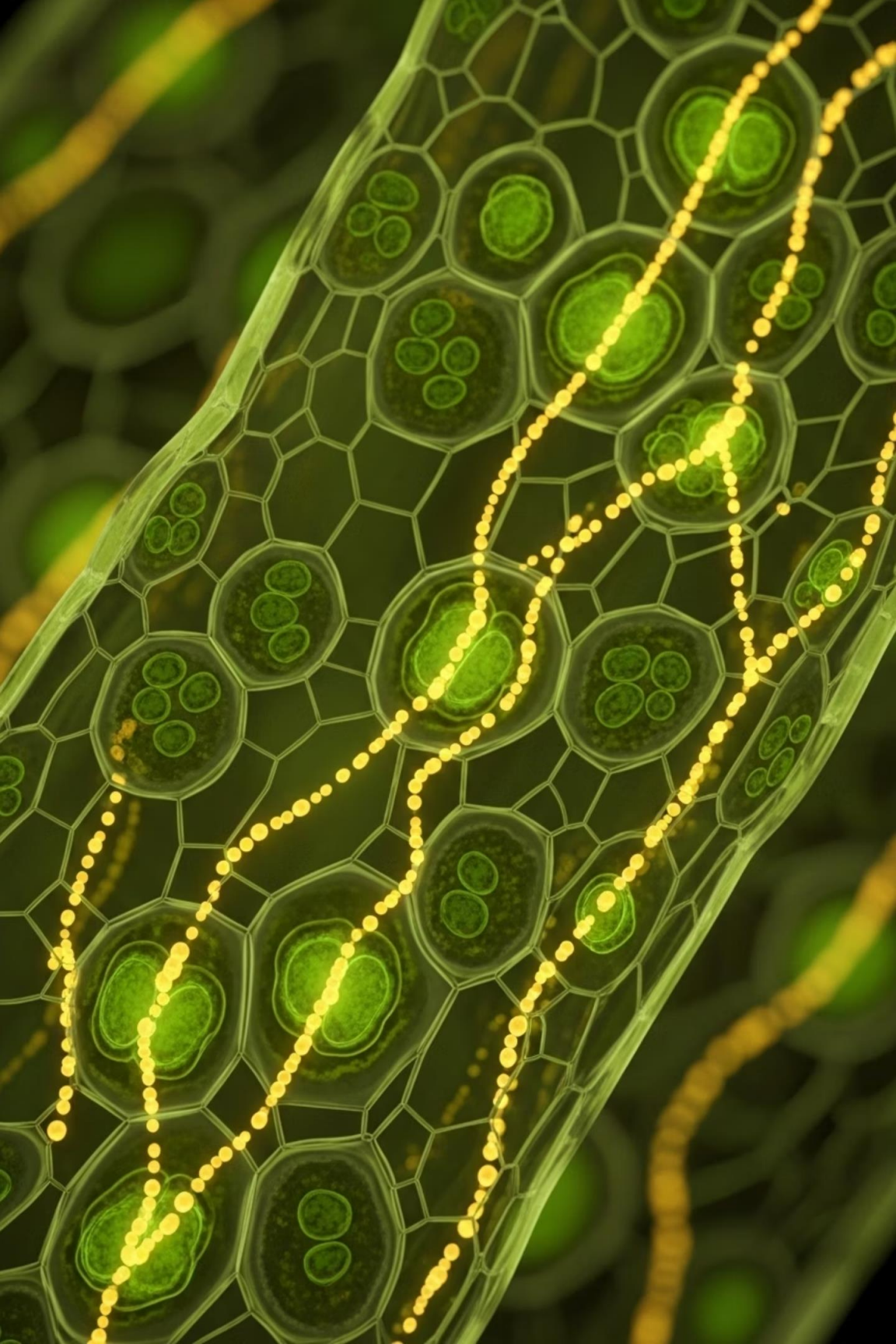




Auxins: Master Regulators of Plant Growth and Development

مُتَحَكِّمَات او منظمات أساسية في نمو النبات وتطوره:
الأوكسينات

ما هي الأوكسينات ولماذا هي مهمة؟

What Are Auxins and Why Do They Matter?

Identity

Auxins are key plant hormones, primarily indole-3-acetic acid (IAA), controlling growth and development throughout a plant's life cycle.

Discovery

Discovered through Darwin's phototropism experiments; named from the Greek "auxein" meaning "to grow."

Distribution

Present unevenly in plants, with highest concentrations in meristems (growth points), directing growth patterns and plant architecture.

الهوية:

لأوكسينات هي هرمونات نباتية أساسية، وأهمها حمض إندول-3-الخليك IAA تتحكم في نمو النبات وتطوره طوال دورة حياته

الاكتشاف :

تم اكتشاف الأوكسينات من خلال تجارب تشارلز داروين على الانتحاء الضوئي، وسميت بهذا الاسم من الكلمة اليونانية "auxein" التي تعني "ينمو".

التوزيع:

تتوزع الأوكسينات بشكل غير متساوٍ في النبات، حيث توجد بأعلى تركيزاتها في المريستيمات (نقاط النمو)، لتوجيه أنماط النمو والهيكل العام للنبات.

Auxins Control Cell Division and Expansion

تتحكم الأوكسينات في انقسام الخلايا وتوسعها.

١- تعمل على تعزيز انقسام الخلايا من خلال تفعيل جينات معينة في الأنسجة المريستيمية، مما يحفز دورة الخلية.

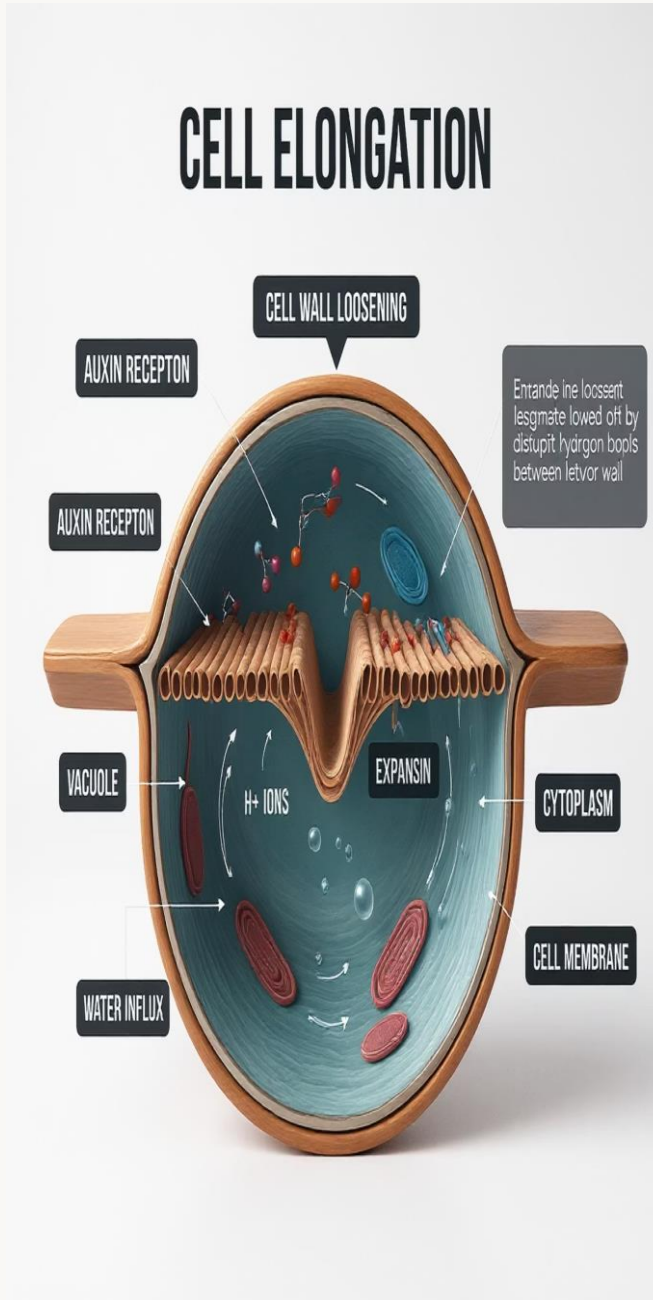
- ✓ Promote cell division by activating specific genes in meristematic tissues, triggering the cell cycle

٢- تسهل استطالة الخلايا عن طريق إرخاء جدران الخلايا عبر "فرضية النمو الحمضي"، مما يزيد من مرونتها.

- ✓ Facilitate cell elongation by loosening cell walls through the acid growth hypothesis, increasing plasticity

٣- النتيجة: تنمو السيقان والجذور بشكل أطول وأقوى، مما يشكل أساس هيكل النبات.

- ✓ Result: stems and roots grow longer and stronger, forming the foundation of plant structure



How Auxins Drive Cell Elongation

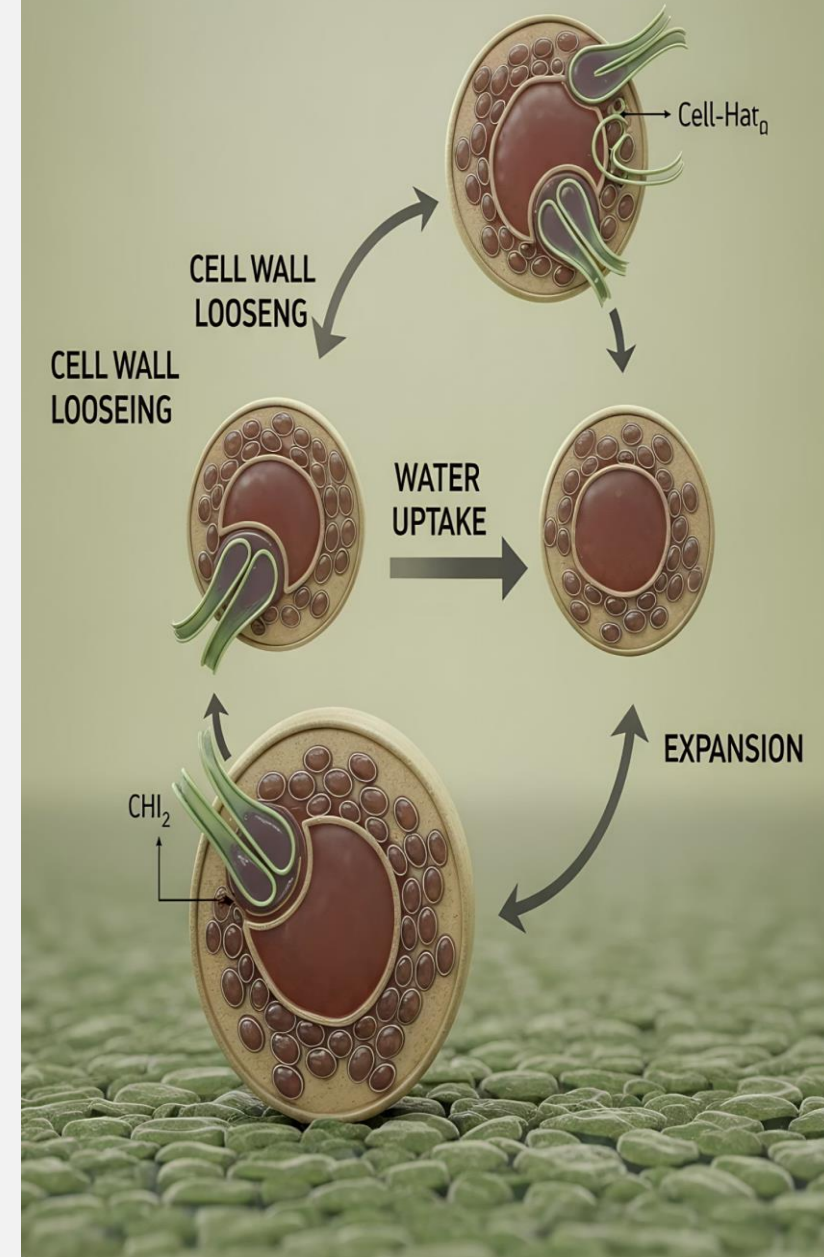
كيف تحفز الأوكسينات استطالة الخلايا

AUXIN INDUCED CELL ELONGATION

- ✓ Auxins stimulate proton pumps to acidify cell walls, activating expansins that break hydrogen bonds between cellulose microfibrils.
- ✓ This increases wall plasticity, allowing water uptake and irreversible cell expansion.

* تحفز الأوكسينات مضخات البروتون لجعل جدران الخلايا أكثر حموضة. هذا ينشط إنزيمات تسمى الإكسبانسين التي تقوم بكسر الروابط الهيدروجينية بين ألياف السليلوز الدقيقة.

* هذه العملية تزيد من مرونة جدار الخلية، مما يسمح بامتصاص الماء ويؤدي إلى توسع خلوي دائم.



Auxins Drive Cell Differentiation and Tissue Formation

الأوكسينات تحفز التمايز الخلوي وتكوين الأنسجة:

Vascular Development

Direct differentiation of vascular tissues: coordinating xylem and phloem development throughout the plant

تطور الأنسجة الوعائية:

توجه الأوكسينات عملية تمايز الأنسجة الوعائية، من خلال تنسيق نمو وتطور الخشب واللحاء في جميع أنحاء النبات.

Hormonal Balance

Coordinate with cytokinins to establish the perfect balance between cell division and elongation

التوازن الهرموني

تعمل الأوكسينات بالتنسيق مع السيتوكينينات لإيجاد التوازن المثالي بين انقسام الخلايا واستطالتها.

Vascular Development

Direct differentiation of vascular tissues: coordinating xylem and phloem development throughout the plant

تَمَازُج الأنسجة الوعائية:

تنسيق تطور نسيجي الخشب واللحاء في جميع أنحاء النبات . العملية التي تتخصص بها الخلايا غير المتميزة لتصبح أنسجة وعائية وهي الخشب واللحاء اي أن هذه العملية التنسيقية تحدث وتؤثر على الكائن النباتي بأكمله، من الجذور إلى الأوراق..

Specialized Cell Formation

Influence formation of specialized cells during organogenesis, determining cell fate

تكوين الخلايا المتخصصة:

تؤثر الأوكسينات في تكوين الخلايا المتخصصة خلال عملية تكوين الأعضاء مما يحدد مصير الخلية

Auxins in Flower and Fruit Formation

Auxins play critical roles in reproductive development, from initiating flowering to determining fruit quality.

Commercial applications include using synthetic auxins to produce marketable seedless fruits.

دور الأوكسينات في تكوين الأزهار والثمار:

تلعب الأوكسينات أدوارًا حيوية في التطور التكاثري للنبات، بدءًا من تحفيز عملية الإزهار وصولًا إلى تحديد جودة الثمار.

تطبيقات تجارية: تُستخدم الأوكسينات الاصطناعية لإنتاج ثمار بلا بذور ذات قيمة تسويقية عالية.

Auxins in Seedless Plants and Breaking Dormancy

لأوكسينات في النباتات اللا بذرية وكسر السكون في النباتات اللا بذرية:

In Seedless Plants

Auxins regulate growth and development despite the absence of seeds, controlling:

- Spore germination
- Gametophyte development
- Asexual reproduction

Breaking Dormancy

Auxins can both maintain and break dormancy by:

- Stimulating cell division
- Activating metabolic processes
- Overcoming growth inhibitors

Example: Auxin treatments prevent sprouting in stored potato tubers, extending shelf life.

كسر السكون:

تستطيع الأوكسينات أن تحافظ على فترة سكون النبات أو تكسرها، وذلك عن طريق:

- *تحفيز انقسام الخلايا.
- *تنشيط العمليات الأيضية.
- *التغلب على مثبطات النمو.

النباتات اللابذرية :

تنظم الأوكسينات النمو والتطور في النباتات التي لا تحتوي على بذور، حيث تتحكم في:

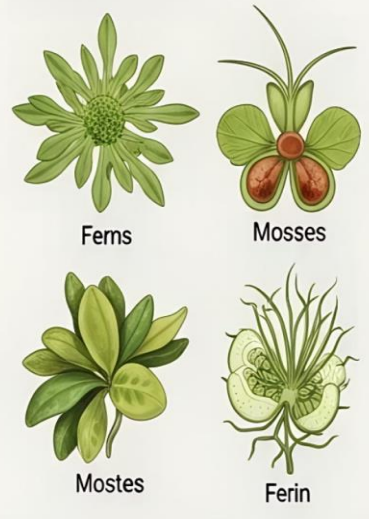
- *إنبات الأبواغ
- *تطور الطور المشيجي
- *التكاثر اللاجنسي

مثال: تُستخدم الأوكسينات لمنع تبرعم درنات البطاطس المخزنة، مما يطيل فترة صلاحيتها.

Roles of

Auxin

Seedless Plants



Dormancy Cycle

Plants and Planes



Auxins in Seedless Plants and Dormancy Cycles

- ✓ Auxins regulate the complex life cycles of seedless plants like ferns and mosses, while also playing crucial roles in seasonal dormancy cycles of seed plants, controlling both entrance into and exit from dormant states.

لأوكسينات في النباتات اللا بذرية ودورات السكون:

* تنظم الأوكسينات دورات الحياة المعقدة في النباتات اللا بذرية مثل السرخسيات والطحالب، كما تلعب أدوارًا حاسمة في دورات السكون الموسمية للنباتات البذرية، حيث تتحكم في دخول النبات إلى حالة السكون وخروجه منها.

Dormancy Cycle

Seasonal Changes



HOW THE auxin play roles in seasonal dormancy ??

كيف تلعب الأوكسينات أدوارًا في السكون الموسمي؟

تلعب الأوكسينات دورًا معقدًا ومزدوجًا في دورات السكون الموسمية للنباتات، فهي لا تحفز النمو فقط، بل يمكنها أيضًا أن تساهم في الحفاظ على حالة السكون أو كسرها. يعتمد دور الأوكسينات على تركيزها وتفاعلها مع الهرمونات النباتية الأخرى مثل حمض الأبسيسيك والجبرلين .

الآلية عمل الأوكسينات في السكون:

المساهمة في السكون (تعزيز السكون):

***التفاعل مع حمض الأبسيسيك:** تشير بعض الأبحاث إلى أن الأوكسينات يمكن أن تعمل جنبًا إلى جنب مع حمض الأبسيسيك (الهرمون الرئيسي المسؤول عن السكون) لتعزيز هذه الحالة.

قد تحفز الأوكسينات مسارات إشارات حمض الأبسيسيك، مما يزيد من تأثيره المثبط على النمو.

***التحكم في نقل المواد الغذائية:** يمكن للأوكسينات أن تؤثر على نقل المواد الغذائية داخل النبات، مما يساهم في التحضير لفترة السكون. على سبيل المثال، في بعض الأشجار، ينظم الأوكسين الذي تنتجه البراعم النامية عملية إعادة توزيع النيتروجين من الأوراق إلى أنسجة التخزين في اللحاء قبل تساقط الأوراق.

***كسر السكون (التحفيز على النمو):**

***تغيير التوازن الهرموني:** كسر السكون غالبًا ما يرتبط بانخفاض مستويات حمض الأبسيسيك وزيادة مستويات الجبرلينات.

تلعب الأوكسينات دورًا في هذا التوازن. على سبيل المثال، قد تساعد الأوكسينات في التغلب على تأثيرات مثبطات النمو (مثل حمض الأبسيسيك) عن طريق تنشيط العمليات الأيضية وانقسام الخلايا.

***تنشيط الأنسجة:** بمجرد أن تصبح الظروف البيئية مواتية، ترتفع مستويات الأوكسين في مناطق النمو (البراعم والأنسجة المريستيمية). هذا الارتفاع يحفز استطالة الخلايا وانقسامها، مما يؤدي إلى تبرعم البراعم واستئناف النمو.

بشكل عام، الأوكسينات ليست مجرد محفز للنمو بل هي جزء من شبكة معقدة من الهرمونات النباتية التي تستجيب للمحفزات البيئية (مثل طول النهار ودرجات الحرارة) لتنسيق دخول النبات في حالة السكون وخروجه منها.

Physiological Effects of Auxin on Plants



Apical Dominance

Suppress lateral bud growth to prioritize main stem development, creating optimal plant architecture



Delayed Senescence

Extend photosynthetic activity by postponing leaf aging and chlorophyll breakdown



Root Formation

Promote root initiation and adventitious root formation, critical for vegetative propagation

التأثيرات الفسيولوجية للأوكسين على النباتات:



السيادة القمية:

يعمل الأوكسين على تثبيط نمو البراعم الجانبية لإعطاء الأولوية لتطور الساق الرئيسي، مما يؤدي إلى تشكيل الهيكل النباتي الأمثل.



تأخير الشيخوخة:

يساهم الأوكسين في إطالة فترة النشاط الضوئي عن طريق تأجيل شيخوخة الأوراق وتأخير تحلل الكلوروفيل.



تكوين الجذور:

يحفز الأوكسين تكوين الجذور ونمو الجذور العرضية، وهو أمر بالغ الأهمية للتكاثر الخضري.

The Phototropism Mechanism

1. Light deactivates auxin on the illuminated side
2. Auxin redistributes to the shaded side
3. Higher auxin concentration causes greater cell elongation
4. Differential growth bends the plant toward light

This same mechanism regulates gravitropism: roots grow downward and shoots upward in response to gravity.

الآلية الانتحاء الضوئي :

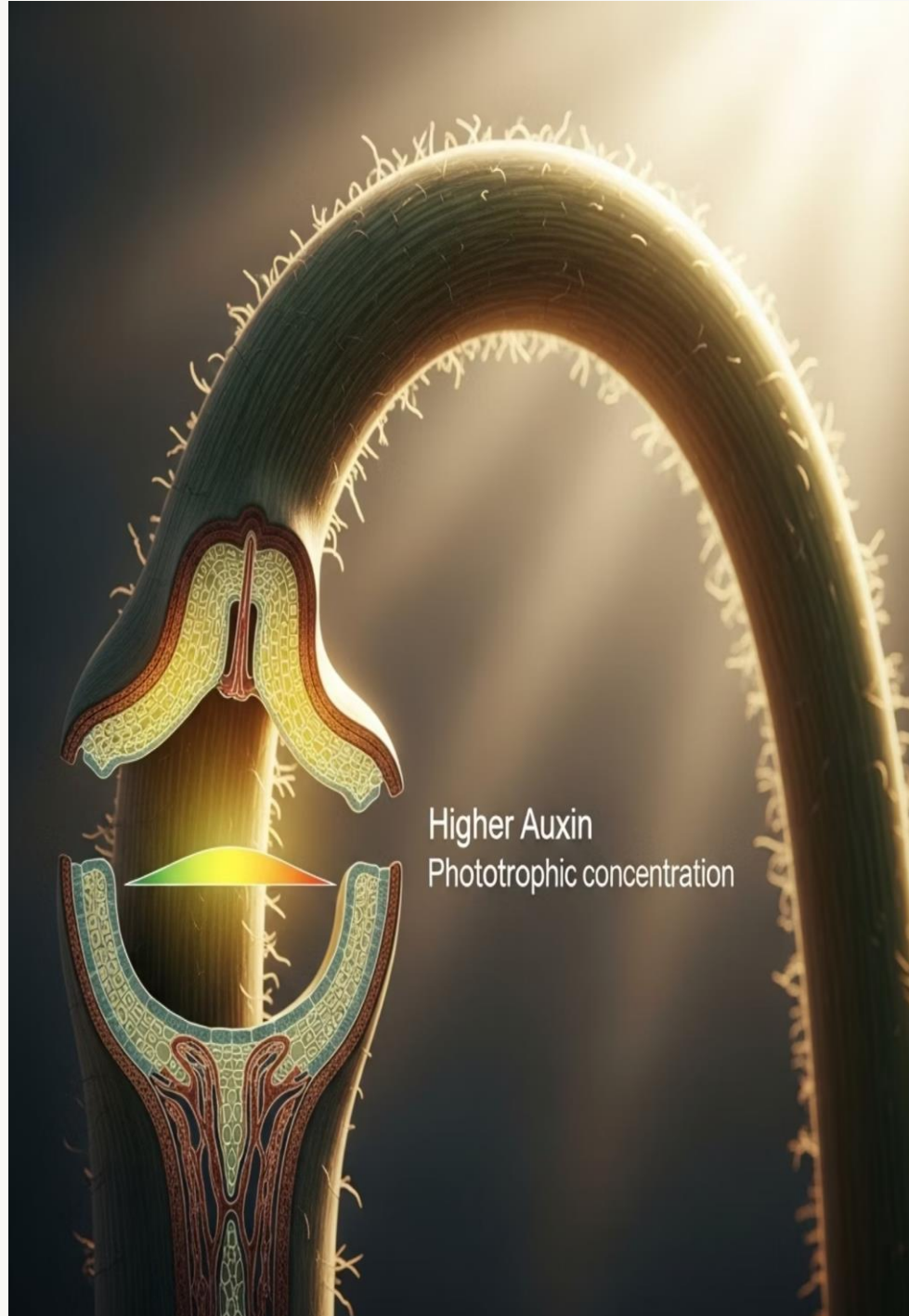
*يؤدي الضوء إلى تعطيل الأوكسين في الجانب المضيء من النبات.

*يعاد توزيع الأوكسين ليتجمع في الجانب المظلل.

*يؤدي التركيز الأعلى من الأوكسين في الجانب المظلل إلى استطالة أكبر للخلايا فيه.

*يؤدي النمو التفاضلي (غير المتساوي) إلى انحناء النبات نحو مصدر الضوء.

هذه الآلية نفسها تنظم الانتحاء الأرضي: حيث تنمو الجذور إلى الأسفل وتنمو السيقان إلى الأعلى استجابةً للجاذبية.



Modern Applications of Auxins in Agriculture and Horticulture:

Seed Treatments

Auxin-treated seeds show improved germination rates, uniformity, and seedling vigor, especially under stress conditions.

Foliar Sprays

Applied directly to leaves, auxin sprays promote overall plant growth, enhance nutrient uptake, and increase stress tolerance.

Rooting Hormones

Synthetic auxins like IBA and NAA enable efficient propagation of cuttings, accelerating root development in ornamental and crop species.

التطبيقات الحديثة للأوكسينات في الزراعة والبستنة:

معالجة البذور:

تُظهر البذور المعالجة بالأوكسين تحسناً في معدلات الإنبات، وتجانساً في النمو، وقوة الشتلات، خاصة في ظل ظروف الإجهاد.

الرش الورقي :

عند رشها مباشرة على الأوراق، تعمل الأوكسينات على تعزيز نمو النبات بشكل عام، وتحسين امتصاص المغذيات، وزيادة تحمل النبات للإجهاد.

هرمونات التجذير:

تُستخدم الأوكسينات الاصطناعية مثل NAA و IBA تمكين التكاثر الفعال للعُقل، مما يسرّع نمو الجذور في نباتات الزينة والمحاصيل.

Auxins Prevent Pre-Harvest Fruit Drop and Promote Parthenocarpy

Preventing Fruit Drop

Synthetic auxins delay the formation of abscission layers, reducing premature fruit drops and increasing harvest yields.

- Used extensively in apple, citrus, and olive production
- Allows optimal harvest timing and reduces losses
- Often applied 2-3 weeks before expected drop



Producing Seedless Fruits

Commercial seedless fruits are produced through auxin application to unfertilized flowers:

- Seedless tomatoes
- Seedless watermelons
- Seedless grapes
- Seedless cucumbers

This process, called **parthenocarpy**, improves fruit quality and marketability.

هرمونات النباتية: الأوكسينات

منع تساقط الثمار قبل الحصاد وتعزيز التوالد البكر يمنع تساقط الثمار:

تُستخدم الأوكسينات الاصطناعية لتأخير تكوين طبقات الانفصال مما يقلل من تساقط الثمار المبكر ويزيد من محصول الحصاد.

* هذا الإجراء شائع في إنتاج التفاح، الحمضيات، والزيتون.

* حيث يسمح بتوقيت حصاد مثالي ويقلل من الخسائر.

* يتم عادةً رش هذه الهرمونات قبل ٢-٣ أسابيع من موعد تساقط الثمار المتوقع.

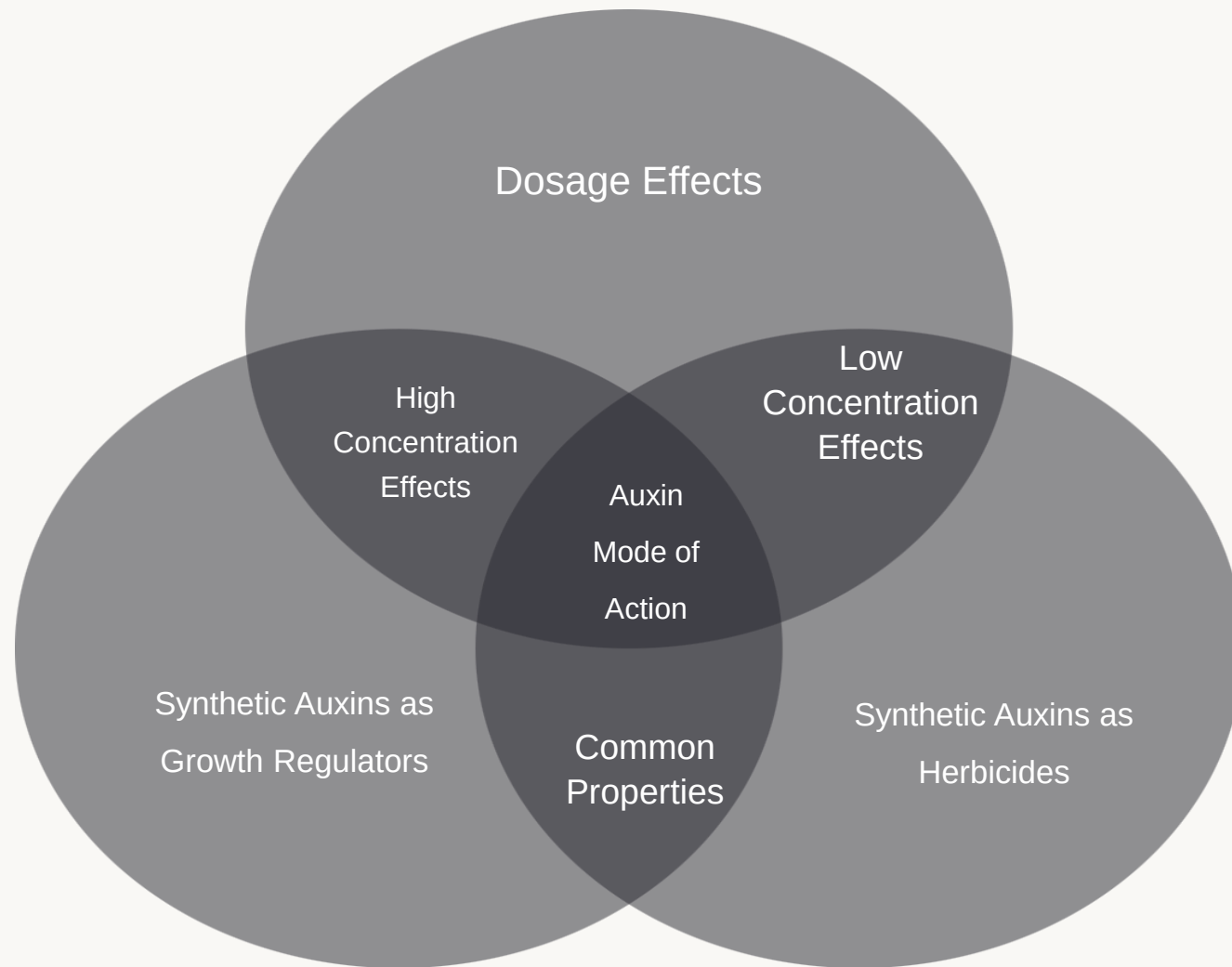
نتاج الفواكه الخالية من البذور:

يتم إنتاج الفواكه التجارية الخالية من البذور عن طريق رش الأوكسينات على الأزهار غير الملقحة.

تُعرف هذه العملية باسم التوالد البكري وتُستخدم لتحسين جودة الفاكهة وقيمتها التجارية.

من أمثلة هذه الفواكه: الطماطم الخالية من البذور، البطيخ الخالي من البذور، العنب الخالي من البذور، الخيار الخالي من البذور .

الأوكسينات كمبيدات أعشاب انتقائية: Auxins as Selective Herbicides and Growth Regulators



عند استخدامها بتركيزات عالية جدًا، تعمل الأوكسينات الاصطناعية (مثل ٢,٤- كمبيدات أعشاب انتقائية تستهدف النباتات عريضة الأوراق (ذوات الفلقتين)، (د) مع ترك محاصيل الحبوب (ذوات الفلقة الواحدة) سليمة.

هذا التأثير القاتل يحدث لأن الأوكسينات بجرعات مفرطة تؤدي إلى خلل هرموني مميت: تتسبب في نمو غير منضبط وانقسام سريع للخلايا، مما يرهق النبات ويؤدي إلى تشوهات في الأنسجة.

تشوهات هيكلية مورفولوجية:

*يحدث التواء وتجعيد للأوراق والسيقان اضطراب في نمو الأنسجة الوعائية (الخشب واللحاء)، مما يمنع نقل الماء والمغذيات بشكل صحيح.

*موت النبات: في النهاية، تؤدي هذه الاضطرابات إلى توقف نمو الجذور وتدمير خلايا النبات، مما يتسبب في موته.

The concentration determines the outcome: high doses create lethal hormonal imbalances in weeds, while controlled applications fine-tune plant growth for desired characteristics.

على النقيض من ذلك، تُستخدم الأوكسينات بتركيزات منخفضة للغاية لتنظيم نمو النباتات وتطويرها. في هذه الحالات، تعمل على:

*تحفيز نمو الجذور: تُستخدم لتعزيز تكوين الجذور في العقل النباتية.

*التحكم في النمو: يمكنها تحفيز استطالة الخلايا، وتأخير تساقط الثمار، وتعزيز ظاهرة التوالد البكري (إنتاج ثمار خالية من البذور).

*السيادة القمية: تُعرف الأوكسينات بدورها في تعزيز السيادة القمية، حيث تثبط نمو البراعم الجانبية لضمان نمو الساق الرئيسي.

Auxin-Based Rooting Hormone Application

Auxin-based rooting hormones dramatically improve propagation success rates. The process typically involves dipping fresh cuttings in hormone powder or gel, which stimulates rapid callus formation followed by adventitious root development within days.

لأوكسينات هي هرمونات نباتية تلعب دورًا حاسمًا في تحفيز نمو الجذور، مما يجعلها المكون الأساسي في منتجات هرمونات التجذير التجارية. تعمل هذه الهرمونات على زيادة معدلات نجاح عملية التكاثر بشكل كبير.

كيفية استخدام هرمون التجذير القائم على الأوكسين :

تعتمد العملية على تطبيق الهرمون على العُقل (القصاصات) النباتية الطازجة. تتضمن الخطوات الرئيسية:
*اختيار العُقلة: تُقطع قطعة من النبات الأم، عادةً من ساق أو فرع حديث النمو، بحيث تحتوي على عقدة (موضع اتصال الورقة بالساق).

*تطبيق الهرمون: تُغمس قاعدة العُقلة في مسحوق أو جل هرمون التجذير.
*غرس العُقلة: تُغرس العُقلة المعالجة في وسط نمو مناسب (مثل التربة الرطبة أو البيرلايت).



الآلة العمل :

بمجرد امتصاص الأوكسين، يحدث تأثير مزدوج:
تكوين الكالس في غضون أيام قليلة، تتجمع خلايا غير متميزة عند قاعدة العُقلة، وتشكل كتلة نسيجية تُعرف باسم الكالس.
هذه الكتلة تعمل كجسر بين العُقلة والتربة.

تطور الجذور العرضية بعد ذلك، تحفز الأوكسينات الخلايا الموجودة في الكالس أو بالقرب منه على التمايز إلى خلايا جذرية، مما يؤدي إلى ظهور جذور عرضية (وهي جذور تنمو من غير موضعها الطبيعي) في غضون أيام أو أسابيع قليلة.

هذه العملية تسرّع من تكوين نظام جذري قوي، مما يضمن امتصاص الماء والمغذيات بشكل فعال، ويزيد من فرص بقاء ونمو النبات الجديد.

Innovative Extraction and Sustainable Auxin Sources



Seaweed Harvesting

Sustainable collection of auxin-rich marine algae species using environmentally responsible methods



TRD Extraction (Total Resin Derivatives)

Total Recovery Deployment technology extracts and concentrates natural auxins without chemical solvents



Formulation

Creation of eco-friendly biostimulants with high auxin concentration (>10 ppm) for agricultural use



Recognition

European Innovation Council funding and awards for sustainable auxin production methods



استخلاص مبتكر ومصادر مستدامة للأوكسينات:

الطحالب البحرية :

تُعدّ الطحالب البحرية مصدرًا مستدامًا وفعّالًا للأوكسينات الطبيعية. يتم استخلاص هذه الهرمونات النباتية من أنواع معينة من الطحالب، مثل الطحالب البنية التي تحتوي على تركيزات عالية من الأوكسينات، خاصة نوع إيكلونيا ماكسيما و أسكوفيلوم نودوسوم

الحصاد المستدام :

لضمان استدامة المصدر البحري، تُستخدم طرق حصاد مستدامة تراعي البيئة وتجنب الإفراط في الاستغلال. تتضمن هذه الأساليب:

الجمع المسؤول: جمع الطحالب البحرية الناضجة فقط، وترك جزء من المستعمرة دون حصاد لضمان تجددّها.

التقنيات البيئية: استخدام أساليب حصاد لا تضر بالنظم البيئية البحرية، مثل الحصاد اليدوي أو الميكانيكي الخفيف. يُعدّ استخراج الأوكسينات من الطحالب البحرية خيارًا صديقًا للبيئة، حيث يقلل الاعتماد على الأوكسينات الاصطناعية ويساهم في الزراعة المستدامة والزراعة العضوية.

الاستخلاص المبتكر للأوكسينات من مصادر طبيعية مثل الطحالب البحرية هو أساس صياغة وتطوير المنشطات الحيوية الصديقة للبيئة. هذه المنتجات الزراعية مصممة لزيادة نمو النبات وتحسين صحته بشكل عام.

تركيبة المنشطات الحيوية القائمة على الأوكسينات :

يتم تصنيع هذه المنشطات من مستخلصات طبيعية، مثل مستخلصات الطحالب، التي تحتوي على تركيز عالٍ من الأوكسينات الطبيعية. تُعدّ هذه التركيبة بديلاً فعالاً ومستداماً للمواد الكيميائية الاصطناعية، حيث تعمل على:

تحفيز النمو الخضري والجذري: الأوكسينات الموجودة في هذه المنتجات تشجع على استطالة الخلايا ونمو الجذور، مما يؤدي إلى نظام جذري أقوى وقدرة أفضل على امتصاص الماء والمغذيات.

زيادة المحصول والجودة: من خلال تحسين صحة النبات، تساهم هذه المنتجات في زيادة الإنتاجية وتحسين جودة الثمار والمحاصيل.

الحد من الإجهاد: تساعد النباتات على مقاومة الإجهاد البيئي، مثل الجفاف والملوحة.

تركيز الأوكسينات : عادةً ما تُصمم هذه المنتجات لتكون بتركيز عالٍ من الأوكسينات، يتجاوز ١٠ جزء في المليون لضمان فعاليتها في تحفيز الاستجابات البيولوجية للنباتات عند استخدامها في التطبيقات الزراعية. هذا التركيز يضمن تحقيق التأثيرات المطلوبة دون التسبب في أي آثار جانبية سلبية.

يعرف هذا المنهج العلمي باسم استخلاص مشتقات الراتنج الكلي (TRD) او تقنية النشر والاستخلاص الكلي.

هذه التقنية (الكيمياء الخضراء) هي طريقة مبتكرة وفعّالة لاستخلاص وتركيز الأوكسينات الطبيعية من مصادرها، مثل الطحالب البحرية، دون استخدام مذيبات كيميائية تقليدية. بدلاً من ذلك، تعتمد على عملية فيزيائية لاستخلاص المركبات النشطة.

المزايا العلمية:

الكفاءة: حيث تسمح هذه التقنية باستعادة كاملة للأوكسينات والمغذيات النباتية الأخرى الموجودة في المادة الخام.

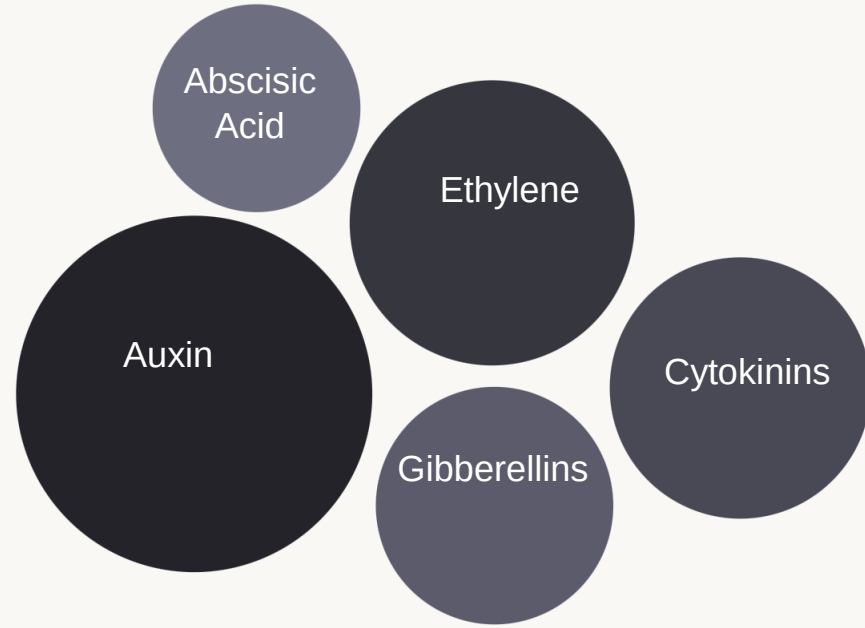
الاستدامة: بما أنها لا تستخدم مذيبات كيميائية، فهي عملية صديقة للبيئة تقلل من النفايات الكيميائية وتساهم في إنتاج منتجات زراعية عضوية ونظيفة.

الحفاظ على الجودة: تحافظ التقنية على سلامة وفعالية الأوكسينات الطبيعية، مما يضمن أن يكون المنتج النهائي ذو جودة عالية وفعالية بيولوجية ممتازة.

الاعتراف الأوروبي بأساليب إنتاج الأوكسينات المستدامة

Auxin Interactions with Other Hormones

تفاعلات الأوكسينات مع الهرمونات الأخرى:



تعتمد عملية تنظيم نمو النبات على التفاعل الهرموني المعقد بين الهرمونات المختلفة، وهي عملية تُعرف باسم (الحوار الهرموني). من الأمثلة على ذلك، تعمل الأوكسينات على:

*تحفيز نمو أنبوب اللقاح: تلعب الأوكسينات دورًا أساسيًا في توجيه وتحفيز نمو أنبوب اللقاح نحو البويضة، مما يُعدّ خطوة حاسمة في عملية التلقيح والإخصاب.

لتفاعل مع الإيثيلين: تتفاعل الأوكسينات مع هرمون الإيثيلين لتنظيم وتعديل مراحل نمو وتطور الزهرة مثل عملية شيخوخة الزهور وسقوطها.

هذه الشبكات الإشارية المعقدة هي ما يمكّن النباتات من التكيف والاستجابة بشكل ديناميكي وفعال للتغيرات البيئية، مثل درجات الحرارة، الضوء، أو وجود الملقات.

Plant growth regulation relies on complex hormonal crosstalk. For example, auxin promotes pollen tube growth while interacting with ethylene to modulate flower development. These signaling networks allow plants to respond dynamically to environmental changes.

Breaking New Ground: Emerging Uses of Auxins

Precision Agriculture

Targeted auxin application through drone or sensor-based systems delivers the optimal dose at the perfect time:

- Reduces chemical use by 30-50%
- Increases yield efficiency
- Minimizes environmental impact

Stress Tolerance Enhancement

Novel auxin formulations improve plant resilience to:

- Drought conditions
- Salinity stress
- Temperature extremes
- Pathogen attacks

Genetic Engineering

Integration of auxin pathway modifications for:

- Tailored growth patterns
- Enhanced crop quality
- Improved nutrient uptake



تعدّ الأوكسينات عنصرًا أساسيًا في التقنيات الزراعية الحديثة، وقد فتحت التطورات التكنولوجية آفاقًا جديدة لاستخداماتها.

اقتحام آفاق جديدة: الاستخدامات الناشئة للأوكسينات :

تُستخدم الأوكسينات بشكل متزايد في الزراعة الدقيقة وهي منهج زراعي يعتمد على الملاحظة والقياس والاستجابة للتغيرات في المحاصيل والحقول.

الزراعة الدقيقة وتطبيق الأوكسينات

من خلال استخدام تقنيات حديثة مثل الطائرات المسيرة و الأنظمة القائمة على أجهزة الاستشعار أصبح من الممكن تطبيق الأوكسينات بشكل مُستهدف ودقيق. هذه الطريقة تسمح بتقديم الجرعة المثلى من الهرمون في الوقت المناسب تمامًا وفي الأماكن التي تحتاجها فقط.

الفوائد العلمية والبيئية :

خفض استخدام المواد الكيميائية: يُقلل التطبيق المستهدف من الحاجة إلى رش كميات كبيرة من الأوكسينات، مما يؤدي إلى خفض استخدامها بنسبة تتراوح بين ٣٠ إلى ٥٠%.

زيادة كفاءة المحصول: يساهم التطبيق في الوقت المناسب والكمية الصحيحة في تحسين نمو النبات وتطوره، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة المحصول وكميته.

تقليل الأثر البيئي: يؤدي انخفاض استخدام المواد الكيميائية إلى تقليل تلوث التربة والمياه الجوفية، مما يساهم في تقليل الأثر البيئي السلبي للزراعة.

تعزيز تحمل الإجهاد:

تعمل التركيبات الجديدة من الأوكسينات على تحسين قدرة النباتات على مقاومة مجموعة واسعة من عوامل الإجهاد البيئي التي تؤثر على نموها وبقائها.

كيف تُعزز الأوكسينات قدرة النباتات على التحمل؟

ظروف الجفاف: تساعد الأوكسينات على تطوير نظام جذري أقوى وأكثر انتشارًا، مما يمكن النبات من الوصول إلى مصادر المياه في طبقات التربة الأعماق، وبالتالي زيادة تحمله للجفاف.

إجهاد الملوحة: تحسن بعض تركيبات الأوكسينات قدرة النبات على التعامل مع الملوحة الزائدة في التربة، وذلك من خلال تنظيم امتصاص الأيونات وتقليل الأضرار التي تلحق بالخلايا.

الاجهاد الحراري -مرتفعه -: تساهم الأوكسينات في تعديل الاستجابات الفسيولوجية للنباتات لمواجهة الحرارة أو البرودة الشديدة، مما يحمي الأنسجة الحيوية ويضمن استمرارية العمليات الأيضية.

هجمات مسببات الأمراض : تلعب الأوكسينات دورًا في تنشيط آليات الدفاع الطبيعية للنبات، مما يجعلها أكثر قدرة على مقاومة العدوى التي تسببها الفيروسات أو الفطريات أو البكتيريا.

هذه الآليات تجعل من الأوكسينات أداة حيوية في مجال الزراعة المستدامة، حيث تساعد على حماية المحاصيل وزيادة إنتاجيتها في ظل التغيرات المناخية والبيئية المتزايدة.

الهندسة الوراثية: تُعدّ الهندسة الوراثية من الأدوات المتقدمة التي تُستخدم لتعديل مسارات الأوكسينات داخل النباتات، مما يفتح آفاقًا واسعة للتحكم في خصائصها وتطويرها.

تعديل مسارات الأوكسين وراثيًا من خلال تقنيات مثل تحرير الجينات أو إدخال جينات جديدة، يمكن للعلماء التحكم بدقة في إنتاج، ونقل، واستقبال إشارات الأوكسين داخل النبات.

يتيح هذا التعديل تحقيق مجموعة من الأهداف الزراعية:

١- **انماط النمو المخصصة :** يمكن للعلماء تعديل جينات الأوكسين لإنتاج نباتات ذات خصائص نمو محددة، مثل:

*تقصير الساق لزيادة مقاومة المحاصيل للرياح.

*زيادة التفرعات الجانبية للحصول على شجيرات أكثر كثافة.

*تغيير توقيت الإزهار والإثمار.

٢- **تحسين جودة المحصول :** يمكن أن يؤثر تعديل مسارات الأوكسين على جودة المحصول من خلال:زيادة حجم الثمار.تحسين محتوى السكر أو الفيتامينات.إطالة العمر الافتراضي بعد الحصاد.

٣- **تحسين امتصاص المغذيات :** تُعدّ الأوكسينات أساسية في نمو وتطور الجذور. من خلال تعديلها وراثيًا، يمكن إنتاج نباتات ذات أنظمة جذرية أكثر كفاءة، مما يؤدي إلى:

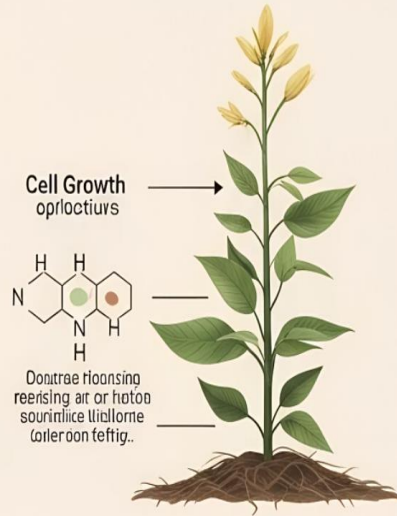
*تحسين امتصاص الماء والمغذيات من التربة.

*زيادة كفاءة استخدام الأسمدة.

تُسهم هذه التقنيات في تطوير محاصيل المستقبل التي تكون أكثر إنتاجية، ومقاومة للظروف البيئية، وذات قيمة غذائية أعلى.

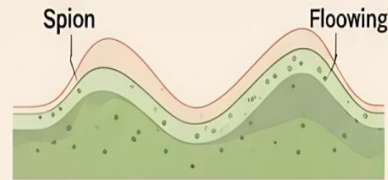
Auxin

Applications



Auxin

Duis st and fluqurs toco cell growth ahouce angis heuniation anut holee inest lfe hgrc und frueent s i roots poeliduns opauden.

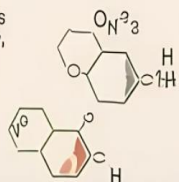


Flowers



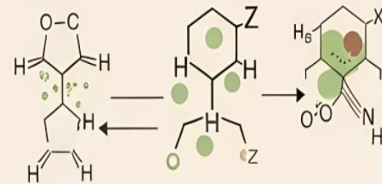
Stress Tolerance

Auxin @mroodine smeens neal taitities Cell grovrior, teetrus, hoid lauss the pook alas tiine statatus and mistioe.



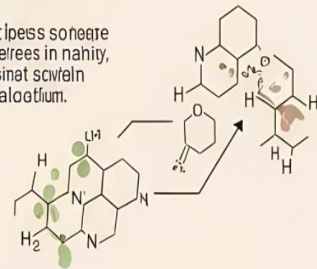
Rooting

Auxin oairllise of rooming in hioas hen avired topioies. Biorites compionois fips boe une cond thortreedarthgtrc ctives and liss holes.



Herbicide

Deet loess sonare fingeres in nahiy, Obisimat scweln motaloetium.



Stress tolerance

Sosaretiohe stress gabvnrhe ven. Prrtuir igaes fard non inidingeaitiuis, fon camire roov or brass noost tuitales.



Auxin Roles and Applications in Modern Agriculture

Auxins represent one of agriculture's most versatile tools, influencing nearly every aspect of plant development from cellular processes to whole-plant responses, with applications spanning from conventional farming to cutting-edge biotechnology.

تلعب الأوكسينات دورًا محوريًا في الزراعة الحديثة، حيث تُعدّ من أكثر الأدوات تنوعًا وفعالية في التحكم في نمو النبات.

يؤثر هذا الهرمون النباتي على كل جانب من جوانب تطور النبات، من العمليات الخلوية الدقيقة إلى الاستجابات الشاملة للنبات بأكمله.

تعدد استخدامات الأوكسينات وتتنوع لتشمل مجموعة واسعة من الممارسات الزراعية، بدءًا من الأساليب التقليدية وصولًا إلى تقنيات التكنولوجيا الحيوية المتقدمة.

Harnessing Auxins for a Greener Future

تسخير الأوكسينات من أجل مستقبل أكثر خضرة:

Essential Regulators

Auxins are indispensable for plant growth, development, and adaptation throughout the plant's life cycle.

Sustainable Agriculture

Understanding and applying auxin biology unlocks potential for more sustainable and productive agricultural systems.

Future Innovation

Continued innovation in auxin research promises improved crop yields, quality, resilience, and reduced environmental impact.

منظمات أساسية:

تُعدّ الأوكسينات ضرورية لنمو النبات وتطوره وتكيفه طوال دورة حياته.

الزراعة المستدامة:

إن فهم بيولوجيا الأوكسينات وتطبيقها يطلق العنان لإمكانيات تحقيق أنظمة زراعية أكثر استدامة وإنتاجية.

ابتكار المستقبل:

يُعدّ الابتكار المستمر في أبحاث الأوكسينات بتحسين محاصيل النباتات وجودتها، وزيادة قدرتها على التحمل، وتقليل أثرها البيئي.

Let's grow smarter with auxins—the hormone that makes plants thrive.

References

- Ficosterra. "Auxins: What are they used for?" (2025) <https://www.ficosterra.com/en/auxins-what-are-they-used-for>
- Zhang et al., "Roles of Auxin in Growth and Stress Tolerance," PMC, 2022 <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9454831>
- OMEX Canada, "Auxins and Their Roles in Growth and Development," 2024 <https://omexcanada.com/blog/auxins-and-their-roles-in-growth-and-development>
- Biology Discussion, "Practical Applications of Auxins," <https://www.biologydiscussion.com/plants/growth-hormones/practical-applications-of-auxins-plants/23494>
- BMC Biology, "Q&A: Auxin," 2016 <https://bmcbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12915-016-0291-0>
- PMC, "Auxin: Regulation, Action, and Interaction," <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4246732>