كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : تنامي نباتي

المحاضرة : الثانية/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

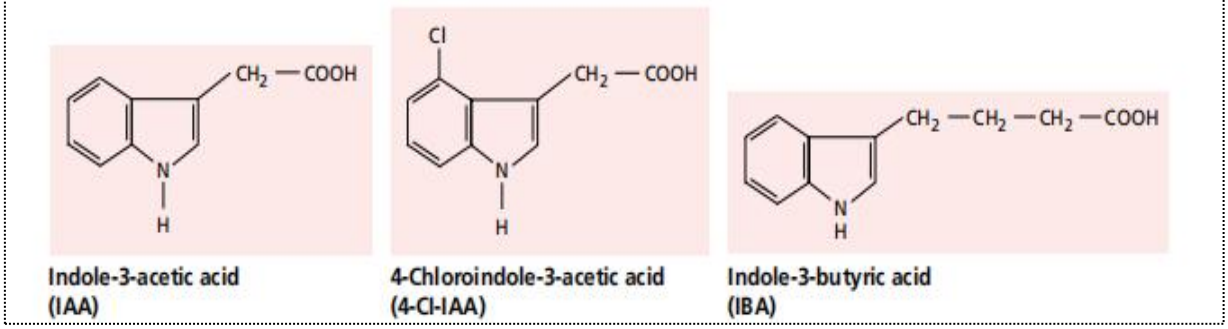
محاضرة 2

العوامل المؤثرة على التنامي : مفهوم السيادة القمية

مواد النمو النباتية:

يتم تنظيم وضبط عمليات التنامي النباتي بتأثير عدد من العوامل الخارجية والداخلية ومن اهم العوامل الداخلية التي تؤثر على عمليات التشكل والنمو النباتي نذكر مواد النمو النباتية (الهرمونات النباتية) التي تركبها النسج النباتية وتؤثر في مختلف مراحل نمو وتطور النبات أثناء مراحل التشكل المختلفة. كما تتواجد بعض المواد الهامة جدا لنمو وتشكل النباتات بمختلف مراحل تشكلها ومنها التيامين Thiamin (B1) والبيوتين Biotin (الفيتامين H, والبيريدوكسين Pyridoxin وحمض البانتوتينيك Pantothenic acid والإينوزيتول Inositol والآلانين Alannin ونذكر من زمر مواد النمو النباتية:

- **الأوكسين:** يؤثر الأوكسين في الأطوار المختلفة للنمو، ويتشكل في القمة وينتقل بشكل قطبي نحو الخلايا الواقعة تحتها مباشرة حيث تحدث الاستطالة، وقد عرف منذ اكتشاف الأوكسينات أن مادة النمو النباتية التي المكتشفة والتي تنتج في القمة وتؤثر في الخلايا الواقعة تحتها هي حمض الأندول الخلي AIA. حددت الطبيعة الكيميائية للاوكسينات بانها جزيئات عضوية طبيعية مكونة من حلقة كربون سداسية ترتبط مع حلقة خماسية ذات وظيفة أمينية -NH2 ويرتبط بها وظائف عضوية إضافية مثل الجذر الكربوكسيلي أو الكلور تؤثر بتراكيز قليلة في النسج النباتية ويُنتج في القمم النامية مثل قمة برعم أو جذر أو سوق وبداءات الأوراق الفتية والبذور الفتية وحبات الطلع. ويتركب حمض الأندول الخلي بدءا من الحمض لأميني تربتوفان أو المواد الانتقالية التي تنتج عنه بنزع جذر الكربوكسيل-COOH أو الجذر الأميني-NH2.



الشكل1: أنماط الأوكسين الطبيعي: حمض الأندول الخلي IAA الموجود في جميع الأنواع النباتية بينما يرتبط وجود الانماط الأخرى بالنوع النباتيي على سبيل المثال تحتوي البازلاء 4-Cl-IAA ويوجد النمط IBA عند الخردل.

يتنقل الاوكسين بسرعة تصل إلى 10-15 مم/ساعة عبر نسيج اللحاء، وبعد اداء الاوكسين لوظيفته يتم تفكيكه من قبل **أنزيم Auxin-oxidase أو** عن طريق الطاقة الضوئية التي تمتص من مستقبل ضوئي كالريبوفلافين او الكاروتين والتي تمتص الطيف الفعال من الأشعة فوق البنفسجية او الأشعة الزرقاء.

تلعب الأوكسنات دورا مهما في انقسام الخلايا واستطالتهاوتشكل النسج والأعضاء وقد يكون منشطا او مثبطا ويتوقف ذلك على التركيز ونوع النسيج أو لعضو النباتي المستهدف وتوجد عدة دراسات تشير إلى اهمية ودور الأوكسين على المستوى الخلوي والجزيئي تحديدا ومنها نذكر:

الأوكسين يؤثر في مستوى الجار الخلوي ويجعله أكثر مرونة ويساهم في الاستطالة وخاصة انها مكونة من السللوز والهيميسللوز مما يجعلها مرنة واكثر قابلية للاستطالة من تلك التي تفلنت أو ترسب عليها الخشبين.

وللأوكسين دور في ضبط تركيب tRNA، ويمكن للأوكسين أن يتحد مع tRNA مما يؤدي إلى تثبيط تركيب هذا الأخير، ويستطيع ان يلعب دوراً مشابه لدور الميتونين المعدل الذي تبدأ به سلاسل عملية ترجمة mRNA

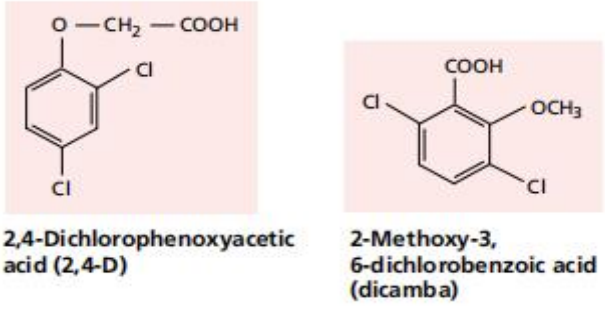
الموافق لشيفرة وراثية في مورثة معينة إلى سلاسل ببتيد متعدد ومن ثم بروتين نوعي، وهذا مايفسر وجود الأوكسين متحدا مع البروتينات غالباً.

يتبدل تاثير الاوكسين تبعا لتركيزه فبينما يكون منشطا للاستطالة بتراكيز قليلة يصبح مثبطا بتراكيز كبيرة، ويفسر ذلك بانه يتم ضم الاوكسين إلى وسط سلسلة الببتيد مما يؤدي إلى توقف مبكر لتركيب السلسلة ولا يكتمل تركيب البروينات غالبا، وكذلك يطرأعلى الانزيمات التي تربط الحموض الامينية مع الناقل الخاص بها (tRNA) خلل أو نقص في النوعية وذلك لدى وجود كمية كبيرة من الاوكسين.

وقد تم تفسير التأثير المثبط للأوكسين من قبل العلماء بفرضية أخرى وهي ان الاوكسين يرتبط مهع الركيزة الخاصة به برابطتين وتؤدي غزراة جزيئات الاوكسين في الوسط إلى عدم مقدرته على الارتباط إلا بواسطة رابطة واحدة مما ينتج عنه إشباع الركيزة دون تحريض الاستطالة.

يساهم الاوكسين بالإضافة إلى دوره في استطالة الخلايا في العديد من العمليات الحيوية مثل تنشيط الانقسام كما في خلايا الكامبيوم ويستطيع تحريض تنامي العديد من الثمار صناعيا، كما ينظم ظاهرة السيادة القمية، ويعيق تساقط الثمار أهم في تشكل نسج الخشب واللحاء، كما يستخدم للتجذير على الفسائل النباتية بتراكيز كبيرة، ويستخدم لتحريض التبرعم بتراكيز منخفضة، ونذكر من الأوكسينات الصناعية 2,4-Dichlorophynoxy acetic acid.

كما يمكن استخدام الأوكسينات الصناعية في العديد من التطبيقات الحقلية نذكر منها التجذير وإنتاج ثمار دون إلقاح، أو إبادة الأعشاب عند استخدامها بتراكيز عالية.

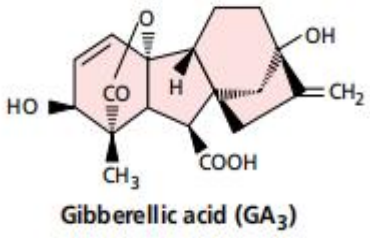


الشكل2: بنية نوعين من الاوكسينات الصناعية ومعظم الاوكسينات الصناعية يمكن استخدامها كمبيدات عشبية.

✧ **الجبريلينات:** اكتشفت الجبريللينات لأول مرة عام 1926م من قبل العالم kurosawa في بادرات نبات الرز المصابة بالفطر الزقي Gibberella fugikuroi الذي سبب تطاول بادرات الرز النامية حديثا، وأطلق عليها فيما بعد اسم الجبرييلينات ويعرف منها حوالي 19 نوع من اشهرها وأكثرها استخداما في التجارب المخبرية هو GA3 حمض الجبرييليك. وقد وجدت مركبات الجبريللين في البداية بشكل مواد استقلابية للفطريات Gibberella fujikuroiالذي يتطفل على نبات الرز، فقد لاحظ العلماء تنامياً في طول بادرات الرز والتي تعرضت للإصابة بالفطر بالمقارنة مع النباتات السليمة.

✧ يـ

تكون حمض الجبريليك من حلقتي كربون سداستين وحلقتين خماسيتين (الشكل3) ويحتوي من 19 إلى 20 ذرة كربون ويعرف منه حوالي أكثر من 70 نوع تختلف عن بعضها باحتوائها زمرة الكربوكسيل -COOH أو زمرة الألدهيد -CHO وتعرف بالاسم .... GA1, GA2, GA3,ومن بينها 20 نوعاً في النباتات الراقية والبقية وجدت في الفطريات ومن أشهر الجبريللنات GA3.



Gibberellic acid (GA_3)

يتشكل الجبرييللين في نهاية الفروع الفتية والجذور والأوراق الفتية والبذور غير الناضجة، والبراعم أكثرها غنى بالجبريللين.

ينتقل الجبريللين من الأوراق إلى باقي أجزاء النبات عبر اللحاء ويتطلب نقله صرف طاقة وهو ينتقل في جميع الاتجاهات ولا ينتقل قطبيا.

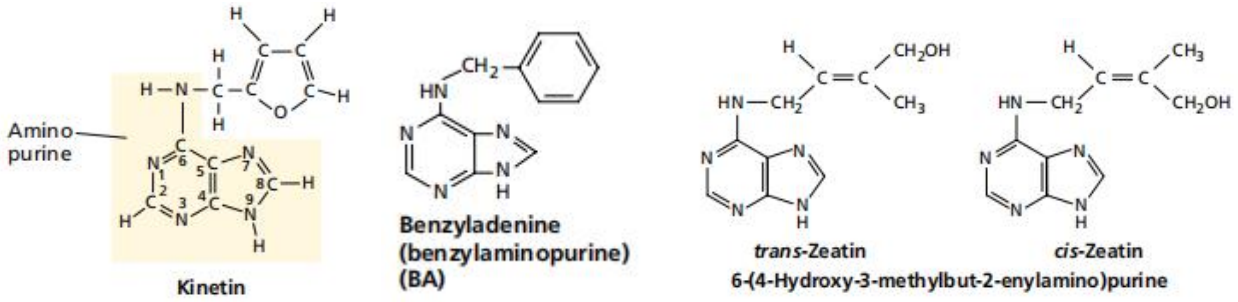
يكون تأثير الجبريللنات متنوع جدا، حيث يؤثر على استطالة الساق والأوراق ويؤثر في إنتاش البذور الحساسة للضوء عن طريق تنشيطها لاصطناع أنزيم – أميلاز كما في بذور النجيليات.

وينشط انقسام خلايا الميرستم الابتدائي للساق ويحرض إزهار التباتات التي لا تزهر عادة إلا بعد تعريضها إلى درجات حرارة منخفضة بالتناوب مع الحرارة المرتفعة ولأيام طويلة. كما تنافس الاوكسين في تحريض تشكيل ثمار بدون إلقاح، ويسبب نقص في كمية اليخضور عن طريق تخريب الأصبغة اليخضورية وتثبط تشكلها. وتساهم في إزالة سكون البراعم، ويفسر دور الجبريللنات في مختلف حالات التنشيط غلى اهميتها في تحريض تشكل mRNA.

✧ **السيتوكينينات:** عبارة عن مركبات لها دور أساسي في انقسام الخلايا واشتق اسم سيتوكينين من الاسم العلمي للانقسام الخلوي Cytokinesis. وتتكون بمعظمها في الجهاز الإعاشي وتنتقل للأجزاء الأخرى في النبات بما فيها قمم الجذور وتتركز في الثمار وتتجمع في الجنين النباتي وتوجد في العقد الجذرية والقمم النامية.

✧ تؤثر السيتوكينينات في انقسام الخلايا وتنشط البراعم وتثبط اسيادة القمية وتوقف السكون الشتوي لبعض النباتات المائية وبعض البذور. ونذكر من أهمها: الكينيتين Kinetin (6-Furfuyl-amino-purine)و يرمز له K والسيتوكينين 6-Benzyl-amino-purine ويرمز له BAP أو BA يتم تأثير السيتوكينينات على الانقسام نتيجة للتشابه الكبير بينها وبين البيورينات Purine والتي هي طلائع الحموض النووية، مما يجعلها تؤثر على استقلاب الحموض النووية مما يساهم في ظهور البروتينات الأنزيمية أو اختفائها.

✧ وتشتق الستوكينينات من الأدنين وتوجد حرة في النباتات الراقية أو على شكل مركبات تدخل في تركيب t-RNA الخاص بالحموض الامينية وبالتالي فهي ترتبط بدرجة عالية بتركيب البروتين، ونذكر من السيتوكينينات الطبيعية الزياتين Zeatin وأما الأنواع التي تم تصنيعها مخبريا فيوجد العديد منها مثل الكينتين والبنزين امينو بيورين.



الشكل :3بعض أنواع السيتوكينيات الطبيعية

- **مواد النمو النباتية الأخرى:** يوجد مجموعة أخرى من موا د النموالنباتية وتعرف بهرمونات التعضي ولها دور هام في تمايز الأعضاء النباتية أثناء مراحل التشكل المختلفة. نذكر من هذه المواد الريزوكالين Rhizocalline مولد الجذور، الكولوكالين Caulocaline مولد البراعم، الفيللوكالين Phyllocalline مولد الأوراق والبلاستوكالين plastocalline مسؤولة عن تنشيط الإلقاح. والأنثوكالين anthocallineوتعرف بهرمونات الإزهار التي تتشكل تحت تأثير عوامل الوسط مثل الفيرنالين vernaline يتشكل تحت تأثير عامل البرودة، بينما يتشكل افلوريجين florigen مولد الإزهار تحت تأثير التناوب الضوئي. وتوجد بعض الهرمونات التي تتشكل عند إحداث جرح يصيب العضو النباتي وتعرف باسم التروماتيك Traumatique acid وتعمل على تحريض الانقسام الخلوي بغية إصلاح العطب في النبات.

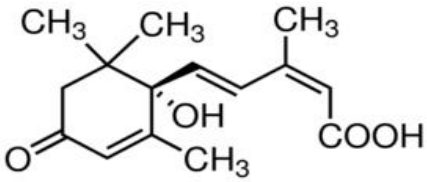
- **مثبطات النمو:** هي مواد تعاكس منشطات النمو عموما وبشكل خاص الأوكسينات، ويفسر ذلك بأن بعضها مشابهه للأوكسين وبالتالي تستطيع أن ترتبط مع الركيزة الخاصة بالاوكسين وتعمل على إشباعها دون أي تحريض للنمو. وبعضها له مستقبلات تساعد على الكبح الوراثي للنمو، مثلا توجد بعض المثبطات التي تعيق إنتاش البذور مثل البلاستوكولين Blastocoline.

وتعرف مثبطات النمو بأنها مركبات ينتجها النبات بشكل طبيعي وتلعب دوراً في تنظيم النمو ويكون تأثيرها في منطقة الميرستيم القمي حيث تعمل على إتلاف الخلايا النامية في القمة ومن أمثلتها: حمض الاوبسيسك والايثلين والفينولات وهناك من يضيف البراسينوستيروئيدات.

حمض الأوبسيسك: Abcisic acid (ABA)

يعمل حمض الأوبسيسك على غلق الثغور وزيادة تحمل الإجهاد المائي الملحي الذي يتعرض له النبات ولذلك يعرف بهرمون تحمل الإجهاد. كما أنه يسبب سكون البذور والبراعم وتساقط الأوراق وتثبيط نمو النباتات.

يشتق حمض الاوبسيسك من الترينوئيدات ويتكون في الأوراق والثمار



الشكل4: حمض الاوبسيسك

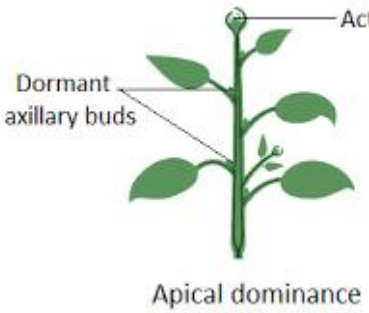
والسوق الخضراء داخل الصانعات الخضراء من الكاروتينات وينتقل في جميع الاتجاهات.

لا يمكن دراسة منشطات النمو او مثبطات النمو بشكل منفصل عن بعضها وذلك يعود إلى التأثيرات المتبادلة فيما بينها والذي ينعكس على الشكل النهائي للنبات، فإن الشكل الموروفولوجي النهائي للنباتات مهما اختلفت درجة تطورها إنما يعود إلى مجموعة من التأثيرات المتبادلة يكون بعضها بين العوامل الوراثية والوسط المحيط والبعض الآخر بين النسج والأعضاء المكونة للنبات، نذكر مثلاً: التأثيرات المتبادلة بين الجذور والفروع الجديدة والتي تمنع التشكل العشوائي للأعضاء أو تشكل أعضاء بأعداد كبيرة، فالجملة الجذرية تثبط تشكل جذور عرضية على الساق وبمجرد فصل الساق عن الجملة الجذرية وتهيئة ظروف ملائمة يمكنها تشكيل الجذور . وعندما يتم تطعيم نبات ما فإن الطعم الجديد يعمل على إعاقة نمو البراعم على النبات الأصل.

وهناك تاثيرات متبادلة تعمل على تنظيم الإزهار وتنظيم أبعاد الأعضاء وترتيبها كالبراعم والجذور وأخرى تنظم تساقط الأوراق والثمار.

✧ سندرس مثالا على عمليات تنظيم التأثيرات المتبادلة بين الأعضاء النباتية بتاثيرات مختلفة من المنشطات والمثبطات فكرة **السيادة القمية أو السيطرة القمية** التي تعني مجموعة ردود الفعل من البراعم الجانبية على تأثيرات البرعم الانتهائي والتي تشمل تثبيط نمو البراعم الجانبية بدرجات متفاوتة وتحديد زاوية التباعد وهي الزاوية التي تكون بين الفروع والجذع الرئيسي والنمو البطيء للبرعم الجانبي الذي يساهم بتشكيل الرئد (نمو فرع نباتي جديد من مكان التصاق الفرع الرئيسي بالتربة كما في نبات الفريز)، وتكون السيادة القمية مسؤولة عن تشكيل هيئة النبات فعندما تكون ضعيفة تبدو الشجرة كروية الشكل وعندما تكون قوية تبدو سهمية. وتتوقف سرعة نمو البرعم الجانبي في النبات على السيطرة القمية وعلى الحالة الفيزيولوجية للبرعم والتي تعني ان البرعم الفتي وبعمر يقارب 7 ايام كما في بعض الانواع النباتية يبدي نشاطا تقسميا واضحا مقارنة بالبراعم التي تبلغ من العمر 16يوما وتؤدي المعالجة الهرمونية لهذه البراعم إلى نموها على نحو متباين حسب نمط المعالجة إما بوجود البرعم القمي أو بعد قطع البرعم القمي وتطبيق معالجة هرمونية على نهاية الساق المقطوع، كما ان كمية الجبريللين الموجودة في البراعم الجانبية القريبة من البرعم القمي والبعيدة عنه

تتباينن حسب نوع النبات حيث تبين أن البراعم الفتية لقريبة من البرعم القمي عند نبات تابع للفصيلة الصليبية تحتوي على كمية جبريللين اكثر من تلك المعمرة وكذلك في نبات السرخس المائي والذ يتصف بسيطرة قمية شديدة وجد ان البراعم الجانبية القريبة القريبة من البرعم القمي تحتوي كمية أوكسين أكبر من البراعم القاعدية لذلك يمكن للبراعم القاعدية أن تنمو حتى بوجود البرعم القمي (السيتوكينين).



الشكل5: السطر ة القمية

ولفهم آلية السيطرة القمية نميز بين الأنماط الآتية من النمو وفقا لشدة السيطرة القمية:

✧ **سيطرة تامة:** تؤدي إلى عدم وجود أي برعم جانبي في إبط الاوراق ويتم تحفيز تشكل البراعم الجانبية بقطع البرعم النهائي الامر الذي سيؤدي انبثاق براعم جانبية بدءا من خلايا البشرة.

✧ **سيطرة قوية:** يمكن في هذه الحالة مشاهدة البراعم التي تتشكل في إبط الأوراق ولكنها تبقى صغيرة ولا تتطاول بوجود البرعم الانتهائي وتكون زوايا التباعد للأغصانعن الجذع الرئيسي صغيرة.

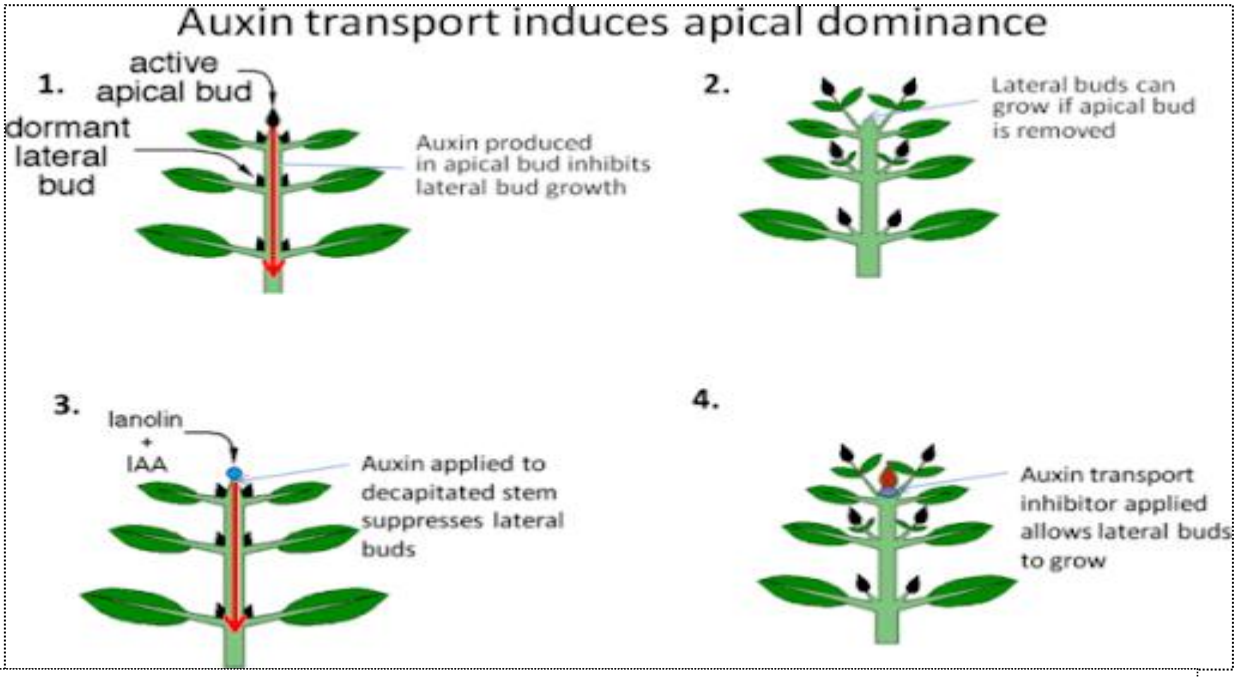
✧ **سيطرة ضعيفة:** تنمو في هذه الحالة البراعم الجانبية بشكل ملحوظ وتبقى سرعة نموها أقل من البرعم الانتهائي، وتظهر هنا الأغصان الجانبية ولكنها تبقى قصيرة بوجود البرعم الانتهائي .

آلية السيطرة القمية:

يتم قطع البرعم القمي لتحرير البراعم الجانبية من السيطرة القمية، حيث يؤدي ذلك إلى نمو البراعم الجانبية بدرجات متفاوتة ويكون البرعم الأقرب إلى مكان الأكثر نشاطا وياخذ مكان البرعم القمي ودوره، ويثبط من جديد نمو البراعم الواقعه تحته. ولتفسير ذلك قدمت فرضيتان أساسيتان.

➢ فرضية التغذية التي تربط دور البرعم الانتهائي بتحويل المواد الغذائية لصالحه على حساب البراعم الجانبية مما يسمح له بالنمو والتطور بشكل أفضل منها.

- فرضية الهرمونات والتي تربط دور البرعم القمي بإفرازه للهرمونات النباتية التي تنتقل إلى الأسفل وتصل للبراعم الجانبية وتعمل على تثبيط نموها.



الشكل6:تجربة1: نلاحظ تثبيط البراعم الجانبية بوجود البرعم القمي، تجربة2: نمو البراعم الجانبية بعد قطع البرعم القمي، تجربة3: تطبيق الأوكسين الصناعي على القمة المقطوعة يثبط نمو البراعم الجانبية، تجربة4: تطبيق مثبط الأوكسين يسمح بنمو البراعم الجانبية.

يؤثر على السيطرة القمية عدد من العوامل نذكر منها:

العوامل الفيزيائية: مثل درجات الحرارة والرطوبة والضوء، فقد لوحظ في عدد من التجارب العلمية أن معالجة بادرات الحمص الفتية بالضوء يؤدي إلى رفع السيطرة القمية ونمو البراعم الجانبية، كما تبين أن المعالجة بالضوء الأبيض والأحمر له التأثير ذاته، وتبين في دراسات مختلفة أنّ البرعم الانتهائي يكون مركزاً فعالاً لجذب نواتج الاستقلاب وعندما تتوقف قدرته على ذلك يتناقص النشاط الاستقلابي ويختفي أثره.

العوامل الكيميائية: والمقصود بها غذائية أو هرمونية، حيث تبين في العديد من الدراسات بأن التغذية هامة جدا للنبات وتحدد درجة تفرعه، وقد لوحظ في إحدى التجارب أن نقص عنصر الآزوت يزيد شدة السيطرة القمية ويوقف نموالبراعم الجانبية، ويرتبط تأثيره بالشدة الضوئية وكمية الماء داخل النبات، حيثأنه كلما زاد الماء وتناقصت الشدة الضوئية زاد نمو البراعم الجانبية. كما أن إضافة السكاروز إلى وسط النمو لبعض البادرات

النباتية ينشط نمو البراعم الجانبية وتم تأكيد ذلك بزراعتها في الزجاج على أوساط تحوي السكاروز. وتم التأكيد ان النقص المفرط في السكاروز يؤدي إلى تثبيط نمو البراعم الجانبية.

وإذا اضيف السكاروز والثيامين إلى وسط النمو ينشط نمو البراعم الجانبية. كما ثبت في تجربة على جذمور(ساق أرضية) نبات السراخس أن حقن قاعدة الجمور بمحلول السكاروز 2٪ يحرر البراعم الجانبية من السيطرة القمية وأن عزل تلك البراعم وومعالجتها بمحلول السكاروز 8٪ يضاعف نموها. ويفسر ذلك بان بعض المواد الغذائية تساعد على تعديل التوازن الهرموني، حيث ان نقص الآزوت والفوسفور وخفض الشدة الضوئية تزيد من كمية السيتوكينين في البراعم الجانبية وبالتالي تزيد من النشاط الانقسامي لهذه البراعم.

تأثير منظمات النمو على السيطرة القمية

يتفاوت تأثير منظمات النمو النباتية على السيطرة القمية حسب نوعها وتركيزها:

أولاً- الأوكسينات: يتم تفسير السيطر القمية للبرعم الانتهائي بسبب احتواءه على كمية من الأوكسين تفوق تلك الموجودة في البراعم الجانبية، وقد ثبت أن البراعم الجانبية قد تنشطت بعد قطع البرعم القمي لانها احتوت على كمية جيدة من الاوكسين قريبة من تلك التي وجدت سابقا في البراعم القمي المسيطر قبل القطع. ويفسر ذلك بان الاوكسين يعمل على تحويل المواد الغذائية لصالح البرعم القمي كما ان البراعم الجانبية المثبطة بوجود البرعم القمي تحتوي على مثبطات نمو تتدرج في كميتها إلى جانب كميات الاوكسينات، وقد يكون لأوكسين البرعم القمي دورا هاما في وجود تلك المثبطات.

وقد تبين في عدد من الأبحاث العلمية أن الأوكسين إنما يتدخل بشكل مباشر أو غير مباشر في تثبيط البراعم الجانبية، ويعزى التأثير غير المباشر إلى اتحاد الأوكسين مع طليعة الفينول والتي تستبدل تجريبيا بمركب الكومارين، ويكون بذلك معقد ثبط نمو البراعم الجانبية، وقد تبين أن تركيب طليعة الفينول لهذا لهرمون تتم في الجذر والأوراق وتكون مسؤولة عن السطرة القمية في الجمة الجذرية، حيث تعيق تشكل الجذور الثانوية وتثبط نموها.

الأوكسين (يتم تركيبه في البرعم القمي وهومولد للجذور) + طليعة الفينول (يتم تركيبها في الجذور والأوراق وهي تثبط نمو الجذور الثانوية وتشكلها) = هرمون التأثيرات المتبادلة (المثبط لنمو البراعم الجانبية).

ثانياً – الجبريلينات: تعمل الجبريللينات على تنشيط نمو البراعم الجانبية، وهي لا تقوم بذلك إلا إذا تناقصت السيطرة القمية للبرعم القمي. وقد لوحظ أن التأثير بين الأوكسين والجبريللين تكون متعاكسة، فقد لوحظ في تجربة أجريت على بادرات الفاصولياء، أن استبدال البرعم القمي بمزيج من الأوكسين AIA والجبريللين GA3 يؤدي إلى تخفيف التأثير المثبط للأوكسين فتنمو البراعم الجانبية. كما تؤدي معالجة الجذور بالمزيج السابق إلى خفض التأثير لمنشط للجبريللين، فيكون نموالبراعم الجانبية في هذه الحالة أقل من تأثير وجود الجبريللين لوحده.

ثالثاً السيتوكينينات: تنشط السيتوكينينات تمو البراعم الجانبية، حيث أنه عند معالجة تلك البراعم بالسيتوكينين يتم تحريرها من اليطرة القمية وتنشيطها لتنمو ولكن نموها في يبقى أقل من النمو الذي يمكن أن يتم في حال تم تحريرها من السيطرة القمية. وتؤدي المعالجة المتطررة بالسيتوكينين إلى نمو البرعم الجانبي ليصبح مساويا لنمو البرعم القمي.وتؤثر السيتوكينينات في مسافة طويلة ويكون انتقالها بشك قمي مرتبطاً بوجود البرعم القمي. وكذلك تنتج السيتوكينينات في الجملة الجذرية وتنتقل نحو الجملة الفارعية لتضبط السيطرة القمية.

رابعاً: حمض الاوبسيسك

يعد حمض الأوبسيسك مادة مثبطة للنمو، فإذا أضيف للنبات أدى إلى تناقص معدل النمو، حيث يعيق نمو الأوراق ويثبط نمو السلاميات ويشتق اسم حمض الأبسيسيك من سقوط الأوراق أو الثمار أو الأزهار و يسبب سكون البراعم وكمون البذور وتثبيط نمو النباتات لهذا يعتبر من منظمات النمو المثبطة inhibitors و هو على العكس تماما من منظمات النمو السابقة مثل الأوكسينات والجبريلينات والسيتوكينينات والتي تعتبر منظمات نمو منشطة .activators ويتم تركيب حمض الأبسيسيك في الصانعات من الكاروتينويدات ويشتق

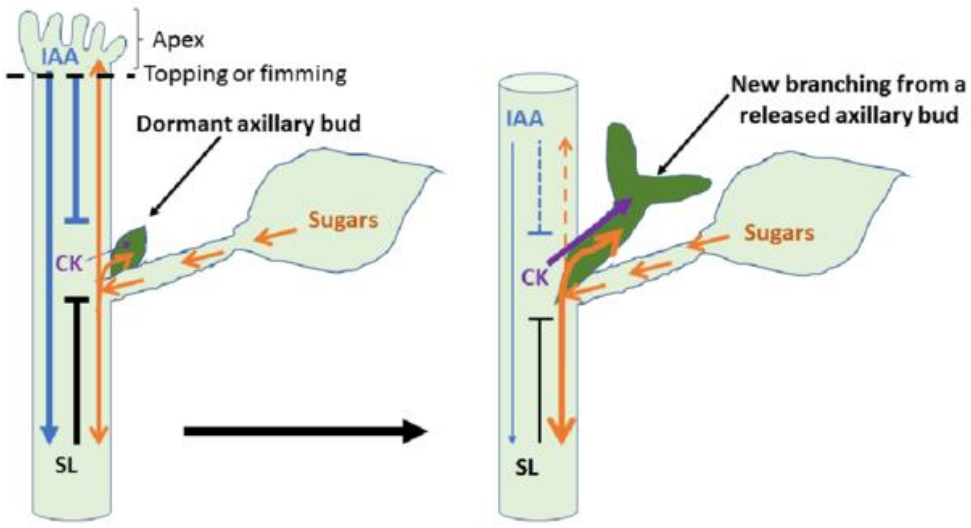
من مسار التربينوئيدات، وينتج في الأوراق والساق والثمار الخضراء وينتقل في أي اتجاه.

يعمل على تنظيم الدورة السنوية لنمو وسكون البراعم عن طريق إحداث توازن داخلي بين مثبطات النمو والجبريللين ويحدث السكون في بعض الحالات إذا زاد المحتوى الداخلي من ABAوانخفاض محتوى الجبريللين GA3 والعكس صحيح.

وقد لوحظ ان له دوراً هاماً في تثبيط نمو الفروع ومنع الإزهار في نباتات النهار الطويل منعاً كاملاً، وتثبيط نمو القمة في بعض النباتات والسويقة فوق الفلقية للشوفان والرز.

خامساً: الايثلين: يسمى هرمون النضج النباتي اصطلاحا وهو غاز يلعب دوراً هاماً في نمو النبات لقد ثبت أن له دوراً هاما في تثبيط نمو البراعم للعقد النباتية المعزولة عند بعض الأنواع.

أخيراً: وجد أن آلية السيطرة القمية تتحدد بعدد من العوامل المتبادلة بين الأعضاء النباتية من مغذيات وهرمونات، وإن تحديد منشأ هذه المواد وطراق انتقالها وتأثيرها يساعد كثيراً في فهم آلية السيطرة القمية، ويمكن اختصار ذلك بالنقاط الآتية:



الشكل 6: نلاحظ بوجود القمة او تطبيق اوكسين صناعي AIA يتثبط البرعم الجانبي وكمية السيتوكينين CK منخفضة وضعيفة التاثير، اما بعد قطع القمة ازدادت كمية CK والسكر المتكون في الاوراق SUGARS والمتحول من الاوراق إلى البرعم الجانبي وانخفض تأثير AIA وتحرض نمو البرعم الجانبي

- تكون شدة

السيطرة القمية أو درجة تثبيط البراعم الجانبية محددة بالتوازن الذي يتحقق بين المواد المثبطة (أوكسين- هرمون العلاقات المتبادلة) والمواد المنشطة (سكر فيتامين سيتوكينينات).

- ترتبط أيضاً شدة السيطرة القمية بدرجة تحويل المواد الغذائية لصالح القمة.
- دخول البراعم في حالة هجوع بالرغم من توفر الشروط البيئية المناسبة ويعزى ذلك إلى تناقص نسبة هرمونات انمو وارتفاع نسبة العوامل المثبطة داخل البرعم الهاجع، على سبيل المثال تهجع براعم نبات الكرز في فترة تساقط الأوراق شهر الخريف وتعود تتنشط في كانون الأول وتدخل بحالة نشاط من جديد. ويختلف الهجوع عن التثبيط بأن البرعم المثبط بالسيادة القمية يستطيع ان ينمو ويتطور إذا ما عزل عن القمة ووضع في شروط ملائمة للنمو، بينما لا يمكن للبرعم الهاجع حتى لو عزل عن السيطر اللقمية ووضع في شروط بيئية مناسبة للنمو ان ينمو.

والهجوع يرتبط بالحالة الداخلية للنبات، على سبيل المثال توجد بعض النباتاتتدخ براعمها في حالة الهجوع بمجرد تفتح عدد من اوراقهاكما في نبات الليلك.

والهجوع يرتبط بحالة من الكبح العام لـ DNA الخلية وتثبيط الاشراف على تركيب الـRNA ويتطلب إزالة حالة الهجوع هذه ارتفاع في كمية المنشطات (السيتوكينين- الجبريللين...) وخفض كمية المثبطات (حمض الأوبسيسك - الكومارين...)، وكذلك تغيرات في البيئة المحيطة ومن أهمها التعرض لدرجات حرارة منخفضة في المناطق النعتدلة أو الجفاف في المناطق الاستوائية.