The Role of Auxin in Apical Dominance and Herbicidal Action

Understanding plant growth regulation and agricultural applications

دور الأوكسين في السيادة القمية وتأثيره كمبيد للأعشاب: فهم تنظيم نمو النبات والتطبيقات الزراعية.

Understanding Apical Dominance

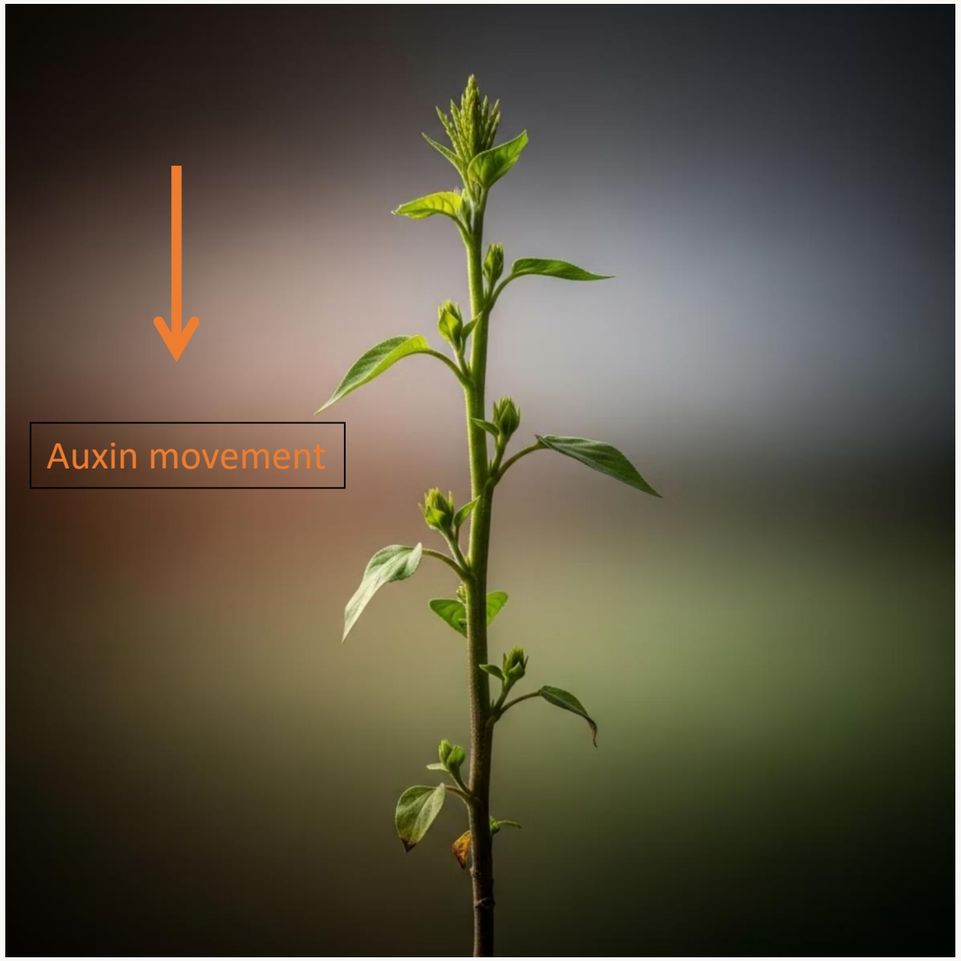
The fundamental process controlling plant architecture and growth patterns

تشير السيادة القميةإلى الظاهرة الفسيولوجية التي تجعل النمو الرأسي للبرعم الطرفي (القمي) على قمة الساق هو السائد والمهيمن، بينما يتم تثبيط أو كبت نمو البراعم الجانبية (الإبطية) الموجودة أسفله. تعتبر هذه العملية أساسية في التحكم ببنية النبات وشكل نموه

What is Apical Dominance?

Apical dominance is a critical growth control mechanism in plants where the main central stem grows more vigorously than lateral branches. This phenomenon:

- Ensures efficient vertical growth and sunlight access
- Optimizes resource allocation to the primary shoot
- Creates the characteristic architecture of many plants
- Is disrupted when the apex is removed (pruning)



When the apical bud is intact, lateral buds remain dormant due to **hormonal signals traveling down the stem.**

تُعد السيادة القمية عملية أساسية للتحكم في نمو النبات وبنيته، حيث ينمو البرعم الطرفي الموجود في قمة الساق بقوة أكبر ويسود على نمو البراعم الجانبية (الإبطية) الموجودة أسفله.

آلية العمل والدور الهرموني:

تُنظَّم السيادة القمية بشكل أساسي بواسطة هرمون الأوكسين:

١-انتاج الأوكسين: يُنتَج الأوكسين بتركيزات عالية في **البرعم الطرفي النشط** وينتقل بشكل قطبي الى الأسفل عبر الساق.

٢- تثبيط البراعم الجانبية: يعمل هذا التركيز المرتفع من الأوكسين على **تثبيط نمو وتطور البراعم الجانبية**، مما يبقيها في حالة كمون.

أهميتها البيولوجية

تضمن السيادة القمية تحقيق الوظائف الحيوية التالية:

النمو الرأسي: تُوجه طاقة النبات وموارده (مثل الغذاء والماء) نحو النمو العمودي الأسرع.

الوصول إلى الضوء: يسمح هذا النمو الرأسي للنبات بالتنافس بكفاءة مع النباتات المجاورة والوصول إلى أقصى قدر من ضوء الشمس.

تحديد الشكل: تخلق السيادة القمية الشكل المخروطي (كما في بعض الأشجار الصنوبرية) أو الشكل المركزي الواضح للعديد من أنواع النباتات.

تأثير التقليم (إزالة القمة)

عندما تتم **إزالة البرعم القمي** (التقليم)، فإن تدفق الأوكسين المُنظِّم ينقطع. هذا الانقطاع يؤدي إلى:

١- تحرير البراعم: يزول التأثير المُثبِّط، مما يسمح للبراعم الجانبية بالخروج من حالة الكمون والبدء في النمو.

٢- **التفرع :** تتحول البراعم الجانبية النامية إلى فروع، مما يؤدي إلى زيادة كثافة النبات ونموه عرضياً، وهي ظاهرة تُستغل على نطاق واسع في الممارسات الزراعية والبستنة لتشكيل النباتات.

Auxin's Central Role in Apical Dominance

Auxin Synthesis

Indole-3-acetic acid (IAA) is primarily synthesized in the shoot apex from tryptophan

Basipetal Transport

Auxin moves downward through **specialized transport proteins** (**PIN** carriers)

Bud Suppression

High auxin concentrations inhibit cytokinin action in lateral buds, preventing their growth

- ✓ This elegant hormonal control system allows plants to optimize their growth pattern based on environmental conditions and developmental stage.

الدور المحوري للأوكسين في السيادة القمية :يتلخص دور الأوكسين في السيادة القمية عبر ثلاث خطوات رئيسية متسلسلة:

١. تخليق الأوكسين: يصنع الشكل الطبيعي الرئيسي للأوكسين، وهو حمض إندول-٣-الخليك شكل أساسي في القمم النامية للساق والأوراق الفتية. تبدأ عملية التخليق هذه من الحمض الأميني التريبتوفان

٢. النقل القاعدي: بمجرد تخليقه، ينتقل الأوكسين بشكل فعال وموجه **للأسفل (أي نحو القاعدة)** عبر أنسجة الساق. يتم هذا النقل القطبي عبر خلايا النسيج البرانشيمي ويُسهَّل بواسطة بروتينات متخصصة لنقل الأوكسين تُعرف باسم حاملات.

٣. تثبيط البراعم: مارس التأثير الفعلي للتثبيط عندما يصل الأوكسين إلى البراعم الجانبية (الإبطية). يُعتقد أن التركيزات العالية من الأوكسين لا تمنع نمو البراعم الجانبية بشكل مباشر، بل تمنع نموها عن طريق:
تثبيط السيتوكينين: تتداخل التركيزات العالية من الأوكسين مع عمل أو تخليق هرمون **السيتوكينين** وهو الهرمون الذي يُعد محفزاً رئيسياً لانقسام الخلايا ونمو البراعم الجانبية.

٤- الحفاظ على الكمون: نتيجة لذلك، تبقى البراعم الجانبية في حالة كمون او تثبيط .

هذا النظام الهرموني المُنظَّم بدقة يسمح للنبات بتحسين توزيع موارده لضمان النمو العمودي الفعال والوصول الأمثل لضوء الشمس، مما يشكل الهيكل المميز للعديد من النباتات.

Two Distinct Hormonal Interpretations of Apical Dominance

Direct Inhibition Theory

This interpretation suggests that auxin directly inhibits lateral bud outgrowth by:

- Suppressing cytokinin synthesis in nodal stem tissue
- Directly antagonizing cytokinin's growth-promoting effects
- Creating unfavorable auxin:cytokinin ratios in lateral buds

Indirect Regulation Theory

This view proposes that auxin works through a network of hormonal interactions:

- Promoting **strigolactone synthesis**, which inhibits bud outgrowth
- Interacting with **abscisic acid (ABA)** to maintain bud dormancy
- Creating resource competition between apex and lateral buds

Modern research supports elements of both theories, suggesting a complex interplay of hormonal signals and environmental factors regulates apical dominance.

نظرية التثبيط المباشر:

ي إحدى التفسيرات الهرمونية الكلاسيكية للسيادة القمية، والتي تركز على دور الأوكسين في كبح نمو البراعم الجانبية مباشرة عبر التفاعل مع هرمونات أخرى:

تفسير التثبيط المباشر:

تقترح هذه النظرية، التي تطورت من النماذج الكلاسيكية، أن الأوكسين الذي ينتقل من البرعم القمي يمارس سيطرته من خلال آليات قائمة على التوازن الهرموني في مناطق تبرعم البراعم الجانبية:

١- **تثبيط تخليق السيتوكينين:** يعمل الأوكسين، بتركيزاته المرتفعة نسبياً، على كبت تصنيع هرمون السيتوكينين في أنسجة الساق القريبة من البراعم الجانبية.

٢- **التنافر الهرموني المباشر:** يقترح جزء من النظرية أن الأوكسين قد يعاكس مباشرة تأثير السيتوكينين المحفز للنمو في خلايا البرعم الجانبي.

٣- **خلل في التوازن الهرموني:** يؤدي التأثير المشترك للأوكسين إلى خلق نسبة أوكسين:سيتوكينين**غير مواتية** داخل البراعم الجانبية. ففي البيئة التي يسود فيها الأوكسين وينخفض فيها السيتوكينين (وهو هرمون الانقسام والتطور)، يبقى البرعم الجانبي في حالة تثبيط وكمون.

ملاحظة: بينما تلعب هذه النظرية دوراً تاريخياً مهماً، فإن الأبحاث الحديثة تتجه نحو نماذج أكثر تعقيداً تعرف بـ **"نظرية الرسول الثاني"** التي تتضمن أيضاً هرمونات تثبيط إضافية مثل السترغولاكتونات التي ينظمها الاوكسين.

تُقدم **نظرية التنظيم غير المباشر:**

التفسير الأحدث والأكثر قبولًا للسيادة القمية، حيث تتجاوز فكرة تأثير الأوكسين المباشر البسيط وتفترض أن الأوكسين يعمل كمنظم رئيسي لشبكة معقدة من الهرمونات والإشارات، وليس كمثبط وحيد.

آلية الأوكسين ضمن الشبكة الهرمونية

تمحور هذه النظرية حول فكرة أن الأوكسين يثبط البراعم الجانبية بشكل غير مباشر عن طريق التلاعب بمستويات وتأثيرات هرمونات نمو أخرى:

١- تحفيز السترغولاكتونات:

* يعزز الأوكسين المنتقل للأسفل تخليق هرمون **السترغولاكتون** (هرمون مثبط قوي للبراعم) في الساق والجذور.

* تعمل السترغولاكتونات كناقل **مثبط ثانوي** ينقل إشارة الأوكسين إلى البراعم الجانبية، مما يثبط نموها.

٢-التفاعل مع حمض الأبسيسيك:

قد يتفاعل الأوكسين مع **حمض الأبسيسيك** المعروف باسم **"هرمون الإجهاد"**، للمساعدة في الحفاظ على كمون البراعم خاصة في الظروف البيئية غير المواتية.

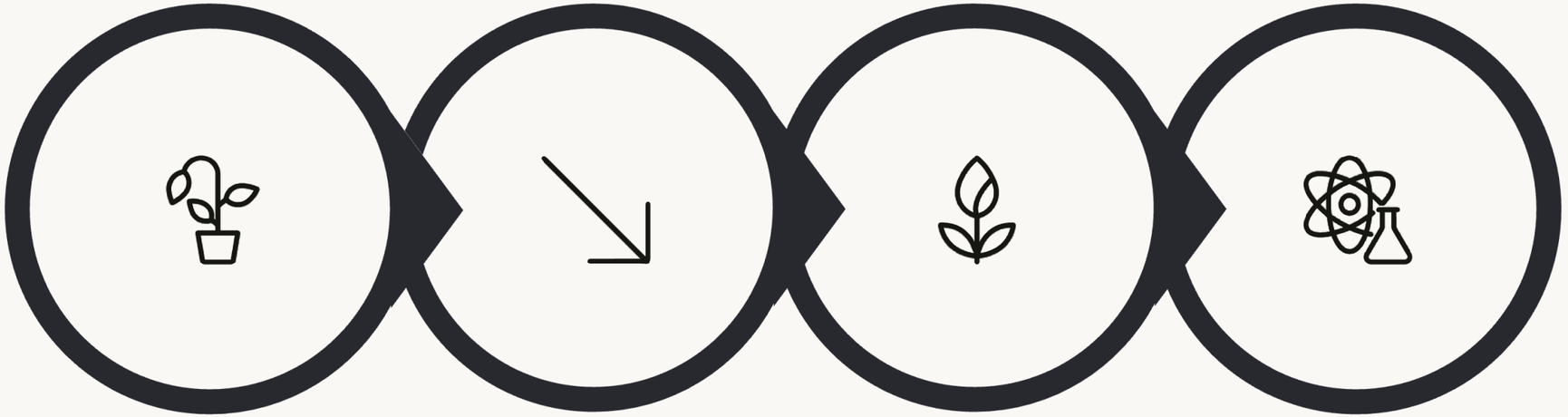
٣- المنافسة على الموارد:يساهم الأوكسين بشكل غير مباشر في ظاهرة "انجذاب المغذيات"حفز التركيز العالي للأوكسين في القمة النامية إنشاء مسار قوي لنقل السكريات والمغذيات نحو القمة، مما يحرم البراعم الجانبية من الموارد اللازمة للنمو، وبالتالي تبقى مثبطة بسبب **الجوع النسبي**.

هذا النموذج يوضح أن السيادة القمية هي نتيجة لتفاعل **توازن معقد** بين الهرمونات المحفزة (مثل السيتوكينين الذي يحفز النمو الجانبي) والهرمونات المثبطة.

تُظهر الأبحاث الحديثة أن ظاهرة **السيادة القمية** اكثر تعقيداً مما اقترحته النظريات الكلاسيكية، وتدعم فكرة وجود **تفاعل هرموني شبكي معقد** بدلاً من هيمنة هرمون واحد.

Auxin Flow and Apical Dominance

تدفق الاوكسين والسيادة القميه:



Shoot Apex القمة الساقية

Basipetal Flow

التدفق من القمة إلى القاعدة.

Lateral Buds

البراعم الإبطية

Hormone Crosstalk

التفاعل الهرموني المتبادل
أو **التشابك الهرموني.**

- ✓ The directional flow of auxin establishes a concentration gradient that modulates multiple downstream hormonal pathways, creating a sophisticated regulatory network controlling plant architecture.

إن التدفق الاتجاهي للأوكسين ليس مجرد حركة هرمون، بل هو الآلية الفيزيولوجية التي **تُنشئ التدرج التركيزي** هو بمثابة "مفتاح التشغيل" الذي ينظم شبكة معقدة من التفاعلات الهرمونية الأخرى للتحكم في بنية النبات وتفرعه

Physiology of Shedding (Abscission)

How plants control the deliberate separation of organs through hormonal regulation?

فسيولوجيا التساقط (الانفصال):

كيف تتحكم النباتات في الانفصال المتعمد للأعضاء عبر التنظيم الهرموني؟

What is Shedding in Plants?

Abscission is the coordinated process by which plants shed organs that are:

- No longer functional or necessary (senescent leaves)
- Damaged or diseased (protective response)
- Developmentally programmed to separate (fruits, flower petals)

✓ This process occurs at specialized abscission zones, where cell walls are enzymatically degraded in response to hormonal signals, particularly the balance between auxin and ethylene.

ماهو التساقط ؟:

هو العملية المُنظَّمة التي تتخلص بها النباتات من الأعضاء التي تكون:

١- لم تعد فعالة أو ضرورية (كالأوراق المُسِنَّة).
٢- مُتضررة أو مريضة (كاستجابة وقائية) .
٣- مبرمجة تنموياً للانفصال (كالثمار، بتلات الأزهار).

تحدث هذه العملية في مناطق انفصال متخصصة، حيث يتم التحلل الأنزيمي لجدران الخلايا استجابةً لإشارات هرمونية، خاصةً التوازن بين الأوكسين والإيثيلين.

Auxin's Role in Shedding

Normal Condition

1

High auxin levels from healthy tissues maintain the abscission zone by suppressing ethylene sensitivity and cell wall degrading enzymes

Trigger Event

2

Environmental stress, developmental aging, or pathogen attack causes auxin production to decline in the organ

Hormone Shift

3

Reduced auxin allows increased ethylene sensitivity and production in the abscission zone

Enzymatic Activation

4

Ethylene triggers expression of cellulases, polygalacturonases and other cell wall degrading enzymes

Separation

5

Cell walls in the abscission layer break down, creating a separation layer and protective layer

دور الأوكسين في التساقط

الحالة الطبيعية:

مستويات الأوكسين المرتفعة القادمة من الأنسجة السليمة تحافظ على منطقة الانفصال

حدث التحفيز

لإجهاد البيئي، أو الشيخوخة التنموية، أو هجوم المُمرِضات (العوامل الممرضة) يؤدي إلى انخفاض إنتاج الأوكسين في العضو.

التحول الهرموني:

يسمح انخفاض الأوكسين بزيادة حساسية الإيثيلين وإنتاجه في منطقة الانفصال.

التنشيط الإنزيمي:

يُحفِّز الإيثيلين التعبير عن إنزيمات السليولاز ٠ (تحلل السليلوز) والبولِي غالَاكتُورُونازو٠(تحلل البكتين) غيرها من الإنزيمات المحلِّلة للجدار الخلوي.

الانفصال:

تتفكك الجدران الخلوية في طبقة الانفصال، مما يُنشئ طبقة فصل وطبقة حماية.•

يؤدي انخفاض إنتاج الأوكسين في العضو إلى انخفاض تدفقه نحو منطقة الانفصال. هذا الانخفاض يُطلق سلسلة من الأحداث، أبرزها: زيادة حساسية المنطقة للإيثيلين وبدء تكوين طبقة الفصل.

Hormonal Changes During Abscission

التغيرات الهرمونية أثناء الانفصال (التساقط)

ركيز عالٍ من الأوكسين

انخفاض الأوكسين

ارتفاع الإيثيلين

انفصال الخلايا

The precise timing and coordination of these hormonal shifts ensure that plants shed organs only when necessary, optimizing resource allocation and plant health.

يضمن التوقيت الدقيق والتنسيق لهذه التحولات الهرمونية أن النباتات تتخلص من أعضائها فقط عند الضرورة، مما يحسن تخصيص الموارد وصحة النبات.

Auxins as Herbicides

لأوكسينات كمبيدات أعشاب

Transforming plant growth regulators into selective weed control agents

تحويل منظمات نمو النبات إلى عوامل انتقائية لمكافحة الأعشاب الضارة

Synthetic Auxin Herbicides: Mimicking Natural Auxin

✓ The discovery that synthetic auxins could selectively kill broadleaf plants revolutionized agriculture. These compounds:

- Mimic indole-3-acetic acid (IAA) but are more stable in plant tissues
- Because uncontrolled growth responses leading to cellular dysfunction
- Disrupt normal hormone balances throughout the plant
- Target primarily dicotyledonous weeds while sparing monocots like grasses

✓ The first synthetic auxin herbicide, **2,4-D, introduced in 1945**, remains one of the most widely used herbicides globally.

Auxin herbicides cause characteristic symptoms including stem twisting, leaf curling, and epinasty (downward bending).

مبيدات الأوكسين الاصطناعية: محاكاة الأوكسين الطبيعي:

أحدث اكتشاف أن الأوكسينات الاصطناعية يمكن أن تقتل النباتات عريضة الأوراق بشكل انتقائي ثورة في الزراعة.

هذه المركبات:

١- تحاكي حمض الإندول-٣-الخليك الطبيعي لكنها **أكثر استقرارًا** في أنسجة النبات.

٢- تسبب استجابات نمو غير منضبطة تؤدي إلى **خلل وظيفي في الخلايا**.

٣- تعطّل توازنات الهرمونات الطبيعية في جميع أنحاء النبات.

٤- تستهدف في المقام الأول الأعشاب الضارة ثنائية الفلقة بينما تتجنب أحاديات الفلقة مثل الأعشاب النجيلية.

يظل أول مبيد أوكسين اصطناعي، وهو **2.4 D**

الذي تم تقديمه عام ١٩٤٥، واحدًا من أكثر مبيدات الأعشاب استخدامًا على مستوى العالم.

Criteria for Effective Auxin Herbicides

معايير مبيدات الأوكسين الفعالة

Systemic Mobility

Must move through phloem and xylem to reach all plant tissues, including roots

Enables whole-plant control from foliar application

Metabolic Stability

Resistant to plant detoxification enzymes

Persists long enough to cause fatal disruption of growth

Receptor Affinity

Binds effectively to TIR1/AFB auxin receptor family

Triggers auxin response factors (ARFs) and gene expression changes

Selective Toxicity

Differentially affects dicots vs. monocots

Safe for crops when applied at recommended rates

معايير مبيدات الأوكسين الفعالة:

١- الانتشار الجهازي :

* يجب ان ينتقل عبر اللحاء والخشب يصل إلى جميع أنسجة النبات، بما في ذلك الجذور.
*يمكّن من السيطرة على النبات بأكمله من خلال التطبيق على الأوراق.

٢- الثبات الأيضي:

* مقاومة لإنزيمات إزالة السموم في النبات.
*تدوم لفترة كافية لإحداث اضطراب مميت في النمو.

٣-الألفة للمستقبلات:

* يرتبط بفعالية بـ عائلة مستقبلات الأوكسين **TIR1/AFB**

*يُحفز عوامل استجابة الأوكسين **(ARFs)** والتغيرات في التعبير الجيني.

٤-السمية الانتقائية:

*يؤثر بشكل تفاضلي على ثنائيات الفلقة مقابل أحاديات الفلقة.
*آمن على المحاصيل عند تطبيقه بالمعدلات الموصى بها.

The Most Important Auxin Herbicides

1

2,4-D (Phenoxyacetic Acid Class)

The first widely used synthetic auxin herbicide

Controls broadleaf weeds in cereals, corn, and turf

Relatively short soil persistence (1-4 weeks)

2

Dicamba (Benzoic Acid Class)

Effective on difficult-to-control broadleaf weeds

Used in corn, cereals, and dicamba-resistant crops

Controversial due to drift issues affecting non-target crops

3

Picloram & Clopyralid (Pyridinecarboxylic Acids)

Long soil persistence for extended weed control

Used in pastures, rangeland, and forestry

Effective against woody plants and perennial weeds

4

Quinclorac (Quinolinecarboxylic Acid)

Unique among auxin herbicides for controlling some grasses

Used in rice and turf for crabgrass and other weed control

Dual mode of action on susceptible species

أهم مبيدات الأوكسين العشبية:

أ- فئة حمض الفينوكسي أسيتيك 2,4-D

.٢- اول مبيد أعشاب أوكسيني اصطناعي يُستخدم على نطاق واسع.
.٣- يتحكم في الأعشاب عريضة الأوراق في الحبوب (المحاصيل النجيلية)، الذرة، والمروج/المسطحات الخضراء.
.٤- له ثبات نسبي قصير في التربة (١-٤ أسابيع).

ب- فئة حمض البنزويك- ديكامبا

.١- فعال ضد الأعشاب عريضة الأوراق التي يصعب السيطرة عليها.
.٢- ُيستخدم في الذرة والحبوب والمحاصيل المقاومة للـ "ديكامبا"
٣- مثير للجدل بسبب مشاكل الانجراف التي تؤثر على المحاصيل غير المستهدفة.

ج- أحماض البيريدين كربوكسيليك (Pyridinecarboxylic Acids Class) - Clopyralid و Picloram

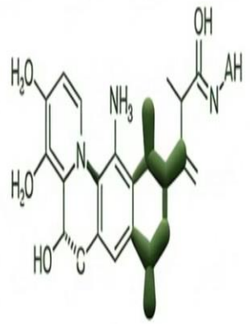
١- ثبات طويل في التربة من أجل مكافحة ممتدة للأعشاب الضارة.
٢- يُستخدمان في المراعي، والأراضي العشبية (مراعي السافانا)، والغابات.
٣- فعالان ضد النباتات الخشبية والأعشاب المعمرة (الثابتة).

د- حمض الكينولينكربوكسيليك Quinclorac

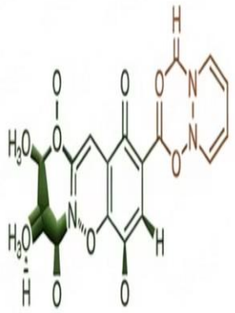
١- فريد من بين مبيدات الأعشاب الأوكسينية لقدرته على مكافحة بعض الأعشاب النجيلية.
٢- ُيستخدم في الأرز والمسطحات الخضراء لمكافحة عشبة السلطعون وغيرها من الأعشاب الضارة.
٣- يتميز بآلية عمل مزدوجة على الأنواع الحساسة.

Chemical Structures of Key Auxin Herbicides

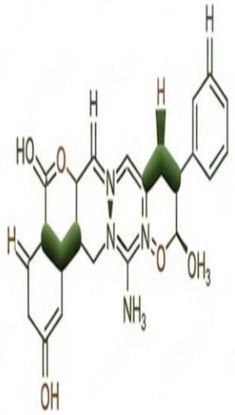
التركيبات الكيميائية لمبيدات الأعشاب الأوكسينية الرئيسية

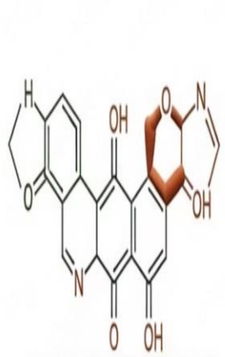


2,4-D

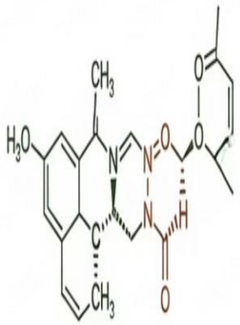


Dicamba

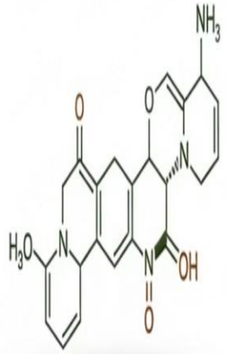




Picloram



Picloram



Quinclorac

- ✓ Despite their structural differences, all these compounds share the ability to mimic natural auxin (IAA) and bind to auxin receptors. The structural variations contribute to differences in potency, selectivity, and environmental behavior.
- ✓ Notice how these synthetic molecules differ from natural indole-3-acetic acid while maintaining the critical functional groups needed for biological activity.

* على الرغم من الاختلافات التركيبية بين هذه المركبات، إلا أن جميعها تشترك في القدرة على محاكاة الأوكسين الطبيعي والارتباط بمستقبلات الأوكسين. وتساهم هذه التباينات التركيبية في الاختلافات في الفعالية والسلوك البيئي لكل منها.

* لاحظ كيف تختلف هذه الجزيئات الاصطناعية عن حمض الإندول-٣-الخليك الطبيعي، مع الحفاظ على المجموعات الوظيفية الحيوية اللازمة للنشاط البيولوجي.

Mechanisms of Selective Action of Auxin Herbicides

Understanding the molecular basis for selective weed control

اليات العمل الانتقائي لمبيدات الأعشاب الأوكسينية

فهم الأساس الجزيئي للمكافحة الانتقائية للأعشاب الضارة

How Auxin Herbicides Kill Weeds

Receptor Binding

Synthetic auxins bind to TIR1/AFB receptor family, forming a co-receptor complex with Aux/IAA proteins

Gene Expression Chaos

Unregulated auxin response factor (ARF) activation leads to massive transcriptional reprogramming

Hormone Cascade

Triggers ethylene and abscisic acid (ABA) biosynthesis, amplifying stress responses

ROS Production

Reactive oxygen species accumulate, causing oxidative damage to membranes and proteins

Growth Abnormalities

Stem twisting, leaf cupping, epinasty, and chlorosis lead to impaired photosynthesis and eventual death

This cascade of events overwhelms the plant's regulatory mechanisms, leading to a "hormonal chaos" that sensitive species cannot survive.

كيف تقتل مبيدات الأعشاب الأوكسينية الأعشاب الضارة؟

١- الارتباط بالمستقبل:

ترتبط الأوكسينات الاصطناعية (مبيدات الأعشاب) بعائلة مستقبلات TIR1/AFB مُشكّلةً مُركّب مُستقبِل مُشترك مع بروتينات Aux/IAA

٢- فوضى التعبير الجيني:

يؤدي التنشيط غير المنظم لعامل الاستجابة للأوكسين (ARF) إلى إعادة برمجة نسخية هائلة .

٣-السلسلة الهرمونية:

تُحفِّز تكوين (اصطناع حيوي) الإيثيلين وحمض الأبسيسيك مما يُضخِّم استجابات الإجهاد.

٤- إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية:

تراكم أنواع الأكسجين التفاعلية **ROS** مما يسبب تلفاً تأكسديا للأغشية والبروتينات.

٥- تشوهات النمو:

يؤدي التواء الساق وتَقَعُّر الأوراق والانتحاء العلوي والاصفرار إلى ضعف عملية التمثيل الضوئي والموت في نهاية المطاف .

تؤدي سلسلة الأحداث هذه إلى إغراق الآليات التنظيمية للنبات، مما يؤدي إلى "فوضى هرمونية" لا تستطيع الأنواع الحساسة النجاة منها.

Selectivity Explained

Why Dicots Are Sensitive

- Higher receptor binding affinity for synthetic auxins
- Less efficient metabolic detoxification pathways
- More sensitive auxin-ethylene cross-talk
- Vascular anatomy facilitates herbicide translocation

Why Grasses Are Resistant

- Rapid conjugation and degradation of herbicides
- Protective meristematic structure (growing point)
- Different vascular arrangement limiting herbicide movement
- Altered receptor binding properties

This inherent selectivity makes auxin herbicides particularly valuable in agriculture, allowing farmers to control broadleaf weeds in grass crops like wheat, corn, and rice without harming the crop.

⚠ **Resistance Evolution**: Increasing cases of auxin-resistant weeds are being reported worldwide, threatening the long-term utility of these herbicides.

شرح الانتقائية:

لماذا النباتات ثنائية الفلقة حساسه؟

* الفة ارتباط أعلى لمستقبلات الأوكسينات الاصطناعية (مبيدات الأعشاب).
* مسارات أيضية (استقلابية) أقل كفاءة لإزالة السمية.
* تداخل أكثر حساسية بين الأوكسين والإيثيلين.
* التشريح الوعائي او التركيب التشريحي يسهل انتقال مبيد الأعشاب.

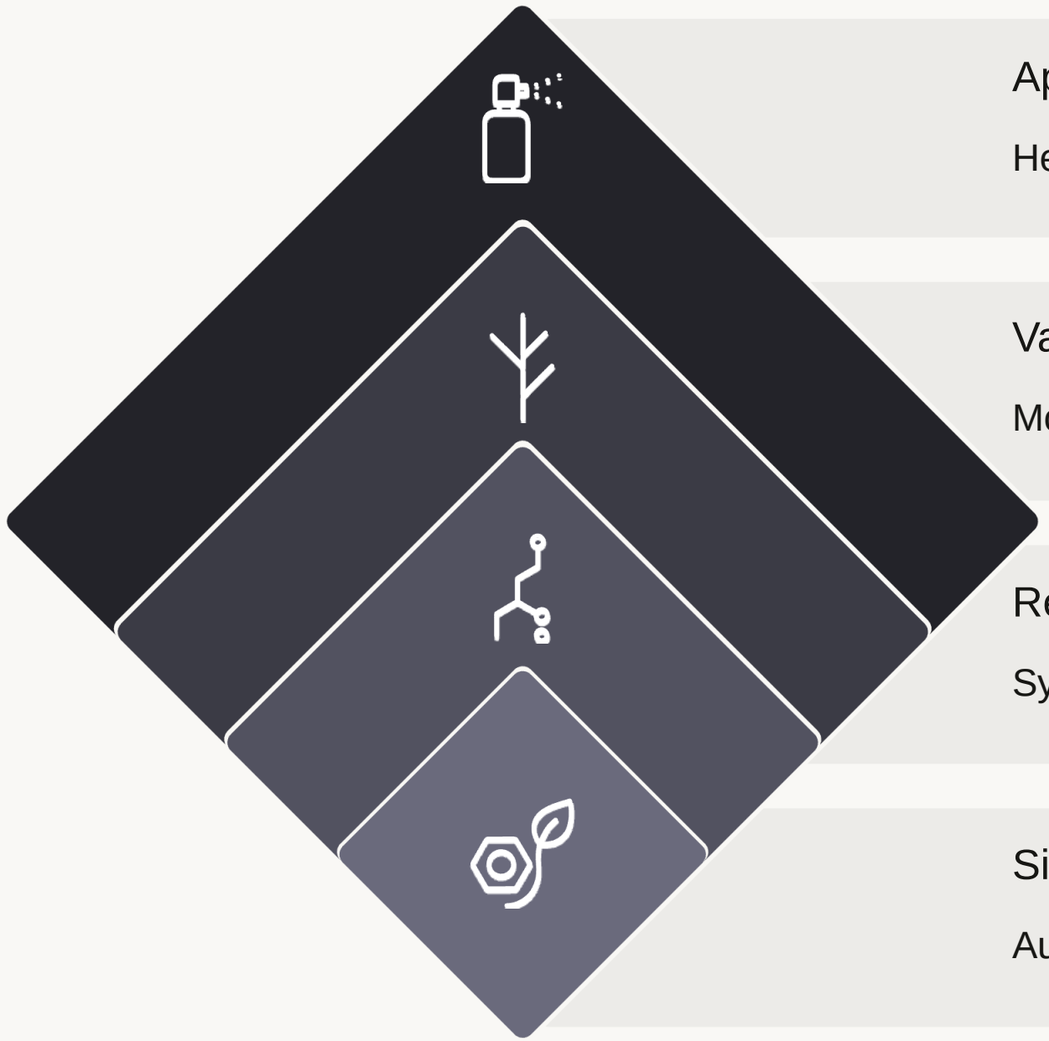
لماذا الأعشاب النجيلية مقاومة ؟

* الاقتران السريع وتدهور (تفكيك) مبيدات الأعشاب.
* بنية ميرستيمية (إنشائية) واقية (نقطة النمو).
* ترتيب وعائي مختلف يحد من حركة مبيد الأعشاب.
* خصائص ارتباط مُستقبِلات مُعدّلة.

تجعل هذه الانتقائية المتأصلة مبيدات الأعشاب الأوكسينية ذات قيمة خاصة في الزراعة، حيث تسمح للمزارعين بالسيطرة على الأعشاب الضارة عريضة الأوراق في المحاصيل النجيلية مثل القمح والذرة والأرز، دون إلحاق الضرر بالمحصول.

تجعل هذه الانتقائية المتأصلة مبيدات الأعشاب الأوكسينية ذات قيمة خاصة في الزراعة، حيث تسمح للمزارعين بالسيطرة على الأعشاب الضارة عريضة الأوراق في المحاصيل النجيلية مثل القمح والذرة والأرز، دون إلحاق الضرر بالمحصول.

Auxin Herbicide Action Pathway



Application & Uptake

Herbicide contacts leaf, absorbed

Vascular Transport

Moves via xylem and phloem

Receptor Binding

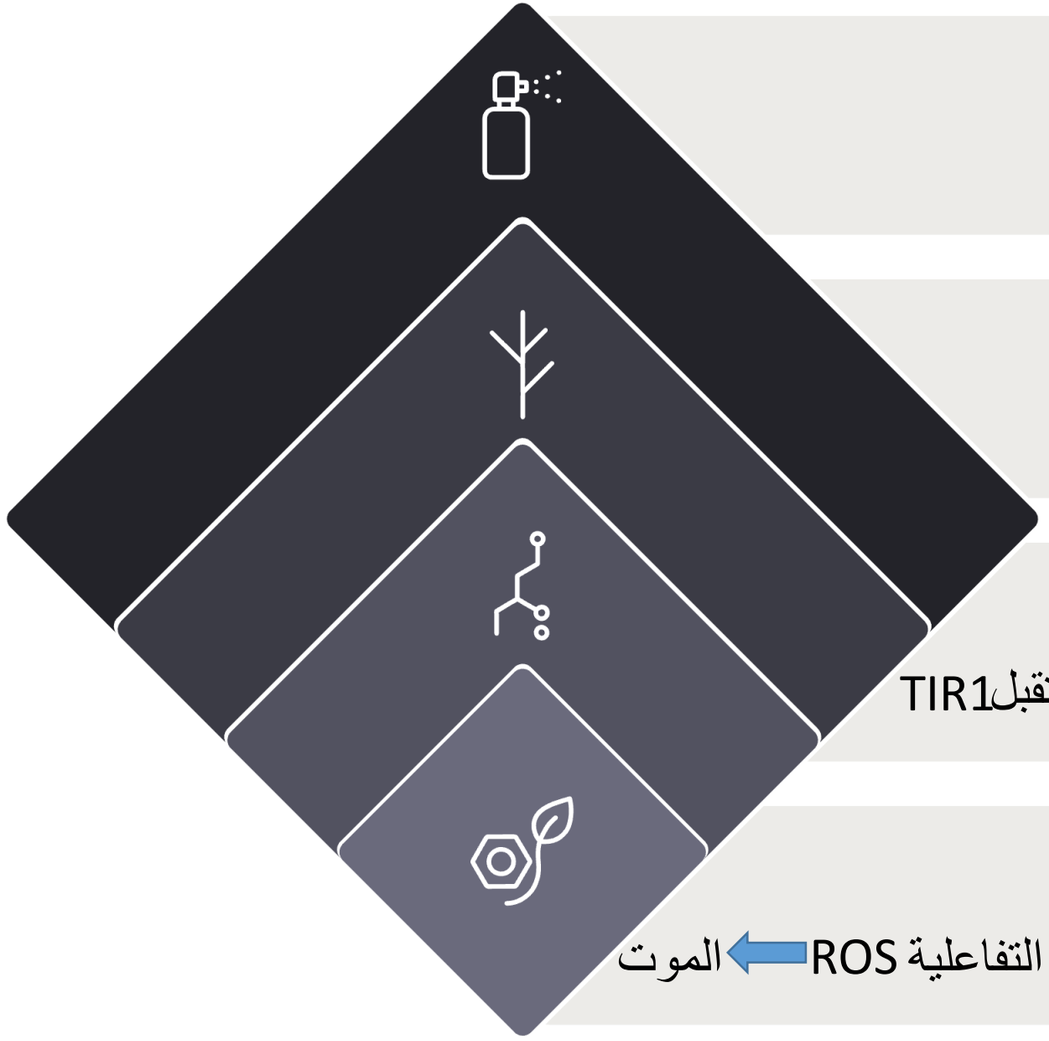
Synthetic auxin fits TIR1 pocket

Signal & Damage

Aux/IAA degradation → ROS → death

Understanding this pathway has led to the development of auxin-resistant crops through genetic engineering, allowing the use of these herbicides in new agricultural systems.

مسار عمل مبيد الأعشاب الأوكسيني



الاستعمال والامتصاص

مبيد الأعشاب يلامس الورقة، ويتم امتصاصه.

النقل الوعائي

يتحرك عبر نسيجي الخشب واللحاء

الارتباط بالمستقبل

الأوكسين الاصطناعي يتناسب مع جيب (مكان الارتباط) مستقبلTIR1

الإشارة والضرر

تدهور (تفكيك) بروتين Aux/IAA ← أنواع الأكسجين التفاعلية ROS ← الموت

لقد أدى فهم هذا المسار إلى تطوير محاصيل مقاومة للأوكسين من خلال الهندسة الوراثية، مما يسمح باستخدام مبيدات الأعشاب هذه في أنظمة زراعية جديدة.

References

Auxin Biology

- Tan, X., et al. (2007). Mechanism of auxin perception by the TIR1 ubiquitin ligase. *Nature*, 446, 640-645.
- Leyser, O. (2018). Auxin signaling. *Plant Physiology*, 176, 465-479.
- Domagalska, M.A., & Leyser, O. (2011). Signal integration in the control of shoot branching. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 12, 211-221.

Auxin Herbicides

- Grossmann, K. (2009). Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. *Pest Management Science*, 66(2), 113-120.
- McCauley, G.N., et al. (2022). The differential binding and biological efficacy of auxin herbicides. *Pest Management Science*, 78(5), 1903-1914.
- Preston, C., et al. (2009). Dicamba resistance in kochia. *Weed Science*, 57(1), 21-25.
- Heap, I. (2014). Herbicide resistant weeds worldwide. *International Survey of Herbicide Resistant Weeds*.

Additional diagrams and infographics created based on current scientific literature and molecular models from the *Plant Hormone Signaling Database* and *Herbicide Resistance Action Committee* resources.