

*In the name of
God*



تنظیم کننده های رشد گیاهی

Plant Growth Substances

Mahdiyeh Gholami, Ph.D.

ساعات و مکان درس:
پیش‌نیاز:
استاد درس:
صفحه وب اطلاعات درس:
محل دفتر استاد:
ساعات مراجعه دانشجویان:
آدرس پست الکترونیکی:
شماره تماس: ۳۳۹۱۳۴۳۴
ساعات و مکان کلاس حل تمرین: (در صورت وجود)

سرفصل مطالب

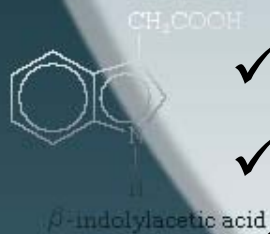
منابع درسی

نحوه ارزیابی درس و تاریخ‌های مهم

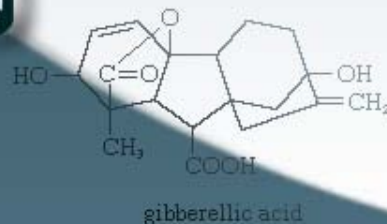
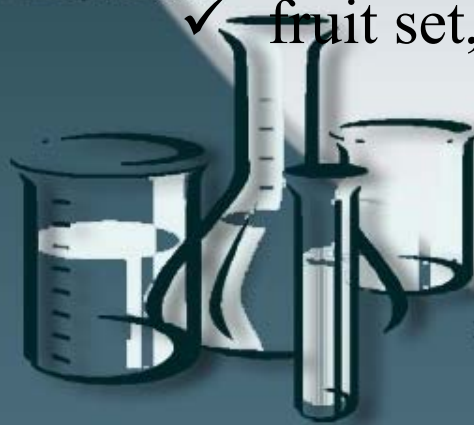
میانترم: 27 آبان 1402 (6 نمره)

مطالب درس

- 1- Historical aspects and fundamental terms,
- 2- Extraction, purification, quantification
- 3- Chemistry, Biological effects, mechanism of action
- 4- Application:



- ✓ seed germination, seedling growth, rooting, dormancy
- ✓ juvenility, maturity, senescence, flowering, abscission
- ✓ fruit set, fruit growth, fruit development, ripening, etc





جمهوری اسلامی ایران
۱۳۸۵
تابستان ۱۳۸۵

مبانی فیزیولوژیکی

کاربرد مواد رشد گیاهی



ترجمه

دکتر اسدالله حجازی
مهندس محمد کفایتی صدیقی



تألیف

ویراسته

www.MehreganBook.ir

فصل ۱ : مقدمه

✓ کشف اکسین ها: اولین گروه از تنظیم کننده های رشد حدود ۸۵ سال قبل

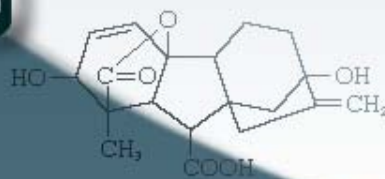
✓ شناسائی جبرالین ها، سیتوکینین ها، آبسسیک اسید و اتیلن تا ۲۰ سال قبل

✓ شناسائی براسینواستروئیدها، سالیسیلات ها، جازمونات ها و پلی آمین ها در دو دهه اخیر

✓ کاربرد این ترکیبات در کشاورزی دارای پتانسیل قابل توجهی در جهت تنظیم تعداد زیادی پدیده فیزیولوژیکی می باشد.



β -indolylacetic acid



gibberellic acid

زمینه های تاریخی مطالعه هورمون های گیاهی

du Monceau (1758)

✓ شیره گیاهی که به طرف بالا و پایین حرکت می کند، رشد گیاه را کنترل می نماید.....

Julius von Sachs (1880)

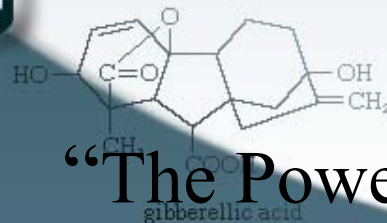
✓ پدر علم فیزیولوژی گیاهی و اولین کسی که فرض نمود موادی که در اندام

های گیاهی ساخته می شوند و در جهات مختلف حرکت می کنند، رشد و نمو را کنترل می نمایند. این مواد در واکنش به شرایط محیطی ساخته میشوند



Darwin (1880)

✓ شروع تحقیقات مدرن در زمینه PGS به داروین نسبت می دهند



— به خاطر کار در زمینه فتوتروپیسم

“The Power of Movement in Plants” ✓

Beyerink (1888)

- ✓ نوشتن اولین مقاله در مورد Organ forming substances
- ✓ مطالعه گال برگی بید ایجاد شده بوسیله زنبور (*Nematus capreae*)
- ✓ پیشنهاد حضور آنزیم های رشد در تخم این حشره . بعدها IAA به عنوان عامل گال.



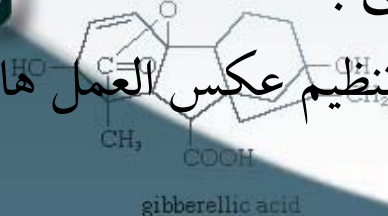
Kraus and Kraybill (1918)

- ✓ Nutritional theory پایه گذار

- ✓ مطالعه تغییرات نسبت C/N در ارتباط با رشد گیاهان گوجه فرنگی

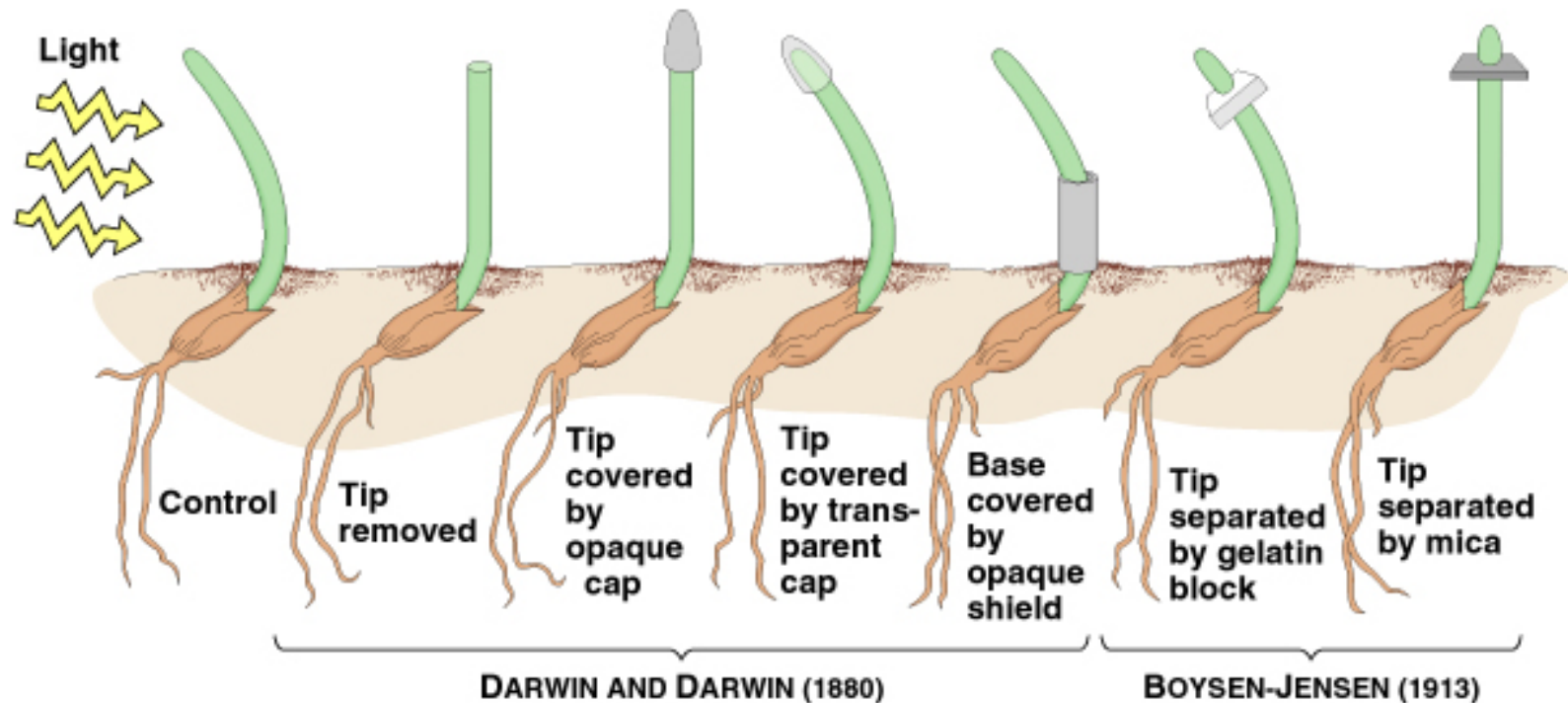
- ✓ تغذیه مبنای عکس العمل می باشد.....

- ✓ تحقیقات بعدی نشان داد که PGSs عامل تنظیم عکس العمل های



گیاه می باشند: Hormonal Theory

EARLY EXPERIMENTS ON PHOTOTROPISM SHOWED THAT A STIMULUS (LIGHT) RELEASED CHEMICALS THAT INFLUENCED GROWTH



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Results on growth of coleoptiles of canary grass and oats suggested that the reception of light in the tip of the shoot stimulated a bending toward light source.

In the nineteenth century, a German botanist **Julius von Sachs** hypothesized that certain chemical messengers are responsible for the initiation and growth of different plant organs. Since then, it has become evident that these messengers or signaling molecules **translate** environmental signals into growth and developmental responses and regulate metabolism by their redistribution.

بروز عکس العمل در گیاه

۱- دریافت علائم محیطی: نور، طول روز، دما، رطوبت، قوه جاذبه زمین

۲- درک پیام دریافت شده و صدور فرمان لازم به اندام های مربوط

۳- آغاز واکنش بافت یا اندام

این سه مرحله نیاز به هماهنگی بین اندامها و بافتها و سلولها دارد. اواخر قرن ۱۹ بررسی علل این هماهنگی شروع شد

تعریف هورمون گیاهی

Bayliss and Starling (1904) دو نفر فیزیولوژیست حیوانی
✓ ابداع لغت هورمون به معنای برانگیزاننده فعالیت در سیستم حیوانی
Fitting (1910)

✓ کاربرد واژه Hormone برای اولین بار در فیزیولوژی گیاهی برای بیان مواد آلی
طبیعی خاص با فعالیت تنظیم کننده گیاهی
Went and Thimann (1937)✓

در کتاب خود با نام Phytohormones، هورمون را ماده ای تعریف کردند که از
یک قسمت موجود به سایر قسمت ها منتقل می شود. (وجه تسمیه از سیستم جانوری)

(مکانی برای سنتز هورمون در جانور وجود دارد و هورمون از طریق رگها به اندام هدف منتقل می شود و یک
پاسخ فیزیولوژیکی را در اندام هدف بسته به غلظت کنترل می کند).

Trewavas (1981)

✓ تعریف هورمون در سیستم حیوانی

”یک ترکیب که در یک محل بخصوص ساخته شده و از طریق جریان خون به بافت هدف (Target)
منتقل شده و بر اساس غلظت آن در آن بافت موجب تنظیم یک عکس العمل فیزیولوژیکی می شود.“

The term “**hormone**” was initially used about 100 years ago in **medicine** for a stimulatory factor. It is a Greek word meaning “to stimulate” or “to set in motion.” Hormones have since long been defined as biochemicals produced in **specific tissues** which **are transported** to some distant cells to trigger response at low concentrations. The classic definition of a **plant hormone** according to Went and Thimann (1937) states that it is a substance which is produced in **any part of the organism** and is transferred to another part to influence a specific physiological process.

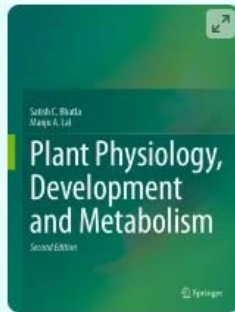
Thimann (1951)

✓ رئیس انجمن فیزیولوژیست های گیاهی آمریکا

✓ مامور نمودن گروهی برای نامگذاری و تعریف واحدی برای PGSs

Plant Hormones or Phytohormones

یک گروه ترکیبات آلی که در گیاه تولید شده و در غلظت کم بر پدیده های فیزیولوژیکی گیاه اثر می گذارند. هورمون ها معمولاً در گیاه از محل تولید به محل عمل (واکنش) حرکت می کنند.



Plant Physiology, Development and Metabolism

Textbook | © 2023

Latest edition

Plant Growth Regulators: An Overview

14

Plants respond to external stimuli and sense changes in their environment, and their biological clock works in a precise manner. Many deciduous plants shed their leaves in a particular season or develop flowers and fruits during a specific time of the year. All these and many more rather intriguing responses of plants indicate that they have unique mechanisms to sense and communicate with the environment they live in. In order to achieve this, plants synthesize several

response to the gradient of a particular morphogen, and cells use this information to establish their identity.

Currently, **plant hormones** are defined as a group of endogenous organic substances which influence various physiological and developmental processes in plants at low concentrations. A number of biological processes in plants are affected by internal and external stimuli through the involvement of plant hormones. Biosynthesis of plant

Fundamental Terms and Concepts

Jacobs (1959)

وضع قواعد ساده برای بررسی دلایل یا شواهدی که یک ماده شیمیائی مشخص یک پدیده را در یک ارگانیزم (گیاه) کنترل می کند. PESIGs

➤ Presence/Parallel variation

ماده موردنظر باید در گیاه حضور داشته باشد و تغییرات موازی بین مقدار ماده و فعال شدن نسبی پدیده دیده شود.....Davies(1987).....

➤ Excision

برش یا قطع یا حذف کردن اندام، بافت یا ارگانل که به عنوان منبع ماده شیمیائی شناخته شده، منجر به قطع عکس العمل شود.

➤ Substitution

یک ماده شیمیائی خالص را بتوان جایگزین منبع طبیعی حذف شده نمود که منجر به از سرگیری فعالیت فیزیولوژیکی شود.

➤ Isolation

با ایزوله نمودن سیستم واکنش دهنده نشان داد که اثر ماده شیمیائی همان است که در سیستم غیر ایزوله مشاهده می شود.

➤ Generality

ثابت شود که نتایج بدست آمده (واکنش) از اثر ماده شیمیائی موردنظر برای همه شرایط مشابه صادق است (گیاهان دیگر).

➤ Specificity

ماده شیمیائی باید اختصاصی و دارای فرمول مشخص باشد.

Arteca (1996)

۱- باید یک ماده با فرمول شیمیائی مشخص باشد که در گیاه ساخته شده و در قلمرو گیاهی وجود داشته باشد.

۲- در غلظت بسیار پائین موجب یک فعالیت خاص بیولوژیکی شود.

۳- باید ثابت شود که نقش اساسی در تنظیم پدیده فیزیولوژیکی در گیاه بازی می کند که این نقش وابسته به غلظت آن یا تغییر در حساسیت بافت در طول نمو می باشد.

این تعریف شامل همه PGSs می شود زیرا:

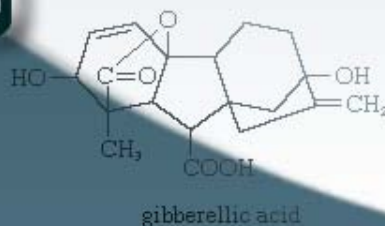
✓ بخش انتقال که جزئی از تعریف هورمون بود، حذف شده است.

✓ برای تقویت تعریف اولیه باید ساختمان PGS شناخته شده و در

قلمرو وسیعی دیده شود.

✓ اثر هورمون ممکن است علاوه بر غلظت آن به

حساسیت بافت نیز مربوط باشد.



Arteca (2000)

✓ چه ترکیباتی هورمون نمی باشند:

۱- ترکیبات معدنی مانند Ca^{++} یا K^{+}

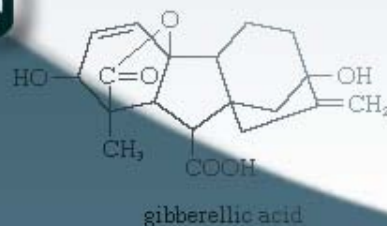
۲- تنظیم کننده های رشد مصنوعی (Synthesized G. R.)

۳- تعداد زیادی از مواد قندی، آمینواسیدها، اسیدهای آلی و سایر متابولیت هائی که در گیاه ساخته می شوند.

نکته: تنها یک ترکیب نیست که باعث یک واکنش مشخص می گردد بلکه

اثر متقابل همه مواد رشدی شناخته شده به همراه موادی که هنوز

شناخته نشده اند، منجر به بروز واکنش می گردد.



سایر تعاریف

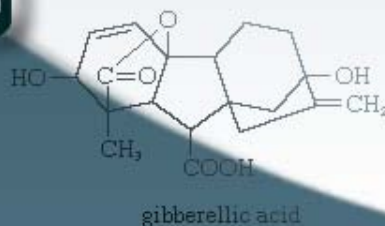
Plant Growth Regulators (PGR):

✓ اصطلاح مورد استفاده توسط کمپانی ها برای تنظیم کننده های رشد مصنوعی یا سنتز شده خارج گیاه: Synthetic regulators

PGRs are a broader category of compounds which include plant hormones, their synthetic analogs, inhibitors of hormone biosynthesis, and blockers of hormone receptors. Precisely, plant growth regulators (PGRs) may be defined as naturally occurring or synthetic compounds which affect metabolic and developmental processes in higher plants, mostly at low concentrations.



β -indolylacetic acid



گاهی همراه لغت Regulators نام پدیده فیزیولوژیکی که تحت تاثیر قرار می گیرد نیز ذکر می شود (تعریف نوع تنظیم کنندگی)

مانند Flowering regulators, Growth regulators

Growth retardant or Growth inhibitor

✓ ترکیباتی که به طور طبیعی تعدادی از پدیده های فیزیولوژیکی یا بیوشیمیایی گیاه را باز میدارند (PGi) یا به تاخیر (PGr) می اندازند.

Weaver (1972)

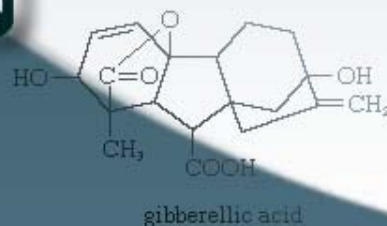
✓ بازدارنده ها تقریباً گروه عکس تنظیم کننده های رشد PGS هستند که یک پدیده فیزیولوژیکی یا بیوشیمیایی را در گیاهان باز میدارند یا کند می کنند.



✓ کند کننده ها ترکیبات آلی هستند که تقسیم سلولی و طول شدن سلولی را در بافت ساقه کند می کنند و بنابراین ارتفاع گیاه را بطور فیزیولوژیکی بدون ایجاد بدشکلی در برگ ها و ساقه ها تنظیم می کنند.

برخی از PGr:

✓ CCC (Cycocel), PBZ (Paclobutrazol), Bonzi, Uniconazol



some general remarks about PGSs

- ❖ A number of biological processes in plants are affected by internal and external stimuli through the involvement of plant hormones
- ❖ Biosynthesis of plant hormones can occur at different morphological and cytological locations.
- ❖ their actions may be observed at their sites of production, or they may get translocated to some distant target tissues to evoke a response.
- ❖ Generally, plant hormones are produced in meristems, leaves, and developing fruits.

- ❖ Different plant hormones can cause opposite effects on a particular developmental process at varying concentrations.
- ❖ Antagonistic and synergistic interactions among various plant hormones further add to the complexity of hormonal actions in higher plants.
- ❖ Different hormones are able to influence the biosynthesis of some other hormones or may interfere with their signaling mechanisms.
- ❖ A hormone can evoke different responses in different tissues or at different times of development in the same tissue.
- ❖ Different tissues require varying amounts of hormones of specific kinds for their development. (Such differences are referred to as differences in sensitivity).

كشف هورمون ها

- Sachs between 1880 and 1893:

"Morphological differences between plant organs are due to differences in their material composition "

- At about the same time Darwin:

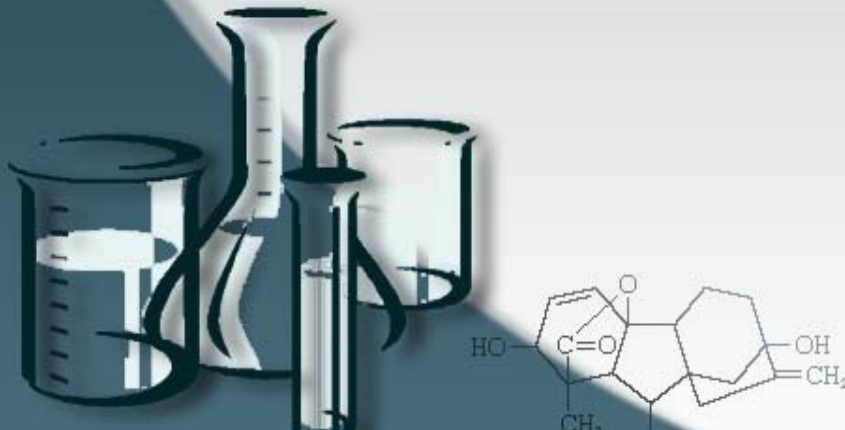
A **signal** was transported from the tip of the coleoptile to the bending **regions lower down**.

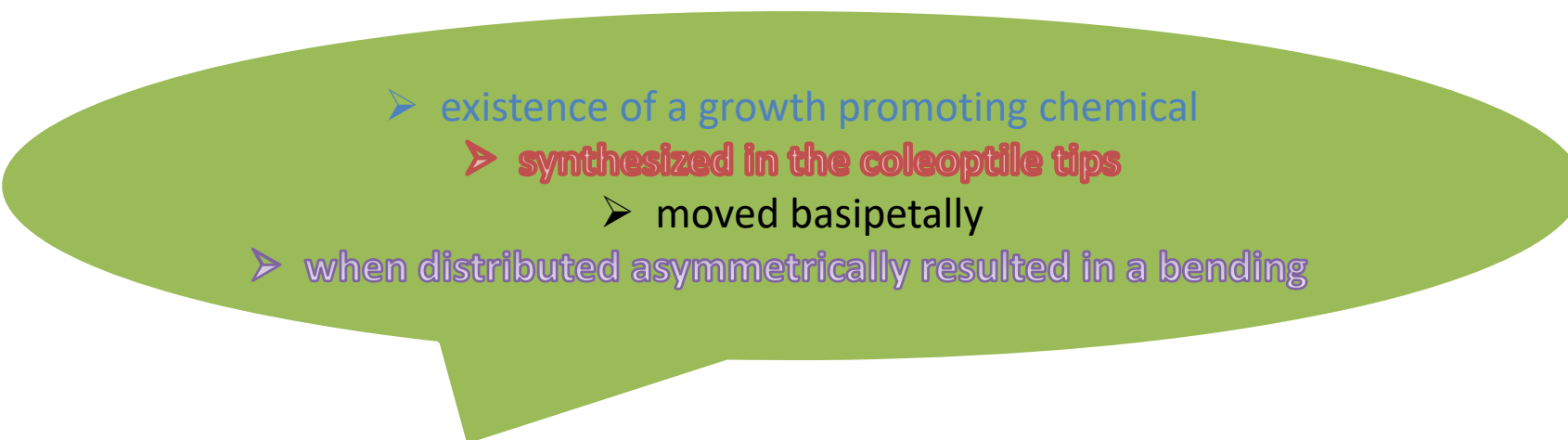
Went:

- was finally able to **isolate** the chemical **by diffusion** from coleoptile tips into **agar blocks**, which, when replaced on the tips of **decapitated coleoptiles**, resulted in the **stimulation of the growth** of the decapitated coleoptiles, and their **bending** when placed asymmetrically on these tips.



β -indolylacetic acid



- 
- existence of a growth promoting chemical
 - synthesized in the coleoptile tips
 - moved basipetally
 - when distributed asymmetrically resulted in a bending

This substance was originally named *Wuchsstoff* by Went, and later this was changed to *auxin*. After some false identifications the material was finally identified as the simple compound indoleacetic acid, universally known as IAA

A Survey of Plant Hormones

- Plant hormones are produced in very low concentration, but minute amount can greatly affect growth/development of plant organ
 - Amplified in some way
 - Hormone may act by altering expression of genes, by affecting activity of existing enzymes, by changing properties of membranes
 - Any of these acts could redirect metabolism and development of cell responding to small number of hormone molecules
- In general, hormones control plant growth/development by affecting division, elongation, and differentiation of cells
 - Some mediate shorter-term physiological responses to environmental stimuli
 - Each hormone has multiple effects, depending on site of action, concentration, developmental stage of plant

Discovery of Other Hormones

research in plant
pathogenesis led to
gibberellins (GA)

efforts to culture
tissues led to
cytokinins (CK)

control of abscission
and dormancy led to
abscisic acid (ABA)

effects of illuminating
gas and smoke led to
ethylene

For a number of years it was assumed that the only plant hormones were the five known ones: auxin, gibberellin, cytokinin, ethylene and ABA (although a possible flowering hormone, florigen, has long been suspected but never identified [21]). In the past few years however, it has become apparent that other hormones exist as well. Small fragments of plant cell walls, called *oligosaccharins*, have a spectrum of biological activities [22], but their ability to act as intercellular messengers within a plant has not been established for certain. *Salicylic acid*, which has been known to exist in plants for years, has recently been implicated in systemic pathogen resistance and in the control of heat production in the flower spadix of *Arum* species [23]. *Jasmonic acid*, and its relative *methyl jasmonate*, are present in plants and have biological activity [24], but only recently has it been shown that they can act as hormones. A small peptide, *systemin*, has been identified as being a hormone involved in disease resistance [25]. The most recently recognized potential hormone is the *brassinosteroids* (BR), although definite evidence that BR can act as an intercellular messenger is still missing [26]. It is unlikely that this exhausts the list of plant hormones; only time will tell!



only the chemical identification of abscisic acid was made from
higher plant tissue

Auxin from urine
and the fungal
cultures of
Rhizopus

Gibberellins from
culture filtrates of
the fungus
Gibberella

Cytokinins from
autoclaved herring
sperm DNA

Ethylene from
illuminating gas

The hormone groups

no plant can develop in their absence

plants with greatly reduced
levels are capable of going through their life cycles

appear primarily in response to severe stresses

THE NATURE, OCCURRENCE, AND EFFECTS OF THE PLANT HORMONES

- Over the last few years there has been active progress in elucidating the biosynthesis, signal transduction and action of almost every hormone.
- A good case in point is cytokinin, where we now know much more about perception, signal transduction and action than just a few years ago.
- whereas the action of auxin at the physiological level was one of the first to be understood we still do not understand the connection between auxin signal transduction and its final action in inducing cell elongation.
- By contrast, after two decades of relatively little advance in the understanding of brassinosteroids, or even much interest in these compounds, following their discovery, the entire biosynthetic pathway has been elucidated, receptors identified, mutants characterized and crosstalk with other hormones investigated.

اکسین ها (Auxins)

Darwin: The Power of Movments in Plants (1880)

✓ شرح اثرات نور روی حرکت کولئوپتیل اتیوله شده علف قناری (Cannary grass)

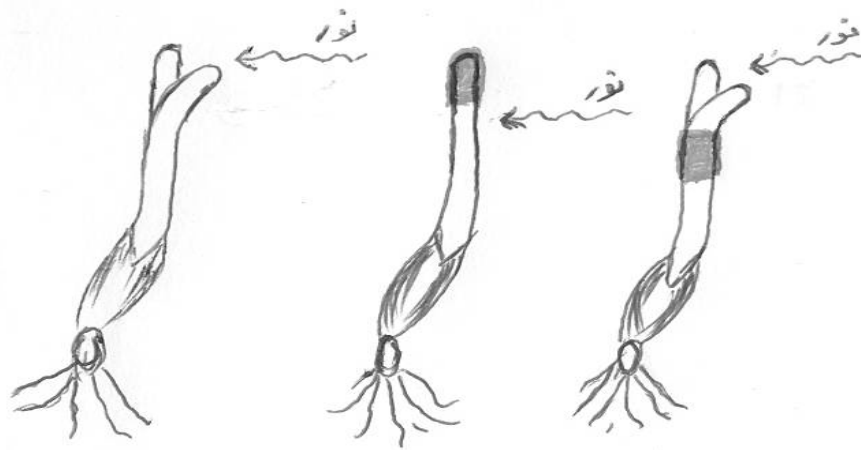
۱- وقتی به کولئوپتیل نور یکطرفه تابیده شد به سمت منبع نور خم شد.

۲- وقتی نوک کولئوپتیل به وسیله آلومینیوم فویل پوشیده شد و به قسمت پائین نور یکطرفه تابیده شد، کولئوپتیل خم نشد.

۳- وقتی قسمت پائین کولئوپتیل پوشانده شد و سر کولئوپتیل نور دید، خم شد.

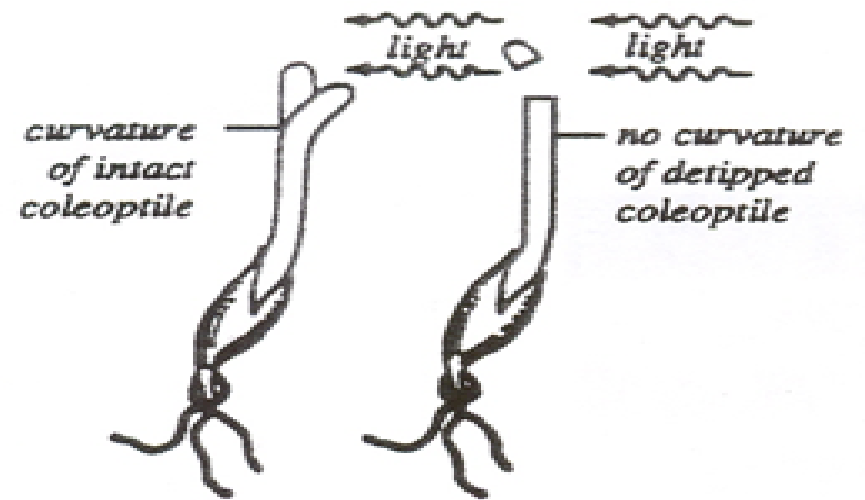
نتیجه آزمایش: نوک کولئوپتیل نور را دریافت می کند و پس از درک،

علامتی ایجاد می کند که به زیر نوک منتقل شده و باعث خمیدگی می گردد.



Darwin 1880

(1)

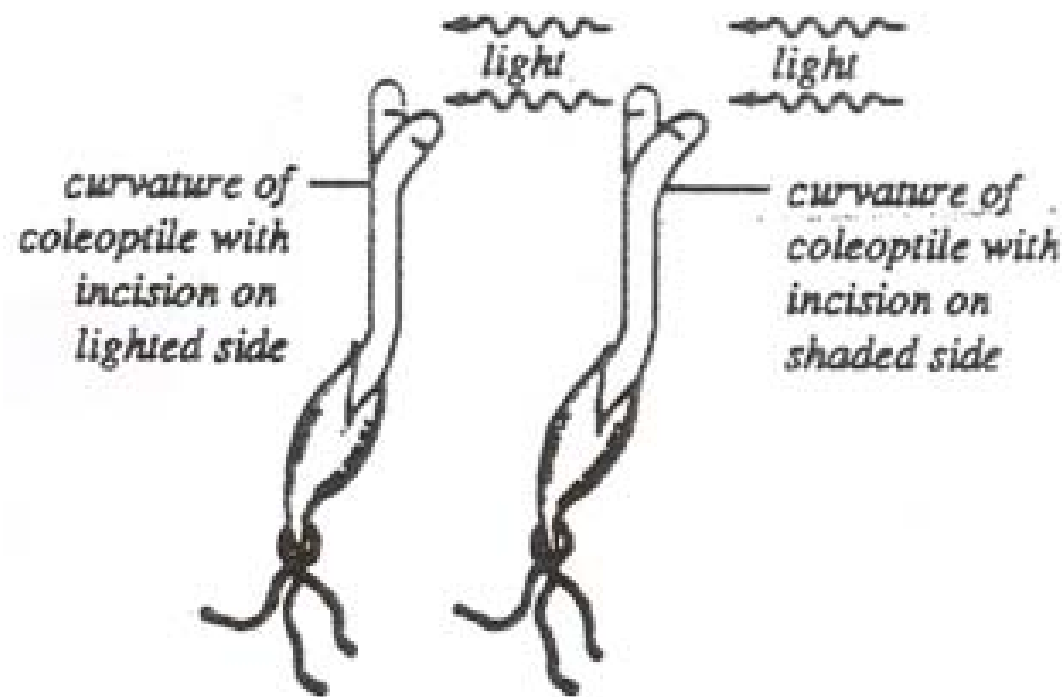


Darwin, 1880

(2)

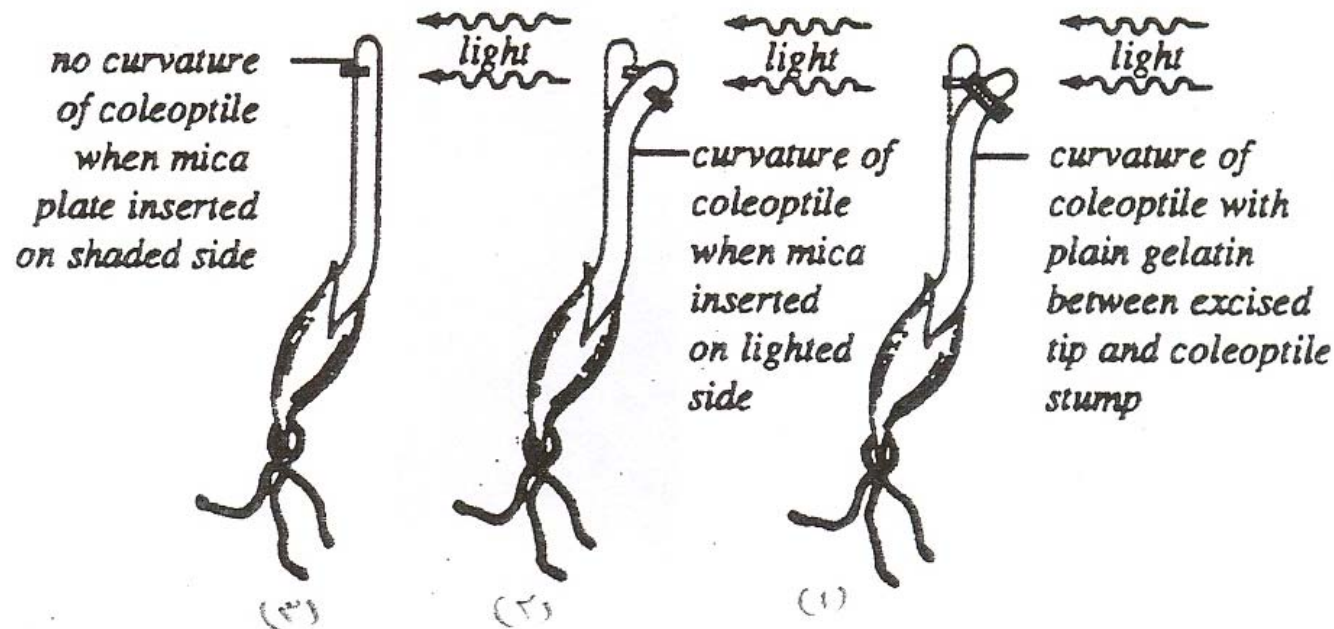
Fitting (1907)

- ✓ بررسی اثر برش یکطرفه در کولئوپتیل یولاف (Avena) در یک محیط اشباع از بخار آب (بطوریکه سطح بریده شده آب از دست ندهد).
- ✓ نتیجه آزمایش: برش هیچ گونه اثری روی سرعت رشد و عکس العمل فتوتروپیسم بدون توجه به محل برش و نور نداشت.
- ✓ مشاهدات فوق غلط بودند زیرا برش مانع انتقال نشده بود.



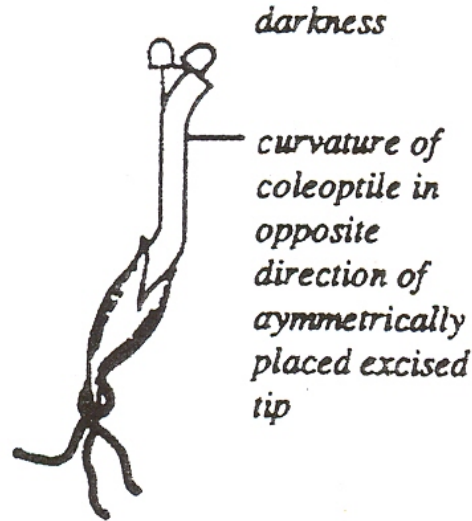
Boysen-Jensen (1913)

- ✓ محرکی که بوسیله نور ایجاد می شود می تواند در مواد غیرزنده مثل ژلاتین نفوذ کند.
- ✓ **آزمایش اول:** یک قطعه ژلاتین بین نوک بریده شده کولئوپتیل یولاف و قسمت پائین آن قرار داد. وقتی نور یکطرفه به نوک کولئوپتیل تابانید خمیدگی در پائین، زیر ژلاتین رخ داد.
- ✓ **آزمایش دوم:** برشی در دو سمت کولئوپتیل ایجاد کرد و یک لایه نازک میکا در بریدگی قرار داد. وقتی برش به همراه میکا در سمت تاریک است خمیدگی رخ نمی دهد ولی وقتی در سمت نور است خمیدگی رخ می دهد.
- ✓ **نتیجه آزمایش:** ۱- علائم به طرف پائین منتقل می شوند. ۲- علائم در سمت تاریک کولئوپتیل حرکت کرده و باعث خمیدگی می شوند.



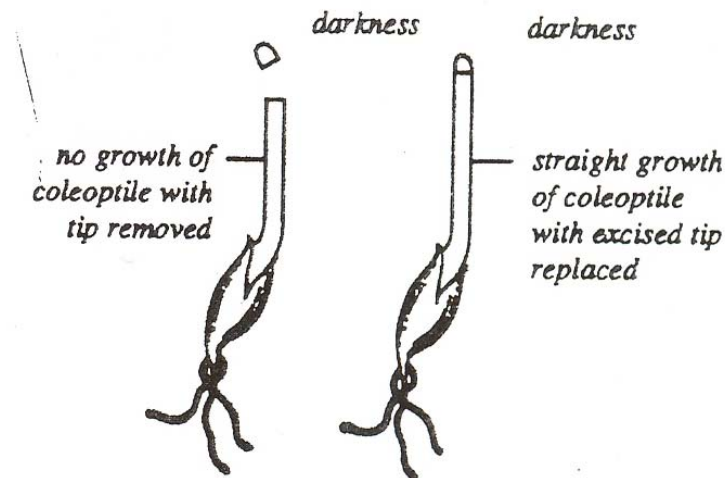
Paal (1918)

✓ یک ماده قابل پخش که در نوک کولئوپتیل ساخته می شود،
رشد کولئوپتیل یولاف را کنترل می کند.



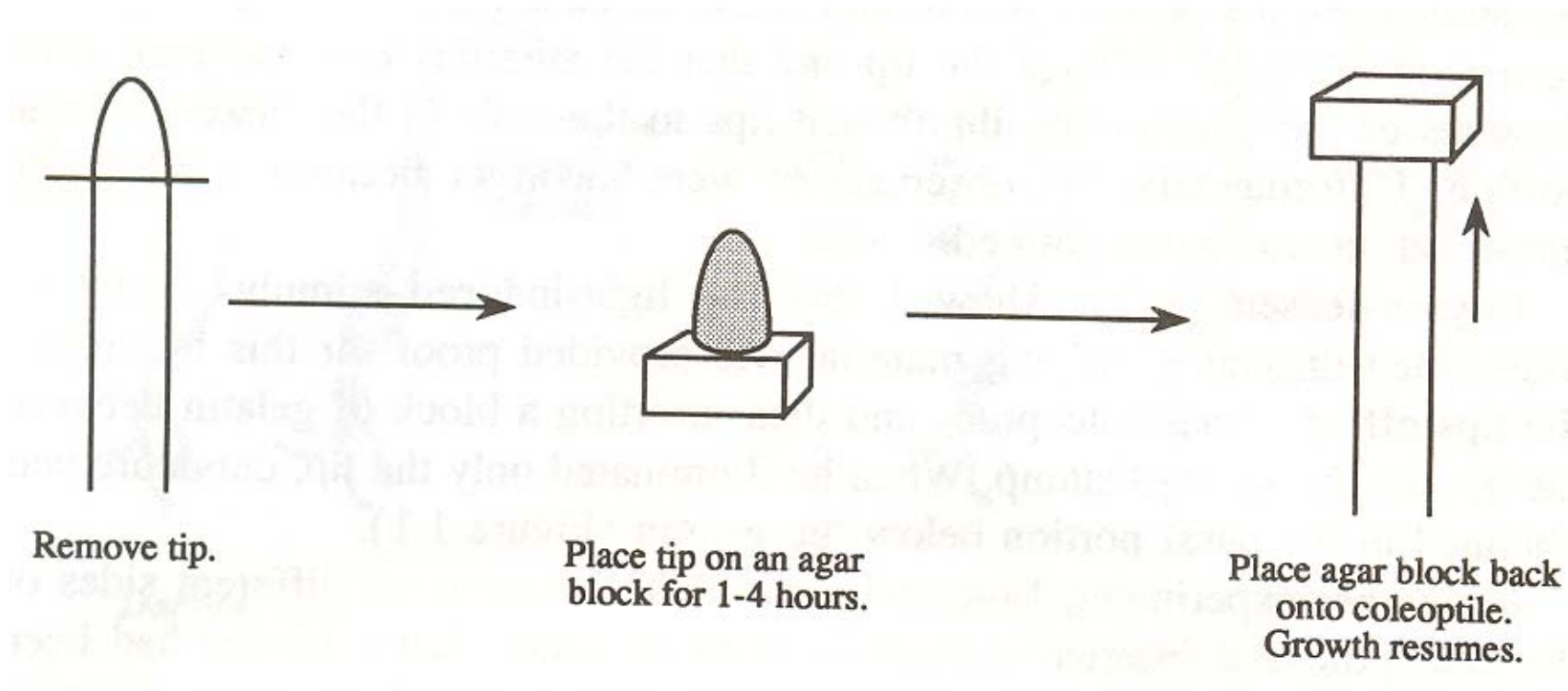
Soding (1925)

✓ در صورت قطع نوک کولئوپتیل رشد طولی متوقف می شود. وقتی کولئوپتیل قطع و مجدداً بهمان صورت قبلی روی قسمت بریده شده قرار داده شد، رشد مستقیم تجدید شد.



Went (1926)

✓ بلوک آگار حاوی مواد منتقل شده از نوک کولئوپتیل، وقتی روی قسمت بریده شده آن قرار گیرد، رشد کولئوپتیل را تجدید می نماید.

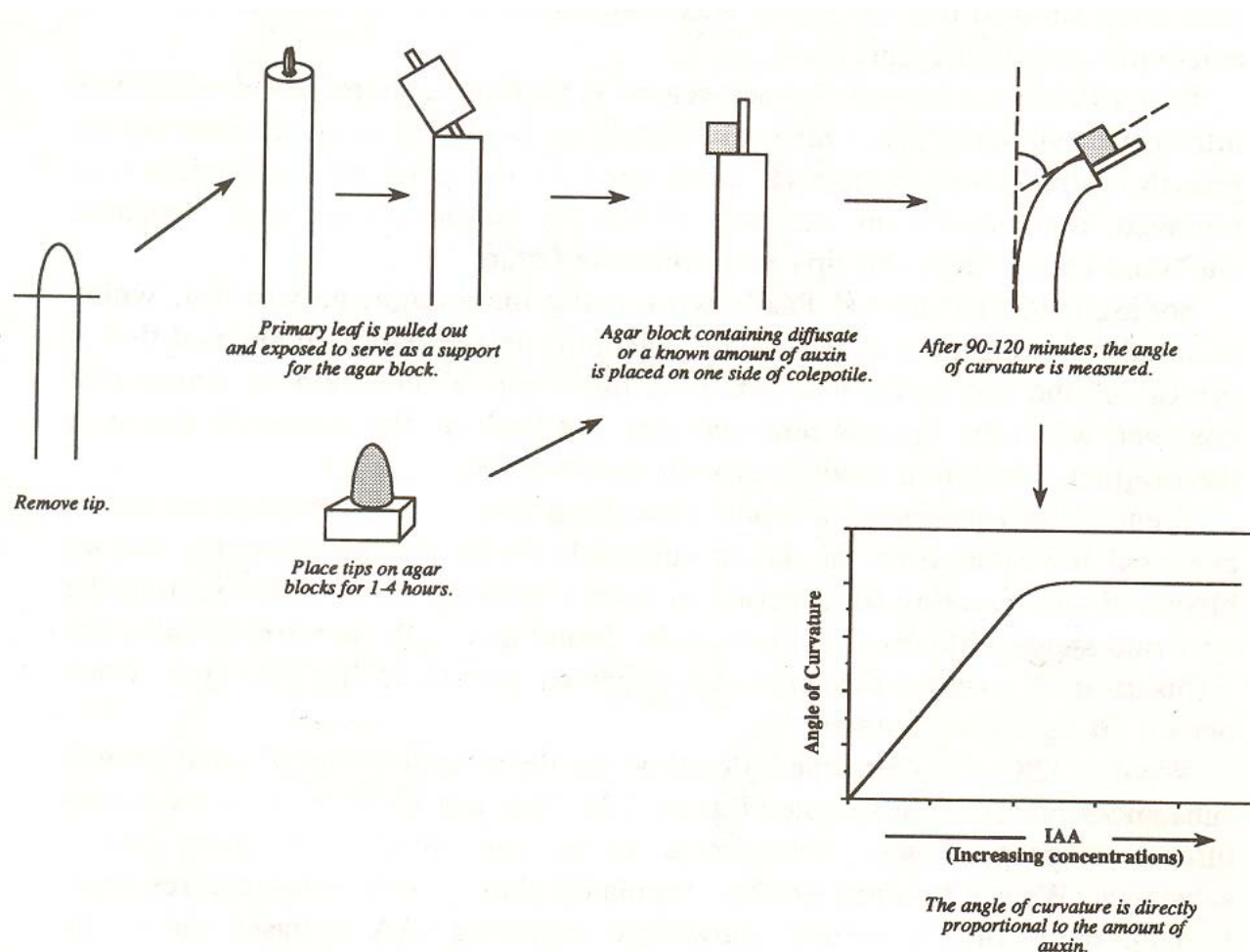


Went (1928)

✓ ابداع روشی برای اندازه گیری مقدار PGS موجود در یک نمونه:

Avena Curvature Test (آزمون خمش کولئوپتیل یولاف)

✓ میزان خمیدگی زیر نوک کولئوپتیل یولاف تابعی است از میزان ماده موثره (PGS) در یک محدوده مشخص.



Kogl (1931-1934)

✓ استخراج auxins که با اسامی مختلف نامگذاری شدند (Auxin A, Auxin B, Heteroauxin) از ادرار انسان و مخمر که همگی باعث خمیدگی کولئوپتیل یولاف می شدند.

✓ در حال حاضر تمامی اکسین های فوق IAA (ایندول، ۳-استیک اسید) نامیده می شوند.

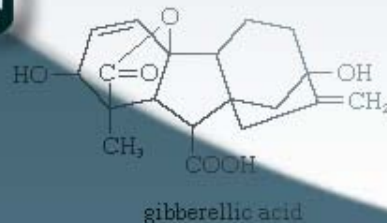
Thimann (1935)

✓ استخراج IAA از کشت *Rhizopus suinus*



Haagen-Smit et al (1946)

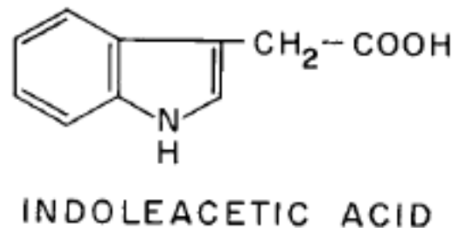
✓ استخراج IAA خالص از آندوسپرم نارس دانه ذرت
✓ این اولین بار بود که IAA در یک گیاه آلی به دست آمد.



Auxins

- *Nature*

Indole-3-acetic acid (IAA) is the **main auxin** in most plants.



IAA precursors: e.g., indoleacetaldehyde

other compounds: e.g., phenylacetic acid

various conjugates: e.g., indoleacetyl aspartate, 4-chloro-IAA

“for example.” It is short for the Latin *exempli gratia*

- *Sites of biosynthesis*

- Leaf primordia
- young leaves
- developing seeds

- *Transport*

- cell to cell
- mainly in the vascular cambium and the procambial strands (but probably also in epidermal cells)
- Transport to the root probably also involves the phloem

- *Effects*

- ❖ Cell enlargement
- ❖ Cell division
- ❖ Vascular tissue
- ❖ Root initiation
- ❖ Tropistic responses
- ❖ Apical dominance
- ❖ Leaf senescence
- ❖ Leaf and fruit abscission
- ❖ Fruit setting and growth
- ❖ Assimilate partitioning
- ❖ Fruit ripening
- ❖ Flowering
- ❖ Growth of flower parts
- ❖ Promotes femaleness in dioecious flowers

✓ مواد شیمیائی مصنوعی با خاصیت اکسینی:

ایندولها،

نفتالین ها،

نفتوکسی ها،

بنزوئیک ها،

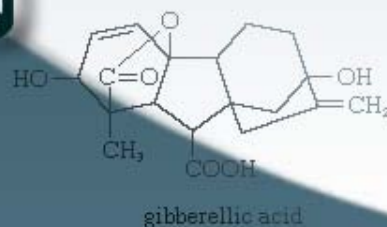
فنوکسی ها

اسیدهای پیکولینیک



✓ وجود یک هسته حلقوی اشباع نشده و یک زنجیره جانبی اسیدی

(یا مشتق از اسید) در تمامی مواد فوق



جبرالینها (Gibberellins)

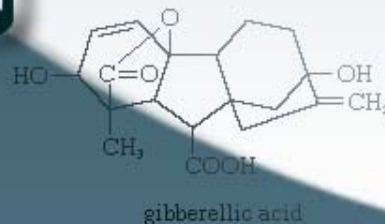
در اواخر قرن نوزدهم مشاهدات زارعین ژاپنی:

bakanae (foolish) seedling

ahonae (stupid) seedling

somennae (thin noodle) seedling

yurei (ghost)



Hori (1898)

✓ بیماری bakanae در اثر آلودگی به یک قارچ از جنس *Fusarium* است.

Sawada (1912)

✓ طولیل شدن بوته های برنج بخاطر تحریکی است که بوسیله ریشه های قارچ ایجاد می شود.

Kurosawa (1926)

✓ به کمک شواهدی نشان داد که ماده ای که بوسیله قارچ bakanae ترشح می شود

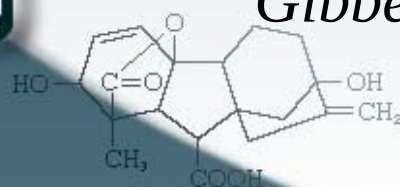
عامل طولیل شدن نشا (بوته) های برنج است.

تناقضات بر روی شناسایی قارچ عامل بیماری.....

Wollenweber (1931)

✓ مرحله ناقص یا غیر جنسی قارچ *Fusarium moniliform*

✓ مرحله کامل یا جنسی قارچ *Gibberella fujikuroi*



Yabuta (1935)

✓ یک ماده کریستاله فعال از قارچ *G. fujikuroi* استخراج کرد که وقتی این ماده به ریشه های برنج داده می شد باعث تحریک رشد می گردید. این ماده Gibberellin A نامیده شد.

Yabuta and Sumiki (1938)

✓ از قارچ G.A و G.B را کریستاله کردند.

دهه ۱۹۵۰

✓ تحقیقات زیادی در انگلستان، آمریکا و ژاپن:

۱- روی شناسائی جبرالین ها در عصاره قارچ

۲- خاصیت تنظیم کنندگی اسید جبرالیک و نهایتاً

Radley (1956)

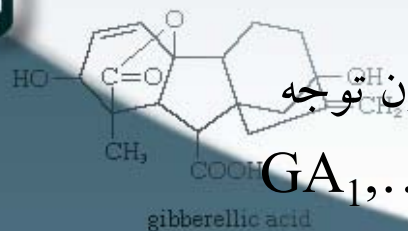
✓ مواد مشابه GA_3 را در گیاهان عالی بدست آورد. از آن ببعدمشخص شده است تعداد زیادی جبرالین ها در گیاهان آلی وجود دارند

MacMillan and Takahashi (1968)

✓ پیشنهاد کردند جبرالین ها با عدد بیان شوند ، بدون توجه

به منشا آنها

$GA_1, \dots, GA_9, GA_{10}, \dots$



Gibberellins

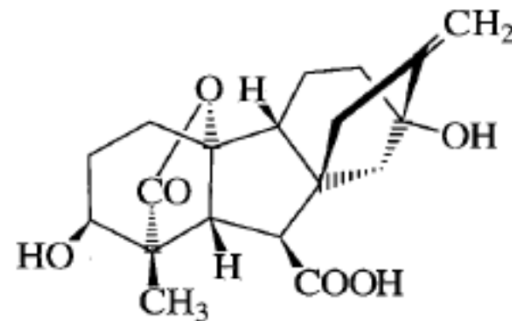
- *Nature*

based on the *entgibberellane* structure

over 125 members

the most widely available compound: GA3

the most important GA: GA1



GIBBERELLIN A₁ or GA₁

- *Sites of biosynthesis*

- young tissues of the shoot
- developing seed

 Their biosynthesis starts in the chloroplast and subsequently involves membrane and cytoplasmic steps

- *Transport*

Some GAs are probably transported in the phloem and xylem. However the transport of the main bioactive polar GA1 seems restricted

- *Effects*

- Stem growth
- Bolting in long day plants
- Induction of seed germination
- Enzyme production during germination
- Fruit setting and growth
- Induction of maleness in dioecious flowers

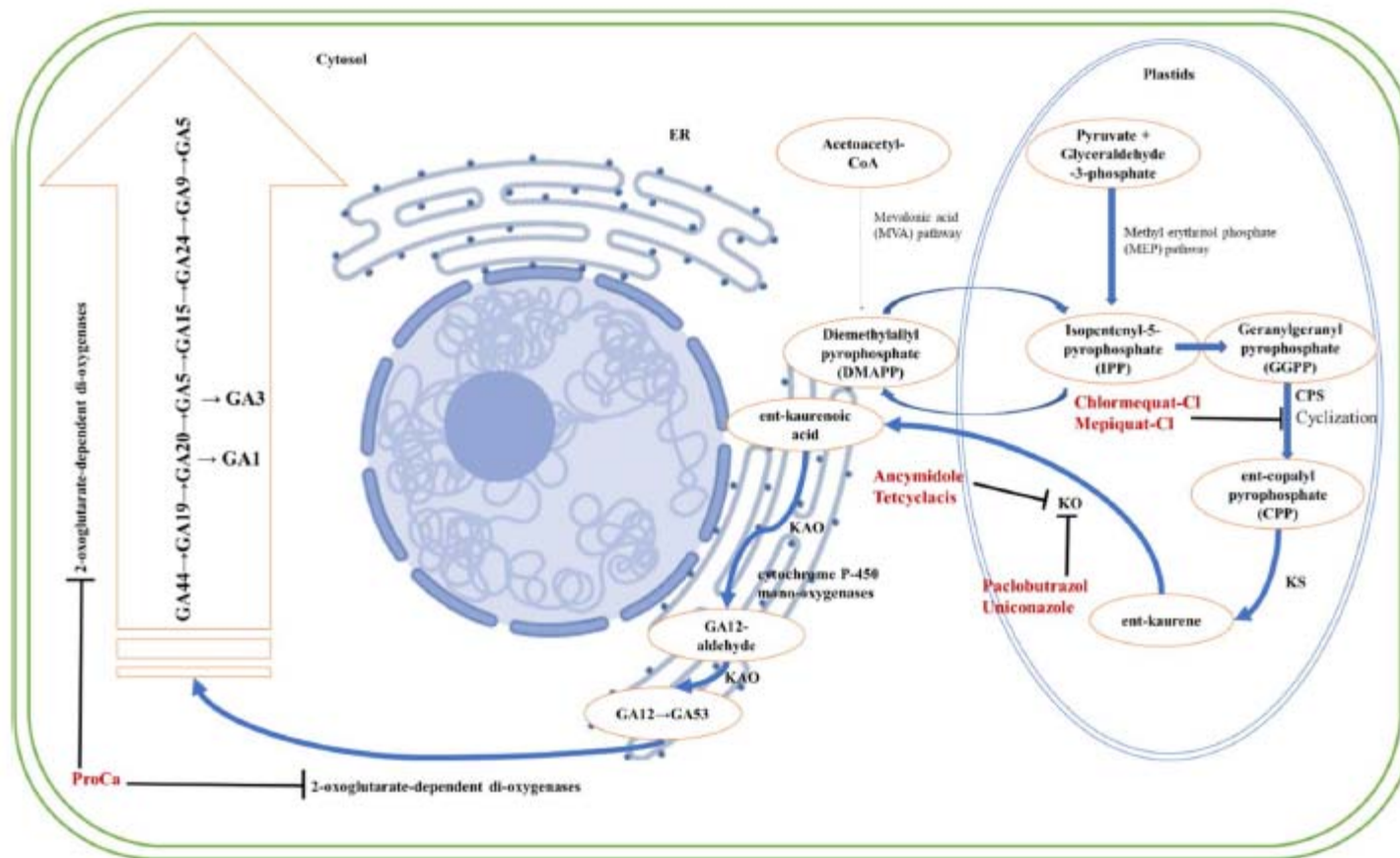


Fig. 4 Impact of growth inhibitors during gibberellin biosynthesis [CPS ent-copalyl diphosphate synthase, KS ent-kaurene synthase, KO ent-kaurene oxidase, KAO ent-kaurenoic acid oxidase, ProCa prohexadione-calcium, Cl Chloride, GA various types of gibberellins]

سایتوکینین ها (Cytokinins)

Haberlandt (1913)

✓ نشان داد مواد منتشره از آوند آبکش سیب زمینی قدرت پرآوری سلول های بافت غده سیب زمینی را دارد. اگر آوند آبکش....

Van Overbeek et al (1941)

✓ نشان دادند که یک ماده طبیعی که در شیر نارگیل (آندوسپرم مایع) می باشد قدرت پرآوری سلولی در جنین داتوره را دارد.

Van Overbeek et al (1944)

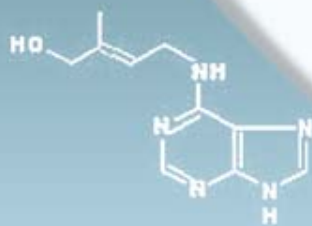
✓ عصاره خالص نشده جنین داتوره، yeast، جنین گندم و بادام آسیاب شده تقسیمات سلولی را در کشت جنین داتوره تشدید می کنند: **نتیجه: این مواد در گیاهان مختلفی وجود دارد.**

Miller et al (1955)

✓ جداسازی و شناسائی 6-furfurylaminopurine از DNA اسپرم شاه ماهی

✓ این ماده را Kinetin نامگذاری کردند چون دارای قدرت تشدید کنندگی تقسیمات سلولی

✓ (Cytokinesis) در بافت مغز ساقه توتون بود.



zeatin

Miller (1961)

✓ ماده ای شبیه Kinetin را در ذرت شناسائی و گزارش کرد. بعداً معلوم شد Zeatin است.

Letham (1963) ✓

✓ اعلام کرد که Zeatin که از ذرت استخراج کرده است یک عامل تقسیمات سلولی است.

Letham (1964)

✓ خواص شیمیائی Zeatin را اعلام و از چند گیاه دیگر استخراج نمود.

Shaw and wilson (1964)

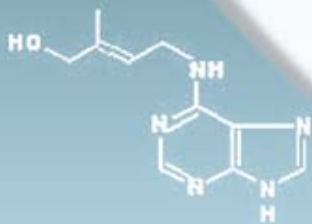
✓ شناسائی ساختمان Zeatin را تأیید نمودند.

(*) بمرور تعداد دیگری سیتوکینین کشف شد و معلوم شد که در دامنه وسیعی از گیاهان وجود دارد.

(**) ششمین کنگره بین المللی PGs (1967, Ottawa, Canada)

✓ به Kinetin و Zeatin و مواد طبیعی و مصنوعی مشابه آنها که بعداً کشف و ساخته شدند

نام سیتوکینین دادند که نقش اصلی همگی آنها کنترل تقسیمات سلولی است.



zeatin

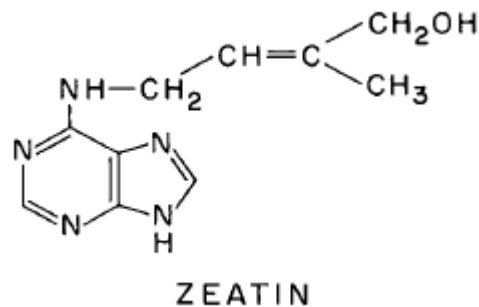
Cytokinins

- *Nature*

adenine derivatives

ability to induce cell division in tissue culture

The most common cytokinin base in plants is zeatin



- *Sites of biosynthesis*

- root tips
- developing seeds

- *Transport*

CK transport is via the xylem from roots to shoots.

- *Effects*

- ✓ Cell division
- ✓ Morphogenesis
- ✓ Growth of lateral buds
- ✓ Leaf expansion
- ✓ Senescence
- ✓ Stomatal opening
- ✓ Chloroplast development

