

Plant Growth and Regulators

Welcome to the first lecture in our series on plant growth and regulators. In this course, we'll explore the fascinating mechanisms behind how plants grow, develop, and respond to their environment through intricate hormonal regulation. Today's introduction will establish the foundation for understanding these complex biological processes.

هلاً بكم في المحاضرة الأولى من سلسلتنا حول نمو النباتات ومنظمتها. في هذا المساق، سنستكشف الآليات الرائعة التي تقف وراء كيفية نمو النباتات وتطورها واستجابتها لبيئتها من خلال تنظيم هرموني معقد. وستكون مقدمة اليوم الأساس لفهم هذه العمليات البيولوجية المعقدة.

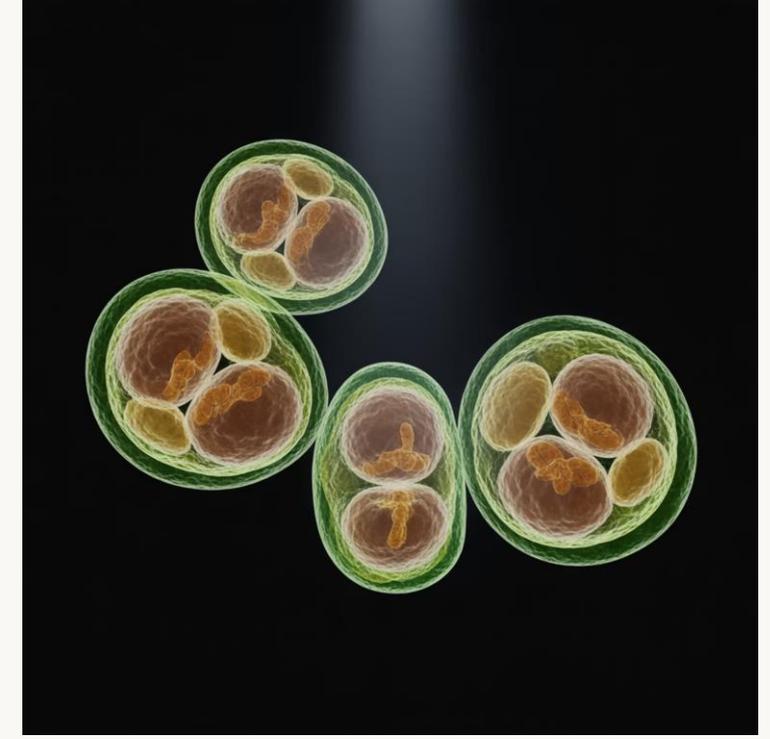
Dr. Abdulrahman AL-hashimi



ماهو النمو في النبات? What is Plant Growth?

Growth in plants is defined as an irreversible increase in the size and mass of plant parts over time. This fundamental process is what transforms a tiny seed into a towering tree or a flowering plant.

يُعرّف النمو في النباتات بأنه زيادة لا رجعة فيها في حجم وكتلة أجزاء النبات بمرور الوقت. وهذه العملية الأساسية هي التي تحوّل البذرة الصغيرة إلى شجرة شاهقة أو نبتة مزهرة.



يتضمن نمو النبات ثلاث عمليات أساسية:

Plant growth involves three key processes:

- Cell division (mitosis) in meristematic regions
- Cell elongation as cells expand in size
- Cell differentiation as cells specialize for specific functions

١- انقسام الخلايا (الانقسام الميتوزي) في المناطق المريستيمية.

٢- استطالة الخلايا مع ازدياد حجمها.

٣- تمايز الخلايا مع تخصصها لأداء وظائف محددة.

- ✓ These processes form the foundation for all plant development and productivity, enabling plants to increase in complexity and adapt to their environments.

شكّل هذه العمليات الأساس لجميع جوانب نمو النبات وتطوره وإنتاجيته، مما يمكّن النباتات من زيادة تعقيدها والتكيف مع بيئاتها.

Growth is Measurable: How Do We Quantify It?

النمو قابل للقياس: كيف نقيسه كمياً؟

Length Measurements:

- ✓ Scientists track changes in height, stem length, root length, or leaf dimensions over time using rulers, calipers, or imaging techniques.
- ✓ Units: centimeters (cm), millimeters (mm)

قياسات الطول:

يتتبع العلماء التغيرات في الارتفاع، وطول الساق، وطول الجذر، أو أبعاد الأوراق بمرور الوقت، باستخدام المساطر، أو الفرجار، أو تقنيات التصوير
الوحدات: سنتيمتر (سم)، ملليمتر (مم).

Volume Measurements

- ✓ For three-dimensional growth assessment, particularly useful for fruits, tubers, or whole plants.
- ✓ Units: (cm³), or (L)

قياسات الحجم:

لتقييم النمو ثلاثي الأبعاد، وهو مفيد بشكل خاص للفواكه، أو الدرناات، أو النباتات الكاملة.

الوحدات: سم مكعب ، او لتر

Dry Weight Analysis

- ✓ Most accurate representation of actual biomass accumulation, measured after removing all water content.
- ✓ Units: grams (g), milligrams (mg)

تحليل الوزن الجاف:

يُعتبر أدق تمثيل للتراكم الفعلي للكتلة الحيوية، حيث يُقاس بعد إزالة كل محتوى الماء.

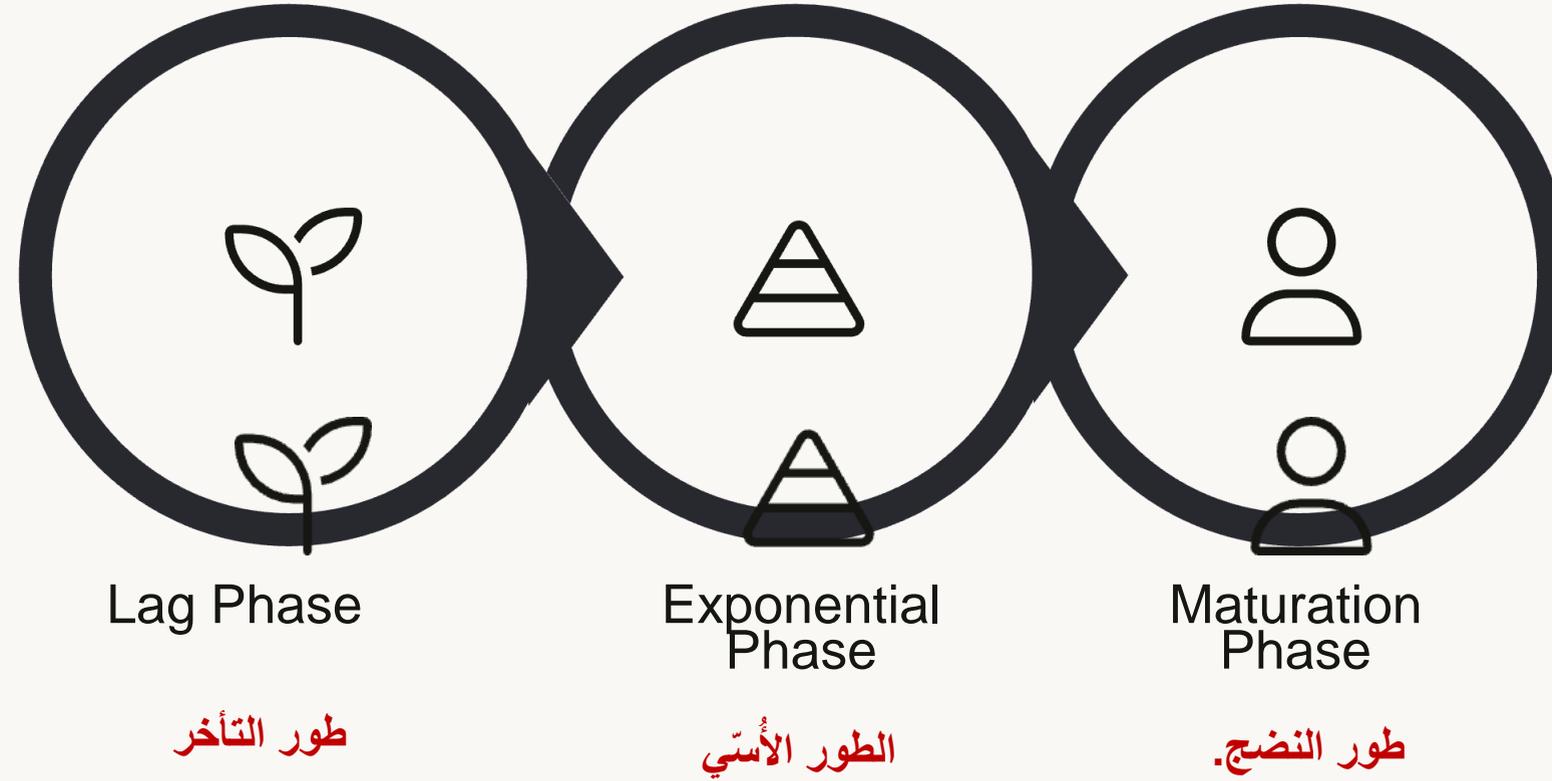
الوحدات: جرام (ج)، مليجرام (مجم).

Growth curves plot these measurements against time, providing visual representation of growth patterns and enabling researchers to identify critical growth phases and responses to environmental factors.

ترسم منحنيات النمو هذه القياسات مقابل الزمن، مما يوفر تمثيلاً بصرياً لأنماط النمو، ويمكن الباحثين من تحديد مراحل النمو الحرجة والاستجابات للعوامل البيئية.

Typical Plant Growth Curve

منحنى نمو النبات النموذجي.



The **sigmoid (S-shaped)** growth curve illustrates how plants develop over time, with distinct phases characterized by different cellular activities and growth rates.

Understanding this pattern helps researchers and growers predict plant development and optimize growing conditions for maximum productivity.

يوضح منحنى النمو السيني - على شكل حرف S

كيفية تطور النباتات بمرور الوقت، بأطوار مميزة تتميز بأنشطة خلوية ومعدلات نمو مختلفة. ويساعد فهم هذا النمط الباحثين والمزارعين على التنبؤ بتطور النبات وتحسين ظروف النمو لتحقيق أقصى إنتاجية.

Phases of Plant Growth

أطوار نمو النبات:



Cell Division Phase

Occurs primarily in meristematic tissues - the plant's growth centers

- Rapid mitotic activity creates new cells
- Cells remain small with thin primary walls
- Located in shoot and root apices, cambium layers



Cell Elongation Phase

Cells increase dramatically in size

- Cell walls loosen and expand
- Vacuoles enlarge, absorbing water
- Accounts for most visible growth in stems and roots



Cell Differentiation Phase

Cells specialize for specific functions

- Secondary wall formation in some cells
- Development of specialized structures
- Creation of distinct tissue types (xylem, phloem, etc.)

طور انقسام الخلايا:

يحدث بشكل أساسي في الأنسجة المريستيمية - وهي مراكز نمو النبات.

1- يُنتج النشاط الانقسامي السريع خلايا جديدة.

2- تبقى الخلايا صغيرة بجدران ابتدائية رقيقة.

3 -تتواجد في القمم النامية للسيقان والجذور، وطبقات الكامبيوم.

طور استطالة الخلايا.

يزداد حجم الخلايا بشكل كبير.

1 - تتراخي الجدران الخلوية وتتمدد.

2- تتضخم الفجوات وتمتص الماء.

3- يمثل معظم النمو المرئي في السيقان والجذور.

طور تمايز الخلايا.

تتخصص الخلايا لوظائف محددة.

1- تكوين جدار ثانوي في بعض الخلايا.

2- تكوّن اعضاء متخصصة.

3- تكوين أنواع أنسجة مميزة (الخشب، اللحاء، إلخ).

Quantitative Comparisons of Growth in Living Systems

Absolute Measurements

Direct physical measurements that provide raw data:

- Plant height/length (cm)
- Fresh weight (g)
- Dry weight (g)
- Leaf area (cm²)
- Root length (cm)
- Stem diameter (mm)

Best for tracking individual plants or comparing plants of similar size and age.

Relative Measurements

Derived indices that account for initial size differences:

- Relative Growth Rate (RGR)
- Net Assimilation Rate (NAR)
- Leaf Area Ratio (LAR)
- Specific Leaf Area (SLA)
- Root-to-Shoot Ratio

Essential for comparing plants of different sizes, ages, or species.

These quantitative approaches allow researchers to make meaningful comparisons across different growing conditions, genetic varieties, and experimental treatments, establishing a scientific basis for agricultural improvements and ecological understanding.



مقارنات كمّية للنمو في الأنظمة الحية.

قياسات مطلقة:.

قياسات فيزيائية مباشرة توفر بيانات خام:.

١- ارتفاع / طول النبات (سم).

٢- الوزن الطازج (ج).

٣- الوزن الجاف (ج).

٤- مساحة الورقة سم^٢

٥- الوزن الطازج (ج).

٦- طول الجذر سم

٧- قطر الساق (مم).

الأنسب لنتبع النباتات الفردية أو لمقارنة
النباتات ذات الحجم والعمر المتشابهين.

قياسات نسبية:.

مؤشرات مشتقة تأخذ في الاعتبار الاختلافات في الحجم الأولي:

١- (RGR) معدل النمو النسبي

٢- (NAR) معدل التمثيل الصافي

٣- (LAR) نسبة مساحة الورقة

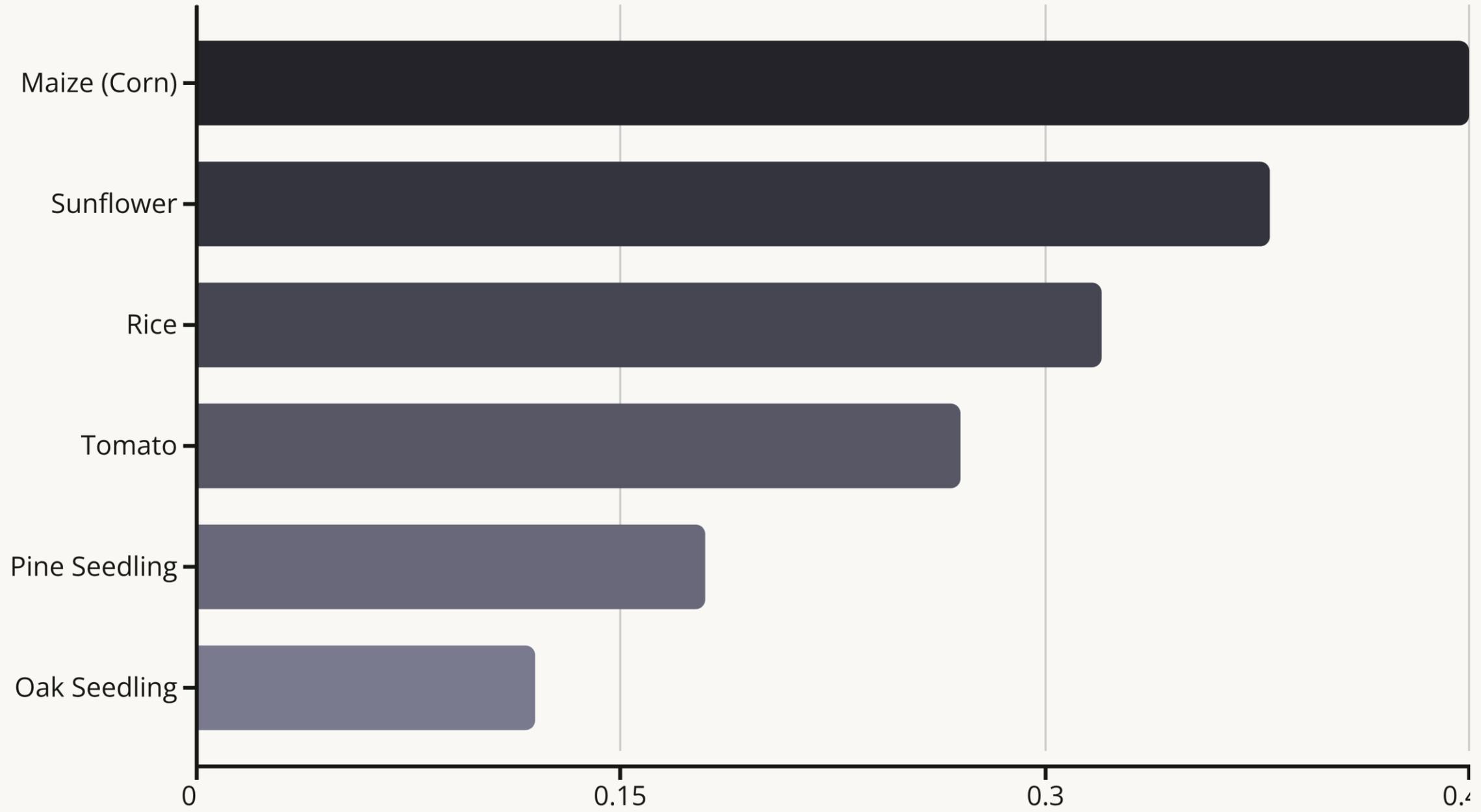
٤- (SLA) مساحة الورقة النوعية

٥- نسبة الجذر إلى الساق.

ضروري لمقارنة النباتات مختلفة الأحجام أو الأعمار أو الأنواع.

يتاح للباحثين مما سبق إجراء مقارنات ذات مغزى عبر ظروف النمو المختلفة، والأصناف الوراثية، والمعاملات التجريبية، مما يؤسس أساساً علمياً للتحسينات الزراعية والفهم البيئي.

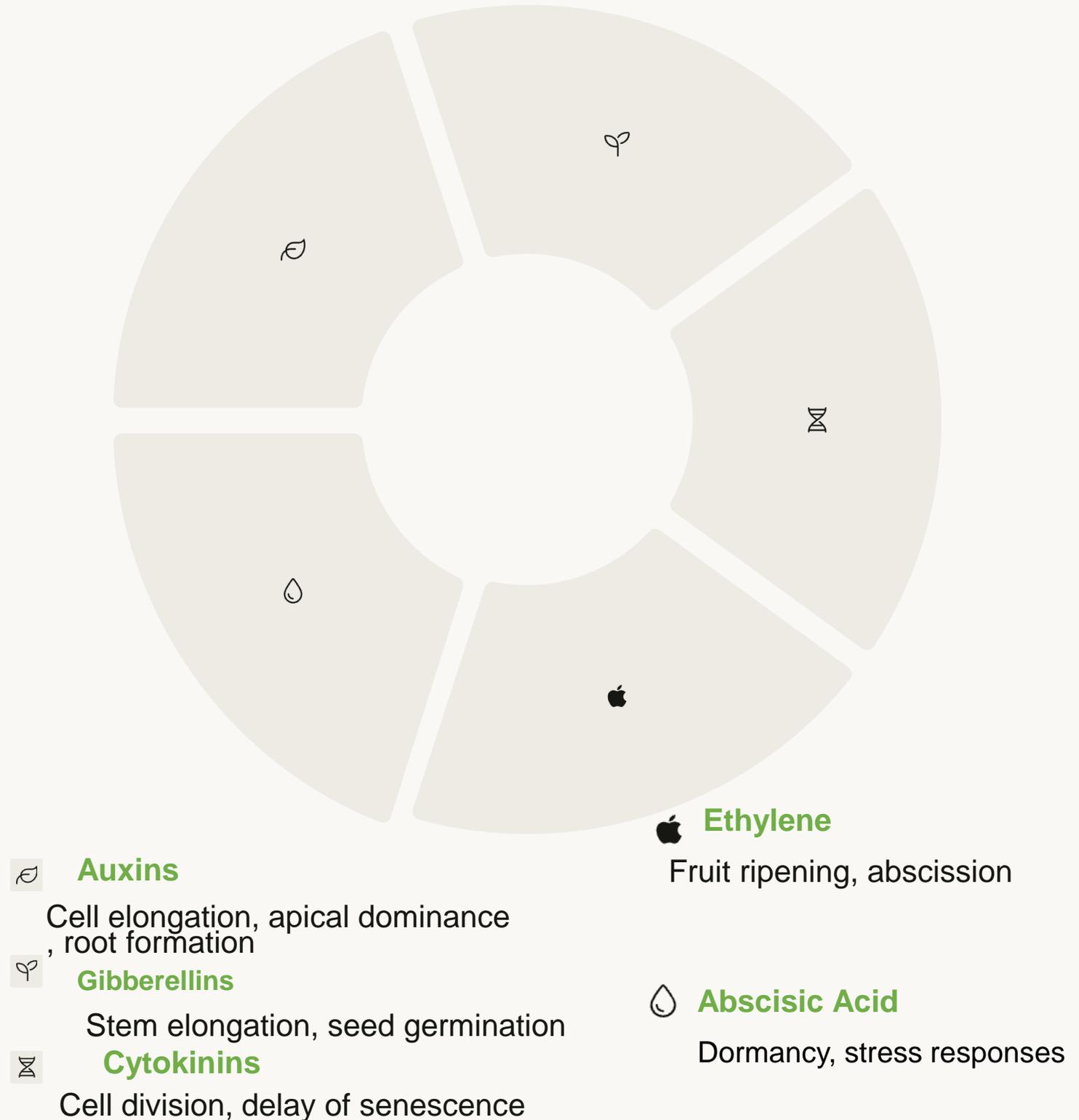
مقارنة معدلات النمو من خلال أنواع النباتات: Comparing Growth Rates Across Plant Species



Introduction to Plant Hormones: The Growth Regulators

Plant hormones are naturally occurring organic substances produced in minute quantities that regulate growth and development. Unlike animal hormones, plant hormones often act near their site of synthesis and can have multiple effects depending on the tissue and developmental stage.

These chemical messengers coordinate complex developmental processes and environmental responses, allowing plants to adapt to changing conditions despite being rooted in place.



مقدمة إلى الهرمونات النباتية: مُنظّات النمو.

الهرمونات النباتية هي مواد عضوية طبيعية تُنتج بكميات ضئيلة، وتُنظّم النمو والتطور. وعلى عكس الهرمونات الحيوانية، غالباً ما تعمل الهرمونات النباتية بالقرب من موقع تركيبها، ويمكن أن يكون لها تأثيرات متعددة اعتماداً على النسيج والمرحلة التطورية.

تنسّق هذه الرسائل الكيميائية العمليات التطورية المعقدة والاستجابات البيئية، مما يسمح للنباتات بالتكيف مع الظروف المتغيرة على الرغم من كونها ثابتة في مكانها.

منها :

١- الاوكسين له دور في :

استطالة الخلايا
السيادة القمّية
تكوين الجذور

٢- الجبرلين له دور في:

استطالة الساق
إنبات البذور

٣- السيتوكاينين :

انقسام الخلايا
تأخير الشيخوخة

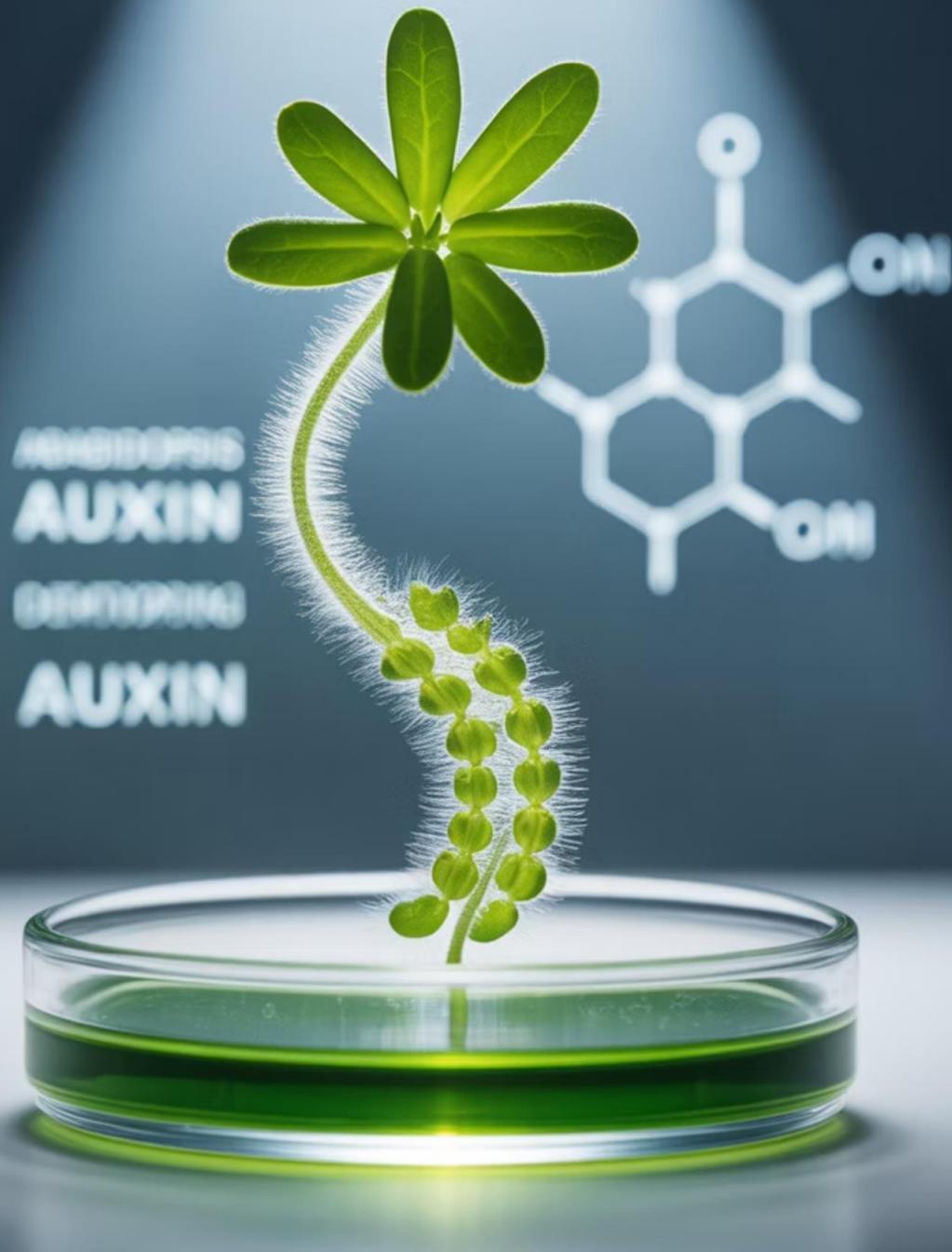
٤- الاثيلين :

نضج الثمار
التساقط

٥- الابسيسك اسد:

السكون / تساقط
استجابات الإجهاد

Auxins: Master Regulators of Cell Elongation



Discovery & Structure

First discovered by Charles Darwin and Fritz Went

Primary natural auxin: Indole-3-acetic acid (IAA)

Synthesized primarily in shoot tips and young leaves

Primary Functions

- Promotes cell elongation in stems
- Maintains apical dominance
- Stimulates adventitious root formation
- Controls phototropism and gravitropism
- Prevents abscission of leaves and fruits

Practical Applications

- Rooting hormones for cuttings
- Seedless fruit production
- Selective herbicides (2,4-D)
- Prevention of fruit drop



الأوكسينات: المُنظّمات الرئيسية لاستطالة الخلايا.

الاكتشاف والتركيّب.

اكتشفه لأول مرة كل من تشارلز داروين وفريتز وينت.

الأوكسين الطبيعي الأساسي: حمض الإندول-3-أسيتيك (IAA)

تُصنّع بشكل أساسي في القمم النامية للسيقان والأوراق الفتية.

الخصائص الأساسية:

يُعزّز استطالة الخلايا في السيقان.

يحافظ على السيادة القميّة.

يحفز تكوين الجذور العرضية.

يتحكّم في الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي.

يمنع تساقط الأوراق والثمار.

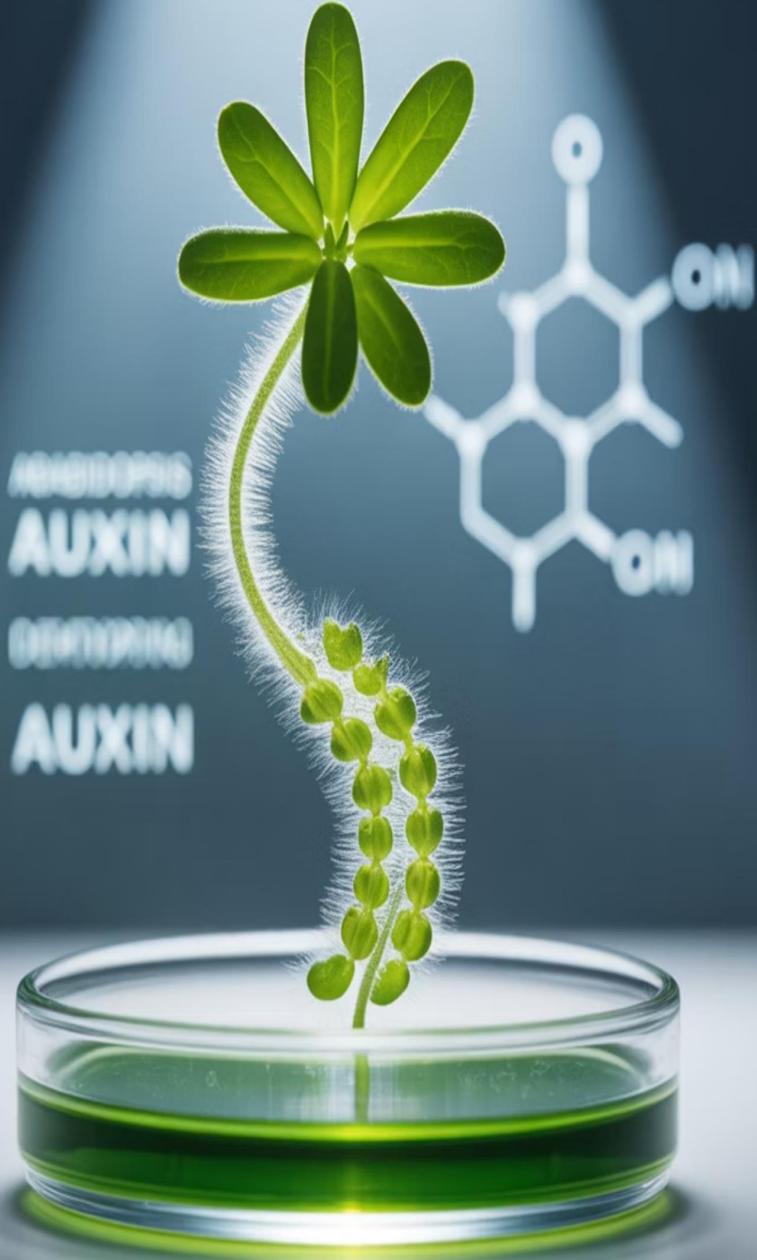
تطبيقات عملية للأوكسينات :

تجذير للعُقل.

إنتاج ثمار عديمة البذور.

مبيدات أعشاب انتقائية (2,4-D)

منع تساقط الثمار.



Gibberellins: Stimulating Cell Division and Elongation

Key Characteristics of Gibberellins

- Over 130 different gibberellins identified (GA₁, GA₃, etc.)
- First discovered in Japan studying "foolish seedling disease" in rice
- Promotes internode elongation by stimulating both cell division and elongation
- Breaks seed dormancy by activating hydrolytic enzymes
- Substitutes for cold requirement in some plants (vernalization)
- Promotes fruit development and parthenocarpy (seedless fruits)
- Induces flowering in long-day plants



الجبريلينات: تحفيز انقسام واستطالة الخلايا.

الخصائص الرئيسية للجبريلينات.

تم تحديد أكثر من ١٣٠ نوعاً مختلفاً من الجبريلينات. (GA₁, GA₃, etc.)

اكتُشِفَت لأول مرة في اليابان أثناء دراسة "مرض البادره الحمقاء" في الأرز.

يُعزّز استطالة السُلَامِيَّات بتحفيز كل من انقسام الخلايا واستطالتها.

يكسر سكون البذور بتنشيط الإنزيمات المحللة مائياً.

بدائل لمتطلبات البرودة (الارباع) -في بعض النباتات التي تحتاج للبرودة للانبات .

يُعزّز تطور ونضج الثمار والتوالد البكري الثمري (ثمار عديمة البذور).

يحفز الإزهار في نباتات النهار الطويل.



- ✓ Commercial applications include increasing fruit size in grapes, improving malt production for brewing, and synchronizing flowering in ornamental plants.

تشمل التطبيقات التجارية:

زيادة حجم الثمار في العنب.
تحسين إنتاج الشعير المُستَنتَب في صناعة البيرة.
مزمنة الإزهار في نباتات الزينة.

تُظهر الصورة اعلاه عرضاً مذهباً لتأثيرات الجبريلينات.

تلقى النبات على اليمين معاملة بحمض الجبريليك، مما أدى إلى زيادة ملحوظة في استطالة ساقه مقارنة بالنبات الضابط غير المُعالج على اليسار.

Cytokinins: Promoting Cell Division and Shoot Formation



Tissue Culture Proliferation

Cytokinins stimulate shoot multiplication in tissue culture, enabling rapid clonal propagation of valuable plant species.



Delayed Senescence

Application of cytokinins delays chlorophyll breakdown and protein degradation, extending the life of harvested produce.



Cell Division Promotion

Cytokinins activate the cell cycle machinery, promoting mitosis particularly when in balance with auxins.

The cytokinin:auxin ratio is critical for determining plant development patterns. High cytokinin:auxin ratios promote shoot formation, while low ratios favor root development - a principle widely applied in plant biotechnology.



السايٲوكينينات: تعزيز انقسام الخلايا وتكوين السيقان.



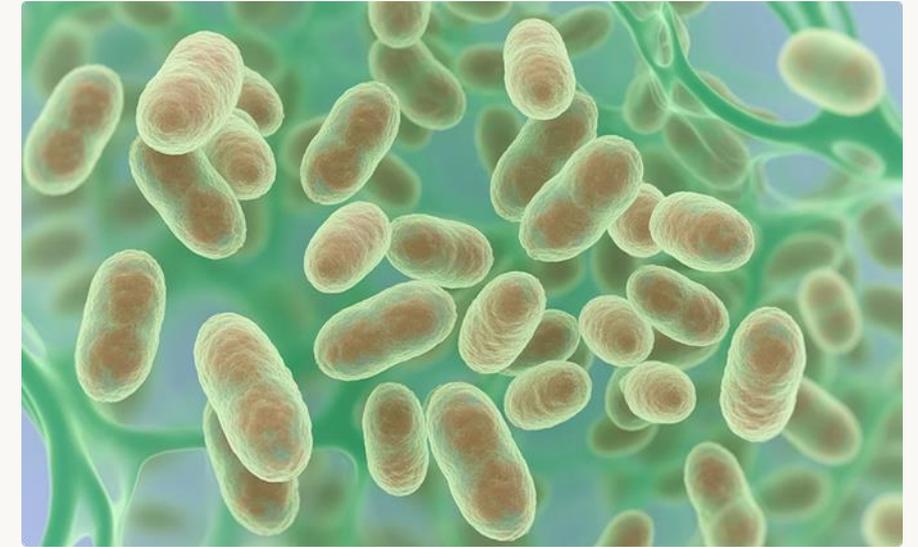
نموات زراعة الأنسجة.

تحفز السايٲوكينينات تكوين ونمو السيقان في زراعة الأنسجة، مما يُمكن من التكاثر الخصري السريع للأنواع النباتية القيِّمة.



تأخير الشيخوخة.

يؤخر السايٲوكينينات تحلل الكلوروفيل وتحلل البروتين، مما يطيل عمر المحاصيل المقطوفة عند رش المحاصيل به .



تعزيز انقسام الخلايا.

تُنشِّط السايٲوكينينات آليات دورة الخلية، مما يعزز الانقسام المتساوي، لا سيما عندما تكون في توازن مع الأوكسينات.

تُعَدُّ نسبة السايٲوكينين الى : الأوكسين حاسمة لتحديد أنماط التطور النباتي. فالنسب العالية من السايٲوكينين:الأوكسين تعزز تكوين السيقان، في حين تفضل النسب المنخفضة من السايٲوكينين والعالية من الأوكسين نمو الجذور - وهو مبدأ يُطبَّق على نطاق واسع في التقانة الحيوية النباتية.

Ethylene: The Gaseous Hormone



Ethylene triggers the synchronized ripening of climacteric fruits like bananas, causing changes in color, texture, flavor, and aroma.

Unique Properties of Ethylene

- Only gaseous plant hormone (C_2H_4)
- Simple molecule with profound effects
- Diffuses easily through air spaces in plant tissues
- Produced in response to stress, aging, and during fruit ripening

Key Functions

- Accelerates fruit ripening and senescence
- Promotes leaf and fruit abscission (dropping)
- Induces flowering in bromeliads
- Causes epinasty (downward bending of leaves)
- Inhibits stem elongation and promotes radial expansion
- Stimulates root hair development
- Mediates stress responses



الإيثيلين: الهرمون الغازي.

الخصائص الفريدة للإيثيلين.

الهرمون النباتي الغازي الوحيد. (C₂H₄)

جزئيء بسيط ذو تأثيرات عميقة.

نتشر بسهولة عبر الفراغات الهوائية في الأنسجة النباتية. يعطي استجابةً للإجهاد والشيخوخة وأثناء نضج الثمار.

الوظائف الرئيسية:

يُسرع نضج الثمار والشيخوخة

يُعزّز تساقط الأوراق والثمار.

حفز الإزهار في النباتات الأناناسية.

يسبب انتحاءً شاذ (انحناء الأوراق للأسفل).

يثبّط استطالة الساق ويعزّز التوسع القطري.

يحفّز تطور شعيرات الجذر.

يزيد استجابات الإجهاد.

يُحفّز الإيثيلين النضج للثمار مثل الموز، مما يسبب تغيرات في اللون والملمس والنكهة والرائحة.

Abscisic Acid (ABA): Growth Inhibitor and Stress Hormone

Seed Dormancy Regulation

ABA accumulates in maturing seeds, preventing premature germination while still on the parent plant. It maintains dormancy until environmental conditions favor seedling survival.

The ABA:Gibberellin ratio determines whether seeds remain dormant or germinate.

Drought Stress Response

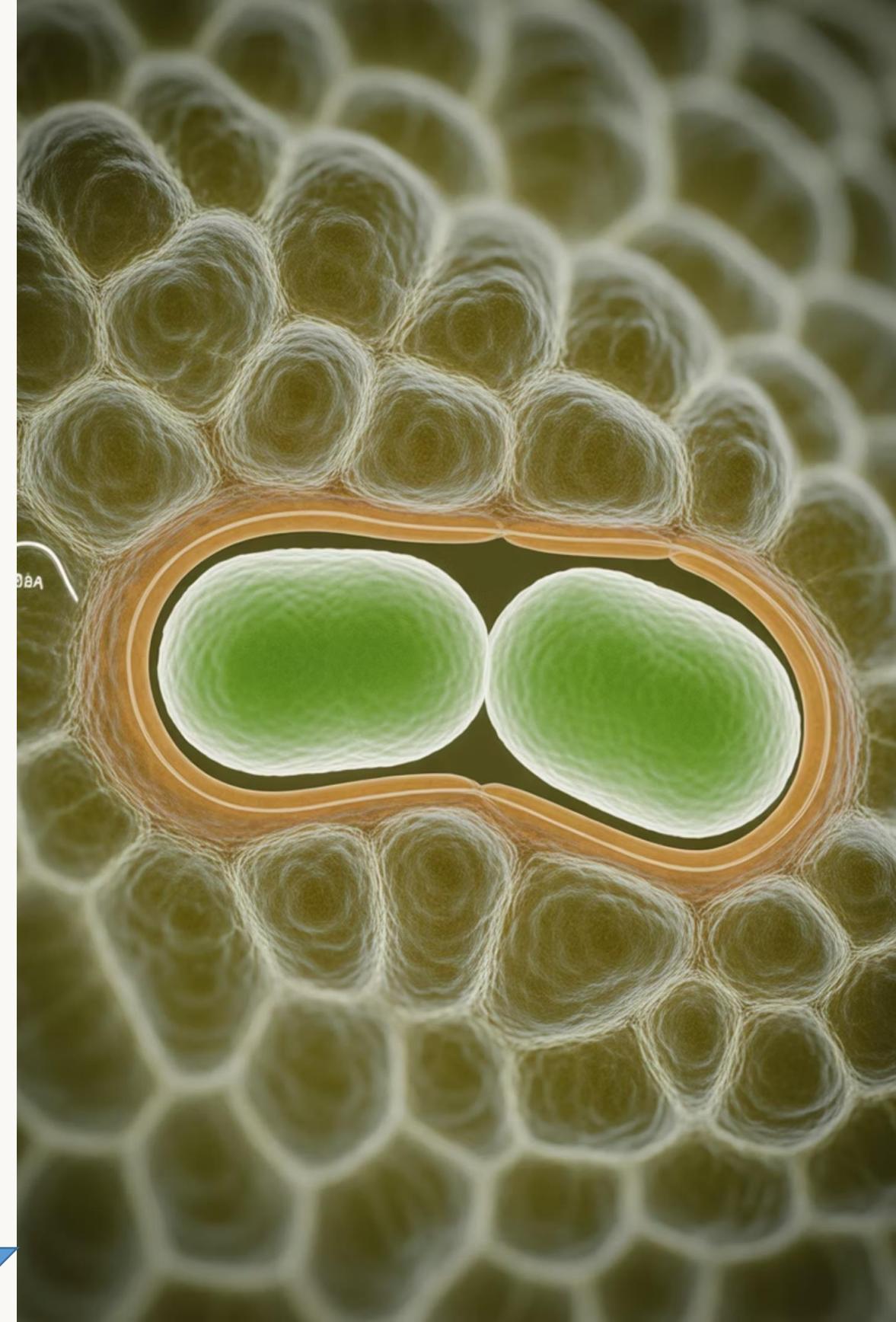
During water deficit, ABA levels rise dramatically, triggering rapid stomatal closure to prevent water loss through transpiration.

ABA activates ion channels in guard cells, causing water efflux and stomatal closure within minutes.

Cold and Salt Stress Adaptation

ABA induces expression of genes that protect cells from freezing and osmotic stress.

It stimulates production of protective proteins and compatible solutes that maintain cell integrity under adverse conditions.



(ABA) حمض الأبسيسيك:

مثبط للنمو وهرمون الإجهاد:

ينظيم سكون البذور حيث يتراكم حمض الأبسيسيك في البذور الناضجة، مانعاً الإنبات المبكر بينما لا تزال على النبات الأم.

ويحافظ على سكونها في التربة حتى تصبح الظروف البيئية مناسبة لنمو واستمرار البادرات.

تحدد نسبة حمض الأبسيسيك: الجبريلين ما إذا كانت البذور ستبقى في سكون أم ستنبت.

استجابة إجهاد الجفاف:

أثناء نقص الماء، ترتفع مستويات حمض الأبسيسيك بشكل كبير، مما يحفز الإغلاق السريع للثغور لمنع فقدان الماء من خلال النتح.

يُنشّط حمض الأبسيسيك قنوات الأيونات في الخلايا الحارسة، مسبباً خروج الماء وإغلاق الثغور في غضون دقائق.

لتكيف مع إجهاد البرودة والملوحة:

يحفز حمض الأبسيسيك تعبير الجينات التي تحمي الخلايا من التجمد والإجهاد الأسموزي. كما أنه يحفز إنتاج البروتينات الواقية والذائبات المتوافقة التي تحافظ على سلامة الخلية تحت الظروف الصعبة.

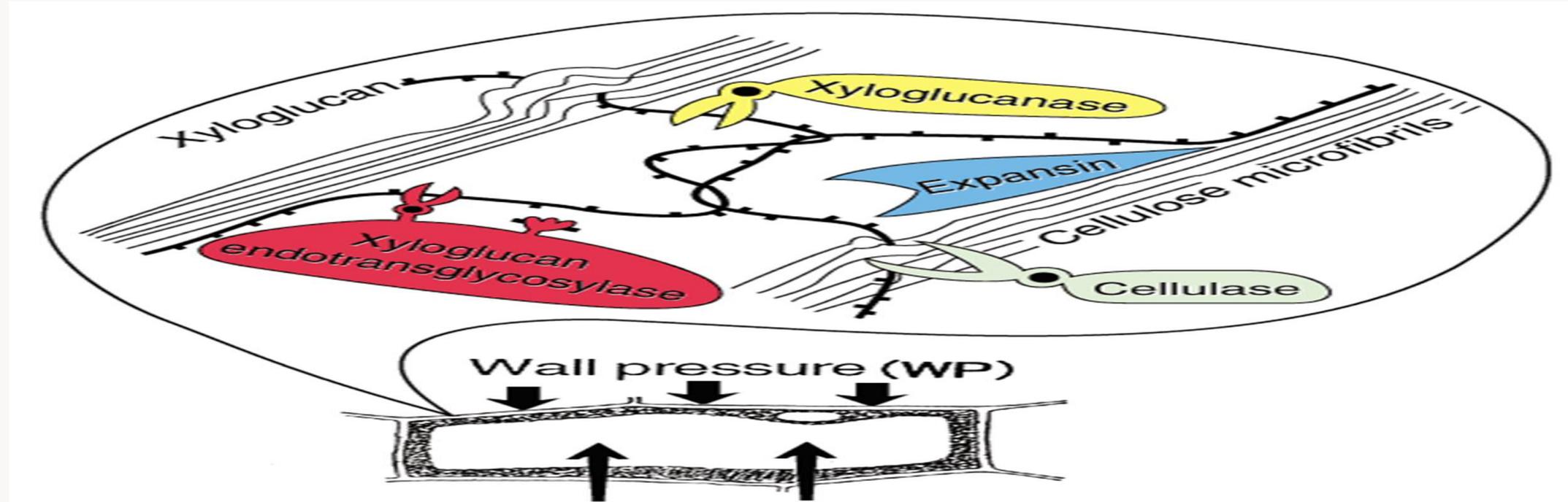


Hormonal Control of Cell Elongation in Stem

The acid growth theory explains how auxins and gibberellins promote cell elongation. These hormones activate proton pumps in the plasma membrane, acidifying the cell wall. This activates enzymes called expansins that break hydrogen bonds between cellulose microfibrils, allowing the cell wall to stretch. Turgor pressure from water uptake then drives cell expansion.

لتحكم الهرموني في استطالة الخلايا في الساق :

تشرح نظرية النمو الحمضي كيف تعزز الأوكسينات والجبريلينات استطالة الخلايا. تقوم هذه الهرمونات بتنشيط مضخات البروتون في الغشاء البلازمي، مما يؤدي إلى حموضة جدار الخلية. وهذا ينشط الإنزيمات التي تُسمى "إكسبانسينات" والتي تكسر الروابط الهيدروجينية بين اللييفات الدقيقة السليلوزية، مما يسمح لجدار الخلية بالتمدد. ثم يدفع ضغط الامتلاء الناتج عن امتصاص الماء بتمدد الخلية.



Plant Growth Regulators (PGRs) in Agriculture

Commercial Applications of PGRs

1

Propagation Enhancement

Auxin-based rooting powders (IBA, NAA) dramatically improve success rates for stem cuttings in nursery production.

2

Growth Control

Paclobutrazol and other gibberellin inhibitors produce compact, sturdy ornamental plants with darker foliage and improved shelf life.

3

Fruit Production

Gibberellins increase berry size in seedless grapes, while ethylene-releasing compounds promote uniform ripening in tomatoes.

4

Stress Protection

ABA analogs improve drought tolerance, while amino acid-based biostimulants enhance resilience to environmental stresses.



Plant growth regulators have revolutionized modern horticulture, allowing precise control over plant development for improved quality, timing, and resource efficiency. Proper application requires understanding both the mode of action and the plant's growth stage.

منظمات نمو النبات في الزراعة

التطبيقات التجارية لمنظمات نمو النبات

تعزيز الإكثار

رفعت الأوكسينات الخاصه بالتجذير (IBA ، NAA) بشكل كبير انتاج العقل الساقية في المشاتل.

لتحكم في النمو:

تُنتج مادة الباكلوبوترازول ومثبطات الجبريلين الأخرى نباتات زينة قوية ذات أوراق داكنة وعمر تخزين أطول.

إنتاج الثمار:

تزيد الجبريلينات من حجم الحبة في العنب عديم البذور بينما تعزّز المركبات المُطلقة للإيثيلين النضج المتجانس في الطماطم.

الحماية من الإجهاد:

تحسن نظائر حمض الأبسيسيك تحمل الجفاف. بينما تعزّز المحفزات الحيوية القائمة على الأحماض الأمينية المرونة لمواجهة الإجهادات البيئية.



Common Plant Growth Regulators and Their Effects

Auxins

- Indole-3-acetic acid (IAA) - natural
- Indole-3-butyric acid (IBA) - synthetic
- 1-Naphthaleneacetic acid (NAA) - synthetic
- 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) - herbicide

Effects: Rooting, apical dominance, fruit set, cell elongation

ABA & Growth Retardants

- Paclobutrazol—blocks gibberellin synthesis
- Daminozide (B-Nine)—blocks gibberellin
- Trinexapac-ethyl—reduces stem elongation

Effects: Compactness, stress tolerance, dormancy

Gibberellins

- Gibberellic acid (GA₃) - most common
- GA₄₊₇ - more effective in some species

Effects: Stem elongation, seed germination, fruit enlargement

Cytokinins

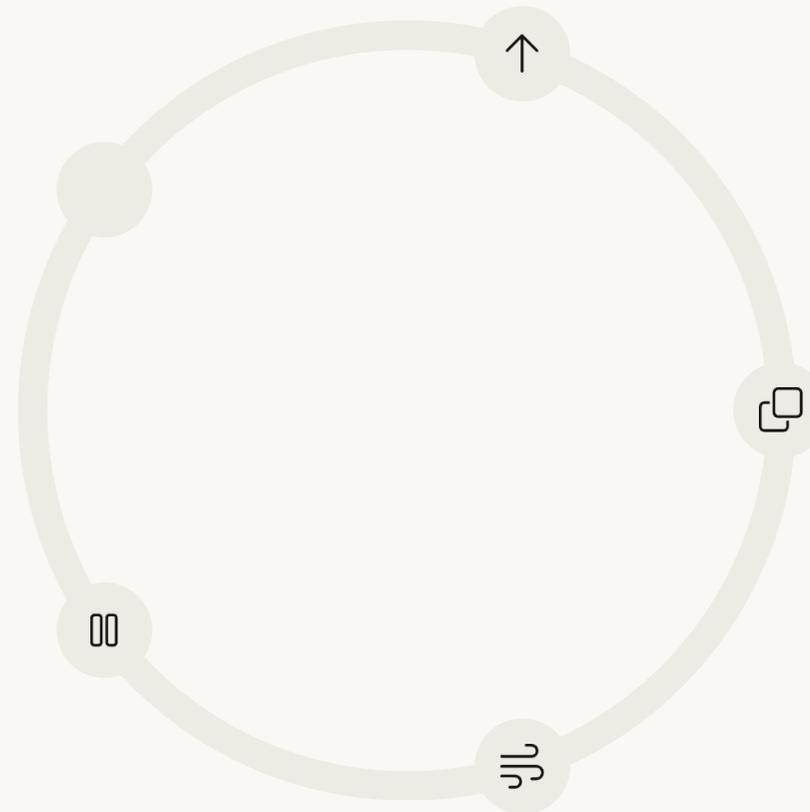
- Zeatin - natural
- Benzyladenine (BA) - synthetic
- Kinetin - synthetic
- Thidiazuron (TDZ)—synthetic, highly potent

Effects: Branching, delayed senescence, shoot proliferation

Ethylene

- Ethephon - releases ethylene
- 1-Methylcyclopropene (1-MCP)—blocks ethylene

Effects: Fruit ripening, flower senescence, abscission



منظمات نمو النبات الشائعة وتأثيراتها.

اولا: الاوكسينات

حمض إندول-3-الخليك - طبيعي (IAA)

حمض إندول-3-البيوتيريك - صناعي (IBA)

حمض 1-نافثالين الخليك - صناعي (NAA)

حمض 2,4-ثنائي كلورو فينوكسي أسيتيك (2,4-D) - مبيد اعشاب

التأثيرات: التجذير / السيادة القمية/ عقد الثمار/ استطالة الخلايا

ثانيا الجبرلينات

حمض الجبريليك GA 3 الاكثر شيوعا

GA 4+7 أكثر فعالية في بعض الأنواع.

التأثيرات: استطالة الساقانبات البذورتضخم الثمار

ثالثا : الستوكاينين

زياتين - طبيعي

BA بنزيل أدنين - اصطناعي

كينيتين - اصطناعي

ثيديازورون TDZ - اصطناعي، شديد الفعالية

التأثيرات: التفرّع /تأخير الشيخوخة/ تكاثر السيقان

رابعا :حمض الأبسيسيك ومثبطات النمو

اكلو بوترازول - يثبّط تخليق الجبريلين.

ترينكسا باك إيثيل - يقلل من استطالة الساق.

B-Nine دامينوزيد - يثبّط الجبريلين.

التأثيرات : تحمل الإجهاد / السكون

خامسا : الايثيلين

إيثيفون مركب كيميائي صناعي - يطلق الإيثيلين عند امتصاص النبات له .

1- ميثيل سيكلوبروبين (1-MCP) يثبّط الإيثيلين

التأثيرات: نضج الثمارشيخوخة الزهورالتساقط

Measuring and Applying Growth Regulators

Measurement & Concentration

Plant growth regulators are active at extremely low concentrations:

- Typically measured in parts per million (ppm) or parts per billion (ppb)
- 1 ppm = 1 mg/L = 0.0001%
- Effective ranges vary by hormone type:
 - Auxins: 0.1-10 ppm for rooting
 - Gibberellins: 1-100 ppm for stem elongation
 - Cytokinins: 0.5-10 ppm for shoot proliferation
 - Growth retardants: 5-90 ppm for height control



Application Methods

- Foliar sprays are the most common method
- Soil drenches—for systemic uptake
- Stem/trunk injections—for trees
- Seed soaks—for germination enhancement
- Dipping (for cuttings or bulbs)

Application timing is critical—effectiveness depends on plant developmental stage and environmental conditions.





قياس وتطبيق منظمات النمو

لقياس والتركيز:

تكون منظمات نمو النبات فعالة عند تراكيز منخفضة للغاية:
تُقاس عادةً بوحدة جزء في المليون أو جزء في البليون.
جزء في المليون = 1 ملغ/لتر = 0,0001%.

تختلف النطاقات الفعالة حسب نوع الهرمون:

الأوكسينات: 0,1-10 جزء في المليون للتجذير.
الجبرلينات: 1-100 جزء في المليون لاستطالة الساق.
السايتوكينينات: 0,5-10 جزء في المليون لتكاثر السيقان.
مثبطات النمو: 5-90 جزء في المليون للتحكم في الارتفاع.

طرق التطبيق :

الرش الورقي هو الطريقة الأكثر شيوعاً.
الغمر في التربة - للامتصاص الجهازي
الحقن في الساق/الجذع - للأشجار
نقع البذور - لتعزيز الإنبات
الغمس (للغقل أو الأبصال)

توقيت التطبيق حاسم، حيث تعتمد الفعالية على المرحلة العمرية للنبات والظروف البيئية.

Summary & Key Takeaways

الخلاصه : النمو النباتي هو عملية معقدة ومنظمة تُشكّل أساس الإنتاجية الزراعية ووظيفة النظام البيئي. من خلال فهم النمو والتحكم فيه عبر التنظيم الهرموني، يمكننا تطوير أنظمة لزراعة النباتات أكثر استدامة وإنتاجية.

Growth

Measurable, irreversible increase in plant size

1

النمو:

زيادة قابلة للقياس وغير قابلة للعكس في حجم النبات.

Growth Phases

Cell division, elongation, and differentiation

2

مراحل النمو

انقسام الخلايا، والاستطالة، والتمايز.

Growth Metrics

Absolute and relative rates enable quantitative analysis

3

مقاييس النمو:

المعدلات المطلقة والنسبية تُمكن من التحليل الكمي.

Hormonal Regulation

Five major hormone groups control all aspects of growth

4

التنظيم الهرموني:

تتحكم خمس مجموعات هرمونية رئيسية في جميع جوانب النمو.

Practical Applications

Understanding hormonal control enables targeted crop management for improved productivity, quality, and resilience

5

التطبيقات العملية:

يُمكن فهم التحكم الهرموني من الإدارة المستهدفة للمحاصيل لتحسين الإنتاجية والجودة والمرونة.

Plant growth is a complex, regulated process that forms the foundation of agricultural productivity and ecosystem function. By understanding and manipulating growth through hormonal regulation, we can develop more sustainable and productive plant cultivation systems.

References & Further Reading

Academic Resources

- Taiz, L., & Zeiger, E. (2018). *Plant Physiology and Development* (7th ed.). Sinauer Associates.
- Davies, P.J. (2010). *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!* Springer.
- Farman, A., Khan, Z., & Wahid, M. (2019). Plant growth regulators and their applications: A review. *Journal of Plant Biochemistry and Physiology*, 7(2), 1-6.

Research Papers

- Enders, T.A., & Strader, L.C. (2015). Auxin activity: Past, present, and future. *American Journal of Botany*, 102(2), 180-196.
- Hedden, P., & Thomas, S.G. (2012). Gibberellin biosynthesis and its regulation. *Biochemical Journal*, 444(1), 11-25.

Extension Resources

- Oregon State Extension: *How Hormones and Growth Regulators Affect Your Plants*
- Purdue University Extension: *Plant Growth Regulators for Greenhouse Production*
- Michigan State University: *Overview of Plant Growth Regulators for Greenhouse Production*

Visual Resources

- Plant & Soil Sciences eLibrary: Interactive Growth Curve Animations
- Diagrams adapted from horticulture textbooks and extension publications
- The International Plant Growth Substances Association (IPGSA) Digital Resource Library