .

اجزاء عملکرد :

تعداد نیام در هر گیاه و تعداد بذور در نیام بنحو معنی داری با افزایش ازت از : ۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزوده گردید . کاربرد CCC در ۲۵۰ و ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" در ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام بنحو معنی داری به تعداد نیام های هر گیاه فقط در ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزودند . کاربرد "اتریل" در ۱۵۰۰ پی پی ام باعث کاهش معنی داری در تعداد نیام های هر گیاه و تعداد بذور هر نیام در محصولاتی که به آنها ازت اضافه نشده بود ، گردید . وزن بذور افزایش معنی داری با افزایش سطح ازت از ۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار یافت امّا با افزایش بیشتر ازت از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار کاهش داشت . مصرف CCC در ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" در ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام منجر به کاهش وزن بذور محصولات در غیاب مصرف ازت گردید امّا این کاهش فقط در ۱۵۰۰ پی پی ام "اتریل" معنی دار شد . در ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت مصرفی در هکتار ، کاربرد CCC در ۲۵۰ پی پی ام و پاشش "اتریل" در ۵۰۰ پی پی ام منجر به افزایش وزن دانه ها شد هرچند این افزایش معنی دار نبود . مقدار مصرف "اتریل" برای افزایش وزن بذور در تیمارهای ۵۰ کیلوگرم ازت مصرفی در هکتار زیان آور بود امّا در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار تأثیری نداشت .

عملکرد :

نیتروژن مصرفی تأثیر معنی داری بر عملکرد داشت و واکنش به بکارگیری ازت بیشتر در اثر بکارگیری CCC و "اتریل" بوده است . با کاربرد ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار ، مصرف CCC در ۲۵۰ پی پی ام و "اتریل" در ۵۰۰ پی پی ام باعث بهبود عملکرد محصول شد ولی در ۱۰۰ کیلوگرم ازت مصرفی در هکتار ، CCC در ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" در ۱۰۰۰ پی پی ام اثرات بیشتری را نسبت به مقدار کمتر CCC و "اتریل" و اسپری آب تحقق بخشید . بیشترین مقدار اثرات منفی "اتریل" بر عملکرد در ۰ و ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار وقوع یافت امّا در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار بی تأثیر بود .

درصد روغن دانه :

درصد روغن بذور بنحو معنی داری با بکار بردن ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار افزایش یافت امّا بکارگیری ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار منجر به کاهش معنی داری در مقدار آن شد . کاربرد CCC در هر دو مقادیر و مصرف "اتریل" در تمامی ۳ مقدار فقط اندکی بر درصد روغن بذور در مقادیر ۰ و ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار افزود امّا در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار بی تأثیر بود .

درصد جوانه زنی :

درصد جوانه زنی بذور با بکارگیری ازت و یا تیمار با هورمون های رشد بی تأثیر بود بجز در حالتی که "اتریل" را با غلظت ۱۵۰۰ پی پی ام به محصولاتی که ازتی اضافه نشده بود ، پاشیدند که در آن صورت کاهش معنی داری در درصد جوانه زنی بذور حاصل شد .

بحث :

عملکرد "B.juncea" نشاندهندۀ واکنش های متفاوتی به پاشش برگی CCC و "اتریل" براساس مقادیر ازت مصرفی بوده است . در کمترین مقادیر کود مصرفی یعنی ۰ کیلوگرم ازت در هکتار محصول دارای رشد سبزینگی کمی شد و گیاه کوتاه بود . کاربرد CCC بعنوان یک ضد جیبرلین و "اتریل" بعنوان یک کاهندۀ رشد مانع افزایش بیشتر ارتفاع گیاه شد و بنحو مؤثری LAI را کاهش داد که نتیجۀ آن ها کاهش تعداد نیام ها در هر گیاه ، وزن دانه و عملکرد دانه در هکتار بود .

این نتایج الهام بخش این است که کاربرد CCC و "اتریل" زمانی که گیاه مقدار کافی مواد فتوسنتزی دریافت نمی کند ، برای آن مضر است . در مصرف ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار زمانیکه محصول دارای رشد سبزینگی کافی بود ، کاربرد CCC در ۲۵۰ پی پی ام و "اتریل" در ۵۰۰ پی پی ام باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی در درون کانوپی شد و محصول با افزایش مقدار کلروفیل برگ ها و حفظ LAI بالاتر در مدت توسعه مخزن با افزایش به دام انداختن "PAR" مواجه گردید و این عکس العمل ها اثرات سودمندی بر ظرفیت مخزن با تأثیر مطلوب بر تعداد نیام های هر گیاه ، وزن بذور و عملکرد بذور در هکتار گذاشت .

افزایش ازت مصرفی از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به رشد رویشی بیشتر منجر شد چنانکه تغییرات مثبت بیشتری در غلظت CCC به میزان ۵۰۰ پی پی ام و "اتریل" به میزان ۱۰۰۰ پی پی ام وقوع یافت و بر تعداد نیام های هر گیاه ، وزن بذور و عملکرد آنها افزود . مصرف CCC از غالبیت انتهایی بوته ها کاست و مانع رشد شاخه های جانبی شد . کاربرد CCC و "اتریل" در گزارشاتی به افزایش LAI ضمن پرُکردن دانه و افزایش بقاء برگ ها و همچنین در سویا منجر به افزایش عملکرد از طریق ممانعت ریزش گل ها و نیام های نارس شد (singh-1987).

کاربرد CCC با تأثیر بر توسعه کانوپی و زاویه برگ ها سبب افزایش استفاده از "PAR" گردید . این موضوع همچنین غلظت پیگمان های فتوسنتزی را افزایش داد و رشد محصول را سریع و فعالیت آنزیم های کربوکسیلاسیون کننده را اضافه کرد و حفاظت از کلروفیل را بالا برد . تأخیر در شروع و سرعت پیری برگ ها در تیمارهای CCC ضمن دوره رشد محصول و شکل گیری دانه ها وجود داشت (Green-1980).

اسپری CCC و "اتریل" در غلظت مناسب هیچگونه اثرات مضری بر درصد روغن بذور و درصد جوانه زنی بذرهای حاصل از افزایش مقدار محصول توسط ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت مصرفی نداشت ، هرچند کاربرد "اتریل" در ۱۵۰۰ پی پی ام اثرات مضر اندکی بر درصد جوانه زنی محصولات حاصل از تیمارهای بدون ازت برجا گذارد . نتایج نشانداد که غلظت های بالاتر "اتریل" ممکن است باعث عدم تعادل هورمون های داخلی در بذور و یا تحریک دورمانسی شود چنانچه احتیاج است آنها را آزمایش نمود .

از مطالعه حاضر ممکن است چنین جمع بندی نمود که خصوصیت "B.juncea" باعث واکنش های متوسطی به CCC و "اتریل" با مصرف ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار و بیشتر از آن در ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار می شود چون بکاربردن ازت از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار نیازمند افزایش CCC از ۲۵۰ به ۵۰۰ پی پی ام و یا مصرف "اتریل" از ۵۰۰ به ۱۰۰۰ پی پی ام می باشد . اسپری نمودن CCC و "اتریل" به همراه ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار باعث افزایش : LAI ، مقدار کلروفیل برگ ها و جذب "PAR" در ضمن پُر شدن دانه ها در جهت افزایش تعداد نیام های هر گیاه ، وزن بذور و عملکرد دانه ها شد .

بذور حاصل از محصولات تیمار شده با کاربرد CCC در مقادیر ۲۵۰ و ۵۰۰ پی پی ام و یا مصرف "اتریل" با مقادیر ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام به همراه مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار دارای درصد

جوانه زنی نظیر محصولات تیمار نشده بود ، هر چند مصرف "اتریل" در غلظت بالاتر یعنی ۱۵۰۰ پی پی ام دارای اثرات مضری بر خاصیت جوانه زنی بذور محصولات بدون کاربرد ازت بود .

«اثرات "کلرمیکوآت کلرید" بر عملکرد و اجزاء عملکرد ۶ رقم جو بهاره» :

خلاصه :

اثرات "کلرمیکوآت کلرید" بر عملکرد دانه و اجزاء آن در ارقام جو بهاره در ۵ مزرعهٔ آزمایشی در دو ایستگاه نزدیک "بلفاست" کشور ایرلند ضمن ۳ سال (۱۹۸۳-۸۴) مطالعه شد . عملکرد دانه در تیمارهای "کلرمیکوآت" فقط در یک آزمایش دارای افزایش معنی داری بود یعنی درست جائیکه خوشه ها در کرت های تیمار شده کمتر از دیگران خسارت دیده بودند . تعداد خوشه های هر بوته با تیمارهای دیگر آزمایشی افزایش یافت امّا در عملکرد آنها مؤثر واقع نگردید . نتیجهٔ جمع بندی این بود که بکارگیری "کلرمیکوآت کلرید" برای افزایش عملکرد محصول زراعی جو بهاره غیر محتمل است .

مقدّمه :

کنترل کننده های رشد ابتدائاً برای بهبود رادمان محصول غلات استفاده شدند زیرا نقش آنها بر کوتاهی و یا بلندی ساقه های غلات و نتیجتاً کاهش زیان های ناشی از ورس اثبات گردیده است . در بررسی های مزرعه ای اثرات کنترل کننده های رشد بر عملکرد با وجود وقوع ورس ارزیابی گردید. گزارش شده است (Mattews-1982) که در آزمایشات مزرعه ای سال های ۸۰-۱۹۷۹ بکار بردن زود "کلرمیکوآت کلرید" بر مقدار عملکرد به میزان ۱۷-۱۰ درصد در جو بهاره و ۱۸-۱۲ درصد در جو زمستانه افزوده است .

گزارش بیان نمود که افزایش عملکرد غالباً بواسطه افزایش تعداد خوشه در گیاهان تحت تیمارهای پاشش هورمون نسبت به پلات های تیمار نشده بوده است . جزئیات بیشتری در مورد اثرات "کلرمیکوآت کلراید" بر پنجه زنی در جو بوسیله "Koranteng-1982" بیان شد . این محققان همواره با نگرانی اظهار می دارند که آیا اثر مثبتی بر عملکرد وجود دارد ؟ چونکه شرایط مزرعه ای کنترل نیستند و ضمناً فقط تعداد کمی از ارقام مطالعه می شوند .

آزمایشات گزارش شده همواره بر جو بهاره بیش از جو زمستانه تأکید می ورزند زیرا جو بهاره به دلیل شرایط اقلیمی زراعت اصلی کشاورزان در ایرلند شمالی محسوب می شود . در این آزمایش اثرات بکارگیری "کلرمیکوآت" بر عملکرد ۶ رقم جو در محدودهٔ شرایط طبیعی بررسی شدند .

مواد و روش ها :

۶ رقم از جوهای بهاره به اسامی : "Egmant" ، "Gold marker" ، "Nicole" ، "Patty" ، "Regent" و "Triumph" در شمول آزمایشات سال های ۸۳-۱۹۸۲ در "بلفاست" ایرلند شمالی با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا قرار گرفتند . تنظیمات آزمایشی ضمن ۲ سال در این مکان در راستای کسب حداکثر اطلاعات در مورد اثرات مختلف شرایط اقلیمی یکسان بود . این آزمایش ضمن سال ۱۹۸۴ با ارقام کمتری یعنی : "Patty" ، "Regent" و "Triumph" و فقط در یک مکان بدنبال نتایج مشاهده ای سال ۱۹۸۳ به بررسی اثرات مورفولوژیکی پرداخت .

یک طرح اسپلت پلات با بلوک های تصادفی ۶ تکراری در دو محل طی سال های ۸۳-۱۹۸۲ استفاده شد.

پلات های اصلی تیمار شامل موارد زیر بودند :

۱- بکارگیری "کلرمیکوآت کلرید"

۲- شاهد (بدون دریافت هورمون های رشد)

۶ رقم فوق الذکر سپس بصورت تصادفی در پلات های اصلی جا داده شدند . پلات های فرعی دارای ۱/۲ متر عرض با کل سطح برداشت ۲۰ مترمربع بودند . آنها با مقدار مناسب ۴۰۰ بذر در مترمربع کشت شدند درحالیکه وزن هزار دانه و قدرت جوانه زنی آنها برای ایجاد تراکم بوته ای مشابه نظیر هم انتخاب شده بودند . تاریخ کاشت ۶-۵ آوریل برای سال اول و ۱۹-۱۸ آوریل برای سال دوم بود . مدیریت مکان های آزمایشی در هر دو محل ضمن سال های ۸۳-۱۹۸۲ متشابه بود و کودها شامل ۳۵ کیلوگرم ازت در هکتار ، ۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار و ۵۰ کیلوگرم K_2O در هکتار بر بستر بذور یعنی ترکیب ۱۴:۲۰:۲۰ بکار برده شدند و با کاربرد کود سَرَک بمیزان ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار در پایان مرحله پنجه زنی نهایتاً میزان کل ازت مصرفی به ۸۵ کیلوگرم در هکتار رسید . علف کش و قارچکش های وسیع الطیف بصورت معمول برای محافظت محل آزمایش از ظهور علف های هرز و بروز بیماری ها بکار رفتند . کاربرد "کلرمیکوآت

کلرید" شامل "Cycocel-5" به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار ضمن ۱۷ مه ۱۹۸۲ در هر دو متناسب با توصیه ها در تیمارهای جو بهاره و در ۰/۱ لیتر در هکتار در ۲ ژوئن ۱۹۸۲ در هر ۲ محل انجام پذیرفت . در سال ۱۹۸۴ یک طرح اسپلت پلات با بلوک های تصادفی با ۶ تکرار اجرا گردید که ۳ رقم در داخل هر کرت اصلی تصادفی شد و آزمایش در ۱۰ آوریل با ۴۰۰ بذر در مترمربع کشت گردید . مصارف کودها ، قارچکش ها و علف کش های مصرفی نظیر ۲ سال پیش بودند .

پلات اصلی :

۱- بکار بردن زودهنگام "کلرمیکوآت کلرید" بصورت ۰/۵ لیتر در هکتار در مرحله رشدی "GS 32" در ۸ مه
۲- بکار بردن دیرهنگام "کلرمیکوآت" بمیزان ۰/۵ لیتر در هکتار در مرحله "GS 30" در ۳۰ مه
۳- زود و دیر بکاربردن توآمان "کلرمیکوآت" در مراحل "GS 13" و "GS 30" با ۰/۵ لیتر در هکتار در هر مرحلهٔ رشد که کلاً شامل بکار بردن ۱ لیتر در هکتار در این موارد بوده است .
۴- تیمارهای شاهد که هیچ چیزی در آنها بکار برده نشد .

خصوصیات زراعی :

آزمایشات در جهت تنظیم مدت های بعد از جوانه زنی تا وقوع ورس آگاهی دهنده بودند . میزان خوشه های خسارت دیده در سال ۱۹۸۳ نظیر درصد خوشه های شکسته در هر کرت ارزیابی گردیدند که این اطلاعات منجر به کسب اعدادی در رابطه با اختلاف واریانس بودد که بموازات آنها محاسبه شدند .

آنالیز اجزاء :

تعداد خوشه ها در مدت پُر شدن دانه ها تعیین گردیدند . با استفاده از ۱ متر طول ردیف در هر پلات در سال ۱۹۸۲ و ۰/۵ متر طول ردیف در سال ۱۹۸۳ ، تعداد خوشه ها ، دانه ها و متوسط وزن هر دانه در سال ۱۹۸۲ با استفاده از تمامی گیاهانی که در یک متر از طول هر پلات بودند ، ارزیابی شدند ولیکن این تجزیه ها در سال ۱۹۸۳ بر روی ۳ گیاه تصادفی شده در هر پلات هدایت گردیدند .

ساختار ساقه :

در سال ۱۹۸۴ طول ساقه تا محل اتصال خوشه در دو نقطه از هر پلات اندازه گیری شد . ۱۰ گیاه جمع آوری شده از هر پلات بعد از اتمام رشد ساقه از نظر ارتفاع و فاصله میانگره های ساقه ها ارزیابی شدند. قطر ساقه به کمک یک میکرومتر در حدواسط دو گره اندازه گیری شد بعلاوه میانگره بالایی درست در زیر خوشه یعنی در منطقه گردن ساقه محاسبه گردید .

عملکرد :

عملکرد دانه هر پلات در هر محل ضمن تمامی سال ها ثبت گردید . نمونه های فرعی برای تعیین مقدار رطوبت نگهداری گردیدند . عملکرد دانه بصورت تن در هکتار با ۱۵ درصد رطوبت بیان شده است .

نتایج :

در اینجا یک واکنش معنی داری در عملکرد دانه ۶ رقم جو نسبت به "کلرمیکوآت کلرید" فقط در سال ۱۹۸۳ مشاهده شد . ارقام "Regent" و "Patty" دارای بیشترین افزایش بعبارت ۰/۸۱ و ۰/۵۹ تن در هکتار بترتیب بوده اند . واکنش به "کلرمیکوآت کلرید" در تمامی حالات بجز ۳ مورد در سال ۱۹۸۳ و یک مورد در سال ۱۹۸۴ مثبت بود . ورس در هیچیک از آزمایشات صرف نظر از تیمارهای مصرف کنترل کننده های رشد بوقوع نپیوست هر چند در سال ۱۹۸۳ خوشه های صدمه دیده ای مشاهده گردیدند.

ارقام "Regent" ، "Nicole" و "Patty" بیشترین افزایش را داشتند و "کلرمیکوآت کلرید" بنحو معنی داری باعث کاهش خسارت این ارقام گردید . خوشه و دانهٔ تولیدی و نیز پُرشدن دانه هیچگونه واکنشی به کاربرد "کلرمیکوآت کلرید" در سال ۱۹۸۳ نداشتند ، هرچند تعداد خوشه های هر گیاه نشاندهندهٔ واکنش مثبت به "کلرمیکوآت کلرید" در سال ۱۹۸۳ بوده است .

ارقام "Nicole" و "patty" که دارای بیشترین واکنش بودند ، افزایشی ۳۴ و ۲۰ درصدی بترتیب از خود نشان دادند . طول و قطر میانگره های ساقه هیچگونه واکنشی به "کلرمیکوآت کلرید" در تیمارهای سال ۱۹۸۴ نشان ندادند . ارقام "Regent" و "Patty" نسبت به رقم "Triumph" دارای کوتاهترین میانگره انتهایی بودند ولیکن میانگره انتهایی و ناحیه گردن ساقه "Patty" بیشترین قطر را نسبت به "Triumph" و "Regent" داشته است .

بحث :

عملکرد دانه نشاندهنده هر دو واکنش کاهش و افزایش به تیمارهای "کلرمیکوآت کلرید" در کارهای انجام شده بودند . استدلال اینکه استفاده اقتصادی از "کلرمیکوآت کلرید" در محصولات زراعی باید مورد تشویق قرار گیرد حتی اگر باعث افزایش تولید نگردد . با فقدان واکنش معنی دار عملکرد دانه به "کلرمیکوآت" توسط ۶ رقم جو در ۴ آزمایش ظاهراً هیچگونه تشویقی را برای روند بکارگیری "کلرمیکوآت کلرید" در جو بهاره ایجاد ننمود . اثرات ترفیع عملکرد ناشی از "کلرمیکوآت کلرید" که در افزایش تعداد خوشه ها و تعداد دانه در هر گیاه و تعداد دانه در هر خوشه و وزن دانه ها نسبت داده شده بود فقط در یکی از آزمایشات با بکارگیری "کلرمیکوآت کلرید" ظهور یافت . عملکرد دانه افزایش معنی داری در سال ۱۹۸۳ از جنبه تعداد دانه ها در خوشه و متوسط وزن دانه ها نشان داده نشد بلکه در عوض دچارکاهش گردید .

محاسبات ریاضی در گزارش آزمایشات مربوط به اثرات کنترل کننده های رشد بر عملکرد کمیاب تر از اثرات آنها بر اجزاء عملکرد بوده است و این ممکن است تاحدودی برای این موضوع باشد که در آزمایشاتی از این نوع ، اندازه های نمونه گیری برای عملکرد یعنی کرت های ۴۰-۱۰ مترمربعی و اجزاء آن یعنی کرت های فرعی با سطحی در حدود ۳ مترمربع دارای اهمیت مجزایی می باشند . اگرچه آنالیزهای آماری ممکن است نشاندهنده اختلافات معنی داری در اجزاء نمونه های فرعی باشند ولی آنها ممکن نیست نمایندهٔ تمامی نمونه های عملکرد بوده باشند . خوشه های خسارت دیده ای که قبلاً شناسایی نشده بودند ، تحت تأثیر "کلرمیکوآت" قرار گرفتند . در این آزمایش در سال ۱۹۸۳ شیوع خسارت خوشه ای در ارقام کاشته شده کم بود و خسارت خوشه ها در محدوده ای از ۶۸-۶۱ درصد در کرت های تیمار نشده به ۳۰-۲۸ درصد با بکارگیری "کلرمیکوآت کلرید" دچار کاهش معنی داری گردید .

محققان گمان می کنند که کنترل کننده های رشد ممکن است موجب تحریک طویل شدن میانگره انتهایی برای جبران اثر آنها بر میانگره های پائینی گردد ولیکن "کلرمیکوآت کلرید" در این آزمایش اثری بر طول و یا قطر میانگره انتهایی در سال ۱۹۸۴ نگذاشت . حساسیت زیاد برخی ارقام نسبت به خسارت خوشه ممکن است وابسته به کوتاه تر بودن میانگره انتهایی آنان باشد . تحقیقات بیشتری در این مورد و دیگر خصوصیات در تحت شرایطی که خسارت خوشه ای وجود دارند ، ضروری بنظر می رسند .

برای رَد کردن یکبارهٔ انتساب افزایش عملکرد به کاهش خسارت خوشه ای در این آزمایش اثبات گردید که فقط اندکی اثرات مفید "کلرمیکوآت" به نسبت دیگر گزارشات بوقوع می پیوندد و نیز دریافت شد که اثر بر عملکرد بسیار اندک بوده است . محققان تخمین زدند که بوسیله کنترل کننده های رشد فقط تحت شرایط مناسب یعنی کاشت زودتر و تراکم جمعیت عادی محصول با ظرفیت "منبع" کافی باعث ایجاد درصد تعدیلی در "مخزن" می شود لذا چنین می توان نتیجه گرفت که محصول جو بهاره نامحتمل است که عملکرد دانه اش با تیمارکردن زود "کلرمیکوآت کلرید" پیش از افزایش طول کاه آنها افزایش حاصل نماید . گزارش آزمایشات در اینجا تصدیق می نمایند که با وجود بهای اندک "کلرمیکوآت کلرید" اثرات سودمند بسیار اندک بر عملکرد دانهٔ جو توجیه کنندهٔ هزینه مواد شیمیایی و بکارگیری آن ها بر محصول جو بهاره نمی باشد .

منابع و مآخذ :

1- Alan , stephens – 1990 – Dictionary of agriculture – Universal Book Stall

2- Moore , T . C – 1989 – Biochemistry and physiology of plant hormones - ...

3- Smellie , R.M.S – 1971 – The Biochemistry of steroid hormone action – Academic Press

4- Leitch , M.H & et al – 1989 – Effects of chlormequat application on stem characteristics yield and panicle conformation of winter oats – Jour. Of Agri. Sci. : 113 , 17-26

5- Leitch , M.H & et al – 1990 – Effect of single and repeated applications of chlormequat on early crop development , lodging resistance and yield of winter oats – Jou. Of Agri. Scie. : 115 , 11-14

6- Grewal , H.S – 1990 – Response of brassicajuncea to chlorocholine chloride and ethrel sprays in association with nitrogen application – Jou. Of Agri. Sci. : 114 , 87-91

7- White , E.M – 1989 – Effects of chlormequat chloride on yield and components of yield in six cultivars of spring barley – Jou. Of Agri. Sci. : 113 , 377-382

8- White , E.M – 1991 – Response of winter barley to nitrogen and a plant growth regulator in relation to lodging – Jou. Of Agri. Sci. : 116 , 191-200
9- Clifford , P.E & et al – 1992 – Effects of growth regulators on reproductive abscission in faba bean – Jou. Of Agri. Sci. : 119 , 71-78
10- Kettlewell , P.S & et al – 1983 – Effects of early applications of chlomequat on tillering and yield of winter wheat – Jou. Agri. Sci. : 100 , 735-738

۱۱- کوچکی ، ع ؛ غ . سرمدنیا – ۱۳۷۲ – فیزیولوژی گیاهان زراعی – انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
۱۲- لاهوتی ، م – ۱۳۷۰ – اصول فیزیولوژی گیاهی (جلد دوم) – انتشارات آستان قدس رضوی
۱۳- راشد محصل ، م.ح ؛ ع ، کوچکی – ۱۳۶۷ – مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی – انتشارات آستان قدس رضوی

"افزایش عمر گل های شاخه بریده" ؛
"Increasing life of cut flowers"

مقدّمه :

گل های شاخه بریده ای که از باغچه ها قطع می گردند و یا از گلفروشی ها ابتیاع می شوند ، قاعدتاً نباید در زمانی کوتاه پژمرده شوند و در زباله دانی ها رها گردند زیرا با انجام برخی مراقبت ها می توان بر "عمر سبوئی" (vase life) آنها افزود و ضمن کاهش هزینه ها بر لذت ، شادابی و شکوه زندگی اضافه نمود (۵).

برداشت گل های شاخه بریده :

گل های شاخه بریده (cut flowers) را بهتر است در اوایل صبح و یا اواخر غروب خورشید متعاقب اینکه سطوح شاخه ها و برگ های آنها با پاشش آب خنک بخوبی مرطوب گردیدند ، برداشت نمود .
دلیل اینکار چنین است که این گل ها در طی روزهای گرم از طریق تبخیر به از دست دادن آب بیش از آنچه از طریق ریشه ها جایگزین می شوند ، پرداخته اند لذا ممکن است پس از برداشت بزودی پژمرده گردند.
در چنین مواقعی باید گل هایی را انتخاب نمود که هنوز به مرحله شکوفائی کامل نرسیده اند سپس ساقه های گل ها را با چاقوی تیز یا قیچی باغبانی قطع کرد.
باید توجه داشت که از چاک دادن ، شکستن و فشردن ساقهٔ گل ها بشدت اجتناب ورزید زیرا اینگونه صدمات می توانند فرآیند جذب آب از طریق آوندها را مختل سازند.
آنگاه برگ های مازاد را از بخش های تحتانی شاخه ها قطع می کنند و هر دسته از گل ها را با صفحات پلاستیکی یا کاغذی می پوشانند تا تلفات آب به حداقل کاهش یابد (۵).

کاربرد مواد نگهدارنده برای گل های شاخه بریده :

تمامی گل های شاخه بریده را باید بلافاصله پس از برداشت در داخل آب قرار داد زیرا این قبیل گیاهان پس از جداسازی از پیکره گیاه مادری فاقد سیستم ریشه ای خواهند بود لذا برای رفع نیازهای رطوبتی تماماً متکی به آوندها می باشند بنابراین در صورتیکه سریعاً درون آب قرار نگیرند ، به سبب نفوذ مولکول های هوا در لوله های آوندی به انسداد مسیر جریان آب دچار می شوند و بزودی پژمرده می گردند. البته در چنین مواقعی می توان متعاقب خارج ساختن شاخهٔ گل های بریده از درون آب پس از دقایقی اقدام به قطع چند سانتیمتر از انتهای ساقه ها نمود و آنگاه آنها را مجدداً درون آب قرار داد (۷).

با توجّه به اینکه برگ ها قادر به تأمین مواد غذایی گل های زینتی سالم و کامل از طریق فتوسنتز می باشند ولیکن به دلیل اینکه گل های شاخه بریده را در شرایط سایه و در داخل اتاق ها نگهداری می کنند و نور کافی برای انجام فتوسنتز حاصل نمی شود بنابراین افزودن عناصر غذائی به آب سبوها و یا به صورت محلول پاشی بر شاخه ها و برگ هایش می تواند تا حدودی بر عمر آنها بیفزاید (۷).

نتایج پژوهشی مبین آن هستند که مواد نگهدارنده (preservatives) مخصوص می توانند بر عمر گل های شاخه بریده بیفزایند. متقابلاً باید توجّه داشت که برخلاف باور عوام با افزودن موادی چون : آسپرین ، نوشابه های الکلی و غیر الکلی ، معجون های خانگی و سکه های فلزی نمی توان موجب اضافه شدن دوام گل های شاخه بریده شد (۷).

یک ماده نگهدارندهٔ گل های شاخه بریده در حقیقت مرکب از مواد زیر است :

۱) قند معمولی یا ساکارز (sucrose)

۲) اسیدیفایر (acidifier)

۳) ضدعفونی کننده (microorganisms inhibitor)

۴) کاهندهٔ تنفس (respiratory inhibitor) (۷).

ساکارز بعنوان منبع تأمین انرژی می تواند جانشین نقصان فعالیت برگ ها در جهت تداوم رشد و دوام گل های شاخه بریده گردد (۷).
ماده اسیدیفایر موجب کاهش PH آب تا محدودهٔ اسیدیته عصاره های سلولی (cell sap) می شود.
بعلاوه بسیاری از آب های لوله کشی شهرها دارای مواد قلیایی هستند و بدین ترتیب از عمر گل های شاخه بریده کاسته می شود.
مواد اسیدیفایر همچنین می توانند موجب ثبات رنگدانه ها یا پیگمان های (pigment) گیاهی گردند تا بدینطریق رنگ گل های شاخه بریده برای مدت طولانی تری حفظ شود. بعنوان مثال زمانیکه رُزهای شاخه بریده را بدون استفاده از مواد نگهدارنده در داخل آب می گذارند، پس از مدتی از رنگ قرمز به آبی متمایل می شوند (۷).

مواد ضدعفونی کننده موجب ممانعت از رشد میکروارگانیزم ها می شوند لذا حضور آنها در ترکیب مواد نگهدارندهٔ گل های شاخه بریده حائز اهمیّت است. باید توجّه داشت که باکتری ها و قارچ های مضر در همه جا حضور دارند لذا از محل بریدگی شاخه ها بمحض آماده شدن شرایط به داخل بافت ساقه ها نفوذ می کنند و تکثیر می یابند.
البته همواره پیش از آنکه علائم فساد حقیقی در اندام های گل شاخه بریده ظاهر گردند، ساختار مجاری دخیل در انتقال آب توسط پیکرهٔ میکروارگانیزم ها آسیب می بینند و مسیر جریان آب مسدود می گردند. بنابراین برای کمک به تأثیر مواد ضدعفونی کننده باید ظروف و کوزه های نگهداری گل های شاخه بریده را مرتباً تمیز نمود.
بعلاوه باید تمامی برگ های زیر سطح آب را از شاخه ها جدا ساخت زیرا بزودی دچار زوال می گردند و آب را متعفن می سازند که این موضوع عاملی بسیار مهم در کاهش عمر گل های شاخه بریده است (۷).

فرآیند مقاوم سازی گل های شاخه بریده :

فرآیندی موسوم به "مقاوم سازی" (hardening) گل های شاخه بریده می تواند تأمین کنندهٔ بیشترین مقدار جذب آب باشد. در این شیوه اقدام به قرار دادن شاخه گل های بریده در آب ولرم حاوی مواد نگهدارنده با دمای ۴۳/۵ درجه سانتیگراد (۱۱۰-۱۰۰ درجه فارنهایت) می نمایند آنگاه آنها را به مدت ۲-۱ ساعت در محل خنک قرار می دهند تا حداکثر جذب آب در اثر حرکت سریع مولکول های مایع یا انرژی جنبشی (kinetic energy) صورت پذیرد. نکته مهم دیگر اینکه گل های شاخه بریده کمترین میزان رطوبت خود را در شرایط خنک از دست خواهند داد (۷).

نکات مهّم در افزایش دوام گل های شاخه بریده :

رعایت نکات برجسته و مهّم ذیل می تواند تا حد معقولانه ای باعث افزایش دوام انواع گل های شاخه بریده گردد:

۱) دسته گل های مورد نیازتان را همواره از گلفروشی های معروف با حجم فروش روزانهٔ بالا خریداری نمائید تا از تازگی گل های شاخه بریده مطمئن باشید.

۲) گل هایی که در ظاهر دارای گلبرگ هایی با حاشیهٔ قهوه ای هستند، از عمر چند روزهٔ پس از برداشت برخوردارند لذا عمر طولانی نخواهند داشت.

۳) مراقب دسته گل هایتان در حین حمل و نقل باشید لذا بهتر است دستجات گل ها را به صورت مناسبی بسته بندی کنید. همچنین برای انتقال دسته گل تا فواصل زیاد بهتر است انتهای ساقهٔ آنها را درون حولهٔ مرطوب قرار دهید.

۴) گل های شاخه بریده را پس از انتقال به منزل یا محل کار سریعاً از حالت دسته ای خارج سازید و پوشش محافظ آنها را بردارید.

۵) تمامی برگ ها و گل های پژمرده را از سطح شاخه های گل حذف کنید.

۶) همیشه از سبو ، سفالینه یا ظروف شیشه ای مناسب و کاملاً تمیز برای نگهداری گل های شاخه بریده استفاده کنید.
۶-۱) ظروف را قبل از استفاده با آب صابون گرم بشوئید و سپس بخوبی آبشویی کنید تا از زدودن تمامی میکروارگانیزم های مضر اطمینان یابید زیرا اینگونه موجودات ذره بینی می توانند باعث تغییر رنگ و بوی آب شوند و سریعاً دسته گل ها را بپوسانند.
۶-۲) بر اساس طول و سنگینی شاخه های گل بریده باید از ظرف مناسبی برای نگهداری آنها بهره گیرید تا امکان واژگونی کاهش یابد. برای حفظ ساقه های ضخیم و نسبتاً بلند ممکن است نیازمند استفاده از ظروف مجهز به ۳ پایه (sheers) باشید.

۷) انتهای ساقهٔ تمامی گل های شاخه بریده را به میزان ۱ اینچ بصورت مایل ببرید تا با افزایش سطح تماس با آب بر شدت جذب آنها افزوده شود. بر اساس میزان ضخامت و استحکام ساقه های گل از قیچی باغبانی یا کارد مناسب جهت بریدن صاف و یکنواخت انتهای ساقه ها بهره گیرید.
۸) آب های شور و نیمه شور به دلیل داشتن سدیم برای نگهداری گل های شاخه بریده مناسب نیستند لذا بهتر است از آب مقطر ، آب چشمه های شیرین و یا در صورت مناسبت از آب لوله کشی شهری استفاده نمائید.
۹) طول شاخه های گل بریده را مطابق با ارتفاع کوزه یا گلدان شیشه ای یا سرامیکی کوتاه نمائید بطوریکه برگ ها و گل ها فقط اندکی بلندتر از لبهٔ ظرف قرار گیرند تا اوًلا ساقهٔ کافی برای قطع شدن های روزهای آتی موجود باشد و ثانیاً آبرسانی به برگ ها و گل های فوقانی با سهولت بیشتری توسط آوندها انجام پذرد.
۱۰) برگ های تحتانی آنرا که در زیر سطح آب قرار خواهند گرفت ، حذف کنید.

۱۱) ساقه های شاخه گل خریداری شده را قبل از اینکه درون آب سبو قرار دهید، بخوبی با آب صابون گرم بشوئید و بخوبی آبشویی نمائید تا با زدودن میکروارگانیزم های مضر به پاکیزه ماندن آب داخل سبو کمک گردد.
۱۲) گل های شاخه بریده را بلافاصله پس از آماده سازی در آب ولرم حاوی مواد نگهدارنده گل ها (flower preservative) بگذارید و سپس به محل خنک منتقل سازید.

۱۳) شاخه های گل بریده بهتر است در محلول نگهدارنده ای مشتمل بر مواد زیر قرار گیرند :
الف) ماده اسیدزایی که بتواند PH محلول را به ۳-۴/۵ برساند.
ب) مواد ضدعفونی کننده ای که جریان آب درون ساقه ها را حفظ کند.
پ) منبع انرژی نظیر شکر که باعث تغذیه شاخه های گل گردد.
در موارد عدم دسترسی به انواع تجارتی مواد نگهدارنده گیاهی می توان موادی نظیر "7 up" یا چند قطره سفید کنندهٔ کلره را به آب داخل ظرف (سبو) اضافه کرد. همچنین می توان از مقداری شکر و ماده ضد عفونی کننده برای جلوگیری از رشد باکتری ها سود جُست.
توجه داشته باشید که از مایعات سفید کننده فقط به میزان یک قاشق چایخوری در لیتر بهره گیرید زیرا مقادیر بیشتر برای سلامتی گیاهان زیانبخش می باشند. این نوع مایعات بخوبی می توانند موجب حذف میکروارگانیزم های مضر شوند (۴،۵،۱،۶).

"جدول۱) تأثیر افزودن عناصر غذایی محلول بر دوام شاخه های گل بریده (۴):"

مقدار مواد افزودنی	دوام (روز)
آب	۶/۴
۲/۵ گرم در لیتر	۵/۱
۵ گرم در لیتر	۶/۵
۱۰ گرم در لیتر	۸/۴
۲۰ گرم در لیتر	۷/۵

"جدول۲) نقش افزودن مواد غذایی محلول بر دوام انواع گل های شاخه بریده (۴):"

گل ها		درصد افزایش دوام در قیاس با آب شُرب
نام فارسی	نام انگلیسی	
لاله ها	Tulips	۳۰/۸
زبان در قفا	Delphinium (Larkspur)	۳۵/۴
---	Alstroemeria	۴۹/۳
سوسن ها	Lilies	۵۰
کوکب	Dahlia	۵۰
آفتابگردان	Sunflower	۵۰
مامیثا	Scabiosa	۵۳/۳
گلایول	Gladiolus	۵۹/۵
گل انگشتانه	Digitalis (Foxglove)	۷۹/۴
گل میمون	Snapdragon	۱۱۰/۲
---	Wax flower	۱۱۴/۳
ژربرا	Gerbera	۱۵۴/۷
گل ساعتی صدپُر	Jolly Jumper Asters	۱۵۷/۴
بومادران	Yarrow	۲۴۷

۱۴) هرگز گل های شاخه بریده و میوه ها را در یکجا نگهداری ننمائید زیرا میوه هایی نظیر سیب و کیوی در حین رسیدگی پس از برداشت (میوه های کلیماکتریک) به تولید گاز اتیلن می پردازند که دارای اثرات هورمونی است و موجب پیری زودرس گل ها می شود.
گل های شاخه بریده زمانیکه در معرض گاز اتیلن قرار گیرند ، سریعاً پژمرده و نابود می شوند لذا برای جلوگیری از این فرآیند بهتر است گل هایی نظیر : رُزها (rosed) ، ارکیده ها (orchids) ، سوسن ها (lilies) ، میخک صد پَر (camations) ، زبان در قفا (delphinium ، larkspur) و Alstroemeria را که نسبت به حضور اتیلن بسیار حساسند ، در مجاورت میوه های در حال رسیدن قرار ندهید.
امروزه استفاده از مواد افشانهٔ جدیدی نظیر EthylBloc می تواند از اثرات گاز اتیلن بکاهد و بدینطریق بر دوام گل های شاخه بریده بیفزاید.

۱۵) استفاده از مواد جدیدی چون Quick Dip بلافاصله پس از قرار دادن شاخه های گل بریده در درون آب باعث جلوگیری از خمش ناحیه گردن (bent neck) آنها می شود.
۱۶) شاخه های گل بریده همانند ما برای بقاء به غذا نیازمندند لذا بایدمرتباً به تغذیه برگی آنها مبادرت ورزید. اینگونه مواد غذایی را می توانید از گلفروشی ها ابتیاع نمائید و به مقدار مناسب بکار گیرید.
۱۷) بر روی دسته های گل شاخه بریده مرتباً آب بپاشید. باوجودی که بطور روزانه مراقب مقدار و تازگی آب داخل سبوها هستید ولیکن باید چندین دفعه در روز از طریق "مه پاشی" (mist) آب بر سطح دستجات گل شاخه بریده به تازگی آنها کمک نمائید.
۱۸) گل های شاخه بریده را از جریانات هوای گرم و سرد دور نگهدارید لذا آنها را با فاصله مناسب از دستگاه های مولد گرما (رادیاتور، بخاری، تلویزیون) و مولد سرما (کولر، چیلر، پنکه) قرار دهید. قرار گرفتن گل های شاخه بریده در معرض گرما می تواند موجب افزایش تعرق و در نتیجه اتلاف آب از پیکرهٔ گیاه شود لذا در زوال و ریزش گلبرگ هایش تسریع می گردد.

۱۹) گل های شاخه بریده را در معرض نور مستقیم خورشید قرار ندهید ولیکن محل قرار دادن آنها در طی روز باید بخوبی روشن باشد. بهتر است بدقت میزان دمای آب ظرف حاوی شاخه های گل بریده را تحت نظر بگیرید.
۲۰) سبو (vase) ، کاسه (bowl) یا ظرف شیشه ای حاوی شاخه های گل بریده را در محل خنکی با دمای ۳۴-۳۸ درجه فارنهایت و رطوبت نسبی ۹۰-۸۰ درصد قرار دهید.
در صورتیکه برای چند روز از خانه دور می شوید، می بایست ظرف حاوی دسته گل بریده را در خنک ترین نقطه خانه و یا درون یخچال با دمای بالاتر از ۵ درجه سانتیگراد قرار داد.
همچنین شب ها نیز بهتر است دسته گل های بریده را درون یخچال یا محل خنک بگذارید.

۲۱) برای حفظ محلول داخل سبو از فوم یا اسفنج مناسبی با اندازه مطلوب سود جوئید.
۲۲) مرتباً سطح آب داخل سبو را کنترل کنید و در صورت لزوم اندکی بر آن بیفزائید. بعلاوه آب درون ظرف را مرتباً تعویض کنید و به آن مجدداً مواد نگهدارندۀ تازه بیفزائید.
۲۳) هر ۳-۲ روز یکبار شاخه های گل را از ظرف خارج سازید آنگاه پس از تخلیه آب بخوبی ظروف آنرا تمیز نمائید و با آب تمیز و مواد نگهدارندۀ تازه مجدداً آماده سازید. متعاقباً انتهای شاخه های گل بریده را به میزان یک اینچ بطور اریب (زاویه ۴۵ درجه) قطع کنید تا مسیر جذب آب یعنی آوندها مجدداً گشوده گردند و سریعاً آنها را درون آب قرار دهید.
بر اساس برخی توصیه ها ایده آل آن است که هر روز به مقدار یک اینچ از انتهای شاخه های گل بریده را قطع نمائید و آب محفظه را نیز تعویض کنید. البته دورۀ قطع انتهای شاخه ها را در شرایط خنک تر می توان با فواصل زمانی بیشتر (۲-۳ روز) انجام داد (۴،۵،۱،۶).

"جدول۳) تأثیر درجه حرارت محیط بر دوام شاخه های گل بریده (۴):"

دما (درجه فارنهایت)	دوام (روز)
۳۷	۱۲-۱۰
۴۱	۷-۶
۶۸	۳-۲

توصیه های دهگانه به فروشندگان گل های شاخه بریده :

۱) گلفروش ها (florists) باید به مزیت قراردادن شاخه های گل بریده در داخل آب قبل از انتقال آنها از دلوها (bucket) به کوزه ها (vase) واقف باشند. زمانیکه شاخه ها و برگ های گل بریده در معرض هوا قرار می گیرند آنگاه بفوریت با ایجاد بافتی سخت به قطع مسیر جذب آب و عناصر غذایی مبادرت می ورزند. ثانیاً حباب های هوا در درون آوندهای ساقه ها بدام می افتند و بدینطریق مسیر جریان آب به داخل ساقه ها را مسدود می سازند (۲).

۲) پرورش دهندگان (growers) و گلفروشان باید از آب ولرم (lukewarm) با دمای ۱۱۰-۱۰۰ درجه فارنهایت برای گل های بریده استفاده نمایند سپس آب حاوی عناصر غذایی را سریعاً بر روی گل ها بپاشند. اصولاً مولکول های آب گرم سریعتر از مولکول های آب سرد حرکت می کنند لذا موجب تسریع در فرآیند جذب عناصر غذایی محلول در آب می شوند. البته استثنائاً گل های پیازداری (bulb flowers) نظیر لاله ها (tulips) تمایل بیشتری به بقاء در آب های خنک دارند (۲).

۳) گلفروشان باسابقه می دانند که تهیّه محلول متعادلی از عناصر غذایی بنحو بارزی می تواند باعث افزایش دوام گل های شاخه بریده گردد.

باید توجه داشت که گیاهان در شرایط محیطی معمولی به تدارک مواد غذایی مورد نیاز ساقه ها ، برگ ها و گل هایشان می پردازند امّا گل ها در شرایط نامناسب بفوریت از دریافت عناصر غذایی محروم می شوند.
در نگهداری تجاری گیاهان به تدارک اشکالی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان برای گل های شاخه بریده نموده اند. اینگونه محلول ها حاوی : قندها برای تغذیه ، آنتی بیوتیک ها برای مبارزه با باکتری ها و اسید سیتریک برای ایجاد اسیدیته ضروری در آب هستند.
زمانیکه از نگهدارنده های (preservative) تجاری یا خانگی برای دوام عمر گل های شاخه بریده استفاده می شود ، باید از کاربرد اندازه دقیق آنها مطمئن گردید.

یک نمونه از ترکیب مواد نگهدارنده تجاری گل های شاخه بریده عبارتند از :
الف) شکر (sugar) بمیزان ۱ قاشق چایخوری
ب) محلول سفیدکننده (bleach) بمیزان ۱ قاشق چایخوری
پ) عصاره لیموترش (lime) یا لیموشیرین (lemon) بمیزان ۲ قاشق چایخوری
ت) آب ولرم (lukewarm water) بمیزان ۱ لیتر (quart) (۲).

۴) گلفروشان باید از قیچی های (shears ، clippers) مخصوص باغبانی ، تمیز و عاری از باکتری ها برای بریدن انتهای شاخه گل های بریده بمنظور افزایش توانایی آنان در جذب محلول ها استفاده نمایند. استفاده از قیچی های معمولی (scissors) مخصوص پارچه یا کاغذ می تواند موجب آسیب دیدگی سیستم آوندی اینگونه گل ها گردد لذا در جذب آب توسط آنها اختلال ایجاد می شود. قیچی های باغبانی مخصوص می توانند برش های بهتری را با ایجاد کمترین ضایعات بوجود آورند (۲).

۵) گلفروش ها باید از اهمیّت قطع حدود یک اینچی انتهای شاخه ها با زاویه ۴۵ درجه در ابتدای کار آگاه باشند زیرا بدین طریق ساقه ها را در معرض تماس بهتر و بیشتر با محلول برای جذب بیشتر آب و مواد غذایی قرار می دهند (۲).

۶) قطع انتهای شاخه های گل بریده به مقدار ۱ اینچ بطور روزانه (حداکثر ۳-۲ روز یکبار) توصیه می گردد تا بدین ترتیب باعث گشوده شدن مجدد مجاری آوندی برای جذب آب و مواد محلول گردد (۲).
۷) سبو های حاوی دسته گل های شاخه بریده (bouquet) را باید از ریختن یا تراوش آب ، تابش نور مستقیم خورشید و مجاورت با میوه های در حال رسیدگی محافظت نمود. اینگونه میوه ها موسوم به میوه های "کلیماکتریک" در ضمن رسیدگی پس از برداشت به ساطع کردن گاز اتیلن اقدام می نمایند که موجب تسریع در بازشدن غنچه ها ، زوال رنگ گلبرگ ها و کاهش عمر گل ها خواهد شد.
بعلاوه تابش نور مستقیم خورشید و کم شدن آب کوزه ها از مهمترین عوامل کوتاه شدن طول عمر و زوال زیبائی دسته گل ها می باشند(۲).

۸) استفاده از یک اسفنج (فوم) تمیز و خیس می تواند موجب حفظ آب در ته سبوها یا دلوها شود و بدین ترتیب بر دوام دسته گل های شاخه بریده بیفزاید. بهرحال روزانه مقداری آب به اسفنج ها بیفزائید. گل ها و اسفنج ها را پس از چند روز از کوزه ها خارج کنید و آب ظروف را تخلیه نمائید سپس همگی را بخوبی بشوئید و به حالت اوّل بازگردانید (۲).

۹) گلفروشان باید از فواید پُر کردن ساقه های توخالی برخی گل ها آگاهی یابند. برای این منظور ساقه های اینگونه گل ها را به حالت وارونه در دست می گیرند و درون ساقه های خالی آنها را با آب تمیز پُر می کنند. برای باقی ماندن آب در درون ساقه ها می توان از تکه های پارچه یا پنبه جهت بستن مجرای ساقه ها استفاده کرد و یا محل مجرا را با انگشت نگهداشت سپس شاخه های گل را درون آب قرار داد و آنگاه انگشت را برداشت (۲).

۱۰) گلفروشان باید شاخه ها و برگ های مازاد ، پژمرده و خشکیده را از دسته گل ها حذف نمایند. شاخه ها و برگ های تحتانی و بخش های خشکیدهٔ فوقانی باید بموقع حذف شوند تا بدین طریق بر عمر گل های شاخه بریده افزوده گردد. آب سبو را تعویض نمایند و مقدار صحیحی از مواد نگهدارندهٔ تازه را به آن اضافه کنند و آنگاه دسته گل های بریده را مجدداً مرتب سازند (۲).

افزایش دوام گل های شاخه بریده در شرکت Dole Food :

شرکت Dole Fresh Flowers در شهر میامی ایالت فلوریدای آمریکا از مراکز پیشرو صنعت گل های شاخه بریده در جهان است. این شرکت در تلاش برای کاهش هزینه اصلاح گل های شاخه بریده بمنظور افزایش طول دورهٔ زندگی سبوئی یا کوزه ای (vase life) آنها می باشد.

طول دورهٔ زندگی سبوئی گل های شاخه بریده در دوران پس از برداشت بر اساس استانداردهای جهانی باید بگونه ای باشد که علاوه بر تحمل دورهٔ حمل و نقل بتواند حداقل ۷ روز مورد استفادهٔ مصرف کنندگان نهایی قرار گیرد.

فروش گل های شاخه بریده در ایالات متحده آمریکا طی سال های اخیر نسبتاً ثابت و یا فقط اندکی افزایش داشته است. بررسی ها نشان می دهند که مهمترین دلیل آن شامل عدم اطمینان خریداران نهایی از دوام کافی گل های شاخه بریده پس از ابتیاع می باشد. لذا اتحادیه فروشندگان گل و گیاه زینتی تشکیل گروه های تخصصی بازاریابی برای اطمینان بخشی خریداران را برای تضمین دوام سبوئی گل های شاخه بریده پیشنهاد دادند. آنها همچنین پیشنهاد رهاسازی و ترک تولید و فروش آن دسته از گل های شاخه بریده را داده اند که توانایی دوام سبوئی کافی پس از برداشت را ندارند و سریعاً چروکیده می شوند (۳).

چهار عامل مهم در تعیین پتانسیل عمر سبوئی گل های شاخه بریده بر اساس معیارهای شرکت مزبور عبارتند از :

۱) میزان وابستگی به فراهمی آب (water relation)

۲) وضعیت کربوهیدرات ها (carbohydrate status)

۳) میزان واکنش به اتیلن (ethylene)

۴) مقاومت به حضور پاتوژن ها (pathogens) (۳).

در ضمن برداشت ، بسته بندی و حمل و نقل گل های شاخه بریده از میزان رطوبت و هیدرات های کربن موجود در آنها کاسته می شود درحالیکه تلاش برای کاهش اثرات اتیلن و خسارات پاتوژن ها تا قبل از تحویل به خریدار نهایی استمرار می یابد (۳).

دانشمندان این شرکت در صددند تا رُزهای شاخه بریده ای با ویژگی های مطلوب زیر را از طریق ایجاد ارقام تغییر یافتهٔ ژنتیکی یا GM (genetically modified) تولید و عرضه نمایند :

۱) ساقه های بلند (long stemmed)

۲) گل های انتهایی درشت (large headed flowers)

۳) گل های عاری از آفات گیاهی (insect free)

۴) گل های عاری از بیماری های گیاهی (disease free) از جمله :

۴-۱) بوتریتیس (botrytis)

۴-۲) سفیدک پودری (powdery mildew) یا سفیدک کُرکی (downy mildew)

۵) گل های عاری از اختلالات ظاهری (disorder free)

۶) رنگ مطلوب (color desired)

۷) زندگی سبوئی طولانی برای مدت بیش از ۴ هفته (long vase life)

۸) کاهش حساسیت به اتیلن (anti-ethylene)

۹) عدم سیاه شدگی گلبرگ ها (petal blackening)

۱۰) افزایش عطر (fragrance enhancing) (۳).

منابع و مآخذ :

1) Appleyard – 2014 – 7 tips to extend the life of cut flowers – Apple Yard , London ; www.appleyardflowers.com

2) Arango, Janet – 2006 – 10 ways to extend the life of fresh cut flowers like a professional – http://www.thesavvyhomemarker.com

3) Dole, John & et al – 2017 – Partnering with Dole food to extend cut flower postharvest life – NC State University

4) Floralife – 2017 – Care and handling of fresh_cut flowers – http://www.floralife.com

5) Janssen, Don – 2017 – Extend the life of cut flowers – University of Nebraska ; Lincoln

6) Johnson, Tim – 2014 – Simple steps can extend vase life of fresh_cut flowers – Chicago Tribune ; www.chicagotribune.com

7) Meyer, Mary H. – 2017 – Keeping cut flowers and flowering plants – University of Minnesota Extension ; www.extension.umn.edu

"تنک کردن گل ها و میوه ها" ؛
"Flowers & fruits thinning"

مقدّمه :

معمولاً در مورد تنک کردن گل ها و میوه های مختلفی چون انواع "دانه دارها" یا "pome fruits" (سیب ، به و گلابی) و انواع "هسته دارها" یا "stone fruits" (هلو ، شلیل ، آلو) به دفعات بحث می گردد امّا غالباً شاهدیم که درک کاملاً واضح و مدللی ارائه نمی شود.

عملیّات تنک کردن (thinning) را عمدتاً به دو دلیل انجام می دهند :

الف) حذف برخی از میوه ها برای اینکه میوه های باقیمانده بتوانند به رشد کمّی و کیفی مطلوب تری دست یابند.

ب) دادن فرصت کافی به درختان میوه تا به توسعه جوانه های گل برای سال آتی بپردازند ، البته به شرطی که تنک کردن را در بهترین زمان ممکنه صورت دهند.

تنک کردن میوه ها را در زمانی انجام می دهند که آنها به اندازه آخرین بند انگشت کوچک دست انسان یعنی حدوداً به قطر ۰/۵ اینچ رسیده باشند. باید توجّه داشت در مواردی که دارای انواع مختلفی از درختان میوه در

باغات تجارتی یا باغچه های خانگی هستید، لزوماً باید تنک کردن را ابتدا بر واریته های زودرس آغاز نمائید.
امروزه بیشترین تنک شیمیایی میوه ها را بر درختان سیب و گلابی انجام می دهند زیرا مواد شیمیایی کاملاً مطلوبی برای تنک کردن میوه های هسته دار ارائه نمی گردد (۵).

فواید تنک کردن گل ها و میوه ها :
حذف گل ها یا میوه های جوان و نارس در اوایل بهار از طریق محدود کردن تعداد میوه های قابل رشد می تواند به افزایش اندازۀ (size) میوه های باقیمانده بینجامد (۷).

تنک کردن درختان میوه در انواع زیر قابل انجام است :
الف) تنک کردن برگ ها :
نسبت مطلوب برگ ها به میوه ها در بسیاری از ارقام سیب و گلابی در حدود ۱:۴۰ تا ۱:۷۵ (یعنی ۷۵-۴۰ برگ به ازای هر میوه) است تا بدینطریق به اُپتیمم تعداد و اندازۀ میوه ها در زمان برداشت دست یافت. در این رابطه ارقام زودرس (early varieties) نیازمند نسبت برگ به میوۀ بیشتری هستند. بعلاوه واریته هایی از درختان سیب کوتوله (dwarf apple) و ارقامی که میوه هایشان فقط بر روی سیخونک ها (spur type) ظاهر می گردند ، برای حصول برداشت مناسب نیازمند نسبت برگ به میوۀ کمتری در حدود ۱:۲۵ می باشند زیرا انتقال مواد فتوسنتزی در مدت و مسافت کمتری از برگ ها به میوه ها انجام می پذیرد (۷).

ب) تنک کردن شکوفه ها :
باید توجّه داشت که میوه های درشت همواره از شکوفه ها و گل های بزرگتری حاصل می گردند که بخوبی در مقابل نور خورشید رشد می نمایند و بر روی گیاهانی قرار دارند که نسبت سطح برگ به میوه هایشان در حالت تعادل می باشد. واضح است که نهایتاً اینگونه درختان دارای تعداد زیادی از میوه ها بر روی هر شاخه نخواهند بود (۷).

البته تنک کردن شکوفه ها (blossom thinning) نیز منجر به افزایش نسبت برگ ها به میوه ها می شود و به درشت شدن میوه ها و طویل شدن نوساقه ها (shoots) می انجامد (۷).
باید توجّه داشت که تنک کردن شکوفه ها دارای خطرات بیشتری در قیاس با تنک کردن میوه ها می باشد زیرا تغییرات نامطلوب آب و هوایی پس از تنک کردن شکوفه ها ممکن است بگونه ای واقع شود که تمامی گل های باقیمانده بخوبی تلقیح نشوند و میوه دهی مورد انتظار را به مخاطره اندازد (۷).

پ) تنک کردن میوه ها :
زمانیکه به کاهش تعداد میوه ها اقدام می شود آنگاه باعث افزایش نسبت سطح برگ ها به تعداد میوه ها (Leaf/fruit ratio) در اثر حذف میوه های ریزی می گردند که هیچگاه به اندازه و کیفیت مطلوب نائل نخواهند آمد و بدین طریق به میوه های درشت تر و با کیفیت تری در انواعی چون : سیب ، گلابی ، شلیل ، هلو ، آلو ، کیوی و خرمالو دست می یابند درحالیکه انواع دیگری از گیاهان مثمر نظیر : آلبالو ، گیلاس و میوه های آجیلی غالباً تنک نمی شوند (۷).

تنک کردن درختان میوه می تواند برای منظورهای زیر انجام پذیرد :
الف) حذف میوه ها یا گل های مازاد برای افزایش کمّی و کیفی محصول
ب) حذف سال آوری برای داشتن محصول کافی در سال آتی
پ) هرس شاخه های مثمری که از شادابی کافی برخوردار نیستند (۷).

در تنک کردن میوه ها سعی می شود که فقط یک میوه در هر سیخونک یا میخچه (spur) باقی بماند و لاجرم کمترین تعداد میوه ها بر روی شاخه ها حاضر باشند. در این مورد باید سعی شود تا ترجیحاً گل ها و میوه

های ضعیف حذف شوند و برعکس به حفظ گل ها و میوه های درشت تر ابرام ورزند. باید سعی شود تا تعداد پراکنش میوه ها یا خوشه های آنها بر روی شاخه های مختلف درختان نسبتاً یکسان باشند(۷).

تکنولوژی تنک کردن شیمیایی میوه ها :

امروزه بکارگیری مناسب استراتژی های تنک شیمیایی (chemical thinning) از نقش بسیار مؤثری در تولید مطلوب میوه های "دانه دار" (pipfruit ، pome fruit) نظیر سیب و گلابی برخوردار می باشد.

باغداران ماهر معتقدند که تنک شیمیایی درختان میوه در حقیقت بکارگیری علم به شکلی هنرمندانه است زیرا در این روش از مواد شیمیایی بگونه ای برای تنک کردن میوه ها استفاده می شود که بر اساس : نوع میوه ، واریته ، محیط رشد و عوامل اقلیمی بتواند به بهترین برداشت محصول منتهی گردد(۹).

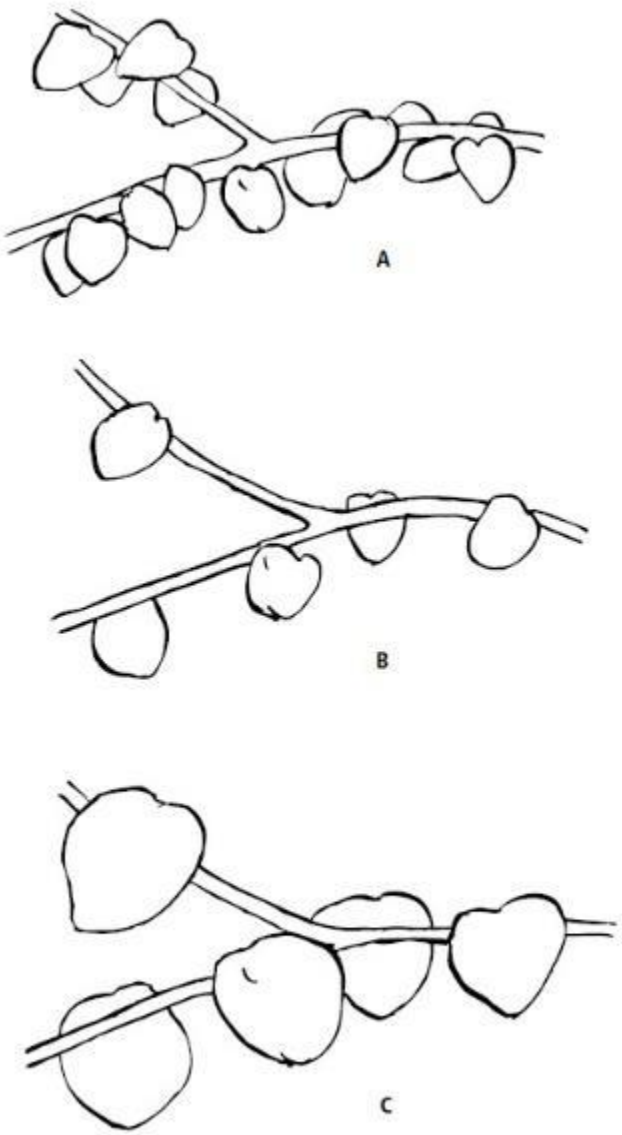


Figure 1. (A) Immature stone fruit before thinning. (B) Immature stone fruit immediately after thinning. (C) Thinned stone fruit at maturity.

پدیده سال آوری درختان میوه :

طی سال های اخیر بسیاری از درختان باغات مثمر استرالیا به دلیل سرمازدگی میوه های "سال آور" دچار صدمه شدیدی شده اند. محققین استرالیایی بدنبال چنین وقایعی تنها ابزار مؤثر برای غلبه بر پدیدهٔ "سال آوری" (biennial bearing) را اجرای برنامهٔ تنک شیمیایی درختان میوه دانستند لذا اقدام به اجرای وسیع آن در سال ۲۰۰۷ میلادی نمودند و متعاقباً به نتایج مثبتی در سال ۲۰۰۸ میلادی نائل آمدند.

پژوهندگان زمان بکارگیری تنک شیمیایی را حداقل ۴-۳ هفته لغایت ۶ هفته بعد از شکوفه دهی کامل یا AFB (after full bloom) عنوان می کنند یعنی دقیقاً قبل از آنکه جریان هورمون جیبرلین بتواند به توسعه گل ها و تلقیح آنها بینجامد (۹).

قوی ترین مواد شیمیایی که در مناطق میوه کاری سراسر جهان برای تنک گل ها و میوه های درختان مثمر بکار می روند، عبارتند از :

۱) اترل (Ethrel)

۲) تنک کننده های "آمونیوم تئوسولفات" یا ATS (ATS blossom sprays)

۳) بنزیل آدنین یا BA (Benzyl-adenine)

۴) کاربارِیل (Carbaryl)

۵) "نفتالو استیک اسید" (NAA) و "نفتالن استامید" (NAD)

۶) سیتولین (Cytolin) (۹).

عواملی که باعث تسهیل در تنک کردن شیمیائی درختان میوه می شوند عبارتند از :
۱) ویگوریته درختان میوه و داشتن شاخه های قائم (upright)
۲) درختان جوانی که هنوز بخوبی استقرار(unsettled) نیافته اند.
۳) درختان متراکم و قرار گرفتن جوانه های میوه در وضعیت سایه
۴) ویگوریته پایهٔ پیوند (rootstock)
۵) قرار گرفتن سیستم ریشه ای درختان در شرایط رطوبت اشباع
۶) کمبود عناصر غذایی بویژه نیتروژن
۷) فقدان گرده افشانی موفق
۸) گلدهی ضعیف درختان میوه در سال "کم بار" (off crop years)
۹) درختان دارای دورهٔ گلدهی کوتاه و فشرده
۱۰) واریته هایی که توانایی کمی در میوه دهی (shy setting) دارند (۹).

عواملی که باعث اِشکال در تنک کردن شیمیائی درختان میوه می شوند عبارتند از :
۱) درختان دارای رشد ضعیف و شاخه های آویزان
۲) درختان بالغی که بخوبی استقرار یافته اند.
۳) درختان دارای پایهٔ پیوند کوتوله (dwarf rootstocks)
۴) درختان دارای شاخه و برگ های غیر متراکم که سایه اندازی کمی بر کانوپی دارند.
۵) درختان برخوردار از عنصر ازت متعادل
۶) وضعیت دگرگشنی مطلوب
۷) شکوفه دهی تنک ولی قوی

۸) درختان در سال "پُربار" (on crop trees)
۹) دورهٔ گلدهی طولانی
۱۰) ارقامی که درصد زیادی از شکوفه ها را به میوه تبدیل (power setting) می کنند (۹).

بسیاری از باغات میوه ممکن است دارای ارقامی از درختان مثمر باشند که به سادگی تحت تنک شیمیایی واقع می شوند و یا بالعکس به مقاومت در برابر تأثیرات آن می پردازند لذا تشخیص این موارد و بکارگیری دُز مناسبی از مواد شیمیایی برای حصول به نتایج مطلوب ضرورت دارد (۹).

نقش گرده افشانی در تنک کردن درختان میوه :

گرده افشانی (pollination) دارای تأثیرات عمیقی بر واکنش درختان میوه نسبت به تنک شدن شیمیایی و همچنین اندازه و کیفیت میوه ها است.
بررسی ها مؤید آن هستند که زنبورهای گرده افشان معمولاً در محدوده ای به شعاع ۳۰-۲۰ متر به فعالیت می پردازند لذا باغاتی نظیر باغ های گلابی که درختان متراکم تری دارند ، نیازمند زنبورهای گرده افشان بیشتری هستند. البته برخی باغات سیب که مشتمل بر واریته های خودگشن (self-fertility) نظیر: Fuji ، Golgen delicious ، Granny smith ، Royal gala و Braeburn می باشند ، قاعتاً نیازمندی کمتری به حضور و فعالیت زنبورهای گرده افشان دارند.
نژادهای سیب Red delicious و واریته های تریپلوئید آن از جمله Jonagold نیز از قابلیت خودگشنی بی بهره اند. با توجّه به اینکه واریته های تریپلوئید توانایی تولید گرده های زیست پذیر را ندارند لذا نیاز شدیدی به گرده افشانی توسط درختان مجاور با کمک باد و یا حشرات گرده افشان دارند.
گرده افشانی در مواردی که فاصله درختان نسبتاً زیاد است و یا امکان تلقیح گل ها با گرده های ارقام مجاور وجود ندارد، هیچگاه مؤثر واقع نمی گردد (۹).

نقش آب و هوا بر تنک کردن درختان میوه :

عوامل آب و هوایی در مراحل قبل ، حین و یا پس از تیمار تنک شیمیایی بر میزان واکنش درختان میوه حائز اهمیّت هستند. بعنوان مثال رفتار شکوفه دهی درختان میوه متأثر از عوامل زیر می باشد :

الف) میزان سرمای زمستانه

ب) سرعت افزایش دمای محیط در اوایل بهار

ج) دوام درجه حرارت در طی شکفتن شکوفه ها تا دورهٔ ریزش گلبرگ ها (۹).

زمستان های معتدل و باغات واقع در ارتفاعات پائین هر ساله از سطوح سرمای متغیّری بهره مند می شوند لذا رفتار شکوفه دهی متفاوتی دارند و خصوصاً از دورهٔ شکوفه دهی طولانی تری (۵-۶ هفته ای) سود می برند درحالیکه باغات میوه واقع در ارتفاعات به دلیل بروز سرمای زمستانه دارای دورهٔ شکوفه دهی کوتاه ۷-۱۰ روزه هستند.

هر چه دورهٔ شکوفه دهی طولانی تر باشد آنگاه کاربرد مواد از بین برندهٔ دورهٔ خواب می تواند از دورهٔ شکوفه دهی بکاهد و باعث افزایش اثربخشی تنک کننده های شیمیایی شود. بنابراین کاهش یافتن دورهٔ شکوفه دهی به سبب کاهش مرحلهٔ رشد شکوفه ها تا زمان توسعه میوه ها می تواند باعث افزایش واکنش به تنک کننده های شیمیایی گردد. نتیجتاً هر قدر واریته های درختان میوه دارای دورهٔ شکوفه دهی طولانی تری باشند ، لزوماً نیازمند دُزهای بالاتری از تنک کننده های شیمیایی خواهند بود (۹).

شرایط آب و هوایی خشک و خنک قبل از بکارگیری تنک کننده های شیمیایی نیز می تواند موجب کاهش جذب مواد مذکور گردد و از واکنش به آنها بکاهد.

شرایط آب و هوایی از جمله: بارانی ، ابری ، گرم و رطوبت نسبی زیاد نیز می توانند موجب نرمی کوتیکول درختان میوه شوند و با افزایش شرایط جذب مواد تنک کننده شیمیایی باعث افزایش واکنش نسبت به آنها گردند.
افزایش حرارت محیط در حین و متعاقب کاربرد تنک کننده های شیمیایی سبب افزایش واکنش به آنها بویژه نسبت به موادی چون : Ethrel ، NAA و BA می شوند.
شرایط آب و هوایی ابری شدید و دماهای بالا پس از کاربرد تنک کننده های شیمیایی موجب کاهش واکنش های فتوسنتزی ، افزایش تنفس ، کاهش کربوهیدرات های ذخیره ای و در نتیجه افزایش اثربخشی می شود درحالیکه شرایط روزهای آفتابی و شب های خنک متضاد چنین تأثیراتی را باعث می گردند (۹).

عوامل آب و هوایی مؤثر بر کاربرد تنک کننده های شیمیایی به شرح زیر می باشند :
۱) حرارت :
بالا رفتن دمای محیط موجب افزایش جذب و واکنش تنک کننده های شیمیایی توسط درختان میوه می شود.
۲) رطوبت نسبی :
بالا بودن رطوبت نسبی موجب بهبود واکنش درختان میوه به تنک کننده های شیمیایی می گردد. بعلاوه ایجاد پوشش مناسبی از محلول اسپری بر روی هدف در شرایط رطوبت نسبی کم بسیار دشوار است زیرا قطرات کوچک محلول تنک کننده قبل از رسیدن به هدف تبخیر می شوند.
۳) وزش باد :
وزش باد می تواند باعث خمیده شدن الگوی پاشش و افزایش تبخیر قطرات ریز محلول سمّی گردد لذا موجب عدم یکنواختی در نتایج تنک شیمیایی خواهد شد.
۴) بارندگی :
بارش باران در طی ۳۶-۲۴ ساعت پس از کاربرد تنک کننده های شیمیایی می تواند موجب فعال شدن مجدد مواد شیمیایی سوزانندهٔ شکوفه ها نظیر ATS شود که نتیجتاً بر شدت تنک کردن و مسمومیّت گیاهی افزوده می شود. بارش باران همچنین می تواند سبب کاهش اثربخشی تنک کننده های حاوی BA و NAA در صورت وقوع طی ۸-۶ ساعت پس از کاربرد اینگونه مواد گردد.
۵) یخبندان :
وقوع یخبندان ممکن است سبب افزایش خرمایی شدن شکوفه ها گردد که علامت افزایش واکنش درختان میوه به تنک کننده های شیمیایی بویژه "اتریل" است.
۶) تگرگ :
بارش تگرگ می تواند موجب تغییر موقت وضعیت میکروکلیمای باغات گردد و بدین طریق باعث افزایش واکنش درختان میوه به تنک کننده های شیمیایی شود (۹).

زمان و شیوه کاربرد تنک کننده های شیمیایی :

زمان کاربرد تنک کننده های شیمیایی بستگی به مرحله گلدهی و توسعه میوه های کوچک یا "میوه چه ها" (fruitlet) ، شرایط آب و هوایی و تکنیک های مورد استفاده دارد و تعیین زمان مناسب می تواند مشخص کنندهٔ میزان اثربخشی آنها باشد (۹).

"تنک کننده های شکوفه ها" (blossom thinners) بویژه مواد "سوزانندهٔ شکوفه ها" (blossom burners) نیازمند تعیین دقیق زمان بکارگیری منطبق با مرحلهٔ شکوفه دهی است (۹).

"مواد تنک کنندهٔ پس از شکوفه دهی" عموماً از فرصت بیشتری برای بکارگیری برخوردارند لذا می توانند منتظر بهترین شرایط آب و هوایی بمنظور حداکثر اثربخشی باشند. شرایط آب و هوایی در زمان بکارگیری تنک کننده های شیمیایی غالباً تعیین کنندهٔ میزان اثربخشی اینگونه مواد می باشند (۹).

کالیبراسیون سمپاش ها :

بکارگیری نازل مناسب در روند پاشیدن محلول تنک کننده های شیمیایی حائز اهمیت است. استفاده صحیح از تنک کننده های شیمیایی باید به یکنواختی تولید میوه ها در تمامی درختان باغ بینجامد لذا کالیبراسیون سمپاش ها می تواند کلید موفقیّت در چنین مواقعی باشد.
با توّجه به اینکه غالباً بیشترین مقدار میوه دهی در بخش های فوقانی درختان و کمترین میزان میوه دهی در بخش های تحتانی و درونی درختان بروز می یابند بنابراین اندازه نازل ها باید بنحوی انتخاب گردند که قطرات محلول تنک کننده شیمیایی را به بالای درختان برساند (۹).

اخیراً پژوهندگان استرالیایی دریافته اند که میزان رطوبت نسبی دارای اثرات متقابلی با اندازه ذرات محلول تنک کننده های شیمیایی می باشد، بگونه ای که کاربرد حجم کم آب منجر به قطرات ریزتری (۱۵۰-۱۰۰ میکرون) در رطوبت نسبی بیش از ۸۰ درصد می شود و می تواند بسیار مؤثر واقع گردد درحالیکه کاربرد حجم آب بیشتر در رطوبت نسبی کمتر قادر است به قطرات درشت تری (۳۰۰ میکرون) منجر گردد که به نتایج نازل تری خواهد انجامید (۹).

در مواقع بکارگیری موتد تنک کنندهٔ شکوفه ها لازم است که مرحله خاصی از دوره گلدهی (برای ATS بلافاصله پس از باز شدن گل ها) انتخاب گردد لذا بواسطه اینکه زمان باز شدن گل ها در بخش های پائین ، میانه و فوقانی درختان میوه نسبتاً متفاوت است لذا باید پاشیدن مواد تنک کننده شیمیایی را برای هر بخش از درختان میوه بطور جداگانه ای انجام داد. گاهاً تنک کننده های شکوفه ها را فقط بر بخش های میانی و فوقانی درختان میوه بکار می برند و تنک بخش های پائینی درختان میوه را به برنامه های تنک پس از مرحله شکوفه دهی می سپارند.
در باغاتی که دارای درختان فشرده و مرتفعی هستند و میوه دهی نوک درختان مطلوب بنظر نمی رسد ، تلاش می گردد که منحصراً بخش های فوقانی درختان میوه با کمک بوم های قائم (vertical boom) و سمپاش های برجی (tower sprayers) تیمار گردند (۹).

مهمترین تنک کننده های شیمیایی میوه ها :
۱) ATS :
ماده "آمونیوم تئوسولفات" یا ATS اصولاً فقط بر گل های باز شده در مرحلهٔ قبل از گرده افشانی آنها کاربرد دارد زیرا سبب سوختگی کلاله هایشان می شود و بدین ترتیب گرده افشانی موفقیت آمیز امکانپذیر نخواهد بود و میوه های کوچک حاصله نیز در واکنش به این وضعیت ریزش می کنند.

کارشناسان بهترین کاربرد ATS را زمانی می دانند که گلبرگ های اوّلین شکوفه های هر جوانه (king blooms) در حال ریزش هستند و بعبارتی ۵۰-۴۰ درصد شکوفه ها در حال بازشدن باشند.
اسپری ATS را بر اساس سرعت باز شدن شکوفه ها می توان با فواصل ۷-۳ روز مجدداً تکرار کرد تا بهترین نتیجه حاصل آید..
پاشیدن غلظت های کم ATS هیچگاه توصیه نمی شوند.
در شرایط محیطی خشک و دماهای بالا بهتر است از حجم آب بیشتری استفاده گردد تا ذرات محلول درشت تری حاصل شوند که امکان تبخیر کمتری دارند.
کاربرد ATS بویژه برای تنک کردن میوه های گلابی بسیار اثربخش و مفید است (۹).

۲) Ethrel :
"اترل" بیشترین فعالیت را در مرحله صورتی شدن غنچه ها و تأثیرات متوسط را در مرحله شکوفه دهی و کمترین اثربخشی را در مرحله ریزش گلبرگ ها برجا می گذارد.
میزان اثربخشی "اترل" بستگی به حرارت ماکزیمم طی ۲۴ ساعت پس از کاربرد آن دارد.
دوّمین مرحله اثربخشی "اترل" طی دوره ای است که میوه های کوچک به اندازه ۳۰-۲۰ میلیمتر قطر دارند.
امروزه کاربرد "اترل" به دلیل اشکال در مدیریت پاشش و عدم اعتماد پذیری معمولاً توصیه نمی شود.
"اترل" را در غلظت های کم می توان با سمپاش های دارای نازل های مخصوص حجم های کم بکار گرفت(۹).

۳) NAA :
این تنک کننده شیمیایی میوه ها با عنوان "نفتالو استیک اسید" یا NAA بیشترین فعالیت را در زمان اتمام شکوفه دهی (full bloom) تا دورهٔ ریزش گلبرگ ها و متعاقباً در دورهٔ پس از شکوفه دهی یعنی زمانیکه میوه های کوچک به قطر ۸-۷ میلیمتر می رسند ، بروز می دهد. با این وجود مشخص است که کاربرد زودهنگام آن به نتایج مطلوب تری در قیاس با کاربرد دیرهنگام خواهد رسید.
در موارد کاربرد دیرهنگام توصیه شده است که آنرا در ترکیب با BA یا "کاربارِیل" مصرف نمایند تا اثربخشی بیشتری داشته باشد. در مواردی که به کاربرد خیلی دیرهنگام NAA اقدام ورزند، ممکن است به تولید میوه های کوچک و رشد نیافته ای (pygmy) منتهی گردد.
در اقالیم مرطوب می توان به کاربرد NAA در غلظت های کم نیز مبادرت ورزید.
توصیه شده است که NAA را با "مویان ها" یا "سورفکتانت هایی" (surfactants) نظیر : Tween 20 یا Regulaid مصرف کنند (۹).

۴) NAD :
ماده شیمیایی "نفتالن استامید" یا NAD در حقیقت فرم آمید "نفتالو استیک اسید" یا NAA است که ویژگی هایی مشابه آنرا به حالت کندتر و ملایم تر بروز می دهد. کاربرد NAD در بسیاری از واریته های حساس به تولید میوه های کوچک و رشد نیافته منجر می شود. بررسی های متعدد نشاندهندهٔ دوام بیشتر NAD در

دماهای پائین در قیاس با NAA می باشند. بعلاوه کاربرد NAD بر روی درختان سیب واریته Red delicious توصیه نمی گردد (۹).

۵) Lime Sulphure :

کاربرد این ماده شیمیایی تاکنون بعنوان تنک کنندۀ میوه ها از طریق سوزاندن شکوفه ها بسیار نویدبخش بوده است درحالیکه فعالیت آن در صورت تولید برخی فرمولاسیون های روغنی افزایش نیز می یابد. از آن همچنین می توان بعنوان تنک کنندۀ شکوفه ها در باغات ارگانیک سود جُست گواینکه ممکن است در شرایط اقلیمی مرطوب بر احتمال ضخیم و خرمائی شدن میوه ها (russet fruits) بیفزاید (۹).

۶) Cytolin :

"سیتولین" در حقیقت مخلوطی از هورمون جیبرلین (gibberellin) و "بنزیل آدنین" (BA) می باشد که دارای فعالیت تنک کنندگی متوسط در صورت کاربرد در زمان شکوفه دهی کامل تا اوایل دورهٔ ریزش گلبرگ ها است.

زمانیکه BA را پس از شکوفه دهی و متعاقب پاشیدن "سیتولین" بمنظور تنک کردن میوه ها اسپری کنند آنگاه بر واکنش های مورد انتظار افزوده خواهد شد.

کاربرد "سیتولین" همراه با مقادیر کمی از NAA یا NAD دارای پتانسیل خوبی برای تنک کردن میوه های درختان در مرحله شکوفه دهی است لذا از آن معمولاً برای تنک کردن سیب های : Gala و Golden delicious در آفریقای جنوبی استفاده می کنند.

کاربرد "سیتولین" همراه با NAA یا پاشش NAA در ۵-۴ روز پس از کاربرد "سیتولین" بر روی درختان سیب Red delicious می تواند به نتایج مغایری از جمله تولید میوه های کوچک و رشد نیافته بینجامد لذا کارشناسان باغبانی کاربرد "سیتولین" را بر درختان سیب واریته های Red delicious توصیه نمی کنند(۹).

۷) BA :

این تنک کنندهٔ پس از شکوفه دهی (post bloom) با عنوان "بنزیل آدنین" یا BA را معمولاً در مرحله ای بکار می برند که اوّلین شکوفه ها (king bloom) به اندازه ۱۲-۸ میلیمتر و ماکزیمم دما برای چند روز آتی بیش از ۱۸ درجه سانتیگراد پیشبینی گردد زیرا افزایش حرارت محیط موجب تزاید فعالیت های تنک کننده ها می شود.

آب و هوای ابری و گرم همراه با شب های گرم نیز می تواند بر میزان فعالیت تنک کنندگی این مواد اضافه نماید(۹).

برخی نتایج آزمایشی و تجربیات باغداران نشاندهندهٔ توانایی تنک کنندگی BA حتی در صورت کاربرد در زمانی است که میوه ها به اندازهٔ بزرگتر از ۱۲ میلیمتر رسیده اند. کاربرد BA در زمانیکه میوه ها به اندازه ۸-۱۲ میلیمتر هستند ، با تحریک تقسیمات سلولی موجب افزایش اندازه میوه و استحکام بافت های آن می گردد. فعالیت تنک کنندگی BA در صورت کاربرد ترکیبی با "کاربارِیل" یا NAA فزونی می یابد. افزودن NAA به محلول BA ممکن است در برخی واریته های درختان میوه موجب عدم رشد و کوچکی میوه هایشان گردد(۹).

مقدار مصرف BA را در واریته های مختلف درختان میوه می توان ۵۰ ، ۱۵۰ یا ۱۸۰ پی پی ام برگزید.

مقدار مصرف آب نیز در باغ هایی با پوشش کامل کانوپی در حدود ۱۲۰۰-۱۰۰۰ لیتر در هکتار می باشد.

افزودن عوامل مرطوب کننده ای (wetting agent) نظیر Tween 20 برای افزایش توان تنک کنندگی BA توصیه شده است (۹).

کاربرد BA در رطوبت نسبی کم و درجه حرارت بالا نیازمند بکاربردن مقادیر بیشتری از آب است تا قطرات درشت تری از محلول پاشش یابند. از BA در بالاترین مقدار مجاز می توان بعنوان تنک کننده شیمیایی مؤثر برای بسیاری از واریته های گلابی استفاده نمود (۹).

۸) Carbaryl :

"کاربارِیل" را تا چندی پیش بعنوان رایج ترین تنک کنندهٔ پس از شکوفه دهی (post blossom thinner) درختان میوه استفاده می کردند ولیکن امروزه به دلیل عدم دسترسی از گردونه کاربرد خارج شده است.

"کاربارِیل" خسارات بسیار زیادی به زنبوران عسل وارد می سازد و با سیستم های تلفیقی تولید میوه ها سازگاری ندارد زیرا بسیاری از حشرات شکارگر و مفید را به کلی نابود می سازد (۹).

"کاربارِیل" را در حجم های زیاد حدوداً ۲۱-۱۴ روز پس از شکوفه دهی کامل یا AFB (after full blossom) یعنی زمانیکه گلدهی کامل شده است ، بکار می برند. افزودن مقادیر کم NAA یا "تیرام" (thiram) می تواند موجب افزایش اثربخشی آن بر واریته های مختلف شود.

در اقالیم مرطوب که شبنم در پایان شب شکل می گیرد و بقایای مواد اسپری شده را مجدداً مرطوب ساخته و بر فعالیت آن می افزاید، می توان از غلظت هایی با حجم کم جهت بهبود اثربخشی استفاده کرد.

کاربرد "کاربارِیل" در شرایط سرد و خشک می تواند موجب افزایش تولید میوه های زبر و خرمایی (russet) شود.

"کاربارِیل" هیچگاه بعنوان یک تنک کننده شیمیایی مطلوب برای درختان گلابی محسوب نمی گردد (۹).

۹) Thiram :

قارچکش (fungicide) "تیرام" دارای فعالیت تنک کنندگی متوسط تا قوی بر واریته های سیب : Granny smith و non_spur red delicious در صورت کاربرد پس از دورهٔ شکوفه دهی است (۹).

ارزشیابی واکنش درختان به تنک کنندگی :

۱) همواره چند درخت میوه را بصورت تیمار نشده باقی می گذارند تا در اندازه گیری میزان واکنش درختان میوه بکار روند. برای این منظور غالباً درختان میوه ای که در کناره های باغ قرار دارند ، بر می گزینند تا از اثرات حاشیه ای (edge effects) در امان بمانند.

از سمپاش های "هواپخش" (airblast) برای پاشش همزمان محلول تنک کننده به ۳ ردیف از درختان مجاور می توان بهره گرفت ولیکن در این شیوه یقیناً درختان ردیف وسط از قطرات محلول کمتری بهره مند خواهند شد.

ارزیابی چشمی تمایز میوه دهی ناشی از کاربرد تنک کننده ها نیازمند حداقل ۲۰ درصد تفاوت در تیمارها است درحالیکه شیوه شمارش تعداد میوهٔ شاخه های مختلف می تواند ارزیابی دقیق تری باشد (۹).

۲) هر گونه تغییرات محیطی را باید در حین و پس از کاربرد تنک کننده های شیمیایی یادداشت نمائید و در محاسبات در نظر بگیرید زیرا در نتایج تیمارها بسیار اثرگذار خواهند بود (۹).

تنک کردن میوه های جوان :

درختان میوه بویژه آنهایی که در طی فصل بخوبی هرس نشده اند ، غالباً به تولید میوه هایی بیش از توان توسعهٔ مطلوب آنها می پردازند. بدین ترتیب میوه های مازاد برای دریافت مواد آلی فتوسنتزی جهت ذخیره سازی به رقابت با همدیگر می پردازند لذا در صورت ناکامی به همان شکل کوچک و رشد نیافته باقی می مانند. در نهایت نیز اینگونه منابع جذب (drain) و ذخیره سازی (sink) مواد هیدروکربنه همچنان به حالت ضعیف بر روی درختان بقاء می یابند که لاجرم نسبت به آفتاب سوختگی (sunburn) و خسارات آفات حساس خواهند بود (۳).

حضور تعداد بسیار زیاد میوه ها بر روی درختان باعث می شود که آنها به سال آوری (alternate bearing) متوسل گردند بطوریکه یکسال به تولید فراوان میوه ها و سال بعد به میوه دهی بسیار اندک اکتفا

نمایند. حضور میوه های فراوان در سال های بارآوری ممکن است به شکستن شاخه های درختان (lmb breakage) بینجامد درحالیکه تنک کردن میوه ها می تواند از چنین مصائبی جلوگیری نماید (۳).

الف) فواید تنک کردن میوه ها :
تنک کردن میوه های نارس در زمان مناسب به میوه هایی که باقیمانده اند، فرصت می دهد تا به حداکثر رشد ممکنه برسند و درختان نیز دچار کمترین نقصان رشد و نوسانات باردهی گردند. میوه های تنک و کم تراکم موفق به دریافت مقادیر بیشتری از نور خورشید می شوند بنابراین رنگ و طعم آنها بهبود می یابد.
تنک کردن میوه ها می تواند از گسترش بیماری های گیاهی بکاهد. بعنوان مثال زمانیکه میوه ها در اثر تراکم زیاد با یکدیگر تماس می یابند آنگاه بیماری هایی نظیر پوسیدگی قهوه ای (brown rot) می توانند سریعاً گسترش یابند و تا قبل از مرحله برداشت به میوه های مجاور منتقل شوند.
سطوح میوه های متراکم و تنک نشده همواره مرطوب باقی می مانند و حرکت هوا برای خشک کردن سطوح آنها در حداقل میزان قرار می گیرد لذا بر احتمال گسترش میکروارگانیزم های بیماریزا در میوه های تنک نشده ، افزوده می شود (۳).

ب) ریزش طبیعی میوه ها :
گل ها و میوه های درختان مثمر ممکن است به صورت طبیعی و در زمان های متفاوتی در اثر بروز عواملی تنک شوند که برخی از آنها عبارتند از:
ب-۱) شکوفه هایی که با گرده افشانی تلقیح نشوند ، بزودی به زردی می گرایند و متعاقباً پس از باز شدن گل ها ریزش می کنند.

ب-۲) میوه های کوچک و نارس غالباً بطور طبیعی در یک دورهٔ زمانی موسوم به "ریزش ژوئن" (june drop) بر زمین می افتند بطوریکه این واقعه در ایالت کالیفرنیا ضمن ماه مه صورت می پذیرد.
ب-۳) میوه هایی چون سیب و گلابی که مبتلا به بیماری های گیاهی باشند و یا تحت هجوم آفاتی نظیر "کرم سیب" (codling moth) قرار گیرند ، ممکن است قبل از مرحله رسیدگی ریزش نمایند (۳).

البته تنک شدن طبیعی در برخی درختان میوه تا حد کفایت صورت می پذیرد لذا بسیاری دیگر از انواع درختان میوه نیازمند تنک شدن اضافی برای تولید میوه های با کیفیت تر خواهند بود. با این وجود درختانی چون : آلبالو ، گیلاس ، انجیر ، خرمالو ، انار ، مرکبات و آجیلی ها (nut tree) معمولاً نیازمند تنک کردن نمی باشند.
در این میان درختانی نظیر خرمالو در سال های بارآوری ممکن است دچار شکستگی شاخه ها گردند لذا نیازمند برپا کردن پایه هایی بعنوان حائل (propping) خواهند بود (۳).

پ) گونه های درختان نیازمند تنک کردن :
پ-۱) تمامی میوه های هسته دار (stone fruits) نظیر : هلو ، شلیل ، زردآلو ، گیلاس و آلو نیازمند تنک کردن هستند.
پ-۲) میوه های دانه دار (pome fruits) نظیر : سیب و گلابی نیز خواهان تنک کردن می باشند. پ-۳) میوه هایی نظیر گلابی "بارلت" (barlett) به تنک کردن خودبخودی اقدام می ورزند.
پ-۴) برداشت میوه های درشت تر در اوایل مرحلهٔ رسیدگی (اوایل تا اواسط جولای) به میوه های کوچکتر اجازه می دهد که تا اندازه ای درشت تر گردند و حدوداً بعد از ۲-۱ هفته برداشت شوند (۳).

ت) زمان تنک کردن میوه ها :

میوه ها را اصولاً در زمانی تنک می کنند که نسبتاً کوچک (اوایل آوریل برای میوه های زودرس یا early ripening) تا اواسط مه برای میوه های دیررس یا late ripening) هستند.

میوه های هسته دار را زمانی تنک می کنند که که به قطر ۲/۵-۱/۹ سانتیمتر رسیده باشند ولیکن میوه های دانه دار نظیر سیب و گلابی را ۴۵-۳۰ روز پس از شکوفه دهی کامل یعنی زمانیکه به قطر ۲/۵-۱/۳ سانتیمتر نائل آیند ، تنک می کنند.

تنک کردن زودهنگام ممکن است به بروز شکافتگی (split pit) در میوه های هسته دار بویژه هلو بینجامد.

تنک کردن خیلی دیرهنگام نیز ممکن است فرصت کافی برای رسیدگی میوه ها به حداکثر اندازه را ندهد(۳).

ث) مقدار تنک کردن میوه ها :

مقدار تنک کردن میوه ها بستگی به گونه درختان و مجموع میوه هایی دارد که به مرحله باردهی (fruit set) رسیده اند. بعنوان مثال : میوه های هسته داری نظیر زردآلو و آلو نسبتاً کوچکترند بنابراین آنها را می توان با فواصل ۱۰-۵ سانتیمتر تنک نمود درحالیکه میوه های درشت تری نظیر هلو و شلیل نیازمند تنک شدن بر روی شاخه ها با فواصل ۱۲/۵-۷/۵ سانتیمتر هستند (۳).

در مواردی که شرایط برای گرده افشانی در فصل بهار در حد ایده آل موجود باشد آنگاه میوه های بیشتری به مرحله باردهی می رسند لذا نیاز به تنک کردن بیشتری خواهند بود.

ولیکن در صورتیکه باردهی میوه ها در حد کمتری باشد امّا ۲-۱ شاخه دارای میوه های متراکمی شوند آنگاه به تنک کردن بسیار کمتری نیاز خواهد بود زیرا مجموع باردهی درخت در حد مازاد قرار ندارد (۳).

بر خلاف درختان میوهٔ هسته دار که معمولاً از محل هر جوانه (bud) به تولید یک میوه می پردازند ولیکن درختان میوه دانه دار (سیب و گلابی) مبادرت به تولید دستجاتی از گل ها و میوه ها از محل هر جوانه می نمایند. باید توجه داشت که در اینگونه موارد نباید به تنک کردن بیش از ۲-۱ میوه از هر دسته از این میوه ها پرداخت و این مقدار نیز بستگی به کل میوه های ببار نشسته و وضعیت رشد درختان دارد.
همچنین همواره باید سعی گردد که درشت ترین میوه ها در حین تنک کردن حفظ گردند.
بعلاوه حتی زمانیکه درختان به میوه دهی سنگین پرداخته اند ، نباید میوه ها را با فواصل کمتر از ۲۰-۱۵ سانتیمتر تنک نمود (۳).

ج) شیوه تنک کردن میوه ها :
بطور کلی ۲ روش برای تنک کردن میوه های درختان وجود دارد :
۱) روش دستی (by hand ، hand thinning)
۲) شیوه استفاده از میله های بلند (by pole ، pole yhinning)
روش دستی بسیار کامل تر و دقیق تر از شیوهٔ بکارگیری میله های بلند می باشد ولیکن نسبتاً کندتر انجام می پذیرد. در روش دستی مبادرت به حذف میوه های مازاد و باقی گذاردن میوه های کافی به تعداد ۳-۲ عدد بر روی هر میخچه یا سیخونک (spur) کوتاه می نمایند ولیکن اگر میوه ها در طول شاخه های بلندتری رشد نموده باشند آنگاه تنک کردن را به تعداد بیشتری بویژه در ناحیه انتهایی شاخه ها انجام می دهند (۳).

برای حذف دستی میوه ها می توان ابتدا از انتهای یکی از شاخه ها به فعالیّت پرداخت بطوریکه یک میوه را در هر ۱۰-۶ اینچ از طول شاخه ها برجا گذاشت.
همواره باید مطمئن گردید گه در هر نقطه فقط یک میوه را باقی گذارده اید زیرا وجود میوه های بیشتر در هر نقطه علاوه بر کوچک ماندن میوه ها موجب افزایش شیوع آفات و بیماریهای گیاهی خواهد شد.

بخاطر داشته باشید که برای کسب محصول مطلوب به بیش از ۸-۷ درصد گل های درختان میوه نیاز نمی باشد.
تنک کردن میوه ها همچنین از میزان اضافه وزن شاخه های درختان می کاهد لذا از احتمال شکستگی شاخه ها نیز کاسته می شود.
تنک کردن میوه ها برای درختانی چون : سیب ، هلو ، شلیل ، گلابی و آلو ضرورت دارد ولیکن لزومی به اجرای آن بر درختان آلبالو (tart cherries) نمی باشد (۵).

حذف دوگانه (doubles remove) یعنی حذف همزمان دو میوهٔ کوچک از یک محل می تواند به سایر میوه های مجاورشان آسیب برساند لذا غالباً توصیه نمی شود (۳).

در برخی موارد که میوه های بیشتری در سمت های مقابل همدیگر بر روی شاخه ها ببار نشسته اند آنگاه می توان به باقی گذاردن تعداد بیشتری از آنها اقدام نمود (۳).

از روش تنک کردن با کمک میله های بلند معمولاً برای درختان بزرگ استفاده می کنند زیرا روش دستی در اینگونه موارد بسیار دشوار و گاهاً غیر ممکن است. این روش معمولاً سریع است ولی با دقت و صحّت کمتری همراه می باشد امّا بهرحال اغلب توسط باغداران مقبولیّت یافته است. در این شیوه معمولاً اقدام به بستن قطعه کوتاهی از شیلنگ لاستیکی ، لباس یا نوار ضخیم در انتهای میلهٔ بلند مخصوص تنک کردن میوه ها می نمایند تا از میزان خراشیدگی و صدمات شاخه های حامل میوه ها کاسته شود آنگاه ضربات منفردی را با میله مذکور بر هر میوه یا دسته ای از میوه ها وارد می سازند تا تعدادی از میوه ها حذف شوند. تعداد دفعات ضربات و مقدار نیروی لازم برای ضربه زنی بر میوه های حذفی بمرور با افزایش تجربه کسب می گردد (۳).

روش های تنک شیمیایی و غیر شیمیایی سیب ها :

درختان میوه از جمله سیب ها معمولاً به تولید میوه های بیشتری در قیاس با توانایی برای رسیدگی تمامی آنها می پردازند. از اینرو به ریزش (abscission) بسیاری از آنها طی ۳ مرحله از رشد میوه ها (ontogeny) به شرح زیر اقدام می ورزند :

۱) ریزش اوّلیه (early drop) یا ریزش گل ها (flower drop) :

این نوع ریزش اندکی پس از مرحله شکفتن غنچه ها (anthesis) صورت می پذیرد.

۲) ریزش ژوئن (june drop)

۳) ریزش نهائی (further drop) (۴).

بعلاوه ریزش طبیعی گل های سیب می تواند در اثر برخی عوامل مشوّش گردد و بدین ترتیب به سال آوری درختان سیب (biennial bearing) منجر شود. این عوامل عبارتند از :

۱) تنش های زنده (biotic stresses) نظیر هجوم آفات و سرایت بیماری های گیاهی

۲) تنش های غیر زنده (abiotic stresses) نظیر یخبندان های اواخر بهار و کاربرد بیشبود کودها و سایر فعالیت های زراعی-باغی برای کسب حداکثر تولید (over cropping) (۴).

پژوهش های متعدد مؤیّد آن هستند که تنک کردن مناسب گل ها و میوه های درختان سیب می تواند به نتایج زیر منتهی گردد :

۱) افزایش اندازه میوه ها

۲) بهبود رنگ میوه بویژه قرمزی

۳) مطلوبیت بافت میوه ها
۴) افزایش مواد قابل حل در بافت میوه ها
۵) رفع پدیدهٔ سال آوری درختان
۶) کاهش شکستن شاخه ها
۷) کاهش صدمات میوه ها و هزینه های برداشت (۴).

این موضوع نیز بسیار مهم است که کاربرد برخی تنک کننده های شیمیایی از جمله "آمونیوم تئوسولفات" (ATS) و "ترکیبات اوره" موجب بروز اثرات نامطلوبی بر درختان میوه می شوند که عبارتند از :
۱) زردی برگ ها (yellowing)
۲) سوختگی برگ ها (leaf burn)
۳) کاهش فتوسنتز به میزان ۳۳-۶ درصد طی ۷-۳ روز پس از کاربرد که از طریق اندازه گیری تبادلات گازی در محدودهٔ کانوپی درختان سیب تعیین می گردد (۴).

یک طرح آزمایشی در مورد تنک کردن میوه های درختان سیب ۷ ساله از ارقام : Elstar و Cox در ایستگاه تحقیقاتی "کلین آلتن دورف" آلمان طی سال های ۲-۲۰۰۱ میلادی اجرا گردید. این طرح برای دریافت اثرات تنک کردن میوه ها بر : میزان بارنشستن گل ها ، عملکرد و کیفیت (اندازه میوه ها) انجام گرفت. همچنین با اجرای این طرح در صدد بودند از اثرات فتوسنتز و تنفس (transpiration) بر تنک کننده های شیمیایی آگاهی یابند (۴).
برای تنک کردن شیمیایی این درختان سیب طی سال ۲۰۰۱ میلادی از مواد زیر استفاده شد :

۱) اترل (Ethrel) با نام تجارتی Flordimex به میزان ۵۰۰ میلی لیتر در هکتار
۲) اترل به میزان ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار
۳) "آمونیوم تیوسولفات" یا "ATS" (Ammonium Thiosulphate) به دو صورت زیر:
۳-۱- اسپری بر گل های روی شاخه های یکساله (ATS 1)
۳-۱- اسپری بر گل های روی شاخه های قدیمی تر (ATS 2)
۴) Amidthin Plus Telmion
۵) Amidthin Plus Ethrel
۶) شاهد یا کنترل (بدون اسپری) (۴).

همچنین برای تنک کردن شیمیایی درختان سیب مزبور طی سال ۲۰۰۲ میلادی از مواد زیر استفاده شد :
۱) ماده Azolon fluid با نام تجارتی Urea formaldehyde که به میزان ۷/۵ لیتر در هکتار اسپری گردید.
۲) اترل با نام تجارتی "فلوردیمکس" به میزان ۳۰۰ میلی لیتر در هکتار
۳) کنترل یا شاهد (بدون اسپری) (۴).

تنک کردن غیرشیمیایی درختان سیب نیز منحصراً در سال ۲۰۰۲ میلادی و از طریق حذف برخی برگ ها (defoliation) اجرا گردید (۴).

طرح آزمایشی مزبور در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید.

نتایج حاصل از اجرای این طرح پژوهشی در سال ۲۰۰۱ میلادی نشاندادند که :
۱) کاربرد اترل به میزان ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار طی سال ۲۰۰۱ میلادی دارای اثرات تنک کنندگی حدوداً ۶۷ درصد بوده است درحالیکه کاربرد آن به میزان ۵۰۰ میلی لیتر در هکتار طی همان سال فقط به تنک کنندگی ۴۰ درصد نائل آمد.
۲) سایر تیمارهای سال ۲۰۰۱ میلادی هیچگونه اثر تنک کنندگی بروز ندادند.
۳) کاربرد Amidthin plus ethrel به ۲۲ درصد کاهش عملکرد منتهی شد درحالیکه کاربرد اترل به میزان ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار باعث ۳۰ درصد کاهش عملکرد شد.
۴) تیمار ATS 2 به ۴۴ درصد افزایش عملکرد انجامید درحالیکه تیمار ATS 1 هیچگونه تأثیری برجا نگذاشت.
۵) کاربرد اترل به میزان ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار از نظر اندازهٔ میوه ها به بهترین کیفیت تولید (میوه هایی با قطر ۷۰ میلیمتر) منتهی شد ولیکن تیمارهای APE ، APT و اترل در میزان ۵۰۰ میلی لیتر در هکتار به ترتیب در رتبه های بعدی قرار گرفتند (۴).

نتایج حاصل از اجرای این طرح پژوهشی در سال ۲۰۰۲ میلادی به قرار زیر بودند :
۱) کاربرد Azolon fluid به ۵۵ درصد ، اترل به ۵۶ درصد و Azolon plus ethrel به ۵۴ درصد اثرات تنک کنندگی منجر شدند درحالیکه تفاوت معنی داری با تیمار برگزدایی غیر شیمیایی نداشتند.
۲) سرعت تنفس و فتوسنتز در اثر تنک کردن میوه ها به ترتیب به میزان ۵ و ۲۰ درصد کاهش یافت.
۳) اترل به میزان ۳۰۰ میلی لیتر در هکتار باعث کاهش معنی دار عملکرد محصول از ۲۹/۲ کیلوگرم به ۲۵/۵ کیلوگرم به ازای هر درخت شد درحالیکه کاربرد Azolon هیچگونه تأثیری برجا نگذاشت.
۴) تنک شیمیایی میوه ها با استفاده از Azolon موجب افزایش اندازهٔ میوه ها به میزان ۶۷ درصد و با استفاده از اترل به میزان ۷۹ درصد از انواع میوه های بزرگتر از ۷۰ میلیمتر شدند.

۵) نتیجه نهایی اینکه تیمار شیمیایی میوه ها تا اندازه ای مؤثر بودند ولیکن تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با شیوه های تنک غیر شیمیایی نداشتند. اندازه میوه ها در اثر تنک شدن بهبود یافت درحالیکه میزان تنفس و فتوسنتز درختان نیز پس از تیمار با Azolon اندکی تأثیر پذیرفت (۴).

تنک کردن شیمیایی درختان سیب ایالت نیویورک :

تنک کردن شیمیایی میوه ها از جمله عملیات پذیرفته شدهٔ بسیاری از مناطق میوه کاری جهان است. وجود میوه های مازاد بر توانایی درختان موجب تأثیرگذاری بر : رنگ ، مقدار قندها ، طعم و ماندگاری میوه ها می شود. از دلایل مهّم چنین تأثیراتی را می توان وجود نسبت نامناسب برگ ها به میوه ها (leaf/fruit ratio) را برشمرد زیرا برگ ها ضمن فرآیند فتوسنتز به تولید مواد هیدروکربنه ای می پردازند که به تأمین رشد و کیفیت میوه ها می پردازد.
بررسی ها بیانگر آن هستند که اُپتیمم اندازه و کیفیت میوه ها خواهان حدوداً ۳۰ برگ به ازای هر میوه است. بدین طریق با حذف میوه های مازاد باعث می گردند که امکانات رشد برای میوه های باقیمانده حاصل آید. با توّجه به این حقیقت که تعداد برگ های درختان میوه را نمی توان افزایش داد بنابراین لاجرم باید از تعداد میوه ها کاست (۲).

پدیده "سال آوری" (alternate bearing ، biennial bearing) از دو بخش مجزا به شرح زیر تشکیل می یابد :
۱) سال "پُربار" (on years) :
درختان در سال های پُربار به تولید میوه های زیاد ولی کوچک می پردازند.
۲) سال "کم بار" (off years) :
درختان در سال های کم بار به تولید میوه های کم ولی درشت اقدام می کنند (۲).

گل های درختان سیب حدود ۴-۳ هفته پس از شکوفه دهی به شکوفائی کامل می رسند و در همین مدت هورمون جیبرلین در اثر شکل گیری بذور به فعالیت می پردازد و دوام گل ها را به انتها می رساند. بدین طریق رشد و نمو میوه ها آغاز می گردد و موجب عدم شکل گیری جوانه های گل برای سال آتی می شود درحالیکه حذف برخی از این میوه ها می تواند باعث تشویق درختان برای تولید جوانه های گل برای سال آینده گردد (۲).

سابقه کاربرد تنک کننده های شیمیایی نشان می دهد که اوّلین تلاش ها برای تنک کردن شیمیایی میوه های سیب با مواد سوزاننده ای (caustic) نظیر DN انجام پذیرفت که از طریق خسارت بر شکوفه ها سبب تنک شدن میوه های سیب می شد.
متعاقباً از مواد شیمیایی ساقط کنندهٔ دانه ها (seed abortion) استفاده گردید که اثراتی مشابه مواد سوزانندهٔ شکوفه ها دارد (۲).

مهمترین عوامل اثرگذار تنک کننده های شیمیایی ارقام سیب عبارتند از :
۱) واریته درختان (variety)
۲) ویگوریته درختان (tree vigor)
۳) وضعیت شاخه و برگ ها (foliage condition)
۴) گرده افشانی (pollination)
۵) میوه دهی یا باردهی (fruit set)
۶) شرایط بکارگیری تنک کننده ها (application condition) (۲).

باید دقت نمود که تمامی واریته های سیب نیازمند تنک شدن میوه ها به یکسان به کاربرد تنک کننده های شیمیایی پاسخ نمی دهند. ارقامی از سیب ها نظیر : Mutsu ، Ida red و Northern spy به آسانی تنک شیمیایی می شوند امّا ارقامی چون : Golden delicious و Early Mcintosh به سختی به تنک شیمیایی پاسخ مثبت می دهند و این موضوع بواسطه تفاوت در سیستم های آنزیمی آنها است که تحت کنترل ژنتیکی قرار دارند (۲).

تنک کننده شیمیایی DM را باید در زمان صحیح بر درختان سیب بکار گرفت. کاربرد آن باید در شرایط محیطی آفتابی و خشک صورت پذیرد زیرا در شرایط بارانی می تواند به درختان سیب آسیب برساند. مثلاً اگر تا مدت ۳-۲ روز پس از کاربرد تنک کننده شیمیایی DM با وقوع بارندگی مواجه گردید آنگاه تأثیرات تنک کنندگی مرتفع گردیده و برگ های درختان نیز دچار خسارت می شوند (۲).

"نفتالو استیک اسید" (NAA) نیز از جمله تنک کننده های شیمیایی با تأثیرات سریع بر درختان سیب است که در غلظت های ۲۰-۲ پی پی ام (ppm) اثرگذار می باشد و شدت اثربخشی آن دارای رابطه مستقیمی با مقدار دُز مصرفی خواهد بود (۲).

تنک کننده شیمیایی "نفتالن استامید" (NAD) از مشتقات "نفتالو استیک اسید" (NAA) و دارای فعالیتی مشابه آن بر درختان سیب با اندکی تخفیف است (۲).

"کاربارِیل" همراه با آفتکش هایی نظیر : Vylate ، Measurol و Sevin با خواص تنک کنندگی ملایم تری از NAA است. "کاربارِیل" را به نسبت ۱-۰/۷۵ پوند در ۱۰۰ لیتر آب محلول می سازند و برای تنک کردن شیمیایی میوه های سیب بکار می برند. البته حضور آفتکش "سوین" در ترکیب تنک کننده های شیمیایی می تواند موجب بروز عارضه "کوچکی و قهوه ای شدن" (russeting) میوه های سیب "گولدن" شود و بعلاوه بسیاری از کنه های شکاری را نابود سازد. آفتکش "سوین" همچنین با مرطوب شدن دوباره (rewetting) نظیر بروز رطوبت نسبی بالا و بارندگی خفیف (drizzle) به تجدید فعالیت می پردازد درحالیکه NAA چنین معضلاتی را ندارد زیرا هیچ بقایایی بر روی برگ ها باقی نمی گذارد و سریعاً در اثر نور خورشید غیر فعال می گردد.
برای تنک کردن ارقام سیب : Red delicious ، Spartan و Paula red از ترکیب "سوین + NAA" به میزان ۵-۲/۵ پی پی ام ولیکن برای رقم Golden delicious به میزان ۱۰ پی پی ام مصرف می کنند.

اصولاً این قبیل تنک کننده های شیمیایی درختان سیب را معمولاً از زمان شکوفه دهی کامل تا زمان ریزش گلبرگ ها (۳-۴ هفته پس از شکوفه دهی) استفاده می کنند. این زمان در شرایط آب و هوایی گرم باید سریعتر ولیکن در شرایط خنک با تأخیر ۳-۲ روزه انتخاب شود (۲).

تنک کردن شیمیایی سیب ها با exilis :

تنک کردن شیمیایی میوه های سیب موجب افزایش کمی ، کیفی و ثبات تولید بسیاری از ارقام این نوع میوه می شود. محققین باغبانی معتقدند که شکل گیری میوه های سیب نیازمند یک دورهٔ ۱۸-۱۶ ماهه است بطوریکه این دوران از تمایز (differentiation) گل های سیب در ابتدای شکل گیری میوه ها طی سال اوّل آغاز می شود و با رشد میوه ها در سال دوّم به پایان می رسد. در این میان، تعداد دانه های تشکیل یافته بر تعداد میوه های تولیدی برتری دارند زیرا هورمون جیبرلین که موجب رشد رویشی گیاه و ممانعت از تمایز گل ها می شود ، توسط دانه ها تولید می گردد (۱).

بسیاری از درختان میوه بطور طبیعی قادر به تنک کردن گل ها و میوه ها به میزان ۷۰-۲۰ درصد می باشند که این مقدار بستگی به تراکم شکوفه ها دارد ولیکن اینگونه توانایی توارثی (hierarchy) همچنان کافی نیست و بهتر است با استفاده از تنک کننده های شیمیایی به میزان ۲۰-۱۰ درصد دیگر تداوم یابد تا به میوه دهی مطلوب بینجامد (۱).

"کاربارِیل" از اهمیّت ویژه ای در تنک کردن طیف وسیعی از واریته های سیب برخوردار است ولیکن بعنوان یک آفتکش برای خیل عظیمی از حشرات مفید و محیط زیست زیان آور می باشد.

در بسیاری از کشورهای اروپائی از جمله آلمان و فرانسه برای تنک کردن گل ها و میوه های درختان سیب از "اتفون" (ethephon) ، "آمونیوم تئوسولفات" (ATS) ، "بنزیل آدنین" (BA) و PGRs استفاده می کنند(۱).

برخی مواد شیمیایی نظیر : ATS ، Lime Sulphur و گاهاً "اتفون" برای تنک کردن گل ها ی درختان میوه بکار می روند زیرا بکارگیری اینگونه مواد از انجام موفقیت آمیز گرده افشانی در گل ها جلوگیری بعمل می آورند. با این وجود چنین موادی از قابلیت تنک کردن انتخابی برخوردار نمی باشند بلکه فرقی بین گل های اصلی (king flowers) جوانه های زایشی و گل های جانبی (side flowers) آنها باقی نمی گذارند. این نوع از تنک کننده های شیمیایی قادر به ایجاد سوختگی برگ ها نیز می باشند لذا کاربرد دقیق آنها در شرایط آب و هوایی مناسب ضرورت دارد (۱).

برای تنک کردن میوه های سیب بسیار کوچک (fruitlet thinning) نیز قابل ذکر است که :
۱) تکرار کاربرد NAA ، NAD ، BA و Carbaryl بر میزان موفقیّت می افزاید.
۲) در غیر این صورت بهتر است که از مخلوط ۲ یا چند تنک کننده شیمیایی استفاده گردد تا اثرات متقابل مثبت آنها به نتایج ملموس تری منتهی شوند. بعنوان مثال : کاربرد منفرد NAA و BA دارای اشکالاتی است که در اثر کاربرد مخلوطی از آنها بروز نمی یابند (۱).

"جدول۱) تنک کننده های شیمیایی درختان سیب مرسوم در اروپا (۱):"

ماده فعاله	زمان کاربرد (قطر میوه)	مقدار ماده فعاله در هکتار (ppm)	روزها پس از شکوفه دهی کامل
بنزیل آدنین (BA)	۱۰-۱۴ میلیمتر	۲۰۰ - ۵۰	۲۵- ۱۵
اتفن	بازشدن ۱۰ درصد گل ها	۲۰۰ - ۱۰۰	۳
آمونیوم تئوسولفات	شکوفه دهی کامل	۱ - ۰/۵ درصد	۰
اندوتالیک اسید	شکوفه دهی کامل	۱۰۰- ۲۵	۰
Fenclopyr (CPPU)	۱-۲ هفته پس از پایان شکوفه دهی	۵	۷- ۳
زنجیره پلیمریک Alkylen oxide	شکوفه دهی کامل	۵۰۰۰	۴- ۲
فرم آلدئیدی نفتالن استیک اسید (NAD)	از ریزش گلبرگ ها تا میوه های ۶ میلیمتری	۱۰۰- ۷۰	۸ ــ ۲
نفتالن استیک اسید (NAA)	۱۴-۱۰ میلیمتر	۱۰- ۵	۲۵ ــ ۱۵
کاربریل	۱۶-۱۰ میلیمتر	۴۰۰- ۲۰۰	۳۰ - ۱۵

اخیراً تنک کننده شیمیایی جدیدی با نام تجارتی "exilis" و نام عمومی "6-benzyladenine" توسط صنایع آگروشیمی "Fine" در کشور انگلستان عرضه شده است که در واقع نوعی "بنزیل آدنین" (BA) محسوب می شود.
تنک کننده های شیمیایی Exilis و CPPU همانند هورمون سیتوکینین باعث تحریک تقسیمات سلولی و در نتیجه بزرگ شدن اندازهٔ میوه ها می گردند (۱).

تنک کردن میوه ها در انواع انگور :

تنک کردن خوشه های (cluster) انگور غالباً به منظور تکمیل پُرشدن دانه ها و بهبود کیفیت محصول اجرا می شود ولیکن مقدار خوشه هایی که بدین طریق حذف می شوند، به موارد زیر بستگی دارند :
۱) ویگوریته تاک (vine vigor)
۲) واریته پایه و پیوندک (variety & rootstock)
۳) شرایط فصل رشد (growing season)
۴) زمان تحویل محصول به خریداران (contract with buyer) (۸).

در مناطقی مثل نواحی شمال شرقی آمریکا که شرایط اقلیمی ممکن است در طی سال های مختلف تفاوت داشته باشند، میزان خوشه های حذفی را مطابق با شرایط فصلی تعیین می نمایند. باید توجه داشت که اجرای تنک خوشه های انگور در حقیقت برای بدست آوردن محصولی با کمیّت و کیفیت مطلوب است بطوریکه بتواند رضایت باغدار و خریدار را توأمان جلب نماید (۸).

بر این اساس زمانیکه تعدادی از خوشه های انگور حذف می گردند، بنحوی باعث ایجاد تعادل بین وسعت سطح برگ ها و میزان میوه ها می شوند. تنک کردن خوشه های انگور بیشترین تأثیر را بر تاک هایی وارد می سازد که میزان باردهی آنان بسیار فراتر از توان تاک ها در جهت تکمیل بلوغ رضایت بخش برای تمامی حبه ها می باشد. بدین ترتیب با حذف تعدادی از خوشه ها از تعداد حبه های (berries) انگوری که مواد آلی فتوسنتزی را از گیاه مادر دریافت می دارند، کاسته می گردد که این موضوع به نفع بقیّه دانه ها تمام می شود(۸).

گواینکه با حذف برخی از خوشه های انگور بر نسبت سطح برگ به مقدار میوه ها افزوده می شود ولیکن حذف بیش از نیاز خوشه ها موجب کاهش عملکرد در واحد سطح باغات خواهد شد. البته باید در نظر داشت که همواره ارتباط معنی داری بین مقدار عملکرد و کیفیت محصول انگورها نیز وجود دارد لذا برقرار کردن تعادلی بین کمیت و کیفیت محصول حائز اهمیّت است. بدین منوال این موضوع از اهمیت و توجه بسیار زیادی برخوردار می شود که چه تعداد از خوشه های انگورها را و در چه زمانی باید حذف نمود ؟(۸).

زمان تنک کردن خوشه های انگور :
خوشه های انگور را می توان در هر زمانی از فصل رشد حذف نمود ولیکن میزان اثربخشی عمل تنک کردن بستگی به زمان انجام آن دارد. بسیاری از افراد دورهٔ اجرای تنک خوشه های انگور را از زمان بستن دانه ها (fruit set) تا پایان مرحله غورگی (veraison) یعنی آغاز دورهٔ تغییر رنگ و نرم شدن حبه ها می دانند. در واقع زمانیکه از تعداد خوشه های انگور یعنی محل ذخیرهٔ مواد فتوسنتزی (sink) کاسته می شود آنگاه مواد غذایی صرف تقسیمات سلولی و بزرگتر شدن حبه های باقیمانده می گردند که میزان تأثیر گذاری بستگی به میزان ویگوریته بوته های تاک دارد (۸).

در صورتیکه عمل تنک کردن خوشه های انگور با تأخیر مواجه شود و به مرحله رسیدگی خوشه ها (ripening phase) یا مرحله نهایی (tag phase) محوّل گردد آنگاه یقیناً تأثیری بر درشت تر شدن حبه های باقیمانده نخواهد گذاشت. در حقیقت زمانیکه تنک کردن خوشه های انگور با تأخیر مواجه شود، مصادف با کاهش متوسط حرارت روزانه و طول روشنایی می گردد که این موضوع فرصت کافی برای پُرشدن حبه های انگور را فراهم نمی سازد (۸).

شیوهٔ تنک کردن خوشه های انگور :
شیوه و چگونگی تنک کردن خوشه های انگور به عوامل زیر بستگی دارد :
۱) فصل رشد (growing season)
۲) واریته (variety)
۳) پایهٔ بوته های تاک (rootstock)
۴) مشخصات محل (site characteristics)
۵) کمیّت و کیفیت قرارداد تجاری (buyer`s quality & quantity)
باید توجه داشت کلیّه بوته های انگوری که دارای میوه های بیش از حد و یا کمتر از حد مطلوب هستند، در واقع به یکسان دارای خواص نامطلوب ولیکن متفاوت خواهند شد (۸).

تأثیر تنک کردن بر کیفیت میوه های خرما :

تنک کردن گل ها و میوه ها از جمله عملیات بسیار مهم برای باغداران خرما است که تأثیرات قابل ملاحظه ای بر رشد، کیفیت، عملکرد و تنظیم سال آوری میوه های خرما دارد. اصولاً فرآیند تنک کردن میوه های خرما را به دو روش زیر انجام می دهند :
الف) روش دستی (manually)
ب) روش شیمیایی (chemical) (۶).

امروزه مشخص شده است که همواره ارتباط قابل تأملی در استفاده از مواد شیمیایی و تأثیر آن بر آلودگی محیط زیست و سلامتی بشر وجود دارد لذا کاربرد مواد شیمیایی تنک کنندهٔ میوه های خرما بجز در شرایط اضطرار توصیه نمی گردند. بعلاوه اثراتی مشابه کاربرد مواد شیمیایی را به سادگی می توان با کاهش تعداد خوشه ها و یا تعداد میوه های هر خوشهٔ از درختان خرما بوجود آورد (۶).

تیمارهای تنک کردن میوه های خرما ممکن است موجب بروز تغییرات زیر گردند :
۱) کاهش عملکرد محصول
۲) درصد تانن های قابل حل
۳) درصد فیبر خام
۴) درصد اسیدیته کل (۶).

تغییرات مذکور نیز در ارتباط نزدیک با مواردی بدین مضمون می باشند :
الف) بهبود وزن
ب) اصلاح اندازه و ابعاد میوه
پ) افزایش درصد وزن پالپ
ت) افزایش درصد مواد جامد قابل حل
ث) افزایش مقدار قندهای میوه (۶).

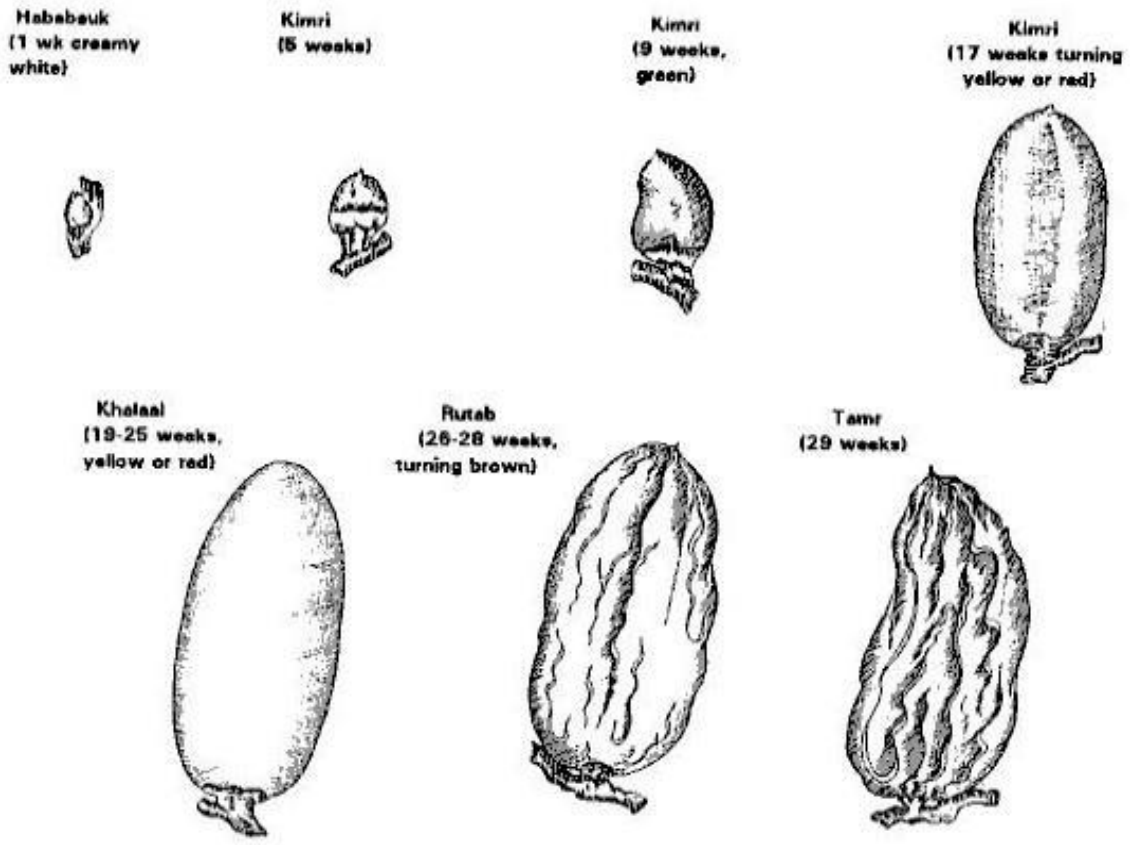


Figure 21: Formation and Ripening of the Dates

دانشمندان معتقدند که تنک کردن میوه های درختان خرما از طریق حذف ۳۰-۱۰ درصد تعداد خوشه های موجود بنحو معنی داری موجب افزایش وزن خوشه های باقیمانده در قیاس با خوشه های درختان خرمای تیمار نشده می گردند. در یک آزمایش حذف ۳۰ درصد کل سنبلچه ها در خرماهای ارقام مصری : "Shamran" و "Nebetet ali" به افزایش عملکرد قابل ملاحظه ای منجر گردید، ضمن اینکه میوه هایی با کیفیت بهتر و تسریع در رسیدگی آنان حاصل آمد (۶).

در آزمایش دیگری تنک کردن رشته های میوه و یا کاستن از تعداد میوه های هر رشته از خوشه های خرما موجب افزایش وزن ، قطر و مقدار قندها در میوه های رقم "Zaghloul" شد. اپتیمم عملکرد با بهترین کیفیت در اثر ۳۰-۱۵ درصد تنک کردن میوه ها در زمان ۴-۲ هفتگی پس از گرده افشانی حاصل گشت (۶).

در یک آزمایش نیز به بررسی اثر تنک کردن خوشه ای (bunches) و رشته ای (strands) بر عملکرد و کیفیت میوهٔ خرمای رسمی (date palms) در طی سه فصل رشد ۱۱-۲۰۰۹ میلادی پرداخته شد. در این آزمایش به تنک کردن میوه های خرما با تنظیم خوشه ها به تعداد : ۵ ، ۷ و ۹ به ازای هر درخت (bunches/palm) پرداخته شد آنگاه از هر خوشه به تعداد : ۲۰ ، ۲۵ ، ۳۰ ، ۳۵ ، ۴۰ و ۴۵ رشته از میوه های خرما (strands/bunch) باقی گذاشته و مابقی تنک گردیدند (۶).

Figure 23: Three Major Stages of Maturity in which Dates are Consumed:
(a) khalaal, (b) entab, (c) tamr

نتایج حاصل از اجرای آزمایش مزبور مبین آن هستند که :

۱) ارتباط معنی دار منفی بین وزن خوشه ها و تعداد میوه های خرما در هر خوشه وجود داشت.

۲) ارتباط معنی دار مثبت بین وزن خوشه ها و تعداد رشته های حاوی میوه در هر خوشهٔ خرما مشاهده شد.

۳) کاهش میزان رشته های هر خوشهٔ درخت خرما به ۲۵-۲۰ عدد بنحو معنی داری موجب کاهش وزن خوشه ها و عملکرد محصول هر درخت در قیاس با درختان تنک نشده گردید.

۴) بهبود قابل ملاحظه ای بر کیفیت میوه ها پس از تنک شدن در قیاس با تنک نشدن آنها وقوع یافت.

۵) تنک کردن خوشه ها یا رشته ها بنحو معنی داری به افزایش وزن ، اندازه و درصد گوشت میوه ها در قیاس با انواع تنک نشده انجامید.

Figure 27: Harvesting Whole Bunches of Sweet Khalaal: Baskets made of palm leaflets are used for transport

۶) تنک کردن میوه ها موجب بهبود خصوصیات شیمیایی میوه های خرما شد.
۷) مشخص شد که باقی گذاردن ۳۵-۳۰ رشته حاوی میوه بر روی هر خوشهٔ خرما می تواند بنحو قابل ملاحظه ای بر عملکرد و کیفیت میوه ها بیفزاید.
۸) تنک کردن گل ها موجب افزایش کیفیت میوه ها و تنظیم محصول دهی در خرماهای ارقام : Zaghloul ، Haiany ، Sewy و Amry گردید.
۹) حذف ۳۰-۲۰ درصد رشته های حامل میوه از کل خوشه های خرما به طریق تنک کردن یا بریدن قبل از گرده افشانی در تیمارها اثر گذار گردید.
۱۰) تنک کردن با کمک پاشش آب بویژه در ۴ ساعت پس از گرده افشانی بنحو معنی داری موجب کاهش وزن خوشه ها و عملکرد خرمای مرحله "تمری" (tamr stage) یعنی رسیدگی کامل میوه خرما در ۲۹ هفته پس از گرده افشانی شد.
۱۱) وزن و اندازه میوه ها همانند کل مواد قابل حل و مقدار قندها در خرماهای ارقام : Shahani و Khadrawy در اثر تنک کردن میوه ها در قیاس با شاهد بنحو قابل ملاحظه ای افزایش یافت (۶).

منابع و مآخذ :

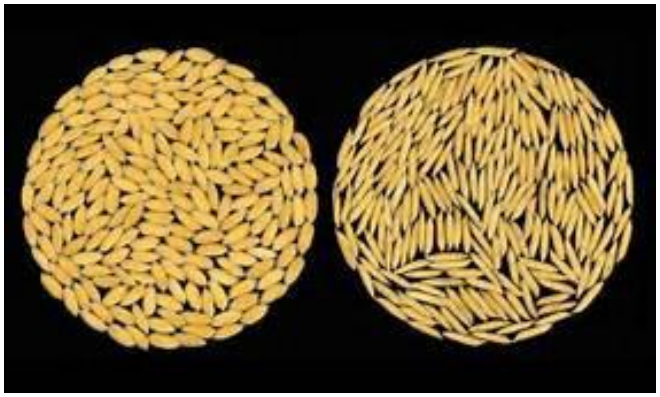
1) Dorigoni, Alberto – 2017 – Chemical thinning in apples with a special focus on the use of exilis (6 benzyladnine) – Fine Agrochemicals ; UK
2) Forshey, G. G. – 1986 – Chemical fruit thinning of apples – New York`s Food and Life Sciences Bulletin , No. 116
3) Ingels, Chuck & et al – 2001 – Fruit trees : thinning young fruit – University of California ; agriculture and Natural Resources ; http://anrcatalog.ucdavis.edu
4) Ouma, George – 2007 – Chemical and non_chemical thinning methods in apple (Malus domestica) – ARPN Journal of Agricultural and Biological Science (Asian Research Publishing Network) ; Vol. 2 , No. 6 ; www.arpnjournals.com
5) P. S. E. – 2017 – Fruit thinning – The Pennsylvania State University ; http://extension.psu.edu
6) R. A. A., Mostafa & M. M. El Akkad – 2011 – Effect of fruit thinning rate on yield and fruit quality of Zaghloul and Haiany date palms – Australian Journal of Basic and Applied Science , 5(12) : 3233-3239
7) U. C. – 2017 – Fruit thinning – University of California ; Division of Agriculture & Natural Resources

8) Walter Peterson, Hans – 2013 – Fruit thinning in wine grape varieties – Cornell University ; Cooperation Extension
9) Wilton, J. – 2007 – Chemical thinning and application technology – Orchard Walk Notes

"کاربرد تنظیم کننده های رشد گیاهان در زراعت برنج" ؛
"Plants growth regulators & rice cropping"

هورمون های گیاهی و تنش های محیطی :
هورمون های گیاهی دارای نقش حیاتی برجسته ای در سازگاری (acclimatize) گیاهان زراعی-باغی با انواع شرایط زیست محیطی از طریق ایجاد مراحل زیر هستند :
الف) رشد متناسب (mediating growth)
ب) نمو به موقع (development)
پ) تخصیص بهینه عناصر غذایی (nutrient allocation) (۵).

هورمون های گیاهی از طریق مجاری ویژه ای به سمت مناطق خاص حرکت می نمایند تا در غلظت های بسیار کم به واکنش متناسب گیاهان در پاسخ به تنش های (stress) زیان آور بینجامند. باید توجّه داشت که تمامی فعالیّت های بیولوژیکی گیاهان بطور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تأثیر هورمون های گیاهی مختلف قرار دارند (۵).



نقش هورمون های گیاهی گوناگون در برابر تنش های غیرزنده (abiotic) عبارتند از :
۱) "آبسیسیک اسید" یا "آبسیزیک اسید" یا ABA (Abscisic acid) بعنوان واسطه یا میانجی (mediator) در واکنش گیاهان به بسیاری از تنش ها عمل می نماید.

۲) تنش ها موجب تغییر سطوح "اندول استیک اسید" (IAA) در گیاهان می گردند که این موضوع منجر به کاهش رشد گیاهان می شود.

۳) آنالیز عملکرد (functional analysis) دریافت کننده های تغییرپذیری هورمون "سیتوکینین" (Cytokinin) نشانداد که دریافت کننده های گیاه "رشادی" (Arabidopsis) بعنوان تنظیم کننده های منفی در مواجهه با سیگنال های "آبسیزیک اسید" و تنش های اسمزی عمل می نمایند.

۴) مکانیزم هایی که از طریق "جیبرلیک اسید" یا GA (gibberellic acid) به تحمل گیاهان در برابر تنش شوری می انجامند، تاکنون به درستی شناخته نشده اند.
اصولاً شوری (salinity) باعث آشفتگی در تعادل هورمونی گیاهان می شود.
وضعیت "هومئواستازیس هورمونی" (hormonal homeostasis) ممکن است تحت شرایط شوری با تحریک مکانیزم "جیبرلیک اسید" (GA3) باعث تحمل گیاهان در برابر شوری گردد.

۵) مقادیر کمی از "اسید سالیسیلیک" (salicylic acid) و "جاسمونیت" (jasmonate) در مواجهه با تنش های غیرزنده از طریق افزایش فرآیندهای فیزیولوژیک و افزایش تحمل پذیری مؤثر واقع می گردند.

۶) نقش "براسینو استروئیدها" (brassinosteroids) و "تریازول" (triazole) در ضمن تنش های محیطی قابل تأمل است.

۷) اتیلن (ethylene) بعنوان یک هورمون مقابله با تنش ها مطرح است گواینکه در شرایط تنش شوری گاهاً به نتایج متضاد و مغایری می انجامد (۵).

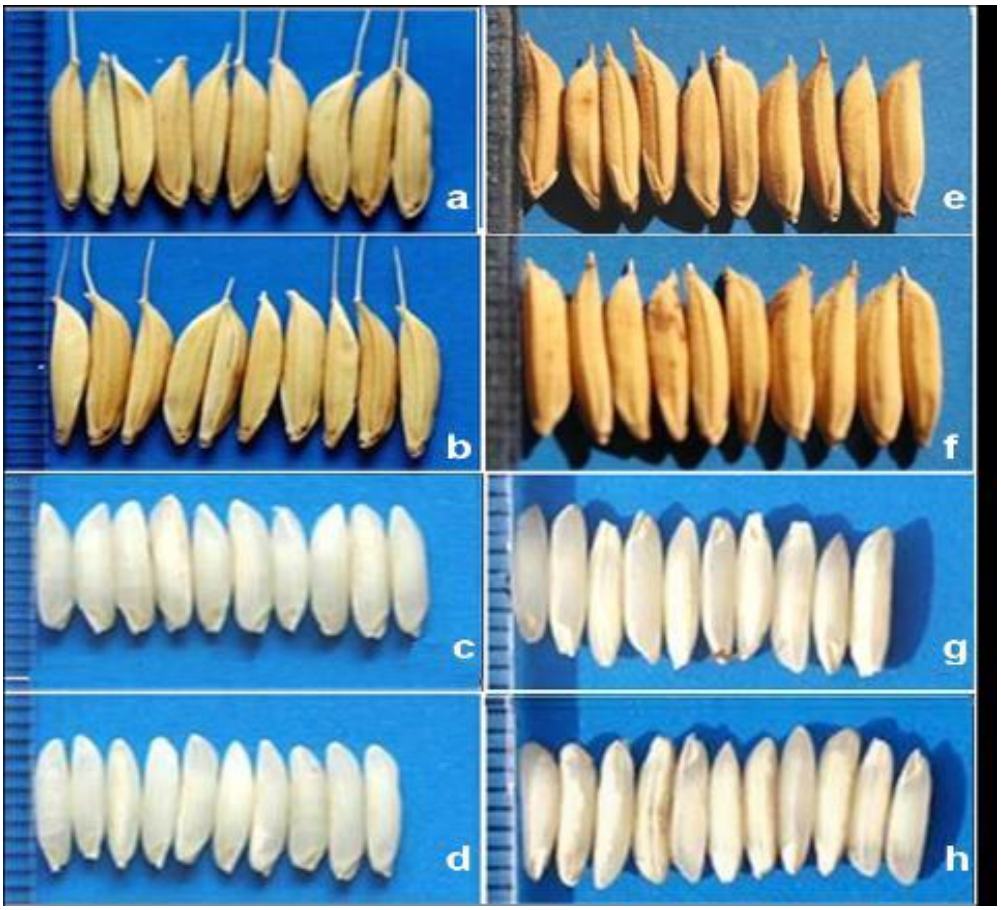
پیش تیمارهای اسمزی و هورمونی بذور بمنظور افزایش رشد و عملکرد برنج:
معضل رشد بیرویه جمعیّت جهان بر نیازمندی بشر امروز به افزایش تولید مواد غذایی از جمله برنج افزوده است ولیکن این مشکل در چالش با وخامت اوضاع محیط زیست بگونه ای دشوارتر نمود می یابد. بنابراین راه حل عاجل آن است که مواد غذایی با قیمت های مناسبی تولید گردند تا قشر عادی ساکنین کشورهای فقیر بتوانند از آنها بهره گیرند (۷).
مسلماً زراعت برنج از دوران قدیم با تهیّه خزانه های سنتی و سپس نشاءکردن گیاهچه ها در زمین های گل آلود (puddle field) صورت می گرفت که این شیوه نیازمند مقادیر بسیار زیاد آبیاری و هزینه های بالای نیروی انسانی بود درحالیکه امروزه چنین شیوه هایی لزوماً خواهان اصلاح و بهبود می باشند.
از جمله شیوه هایی که در این رابطه مطرح می باشند همانا زراعت برنج در اراضی فاریاب کوهپایه ای همانند محصولاتی چون گندم و جو است. در این شیوه بذور مصرفی برنج را می توان قبل از کاشت تحت تیمارهایی قرار داد (۷).

"پیش تیمار بذور" (seed priming) طی سال های اخیر برای افزایش درصد جوانه زنی (قوّه نامیّه) ، یکنواختی سبزشدن (قدرت نامیه) و استقرار گیاهچه ها (قدرت رویش) در بسیاری از کشورها رواج یافته است زیرا پیش تیمار بذور تا حد زیادی موجب تقویت بنیه یا ویگوریته زیستی (invigoration) آنان برای سبزشدن سریع و یکنواخت می شود (۷).

پیش تیمارهای اسمزی (osmo priming) و هورمونی (hormonal priming) در زمره واژه های علمی هستند که در تشریح چگونگی خیساندن (soaking) بذور با میزان کمی از محلول ها در شرایط هوازی (aerated) بمنظور کنترل جذب آب و جلوگیری از رشد بیرویه ریشه چه (radicle) بکار می روند. زمانیکه چنین تیمارهایی با فرآیند "پسابش" یا "آبکافت" (dehydration) دنبال گردند آنگاه موجب اثرات مثبتی بر اصلاح جوانه زنی بذور بویژه در شرایط محیطی نامناسب خواهند شد (۷).

یکی از مزایای پیش تیمارهای اسمزی آن است که از حساسیت بذور در حال جوانه زنی نسبت به درجات حرارت و شرایط فقدان اکسیژن می کاهد. بعلاوه بکارگیری موادی نظیر : کلرید کلسیم ، نیترات پتاسیم ، کلرید سدیم و "پلی اتیلن گلیکول ۸۰۰۰" (PEG 8000) موجب کاهش دورهٔ جوانه زنی می شوند.
همچنین پیش تیمار بذور برنج با PEG 8000 سبب تسهیل در جوانه زنی انواع برنج های نرم (fine rice) و سخت (coarse rice) گردید.
پیش تیمار بذور برنج کشت مستقیم تابستانه با کودهای محلول (nutri-priming) توسط "فسفات منو آمونیوم" ۴ درصد باعث افزایش پنجه های مؤثر و عملکرد دانه ای برنج شد.
متعاقباً بکارگیری محلول "نیترات لانتانیوم" (lanthanum) برای پیش تیمار بذور برنج موجب تسهیل در جوانه زنی ، افزایش ویگوریته و تولید ریشه های طویل تر و قوی تر گردید.
متقابلاً بکارگیری کودهای : اوره ، نیتروفوس ، دی آمونیوم فسفات و سولفات پتاسیم به نابودی کامل توانایی جوانه زنی و سبزشدن بذور برنج بواسطه بروز خسارات کلی بر غشاء سلولی (membrane) منتهی گردید که با افزایش هدایت الکتریکی مایعات خروجی از بذور (seed leachates) آشکار گردید(۷).

پیش تیمار بذور برنج با تنظیم کننده های رشد (growth regulators) یا هورمون های گیاهی (plant hormones) و سایر مواد شیمیایی آلی به نتایجی نظیر : افزایش یکنواختی جوانه زنی ، استقرار پایدار گیاهچه ها ، رشد رویشی و راندمان برداشت گیاه برنج منتهی شد.
مشخص گردیده است که هورمون اسید جیبرلیک برای شکستن مولکول های نشاسته ذخیره ای بذور برای استفادهٔ جنین در حال رشد در طی جوانه زنی بکار می رود لذا زمانیکه از اسید جیبرلیک بعنوان ماده پیش تیمار ۴ رقم برنج استفاده شد، به افزایش معنی داری در سبزشدن و تولید ماده خشک گیاه برنج انجامید.
ماده فنل طبیعی سالیسیلیکات (salicylicate) نیز بعنوان یک تنظیم کننده رشد خارجی (endogenous) در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی نظیر : جذب یون ها و نفوذپذیری غشاء سلولی در گیاهان مشارکت می ورزد.
این ماده همچنین در افزایش مقاومت بذور به تنش های اسمزی و کاهش یا افزایش حرارت محیط از طریق فعال سازی "گلوتاتیون ریداکتاز" (glutathione reductase) و "گواکول پراکسیداز" (guaiacol peroxidase) مشارکت دارد. بعلاوه زمانیکه از ماده سالیسیلیکات برای پیش تیمار بذور برنج های سخت استفاده شد، سبب افزایش ویگوریته آنها گردید.
در برخی آزمایشات نیز پیش تیمار بذور برنج و بعضی از سبزیجات با تنظیم کننده های رشد گیاهان نظیر "پلی آمین ها" (polyamines) و تعدادی از منابع مواد شیمیایی آلی به بهبود جوانه زنی و سبزشدن آنها انجامید (۷).



لازم به ذکر است که پیش تیمار بذور زراعی قبل از کاشت با مواد شیمیایی با هدف بهبود استقرار گیاهچه ها و افزایش عملکرد محصول را در برخی مناطق جهان اصطلاحاً "زاپا" (zappa) می نامند (۷).

عملکرد پائین شالیزارهای مالزی باعث شده است که امروزه این کشور بعنوان یک وارد کننده برنج از سراسر دنیا مطرح گردد. محققان مالزی برای حل این معضل به طراحی تیمارهای قبل از کاشت (pre-sowing) بذور برنج موسوم به "seed priming" پرداخته اند تا بدین طریق به رشد و عملکرد بالاتر این محصول دست یابند.
آزمایش مزبور در دو گروه صورت پذیرفت بطوریکه :
الف) در گروه اوّل از نمک های اسمزی (osmotic salts) بعنوان عوامل پیش تیمار استفاده گردید.
ب) در گروه دوّم از هورمون های گیاهی بعنوان عوامل پیش تیمار سود جستند.
برای پیش تیمارهای اسمزی و هورمونی به ترتیب از ۱۹ و ۲۱ تیمار استفاده شد.
این آزمایش در قالب طرح های کامل تصادفی (CRD) انجام پذیرفت.
اطلاعات مربوط به : درصد جوانه زنی ، ارتفاع ، تعداد کل پنجه ها ، تعداد پنجه های مثمر ، درصد پنجه های مثمر و عملکرد محصول جمع آوری گردیدند.
بر اساس نتایج حاصله پیش تیمار اسمزی با ۱۵۰ پی پی ام "اسید سالیسیلیک" بنحو معنی داری بر تعداد پنجه های هر کپه (hill) در قیاس با تیمار شاهد افزود.
همچنین پیش تیمار تلفیقی ۵۰ میلی مول از کلرید منزیم + ۲۰۰ پی پی ام "متیل جاسمونیت" (methyl jasmonate) به بیشترین بهبود عملکرد برنج منتهی شد (۷).

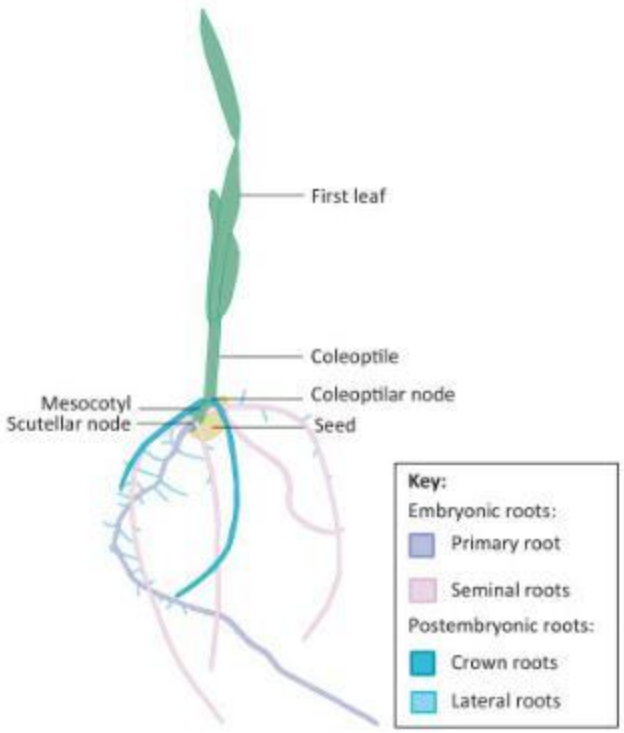
تأثیر عصاره گیاهان دریایی بر رشد و عملکرد برنج :

نیاز به کودهای ازته ، فسفره و پتاسه در کشور اندونزی از ۹۶/۱ هزار تن در سال ۲۰۰۶ میلادی به ۷۳۹/۳ تن در سال ۲۰۰۷ میلادی افزایش داشته است که این موضوع به سبب تمایل افزایش مصرف کودها در هر واحد سطح اراضی کشاورزی می باشد. حقایق موجود بیانگر این موضوع هستند که امروزه زارعین

مشتاق بکارگیری ۳۵۰-۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هر هکتار شالیزار و حدود ۲۵۰-۲۰۰ کیلوگرم از آن در هر هکتار از اراضی سبزیکاری و باغات میوه هستند. چنین شرایطی یقیناً علاوه بر افزایش هزینه ها سبب کاهش حاصلخیزی خاک و آلودگی های زیست محیطی می گردند. بعلاوه سوبسید تخصیصی دولت اندونزی از ۱/۵ میلیارد دلار آمریکا در سال ۲۰۰۶ میلادی به حدود ۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۷ میلادی افزایش یافت(۱).

با وجود چنین معضلاتی بود که دولت اندونزی راهکارهایی برای استفادهٔ بیشتر از کودهای ارگانیک برای اهتمام به کاستن از وابستگی به کودهای غیر آلی عرضه نمود که از جملهٔ آنها بکارگیری عصارهٔ گیاهان دریایی (seaweeds extracts) در روند تولیدات زراعی-باغی نظیر زراعت برنج می باشد (۱).

برخی نتایج پژوهشی نشان می دهند که کاربرد کودهای مایع حاصل از عصارهٔ گیاهان دریایی موجب کاهش مصارف کودهای ازته ، فسفره و پتاسه از طریق تحریک رشد و تولید محصول در برخی گیاهان زراعی شده است. این گزارش مؤید آن است که حدود ۵۹ گونه گیاه دریایی در مناطق ساحلی استان "تنگارا" اندونزی یافت گردیده اند که حداقل ۱۵ گونه از آنها از قابلیت تحریک جوانه زنی ، رشد و افزایش تولید گیاهان باغی و لگوم ها برخوردارند (۱).



برخی مناطق بکارگیری مسبوق کودهای مایع حاصل از عصارهٔ خام گیاهان دریایی عبارتند از :

۱) Seasol در استرالیا

۲) KelPak در اروپا

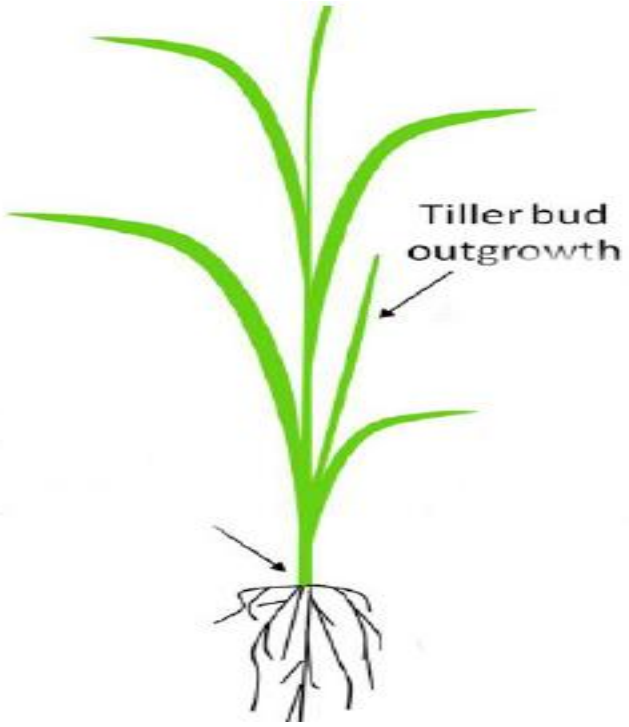
۳) Maxicrop در ایالات متحده آمریکا

۴) Algaenzims در مکزیک

۵) Algifert و Cytec در هندوستان

نتایج حاصل از کاربرد عصاره گیاهان دریایی در موارد فوق همواره مؤید افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان بوده اند که منتج به افزایش رشد ، نمو و تولید گونه های مختلفی از محصولات کشاورزی شده اند(۱).

در یک پژوهش به ارزیابی میزان تأثیر عصاره های ۱۰ گونه از علف های دریایی بر رشد و تولید ارقام برنج پرداخته شد. برای این منظور ۱۰۰ گرم از هر گیاه دریایی با کمک ۱۰۰ میلی لیتر آب برای دستیابی به غلظت ۱۰۰ درصد عصاره گیری گردید آنگاه محلول ۱۵ درصد عصاره گیاهان دریایی در مراحل رویشی (vegetative) و زایشی (generative) بر روی بوته های برنج پاشیده شدند و متعاقباً پارامترهای رشد و عملکرد گیاه برنج اندازه گیری گردیدند (۱).



برخی بررسی ها نشان دادند که ۱۵ گونه از گیاهان ساحلی استان "تنگارا" اندونزی قادر به تحریک جوانه زنی بذور هندوانه و کنجد (sesame) ، رشد گیاه لوبیا و رشد و تولید گوجه فرنگی بوده اند.

کشاورزان منطقه همچنین توانستند با کمک پاشیدن عصارهٔ گیاهان دریایی بر بوته های برنج موجب کاهش نیاز به کاربرد کود اوره در شالیزارها گردند (۱).

نتایج بررسی مؤید آن بود که عصارهٔ گیاهان دریایی : Sargassum sp1 ، Sargassum sp2 ، Sargassum polycistum ، hydroclathrus sp ، Turbinaria ornata و Turbinaria murayana قادر به تحریک و بهبود رشد رویشی بوته های برنج می باشند درحالیکه فقط عصارهٔ Hydroclathrus sp. توانست بطور همزمان بر هر دو پارامتر رشد و عملکرد برنج مؤثر واقع گردد.
این نتایج نشان دادند که با بکارگیری عصارهٔ گیاهان دریایی می توان ضمن کاهش هزینه های تولید و آلودگی محیط زیست به استفادهٔ کمتر از کودهای NPK دست یافت (۱).

ارزیابی هورمون های ضد ورس بر رشد و نمو گیاه برنج :

"ورس" یا "خوابیدگی" (lodging) گیاهان زراعی از جمله معضلات حائز اهمیت در گیاه برنج (rice) با نام علمی "Oryza sativa" است که متأثر از : شرایط پرورش ، ارقام محصول و مدیریت تولید می باشد. وقوع "ورس" هر گاه در اثر پدیده های رایجی چون : بارندگی و باد شدید در مرحله پُرشدن دانه ها (grain filling) رُخ دهد ، به کاهش معنی دار عملکرد محصول منجر می شود. وقوع "ورس" باعث کاهش کانوپی بوته های برنج بواسطه خمیده شدن و یا افتادن می شود و از نفوذ نور خورشید به لایه های زیرین و نتیجتاً فتوسنتز آنها جلوگیری می کند لذا پدیده "خود سایه ای" (self-shading) در برگ ها و خوشه ها بروز می یابد که بر طبق گزارشات به میزان ۸۰-۶۰ درصد از فتوسنتز بوته های ورس یافته در قیاس با بوته های ایستاده کاسته می گردد.

"ورس" از میزان جذب آب و عناصر غذایی و همچنین انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه برنج می کاهد و این موضوع سبب کاهش عملکرد دانه و نزول خاصیت آرد شدن (milling) می شود. پدیده "ورس" می تواند حداقل به میزان ۳۵-۳۰ درصد از تولید محصول دانه ای برنج بکاهد (۴).

"ورس" از ویژگی های کاهش سایه اندازی کانوپی است که در طی آن گیاه برنج ابتدا خمیده (bend) می شود و سپس همراه با خوشه هایش بر سطح آب یا خاک فرو (fall over) می افتد که نتیجتاً به کاهش عملکرد و کیفیت محصول می انجامد.

عوامل ایجاد پدیده "ورس" در گیاه برنج عبارتند از :

۱) عدم تعادل در بکارگیری عناصر غذایی

۲) مدیریت نادرست آب شالیزار

۳) واریته های پابلند حساس به ورس

۴) بادخیز بودن منطقه

۵) شرایط سایه
۶) بروز آفات و بیماری ها
۷) بارندگی شدید
تمامی این حالات منتج از ضعیف بودن غیرعادی ناحیه طوقه گیاه برنج در اثر کاهش قطر آن است که بواسطه رشد بیرویه گیاه حادث می شود (۴).

نتایج برخی پژوهش ها حاکی از آن است که کاربرد بیشبود عنصر ازت می تواند در غیاب عنصر پتاسیم به "ورس" منتهی گردد. بررسی ها مؤید آن هستند که ارقام مقاوم به ورس در شرایط بروز تنش ها و بیشبود عنصر ازت اقدام به پرُ کردن دانه ها با روال کندتری می نمایند.
نتایج آزمایشی آشکار ساختند که بر میزان هورمون "سیتوکینین" نظیر "زیاتین" (zeatin) و هورمون های "اندول استیک اسید" (NAA) و جیبرلین (GA) در مراحل آغازین پُرشدن دانه های برنج افزوده می شود درحالیکه مقدار هورمون "آبسیزیک اسید" (ABA) در حد بسیار پائینی قرار می گیرد. بدین ترتیب کاربرد هورمون های (تنظیم کننده های رشد) گیاهی می تواند نویدبخش جلوگیری از کاهش محصول در اثر وقوع پدیدهٔ "ورس" در گیاه برنج باشد (۴).

در یک پژوهش از دو نوع هورمون زیر برای کاهش "ورس" گیاه برنج استفاده شد :
الف) "پاکلوبوترازول" یا PP333 (paclobutrazol)
ب) "تری نیکساپاک اتیل" (trinexapac-ethyl) یا "سیکلوهگزان کاربوکسیلات" (cyclohexane carboxylate).
دو ماده مزبور جزو هورمون های گیاهی سنتزی یا مصنوعی هستند که در کاربردهای زمانی و مقادیر مختلف بنحو بارزی موجب کوتاه شدن ساقه های گیاه برنج و در نتیجه کاهش "ورس" ارقام برنج "Oryzica 2" و "Oryzica 3" شدند.
این بررسی در سطح شالیزارهای تولید تجارتی طی چندین فصل رشد انجام پذیرفت.
نتایج حاصله مؤید آن بودند که :
"تری نیکساپاک اتیل" از ارتفاع بوته های برنج و لاجرم وقوع پدیده ورس برنج واریته "Oryzica 3" کاست و بدین ترتیب بر عملکرد برنج به میزان ۱/۱۷ تن در هکتار نسبت به تیمار شاهد افزوده شد (۴).

کاربرد نفتالن استیک اسید در زراعت برنج :

برنج گیاهی تک لپه ای است که غذای نیمی از جمعیت جهان را تأمین می کند.
هورمون "نفتالن استیک اسید" (NAA) از جمله اسیدهای آروماتیک (معطر) محسوب می شود که طبیعتاً در آب نامحلول است گواینکه فقط تا میزان ۳۸۰ پی پی ام در آب قابل حل می باشد. این اسید سنتزی (مصنوعی) مشابه ماده ای طبیعی بنام "اندول استیک اسید" (IAA) در گیاهان عمل می کند بنابراین آنرا از جمله هورمون های مصنوعی خانواده "اکسین ها" بحساب می آورند (۲).

ماده NAA اصولاً در اعمال گیاهی زیر دخالت می نماید :

۱) تقسیمات سلولی
۲) طویل شدن سلول ها
۳) طویل شدن ساقه ها
۴) فتوسنتز
۵) سنتز RNA
۶) نفوذپذیری غشاء سلولی
۷) جذب آب
۸) جلوگیری از ریزش زودهنگام میوه ها
۹) تحریک گلدهی
۱۰) میوه دهی
۱۱) تأخیر در پیری
۱۲) جلوگیری از بازشدن جوانه ها
۱۳) میزان کلروفیل برگ ها
۱۴) افزایش عملکرد درختان میوه (۲).

در یک آزمایش به بررسی اثرات "نفتالن استیک اسید" (NAA) بر رشد ، اجزاء عملکرد و عملکرد گیاه برنج پرداخته شد. نتایج بررسی حاکی از آن بودند که : کاربرد برگپاشی NAA بعنوان یک نوع هورمون "اکسین" مصنوعی از طریق فرآیند متابولیکی بر سیکل زندگی گیاه برنج تأثیر می گذارد بدانگونه که مواد فتوسنتزی را از برگ ها بعنوان "source" به محل های ذخیره بعنوان "sink" منتقل نموده و موجب افزایش عملکرد می گردد (۲).

زمانیکه NAA در مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ پی پی ام بر بوته های برنج گلدانی اسپری گردید، بنحو معنی داری موجب افزایش ارتفاع گیاه در ۶۰ روز پس از کاشت (DAS) شد.
پاشیدن NAA در غلظت ۱۰۰ پی پی ام به افزایش تعداد پنجه ها ، تعداد برگ ها و وسعت سطح برگ های هر بوته برنج انجامید.
پاشیدن NAA در غلظت ۱۰۰ پی پی ام همچنین از تولید پنجه های دیرهنگام و غیر مولد جلوگیری نمود.
بکاربردن NAA در غلظت ۱۰۰ پی پی ام موجب افزایش طول، حجم و وزن (خشک و تر) ریشه های برنج شد.
مزایای کاربرد NAA در سیستم های آبیاری سیلابی (flooded) یا غرقابی بسیار بیشتر از سیستم های آبیاری متناوب (intermittent) بوده است (۲).

گزارشات نشان می دهند که پاشش NAA در آغاز مرحله خوشه دهی برنج موجب افزایش معنی دار تعداد پانیکول ها در هر مترمربع شالیزار می شوند.
در دو آزمایش با کاربرد تلفیقی NAA و فسفر در شرایط مزرعه ای و گلدانی ملاحظه شد که تعداد پنجه های مثمر برنج بنحو معنی داری افزایش می یابند.
همچنین گزارش شده است که کاربرد ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر NAA موجب افزایش تولید پانیکول های سنگین در برنج می شود.
بررسی ها بیانگر آن هستند که کاربرد NAA موجب افزایش درصد دانه های پُر برنج در حالت کاربرد منفرد و یا در تلفیق با کاربرد فسفر و آبیاری غرقابی می شود.

کاربرد NAA در آغاز مرحله پنجه دهی بر تعداد دانه های پُر در پانیکول اصلی و وزن هزار دانهٔ برنج اضافه نمود (۲).

نتایج آزمایشات مؤید آن هستند که بیشترین عملکرد برنج با کاربرد ۱۰۰ پی پی ام NAA و آبیاری غرقابی حاصل می آید.
برگپاشی NAA در مقادیر ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ پی پی ام به ترتیب موجب افزایش ۲۷/۷ و ۶/۹ درصدی دانه های برنج شد (۲).

اسید جیبرلیک ؛ فیتوهورمون کلیدی برای باروری خوشه چه های برنج :

متخصصین اصلاح نباتات در طی انقلاب سبز (green revolution) به توسعه ارقام پُر محصول برنج با ویژگی های زیر پرداختند :
الف) نیمه پاکوتاه (semi-dwarfism)
ب) واکنش مناسب به جیبرلین (GA responses)
پ) افزایش تولید دانه (improving grain) (۸).

"هورمون گیاهی" یا "فیتوهورمون" (phytohormone) جیبرلیک اسید موسوم به "جیبرلین" (gibberellins) جزو تنظیم کننده فعالیت های گیاهی محسوب می شود که در اغلب فرآیندهای رشد و نمو نظیر : نمو و جوانه زنی بذور ، رشد ریشه ها و ساقه ها ، تقسیمات سلولی و زمان گلدهی دخالت دارد. نام گذاری جیبرلین (GA) پس از کشف قارچ "Gibberella fujikuroi" که باعث طویل شدن غیر عادی سلول ها و برخی علائم دیگر در گیاهان سرایت یافته می شد ، انجام پذیرفت (۸).

امروزه ترکیبات شیمیایی متعددی از انواع GA در بافت های گیاهان شناخته شده اند ولیکن بسیاری از این ترکیبات در شرایط غیر آزمایشگاهی (in vivo) فعالیتی بروز نمی دهند.
هورمون GA در روند ازدیاد گیاهان دارای اثراتی بر : شکل گیری پرچم ها ، تشکیل گرده ها و نمو لولهٔ گرده می باشد.
"غربالگری" (screening) گیاهان برای تشخیص میوتانت هایی با GA غیر حساس (GA-insensitive) و یا GA ناکافی (GA-deficient) انجام می گیرد که به صورت هایی چون کوتولگی و باریکی ساقه ها در گیاه "رشادی" (Arabidopsis) ظاهر می گردند (۸).

هورمون گیاهی اسید جیبرلیک (GA) دارای پیام های (سیگنال ها) ضروری در بروز اعمال چندگانه ای در طی فرآیندهای رشد و نمو گیاهان است. اغلب مطالعاتی که در رابطه با جیبرلین انجام پذیرفته اند، در مقوله جوانه زنی و طویل شدن سلول ها می باشند درحالیکه جیبرلین دارای نقش بارزی در توسعه اندام های گلدهی بویژه در شکل گیری بساک (anther) پرچم ها (stamen) است.

جیبرلین همچنین از اهمیت وافری در باروری خوشه چه های (spikelet) برنج برخوردار است گواینکه ژنتیک مولکولی و مکانیزم شیمیایی جیبرلین در باروری اندام های نر تاکنون ناشناخته مانده است (۸).

تأثیر کاربرد بنزیل آمینوپیورین بر برنج هیدروپونیک :

پنجه ها (tillers) در حقیقت شاخه هایی هستند که از جوانه های جانبی قاعدهٔ ساقه های برنج توسعه می یابند.

جوانه های جانبی (lateral buds) یا جوانه های پنجه ای (tiller buds) از محور برگ های تحتانی تمایز (differentiate) می پذیرند.

پدیده پنجه زنی متأثر از چندین عامل از جمله ویژگی های ژنتیکی ارقام برنج و شرایط محیطی است. این موضوع همچنین نشان می دهد که رشد جوانه های محوری عموماً با سطوح طبیعی سیتوکینین های جوانه ها ارتباط دارد. تیمار خارجی سیتوکینین های گیاهی موجب آزاد شدن جوانه های جانبی از غالبیت انتهایی (apial dominance) در بسیاری از گیاهان دو لپه ای نظیر : سیب ، سویا ، گوجه فرنگی و نخود می گردد. تنظیم کننده های هورمونی گراس ها نیز موجب رشد جوانه های جانبی و رهایی آنها از تسلط ساقه اصلی می شوند.

گزارشات بسیاری در مورد تأثیر کاربرد خارجی سیتوکینین بر افزایش پنجه زنی گراس هایی نظیر : گندم ، یولاف و جو در دست می باشند گواینکه نتایج متناقضی نیز از تأثیر سیتوکینین ها بر پنجه زنی غلات از جمله برنج وجود دارند. بر اساس یکی از پژوهش ها که در ژاپن انجام پذیرفته است با افزودن ماده "کینتین" (kinetin) به محلول هیدروپونیک از پنجه زنی بوته های برنج جلوگیری می شود امّا پنجه زنی پس از ۲ هفته پس از تیمار شدت می گیرد (۹).

در یک آزمایش به بررسی اثرات "بنزیل آمینوپیورین" (BA) بر پنجه زنی دو رقم برنج با خصوصیات توانایی کم (North rose) و توانایی زیاد (Sasanishiki) در پنجه زنی در شرایط هیدروپونیک پرداخته شد.
برگپاشی BA بر هر دو رقم برنج در مرحله ۶ برگی انجام پذیرفت ولیکن تغذیه ریشه ای بوته های برنج در مرحله ۸ برگی وقوع یافت.

نتایج حاصله نشانداد که هر دو حالت : تغذیه ریشه ای و کاربرد برگپاشی BA موجب تسریع در آغاز پنجه زنی و در نتیجه کاهش معنی دار تعداد پنجه های هر دو نوع بوتهٔ برنج شدند.
بررسی ها نشانداد که پنجه های اولیه بسیار بیشتر از پنجه های ثانویه از کاربرد BA تأثیر می پذیرند.
تولید برگ ها بر روی ساقهٔ اصلی موقتاً محدود گردید.
غلظت مؤثر BA بر پنجه زنی بیش از ۰/۰۱ میکرومول (µM) برای تغذیه ریشه ای و ۱۰۰ میکرومول برای حالت برگپاشی تعیین شد.
بطور کلی میزان اثرات تغذیه ریشه ای بوته های برنج با BA بسیار بیشتر از کاربرد برگپاشی آن بود.
نتیجه نهایی اینکه ممانعت پنجه زنی گیاه برنج توسط BA در قیاس با بالا بردن توان پنجه زنی آن بیشتر است، که این موضوع در تناقض با نقش معمول انواع سیتوکینین ها می باشد (۹).

مصرف آزوسپیریلیوم در شالیزارهای آپلند فاریاب :
با وجود کاهشی که در تولید و میزان عملکرد برنج برزیل طی فصل زراعی ۱۶-۲۰۱۵ میلادی در قیاس با سال قبل بترتیب بمیزان ۱۴/۳ و ۰/۶ درصد صورت پذیرفت، واضح است که زنجیره تولید غلات از اهمیت افزون تری برای تجار کالاهای کشاورزی (agribusiness) برزیل برخوردار خواهد بود زیرا محصول برنج دارای بالاترین میزان مصرف و ارزش تجاری غلات در جهان می باشد (۱۰).

مسلماً گیاه برنج از جملهٔ محصولات زراعی است که تقاضای زیادی برای کسب عنصر ازت در راستای ارائه حداکثر عملکرد است زیرا ازت از اجزای اصلی مولکول کلروفیل می باشد که در افزایش سطح برگ ها و در نتیجه افزایش کسب و کارآیی تشعشع خورشید ، مقدار فتوسنتز ، تعداد خوشه در واحد سطح ، تعداد خوشه چه های هر خوشه ، تعداد دانه های بارور هر خوشه چه ، طول خوشه چه ، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مؤثر است (۱۰).

یک طرح پژوهشی طی سال های ۱۳-۲۰۱۲ میلادی با استفاده از باکتری "باسیلی" یا میله ای شکل "آزوسپیریلیوم" با نام علمی "Azospirillum brasilense" بمنظور ارزیابی تأثیر آن بر میزان تثبیت نیتروژن در شالیزارهای آپلند انجام پذیرفت. در طرح مذکور فاکتورهای دُز مصرفی و شیوه آلوده سازی ماده تلقیحی (inoculant) به اجرا در آمدند.
"آزوسپیریلیوم" از جمله باکتری های گیاهی (bacterium) با قابلیت تثبیت کنندگی ازت به شیوه آزاد یا غیر همزیستی موسوم به "دیازوتروپیک" (Diazotropic) می باشد.
پژوهش مذکور در قالب طرح بلوک های تصادفی با شمای فاکتوریل ۴ × ۴ انجام پذیرفت.
دُزهای ماده تلقیحی به میزان : ۰ ، ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی لیتر از نوع تجاری در هکتار بکار رفت درحالیکه ۴ روش بکارگیری شامل :
تلقیح بذور ، بکارگیری در فاروهای کاشت ، اسپری بر روی خاک پس از کاشت و برگپاشی در آغاز مرحله پنجه زنی بودند (۱۰).

در پایان آزمایش به ارزیابی ویژگی های زراعی ، اجزای عملکرد و راندمان تولید برنج پرداخته شد.
با بررسی اطلاعات پژوهش مشخص گردید که بکارگیری "آزوسپیریلیوم" بعنوان یک عامل تثبیت کنندهٔ ازت می تواند دارای اهمیّت قابل ملاحظه ای در راستای کشاورزی پایدار باشد.
نتایج حاصله مؤید آن بودند که ماده تلقیحی حاوی "آزوسپیریلیوم" موجب افزایش ۱۹ درصدی عملکرد برنج آپلند تحت آبیاری بارانی (sprinkler irrigation) با تیمار ۲۰۰ میلی لیتر در هکتار بدون توجه به شیوهٔ کاربرد گردید.
بررسی ها همچنین نشان دادند که افزایش عملکرد در شالیزارهای آپلند کشور برزیل بمیزان ۳/۲ تن در هکتار در قیاس با شالیزارهای فاریاب بمیزان ۶/۸ تن در هکتار نسبتاً پائین بوده است. بنابراین مشخص شد که جنس "آزوسپیریلیوم" بعنوان "باکتری افزایش دهندهٔ رشد گیاهان" یا PGPB (plant growth promoting bacteria) با توانایی تثبیت بیولوژیکی آزاد ازت می تواند با دخالت در سنتز هورمون هایی نظیر اکسین به تحریک رشد ساقه ها و ریشه ها در انواع غلات (grass crops) نظیر برنج مشارکت ورزد(۱۰).

تأثیر زمان و دُز مصرف بیورین بر رشد و عملکرد برنج :

دستیابی به خودکفایی یا "خود اتکایی" (self-supporting) تولید برنج از مهمترین پارامترهای امنیت غذایی ملی است زیرا تأثیرات بارزی بر وضعیت اجتماعی ، اقتصادی و سیاسی کشورها برجا می گذارد. از این جنبه است که بسیاری از کشورها در تلاش برای افزایش تولید برنج می باشند تا بگونه ای بتوانند در روند دستیابی به خودکفائی آن گام بردارند.

امروزه راه های زیادی برای افزایش تولید برنج تحت بررسی قرار گرفته اند که از جمله چنین راه هایی را می توان افزایش حاصلخیزی خاک شالیزارها در راستای بهبود رشد و نمو گیاه برنج عنوان نمود. در حقیقت اینکار اجتناب ناپذیر می باشد زیرا کاشت مداوم برنج در شالیزارها سبب کاهش توانایی های فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی اراضی برنج می گردد (۱۱).

استفاده از مخلوط ادرار (urine) ، کودهای طویله ای (stable manure) و سایر مواد آلی پس از تخمیر شدن که موسوم به "بیورین" (biourine) است ، بخوبی می تواند سبب افزایش حاصلخیزی خاک شالیزارها گردد و جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی محسوب شود. بنابراین ساخت "بیورین" با موادی که نسبتاً بوفور در دسترس زارعین قرار دارند، می تواند پاسخگوی بخشی از نیازهای گیاه برنج بعنوان جایگزین کودهای شیمیایی باشد که نسبتاً گران ، دسترسی کمتر و مضر برای محیط زیست هستند(۱۱).

بکارگیری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان عمدتاً از دو طریق صورت می پذیرد :

الف) افزودن عناصر غذایی به خاک با تأثیر کمتر

ب) محلول پاشی برگی با تأثیر سریع تر و بیشتر

البته جذب عناصر غذایی از طریق روزنه های هوایی برگ ها (استوماتا) توسط عوامل محیطی متعددی متأثر می گردد. بکارگیری نوع و مقادیر صحیح و بهنگام عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان بخوبی می تواند به رشد بهینه و بیشترین راندمان تولید گیاهان منجر گردد درحالیکه کاربرد بیشبود یا مقادیر نازل آن موجب بروز محدودیت هایی در رشد و نمو گیاهان خواهد شد (۱۱).

در یک آزمایش به بررسی تأثیر زمان و مقدار بکارگیری "بیورین" بر افزایش رشد و تولید برنج پرداخته شد. در این پژوهش از طرح اسپلت پلات با ۳ تکرار استفاده شد بطوریکه پلات های اصلی شامل کاربرد زمانی "بیورین" در ۲ سطح صبح و عصر بودند.
بعلاوه پلات های فرعی دربرگیرندهٔ میزان مصرف "بیورین" در ۴ سطح : ۰ ، ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ ، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر در هکتار تعیین شدند (۱۱).

نتایج بررسی نشانداد که :
۱) اثرات متقابل بین زمان و مقدار بکارگیری "بیورین" بر پارامترهای متمایز مشاهده ای معنی دار بودند.
۲) بکارگیری صبحگاهی "بیورین" در مورد پارامترهای رشد با مقادیر ۱۵۰۰ لیتر در هکتار و ۲۰۰۰ لیتر در هکتار توانستند موجب افزایش سطح برگ ها ، تعداد گیاهچه های (plantlets) هر کپه (clump) و وزن خشک کل محصول نسبت به سایر تیمارها شوند.
۳) کاربردهای صبحگاهی "بیورین" در مورد پارامترهای عملکرد در مقادیر ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر در هکتار توانستند سبب افزایش تعداد پانیکول ها در هر کپه ، وزن خشک خوشه چه ها و وزن ۱۰۰۰ خوشه چه نسبت به سایر تیمارها گردند (۱۱).

نقش هورمون های گیاهی در ایمنی برنج :

در ضمن ارزیابی مشارکت گیاهان و میکرب های وابسته همواره به بررسی سیستم های ایمنی گیاهان در مقابله با پاتوژن های میکربی و راه های دفع آنان پرداخته می شود.
ایمنی گیاه (plant immune) از میزان واکنش گیاه نسبت به پاتوژن ها منشأ می گیرد که مشخص کنندهٔ سطح حساسیت گیاه برای بروز دفاع در برابر تهدیدات زنده و غیر زنده است.
مشخص شده است که هورمون های گیاهی نظیر : "اسید سالیسیلیک" (SA) ، "جاسمونیت" (Jas) و اتیلن (ET) در ضمن واکنش های ایمنی به ارسال سیگنال هایی جهت برانگیختن و مدیریت واکنش های دفاعی می پردازند (۱۳).

باید در نظر داشت که گیاهان در طی دورهٔ زندگی با انواع مختلفی از تنش های محیطی زنده (biotic) و غیرزنده (abiotic) مواجه می گردند لذا برای گذران موفقیت آمیز مراحل زندگی به توسعه مکانیزم های پیچیده ای می پردازند تا بدینوسیله از قابلیت احساس تغییر شرایط محیطی بمنظور احراز توانایی مقابله با تنش های محیطی برخوردار گردند (۱۳).

پژوهندگان در ضمن دهه اخیر موفق به کشف برخی از هورمون های گیاهی کنترل کننده رشد نظیر : اکسین ، جیبرلیک اسید (GA3) ، براسینواستروئیدها (BRs) و آبسیزیک اسید (ABA) شده اند که نقش بارزی در

ایمنی و رشد و نمو گیاهان بر عهده دارند لذا این پژوهندگان بدینطریق توانسته اند برخی از جوانب رشد و نمو و همچنین ایمنی گیاهان در مقابله با تنش های زنده و غیرزنده را کنترل کنند (۱۳).

توجه داشته باشید که فعال سازی واکنش های دفاعی گیاهان معمولاً به تحلیل رفتن بخشی از توانایی رشد و نمو گیاهان منتهی می شود که به آن اصطلاحاً "هزینه دفاع" (defense cost) یا "عقوبت دفاع کردن" (defense penalty) می گویند که به سبب تداخل در مسیرهای هورمونی (hormone pathways) واقع می گردد (۱۳).

هورمون های گیاهی بطور گسترده ای در رابطه با نقش مهم آنها در ایمنی تولیدات گیاهی بویژه در رابطه با گیاه دو لپه ای "رشادی" (Arabidopsis thallana) بررسی گردیده اند امّا این بررسی طی دهه های اخیر به گیاه تک لپه ای برنج (Oryza sativa) نیز متمایل شده است.
در این مورد برخی شواهد مؤید آن هستند که اسید سالیسیلیک (SA) دارای نقش برجسته ای در استحکام اساسی پیکره برنج می باشد.
بعلاوه ماده "جاسمونیت" یا "JA" (Jasmonate) نیز اهمیت بارزی در دفاع گیاهان در مقابل سرایت باکتری ها و قارچ ها برعهده دارد.
همچنین اتیلن (ET) می تواند دارای نقش منفی یا مثبت در رابطه با مقاومت گیاه برنج نسبت به برخی بیماری ها باشد ولیکن این موضوع بستگی به نوع پاتوژن و شرایط محیطی دارد.
"براسینواستروئیدها" یا "BP" (brassinosteroids) و "آبسیزیک اسید" یا "ABA" (abbscisic acid) نیز موجب ترقی رشد یا دفاع گیاهان در مقابله با پاتوژن های عامل بیماری های گیاهی هستند.
اکسین ها (auxins) و جیبرلین ها یا GA (gibberellins) عموماً دارای نقش منفی در تنظیم ایمنی داخلی گیاه برنج می باشند.
هورمون جیبرلین (GA) همراه با "جاسمونیت" (JA) دارای اثرات متقابل ضدیت با یکدیگر یا "آنتاگونیستی" (antagonistic) در نمو گیاه برنج می باشند و پروتئین Della دارای نقش تنظیم کنندگی مسیر فعالیت هورمون های مزبور است (۱۳).

اثر جیبرلین و سایر تنظیم کننده های رشد بر تولید بذور برنج هیبرید :

برنج از مهمترین محصولات زراعی جهان است که نقش برجسته ای را در تأمین نیازهای غذایی نیمی از جمعیت جهان برعهده دارد. روند رو به رشد جمعیت جهان بموازات زوال توانایی محیط زیست در تأمین نیازهای آنها به چالشی مهم برای حکومت ها تبدیل شده است لذا طی دهه های اخیر به تلاش برای بهبود تکنولوژی های موجود برآمده اند. در این راستا نیازمندی به افزایش تولید از طریق دستاوردهای ژنتیکی جدید نظیر توسعه برنج های هیبرید به شدت احساس می شود (۱۲).

باید توجه داشت که تولید برنج برای رفع نیازهای غذایی آینده از جنبه تئوریک به سه طریق : افزایش راندمان تولید ، افزایش سطح زیر کشت و یا تلفیقی از هر دو امکانپذیر می باشد. امروزه دانشمندان معتقدند

که افزایش سطح زیر کشت برنج بسیار دشوار می نماید و به شدت نیازمند پژوهش های زیاد و پُر هزینه است درحالیکه استفاده از ارقام برنج هیبرید می تواند پاسخگوی مناسبی برای رفع این نیازها باشد(۱۲).

تولید برنج هیبرید که از سال ۱۹۷۶ میلادی در چین شروع شد، متعاقباً در سال ۱۹۸۳ میلادی به سطح تولید حدود ۵ تن در هکتار با استفاده از ۳ لاین هیبرید رسید. سرانجام با بکارگیری تکنولوژی های جدید به عملکرد ۶ تن در هکتار در سال ۱۹۹۵ میلادی و به بیش از ۱۰ تن در هکتار طی سال ۲۰۰۴ میلادی دست یافتند. متعاقباً برنامه تولید برنج سوپر هیبرید برای دستیابی به عملکرد ۱۳/۵ تن در هکتار به اجرا گذاشته شد.
امروزه بکارگیری از پدیدهٔ "هتروزیس" (heterosis) بمنظور تولید برنج های هیبرید در چین و ۱۸ کشور جهان در حال پیشرفت می باشد.
گیاه برنج از ویژگی خودگشنی (self-pollinate) برخوردار است لذا تولید برنج های هیبرید نیازمند شناسایی و استفاده از لاین های "نر عقیم" (male sterility) مناسب می باشد که به آن سیستم ۳ لاین (three-line system) یا CMS گفته می شود (۱۲).

هورمون های گیاهی در این راستا دارای نقش حیاتی در روند رشد و نمو لاین های دخیل در فرآیند تولید بذور برنج هیبرید بعنوان تنظیم کننده های رشد گیاهان یا PGR (plant growth regulators) می باشند. بطور کلی هورمون های گیاهی نظیر : اکسین ها مثل NAA ، جیبرلین ها مثل GA3 ، سیتوکینین ها و اتیلن ها در کنترل رشد و نمو گیاهان مؤثرند و در وقایعی چون : تقسیمات سلولی ، طویل شدن سلول ها ، سنتز پروتئین ها نقش دارند (۱۲).

گیاهان از توانایی ذخیره کردن مقادیر مازاد هورمون های گیاهی تولیدی به شکل ترکیبات الحاقی برگشت پذیر (reversible conjugate) برخوردارند و متعاقباً در مواقع نیاز و در طی دوره های رشد به آزاد کردن مجدد آنها اقدام می ورزند.
اکسین ها در غلظت های خیلی کم در : طویل شدن سلول ها ، تقسیمات سلولی ، تورّم بافت ها (tissue swelling) ، شکل گیری ریشه های نابجا ، تولید کالوس ، شل شدن دیواره سلولی و جنین زائی (embryogenesis) دخالت دارند.
هورمون جیبرلین نیز در برخی فعالیت های گیاهی نظیر : طویل شدن ساقه ها و شکل گیری مولکول mRNA در داخل سلول ها دخیل می باشد (۱۲).

تولید برنج هیبرید عمدتاً تحت تأثیر مجموعه ای از عوامل مختلف و تکنولوژی های پیشرفته به شرح زیر قرار دارد :
۱) سه فاکتور مهم خوشه دهی (heading) و گلدهی (flowering) شامل : حرارت ، تابش خورشید و رطوبت نسبی.
۲) کاربرد کودها و مواد شیمیایی

۳) پاشیدن دُزهای کم جیبرلیک اسید (GA3) برای بهبود وضعیت ایستایی محصول (posture) بمنظور بیشترین وقوع دگرلقاحی (out-crussing) در لاین های نرعقیم (۱۲).

هورمون جیبرلین در بسیاری از کشورها نسبتاً گران است ولیکن آنرا در کشور چین با دُز ۳۰۰-۱۵۰ گرم در هکتار برای کسب حداکثر عملکرد بذور برنج هیبرید بکار می برند. امروزه هر گرم GA3 در حدود ۰/۳ دلار آمریکا قیمت دارد لذا اکثر کشورها در صدد یافتن مواد جایگزین با بهای کمتر هستند (۱۲).

یک پژوهش برای شناسائی مواد جایگزین جیبرلین با کارآیی مؤثر و هزینه مناسب جهت افزایش تولید بذور برنج هیبرید انجام پذیرفت. ارقام والد برنج هیبرید NDHR2 با ۳۴ ترکیب مختلف از انواع تنظیم کننده های رشد به همراه یک تیمار شاهد در ۳ تکرار قرار گرفتند.
نتایج حاصله نشانداد که تیمارهای مذکور در تمامی موارد بجز ارتفاع گیاه و تعداد پنجه های مؤثر هر بوته دارای تأثیر معنی داری بوده اند. کاربرد خارجی انواع هورمون های رشد گیاهان در این بررسی بنحو معنی داری سبب افزایش عملکرد بذور در محدودهٔ ۲۳/۵-۱۴/۸ گرم شد.
در آزمایش مذکور :
۱) تیمار T26 (GA3 + C.C.)
توضیح اینکه C.C. (chemical composition)
۲) تیمار T2 (GA3 45g)
۳) تیمار T1 (Ga3 30g)
۴) تیمار T5 (NAA 200g)
۵) تیمار T3 (NAA 100g)
۶) تیمار T27 (urea 2g + C.C.)
۷) T24 (GA3 45g + K2PO4 2g)
بترتیب دارای بالاترین افزایش معنی دار در محصول بذور برنج هیبرید بودند.
سایر اجزای عملکرد نیز بنحو معنی داری در اثر برگپاشی تنظیم کننده های رشد افزایش یافتند.
سرانجام اینکه تیمار تلفیقی
T26 (GA3 45g + urea 10 g + Boric acid 2g + ZnSo4 2g + K2Po4 2g)
به بالاترین عملکرد دانه منتهی گردید که می تواند در روند تولید بذور برنج هیبرید بکار رود و جایگزین GA3 در فعالیت های زراعی-باغی کشور هند و سایر کشورهای مشابه گردد (۱۲).

تأثیر تنظیم کننده های رشد بر پارامترهای کشت بافت برنج :

گیاه برنج (rice) با نام علمی "Oryza sativa) بعد از غلاتی چون گندم و ذرت دارای بیشترین سطح زیر کشت جهانی است. گیاه برنج را می توان در تمامی انواع خاک های حائز ظرفیت مناسب نگهداری آب و شرایط اقلیمی دارای آب و دمای کافی کشت نمود.
آمارها بیانگر اینکه کشور ترکیه در سال ۲۰۱۲ میلادی حدود ۸۸۰ هزار تن برنج از حدود ۱۱۸/۷ هزار هکتار سطح زیر کشت تولید نموده است که کفاف مصارف داخلی را نمی داد لذا همواره میزان واردات برنج

از میزان تولید آن در ترکیه بیشتر بوده است. بنابراین متخصصین اصلاح نباتات این کشور در صدد آن برآمدند تا با بهبود عملکرد و کیفیت برنج تولیدی از واردات این محصول بکاهند و در این راستا از علوم اصلاح نباتات کلاسیک ، مهندسی ژنتیک و شیوه های بیوتکنولوژی نظیر کشت بافت بهره می جویند (۳).

در این رابطه مشخص شده است که کالوس زایی جنینی (embryogenic calli) نسبت به شیوه هایی چون :
الف) استفاده از توان گونه ها در تولید نوساقه ها (Shoot spices)
ب) استفاده از گل آذین نارس (Immature inflorescences)
پ) استفاده از ریشه ها و برگ ها (Roots and Leaves)
برای انتقال ژنتیکی و ازدیاد گیاه برنج مطلوب تر بوده اند و بعبارت دیگر "کشت کالوس" (callus culture) در قیاس با "اندام زائی" (organogenesis) دارای موفقیت بیشتری در تحقیقات برنج می باشد (۳).

بر اساس پژوهش های متعدد مشخص شده است که بطور کلی پتانسیل "کالوس زائی" (callus induction) و ازدیاد گیاهی تحت تأثیر عوامل زیر قرار می گیرند :
۱) ژنوتیپ
۲) منبع متابولیسم کربوهیدرات ها
۳) تنظیم کننده های رشد گیاهی
۴) محیط کشت
۵) شرایط رشد (۳).

معمولاً جنین های لازم در تکنیک کشت جنین غلات را از بذور بالغ و بعضاً نابالغ آنها بدست می آورند. در این راستا جنین های بالغ همواره و بدون محدودیت زمانی در دسترس قرار دارند و غالباً کاربردهای وسیع تری نسبت به جنین های نابالغی یافته اند که در فقط برهه زمانی کوتاهی قابل دسترسی هستند (۳).

"جدول۱) تأثیر تنظیم کننده های رشد بر پارامترهای کشت بافت در ۳ ژنوتیپ گیاه برنج (۳):"

هورمون ها	فراوانی کالوس زائی (درصد)	وزن کالوس (گرم)	ظرفیت تکثیر (درصد)	فراوانی کشت (درصد)
شاهد	۲/۲	۰/۰۰۸	۰	۰
توفوردی	۹۸/۹	۰/۳۳۷	۸۶/۷	۸۵/۶
پیکلورام	۹۰/۰	۰/۳۰۴	۷۴/۵	۶۸/۹

در یک آزمایش که در دانشکده کشاورزی دانشگاه "آنکارا" در ترکیه انجام پذیرفت ، به تعیین اثرات تنظیم کننده های رشد بر پارامترهای کشت بافت گیاه برنج پرداخته شد.
در این بررسی جنین های بالغ سه رقم برنج زیر :
الف) برنج عطری (Aromatic 1)

ب) برنج بالدو (Baldo)
پ) برنج "کارادنیز" (Karadeniz)
با مقادیر مختلفی از تنظیم کننده های رشد به اسامی ذیل بکار گرفته شدند:
الف) توفوردی یا "2,4-D" (۲و۴ دی کلرو فنوکسی استیک اسید)
ب) پیکلورام (picloram) (۳).

برای تحریک کالوس زائی به قراردادن جنین های بالغ دارای سپرچه های (scutellum) ایستاده در ۳ نوع محیط کشت (medium) بشرح زیر اقدام گردید :
۱) محیط غذایی ام-اس عاری از هورمون (MS-0)
۲) محیط غذایی ام-اس بعلاوه ۲ میلیگرم در لیتر توفوردی (MS + 2,4-D 2mg)
۳) محیط غذایی ام-اس بعلاوه ۲/۵ میلیگرم در لیتر پیکلورام (MS + picloram 2.5 mg) (۳).

محیط کشت ها قبل از آغاز آزمایش درون پتری ریخته شدند و بخوبی استریل گردیدند.
تیمارها را به مدت ۲ هفته درون انکوباتور و در شرایط تاریکی با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار دادند.
کالوس های (calli) حاصله برای ازدیاد به محیط MS-0 عاری از هورمون منتقل شدند.
بر طبق نتایج حاصله مشخص گردید که تأثیرات تنظیم کننده های رشد و ژنوتیپ ها بر تحریکات کالوس زائی و ازدیاد گیاه برنج از نظر آماری معنی دار می باشند (۳).

کاربرد اکسین در ازدیاد گیاه برنج از طریق کشت بساک :

دانشمندان معتقدند که برای تهیّه غذای خیل لجام گسیخته جمعیت جهان باید به اصلاح ارقامی از گیاهان زراعی پرداخت که ضمن تحمل تنش های محیطی زنده و غیر زنده بتوانند به تولید پایدار قابل ملاحظه ای دست یابند. آنها راه های دستیابی به چنین اهدافی را تعبیه (stacking) و انباشتن (pyramiding) ژن های مؤثر و مفید عنوان می کنند لذا شیوه هایی نظیر تولید گیاهان "هاپلوئید دوبل" (doubled haploidy) و استفاده از ژن های "مارکر یاریگر انتخاب" یا MAS (marker assisted selection) را توصیه نموده اند(۶).

در این مقوله تولید گیاهان "هاپلوئید دوبل" (DH) از طریق کشت بساک بعنوان یکی از گزینه های اصلاح تجاری محصولات زراعی مطرح می باشد که به تولید لاین های هموزایگوس (homozygous) جدیدی منتهی می گردد و بدینطریق در برنامه های اصلاحی تسهیل و تسریع بعمل می آید.
برای تولید لاین های هموزایگوس بارور با کمک شیوه های سنتی اصلاح نباتات به ۶-۵ نسل زمان نیاز می باشد درحالیکه آنرا می توان از طریق کشت بساک طی یک نسل و با کمترین هزینه و مرارت حاصل نمود.
امروزه از کشت بساک در پروژه های اصلاح ارقام برنج در کشورهای چین و کره جنوبی بوفور بهره می گیرند تا بدینوسیله ارقامی با عملکرد بالا ، کیفیت مطلوب و مقاوم به بیماری ها حاصل آورند گواینکه برخی ارقام برنج دارای معضلاتی نظیر تولید انبوه گیاهچه های "آلبینو" و یا دشواری در تولید کالوس می باشند(۶).

محققان بر این باورند که "کالوس زائی" (callus induction) و "باززائی گیاهی" (plant regeneration) تحت تأثیر عوامل متعدد زیر قرار دارند :
۱) ژنوتیپ (genotype)
۲) پیش تیمار (pre-treatment)
۳) ترکیب محیط کشت (culture media composition)
درحالیکه بواقع ژنوتیپ اصلی ترین عامل واکنش گیاهان در کشت بافت غلات (ذرت ، یولاف ، جو ، گندم ، برنج) تحت شرایط آزمایشگاهی بشمار می آید (۶).

همچنین بر طبق نظریات پژوهشگران عواملی که بر میزان واکنش بساک در روند کالوس زایی می افزایند عبارتند از :
۱) ژنوتیپ
۲) ترکیب عناصر غذایی محیط کشت نظیر یون های آمونیوم و نیترات ، ویتامین ها ، آمینو اسیدها ، "کازئین هیدرولیسیت" بعنوان منبع کلسیم و برخی عناصر غذایی میکرو
۳) نوع و غلظت تنظیم کننده های رشد (۶).

همچنین احتمالاً استفاده از نیترات نقره بعنوان ممانعت کنندهٔ بیوسنتز اتیلن می تواند در روند کشت بساک برنج مؤثر واقع گردد.
گزارشاتی نیز وجود دارند که نوع و غلظت بکارگیری تنظیم کننده های رشد نظیر اکسین و سیتوکینین در فرآیند جنین زایی گرده ها (pollen embryogenesis) حائز اهمیّت قابل ملاحظه ای هستند.
از دیگر منابع اکسین نظیر "نفتالن استیک اسید" (NAA) نیز می توان برای کشت بساک استفاده کرد.
بعلاوه گزارشاتی وجود دارند که افزایش غلظت یا مدت کاربرد "توفوردی" بعنوان یک منبع اکسین می تواند تأثیرات نامطلوبی نظیر تولید کروموزوم های غیرعادی (chromosomal abnormalities) بر گیاهان حاصل از کشت بساک برجا بگذارد لذا غالباً در اینگونه موارد آنرا با "پیکلورام" (۴ آمینو ۳،۵و۶ تری کلرو پیکلورینیک اسید) که یک اکسین سنتزی است، جایگزین می کنند (۶).

کشت بساک (anther culture) از جمله تکنیک های مفید برای تثبیت سریع لاین های حائز مجموعه ای از ویژگی های مفید و مطلوب شمرده می شود. در این رابطه تأثیر منابع اکسین نظیر "دی کلروفنوکسی استیک اسید" یا "توفوردی" (2,4-D) و "۴ آمینو ۳،۵و۶ تری کلرو پیکلورینیک اسید " یا "پیکلورام" (picloram) برای غلبه بر کمبود قابلیت تکثیر بر روی ۳ نوع محیط کشت مختلف بررسی شدند (۶).

نتایج بررسی ها مبین آن بودند که :
۱) تأثیرات هتروزیس (heterosis) معنی دار منفی در ویژگی ها ضمن پژوهش های آزمایشگاهی در موضوع ارزش های والدینی در نسل F1 هیبرید بخوبی مشاهده شدند.

۲) اکسین ها برای تحریک کالوس زایی ضرورت داشتند.
۳) نوع و غلظت اکسین ها در فرآیند کشت بساک تأثیر گذار بودند.
۴) جایگزینی "توفوردی" با "پیکلورام" در محیط کشت محرک کالوس زایی دارای اثرات مثبتی بر قابلیت ازدیاد بود.
۵) افزایش غلظت اکسین در تحریک کالوس زایی سودمند واقع شد امّا در ازدیاد گیاه سبز (green plant) زیان آور نشان داد.
۶) ارتباطی بین افزایش تعداد گیاهچه های آلبینو (albino) با افزایش مقادیر اکسین ملاحظه شد.
۷) محیط کشت حاوی "پیکلورام" با غلظت ۱ میلیگرم در لیتر حائز بهترین اثرات تولید گیاهان سبز از توده های کالوس بود (۶).

منابع و مآخذ :

1) Arpi , Sun & et al – 2010 – Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants – BioScience ; Vol. 2 ; pp. 73-77
2) Basuchaudhuri , P. – 2016 – 1_Naphthalen acetic acid in rice cultivation – Current Science , Vol. 110 , No. 1 , page 52-57
3) Benlioglu , Berk & et al – 2015 – Effect of growth regulators on tissue culture parameters in rice (oryza sativa) – Ekin ; Journal of Crop Breeding and Genetics ; 1-2 : 43-46
4) Bridgemohan , Puran & et al – 2014 – Evaluation of anti_lodging plant growth regulators on the growth and development of rice (Oryza sativa) – Journal of Cereals and Oilseeds ; Vol. 5(3) , pp. 12-16
5) Fahad , Shah – 2015 – Crop plant hormones and environmental stress – Sustainable Agriculture ; Springer
6) Kaushal , Lovelin & et al – 2015 – Auxin to improve green plant regeneration of rice anther culture – International Journal of Agriculture and Crop Science ; Vol. 8(1) , P. 15-26 ; India
7) Kareem , Isiaka & et al – 2013 – Osmotic and hormonal priming for rice growth and yield increase – Res. J. Chem. Env. Sci. , Vol. 1 , Issue 3 : 31-39
8) Kwon , Choon_Tak & et al – 2016 – Gibberellic acid : A key phytohormone for spikelet fertility in rice grain production – International Journal of Molecular Sciences ; Korea

9) Liu , Zaochang & et al – 2001 – Effects of foliar and root_applied Benzylaminopurine on tillering of rice plants grown in hydroponics – Plant Prod. Sci., 4(4) : 220-226
10) Nayara, F. S. Garcia & et al – 2016 – Doses and application methods of Azospirillum brasilense in irrigated upland rice – Revista Brasileirade Engeharia Agricola e Ambiental ; Vol. 20 , No. 11 , p. 990-995
11) Qibtiyah , Mariyatul & et al – 2015 – The effect of application time and dosage of Biourine on growth and production of rice (Oryza sativa) – IOSR ; Journal of Agriculture and Veterinary Science ; Vol. 8 , Issue 1 , Ver. I ; pp. 26-30
12) Tiwari , D. K. & et al – 2011 – Effect of GA3 and other growth regulators on hybrid rice seed production – Asian Journal of Plant Sciences ; India
13) Yang , Dong_Lei & et al – 2013 – Roles of plant hormones and their interplay in rice immunity – Molecular Plant , Volume 6 , No. 3 , P. 675-685