

*In the name of
God*



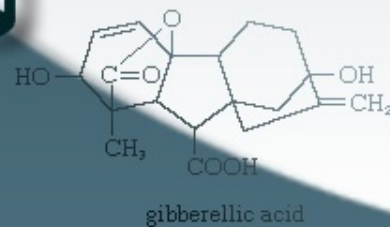
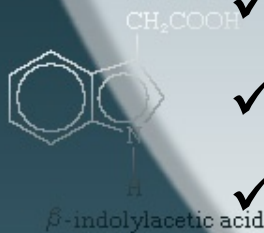
تنظیم کننده های رشد گیاهی

Plant Growth Substances

Mahdiyeh Gholami, Ph.D.

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



فصل ۱ : مقدمه

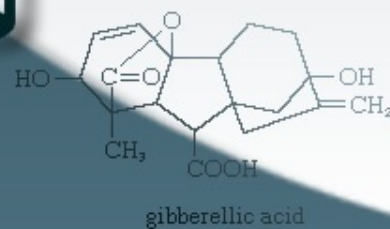
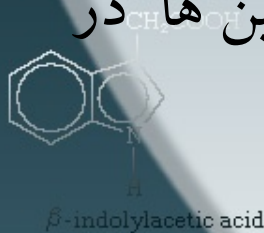
✓ کشف اکسین ها: اولین گروه از تنظیم کننده های رشد حدود ۱۰۰ سال قبل

✓ شناسائی جبرالین ها، سیتوکینین ها، آبسسیک اسید و اتیلن تا ۵۰ سال قبل

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

✓ کاربرد این ترکیبات در کشاورزی دارای پتانسیل قابل توجهی

در جهت تنظیم تعداد زیادی پدیده فیزیولوژیکی می باشد.



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)

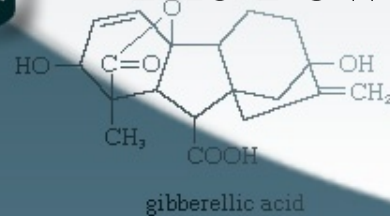
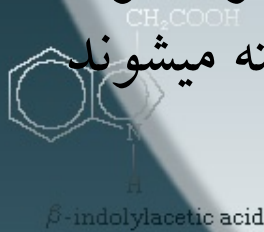
✓ پدر علم فیزیولوژی گیاهی و اولین کسی که فرض نمود موادی که در اندام های گیاهی ساخته می شوند و در جهات مختلف حرکت می کنند، رشد و نمو را کنترل می نمایند. این مواد در واکنش به شرایط محیطی ساخته میشوند

Darwin (1880)

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

- به خاطر کار در زمینه فتوتروپیسم

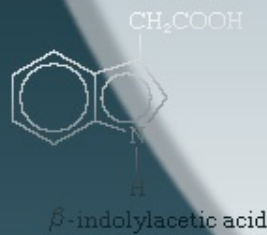
“The Power of Movement in Plants” ✓



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)

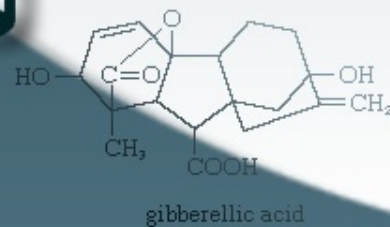


Nutritional theory

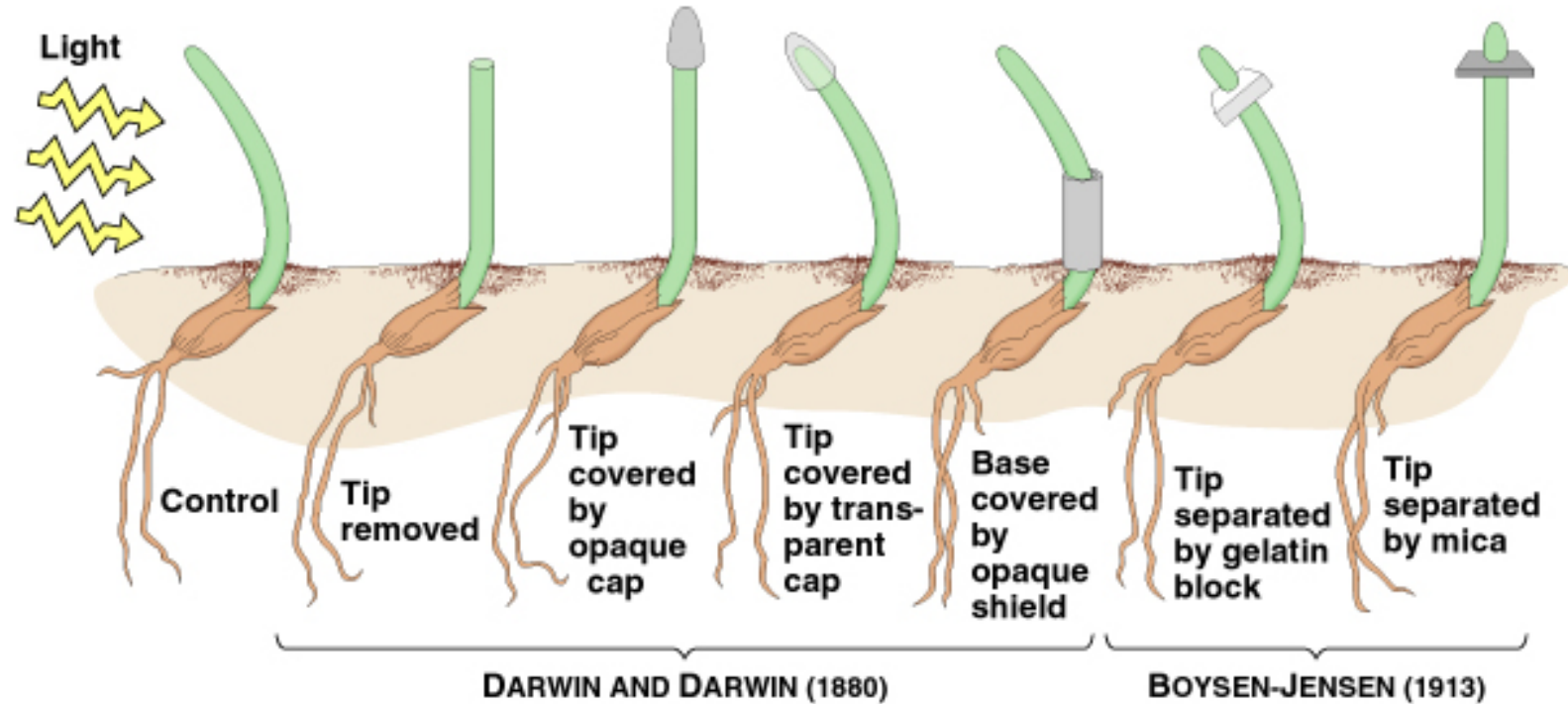
- ✓ پایه گذار Nutritional theory
- ✓ مطالعه تغییرات نسبت C/N در ارتباط با رشد گیاهان گوجه فرنگی
- ✓ تغذیه مبنای عکس العمل می باشد.....

✓ 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.

بررسی علل هماهنگی بین اندامها، بافت ها و یاخته ها

Pall (1919)

✓ بیان فرضیه حامل همبستگی Correlation Carrier که ماهیت شیمیائی دارد

Fritz Went (1926)

✓ استخراج حامل همبستگی برای اولین بار

✓ این ترکیب اولین هورمون گیاهی بود که بعدها بوسیله Kogl and Haagen-Smit (1931)، "auxin" نام گرفت.

بروز عكس العمل در گياه

۱- دريافت علائم محيطی: نور، طول روز، دما، رطوبت، قوه جاذبه زمين

۲- درك پیام دريافت شده و صدور فرمان لازم به اندام های مربوط

۳- آغاز واكنش بافت يا اندام

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

افتها و یاخته ها دارد

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.“

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 hormones are *a group of naturally occurring, organic substances which influence physiological processes at low concentrations.*

Fundamental Terms and Concepts

Jacobs (1959)

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

➤ Presence/Parallel variation

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

➤ 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:

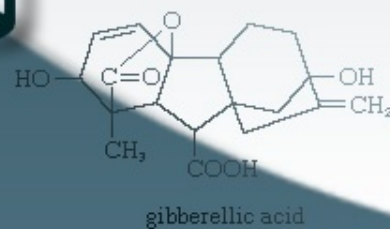
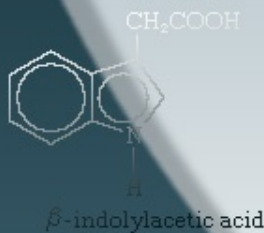
✓ بخش انتقال که جزئی از تعریف هورمون بود، حذف شده است.

✓ 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.



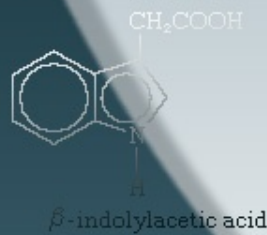
Arteca (2000)

✓ چه ترکیباتی هورمون نمی باشند:

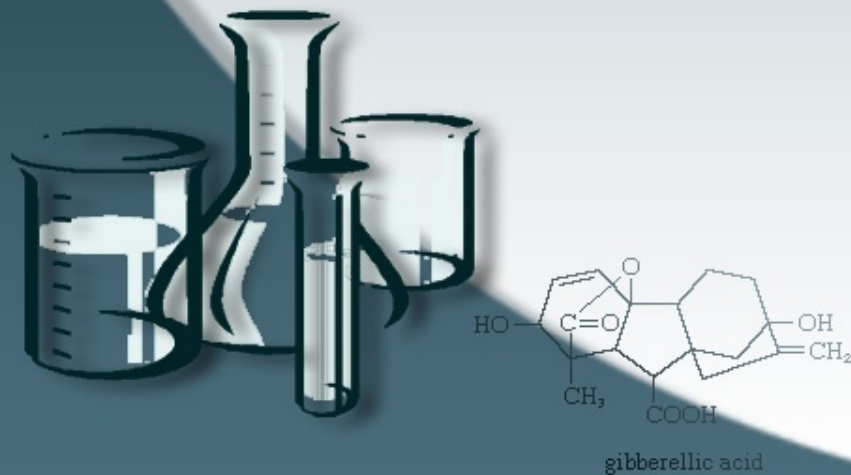
۱- ترکیبات معدنی مانند Ca^{++} یا K^+

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.

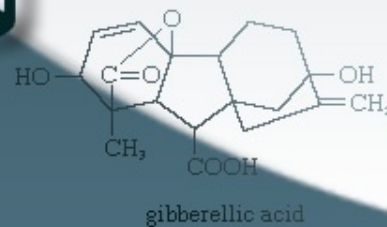
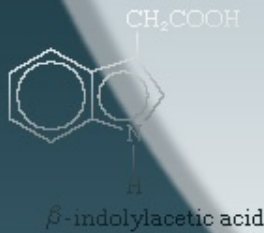


سایر تعاریف

Plant Growth Regulators (PGR):

اصطلاح مورد استفاده توسط کمپانی‌ها برای تنظیم کننده‌های رشد مصنوعی یا سنتز شده خارج گیاه: Synthetic regulators

گاهی همراه لغت Regulators نام پدیده فیزیولوژیکی که تحت تاثیر قرار می‌گیرد نیز ذکر می‌شود (تعریف نوع تنظیم کنندگی)
مانند Flowering regulators, Growth regulators

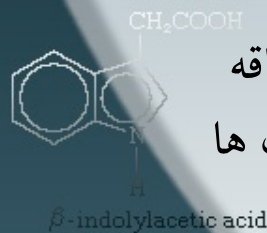


Growth retardant or Growth inhibitor

✓ 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)

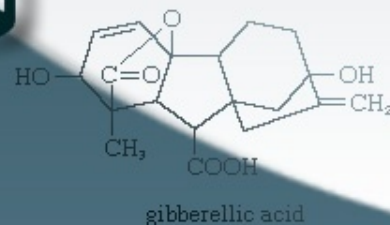
✓ بازدارنده ها تقریباً گروه عکس تنظیم کننده های رشد PGS هستند که یک پدیده فیزیولوژیکی یا بیوشیمیایی را در گیاهان باز میدارند یا کند می کنند.



✓ کند کننده ها ترکیبات آلی هستند که تقسیم سلولی و طولیل 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



کشف هورمون ها

- Sachs between 1880 and 1893:

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

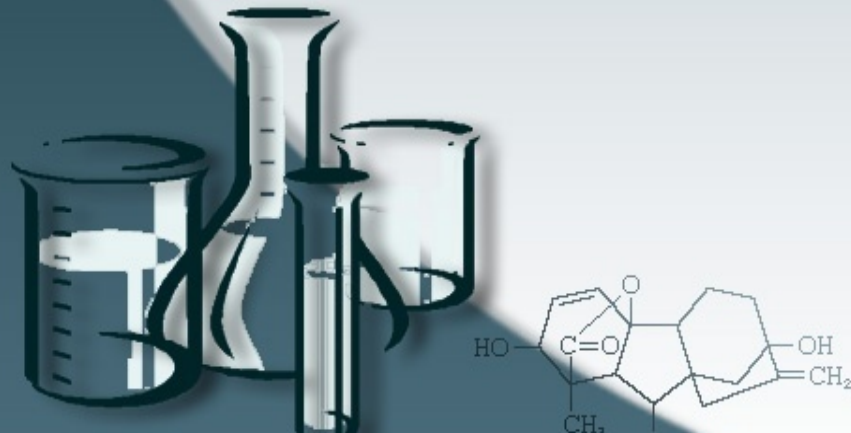
- At about the same time Darwin:

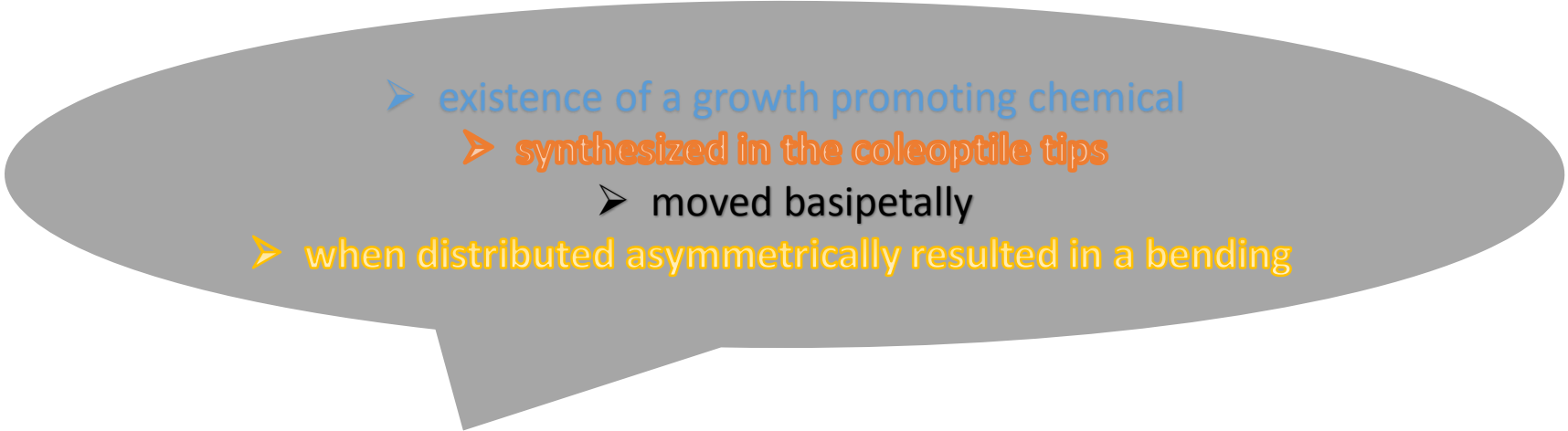
A signal was transported from the tip of the coleoptile to the bending regions lower down.

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

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.

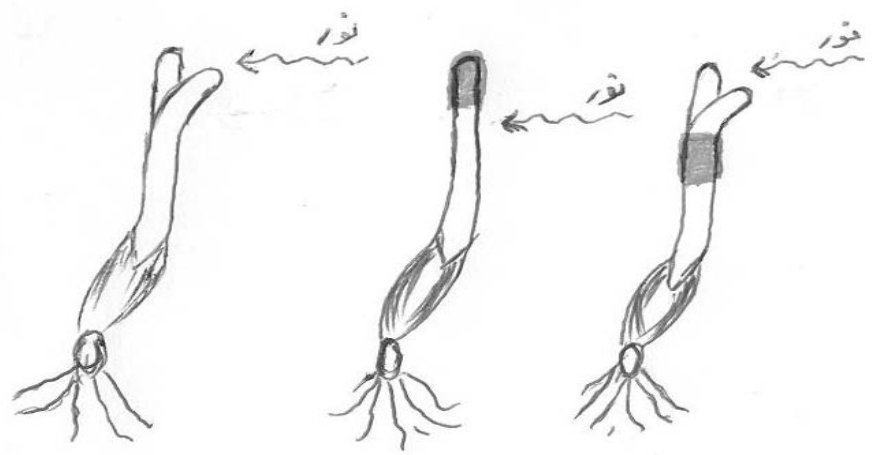
۲- وقتی نوک کولئوپتیل به وسیله آلومینیوم فویل پوشیده شد و به قسمت پائین نور یکطرفه تابیده شد، کولئوپتیل خم نشد.

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

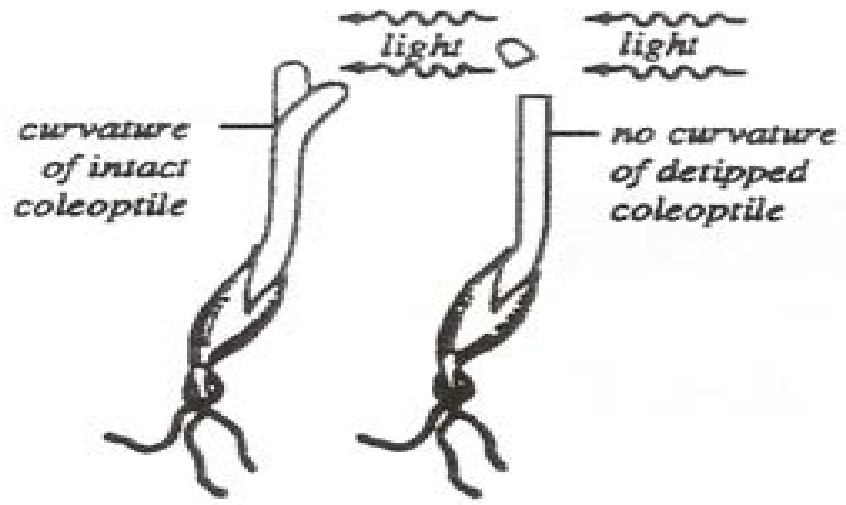
نتیجه آزمایش: نوک کولئوپتیل نور را دریافت می کند و پس از درک،

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

می گردد.



Darwin 1880
(1)



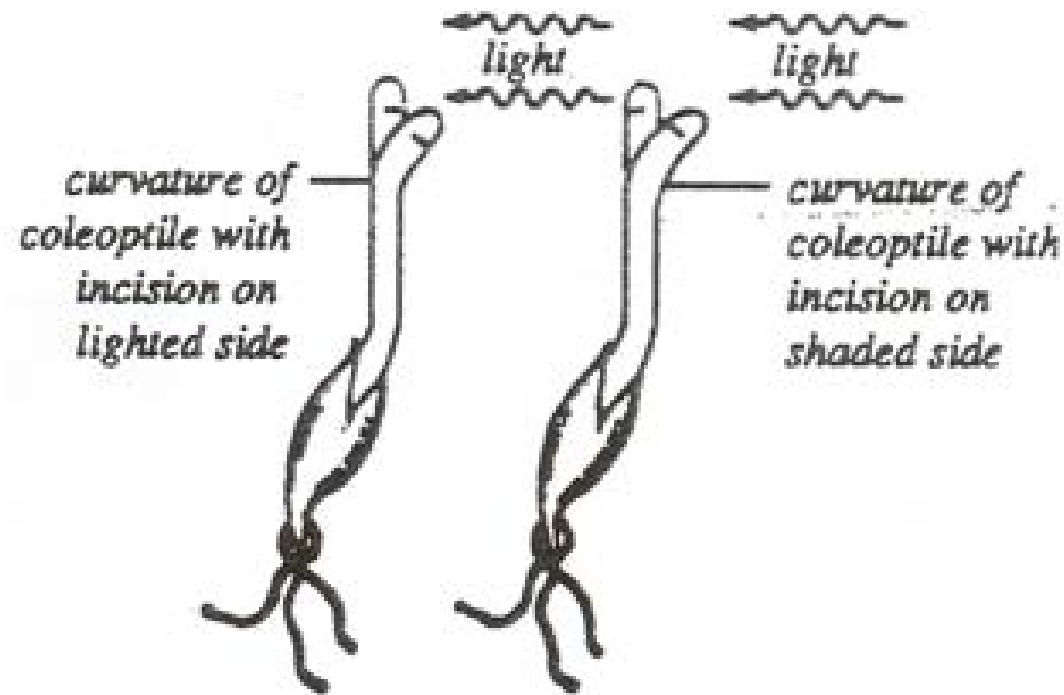
Darwin, 1880
(2)

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.



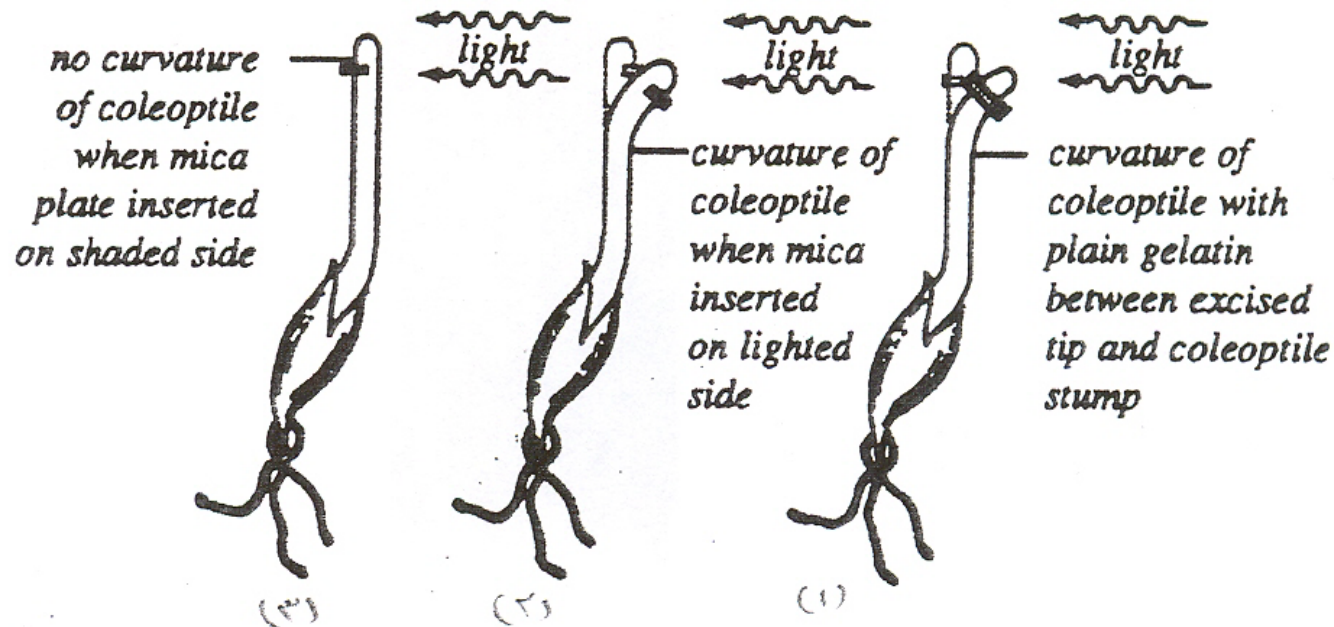
Boysen-Jensen (1913)

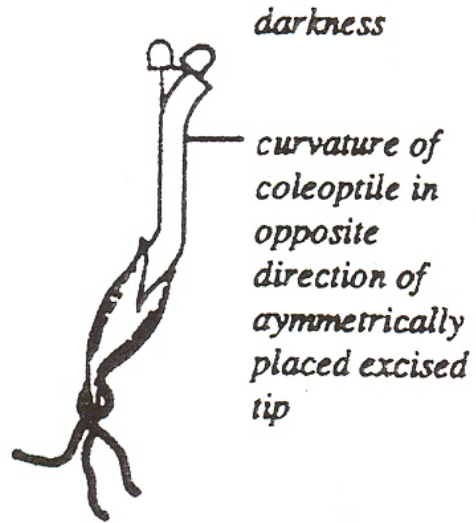
✓ محرکی که بوسیله نور ایجاد می شود می تواند در مواد غیرزنده مثل ژلاتین نفوذ کند.

✓ **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 همرا 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.



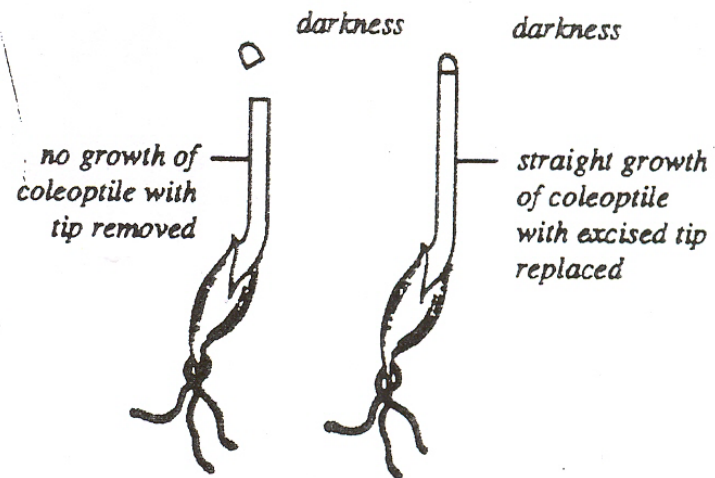


Paal (1918)

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

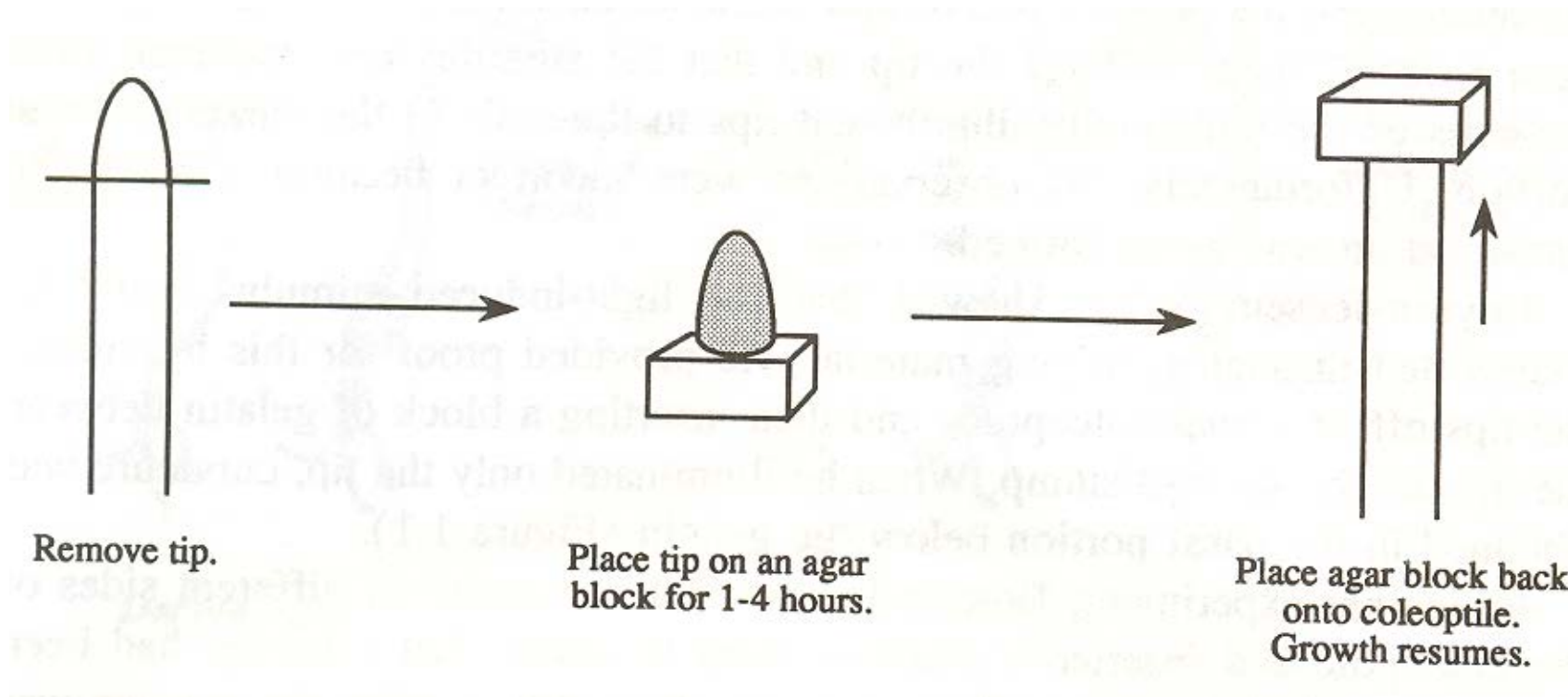
Soding (1925)

✓ 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.

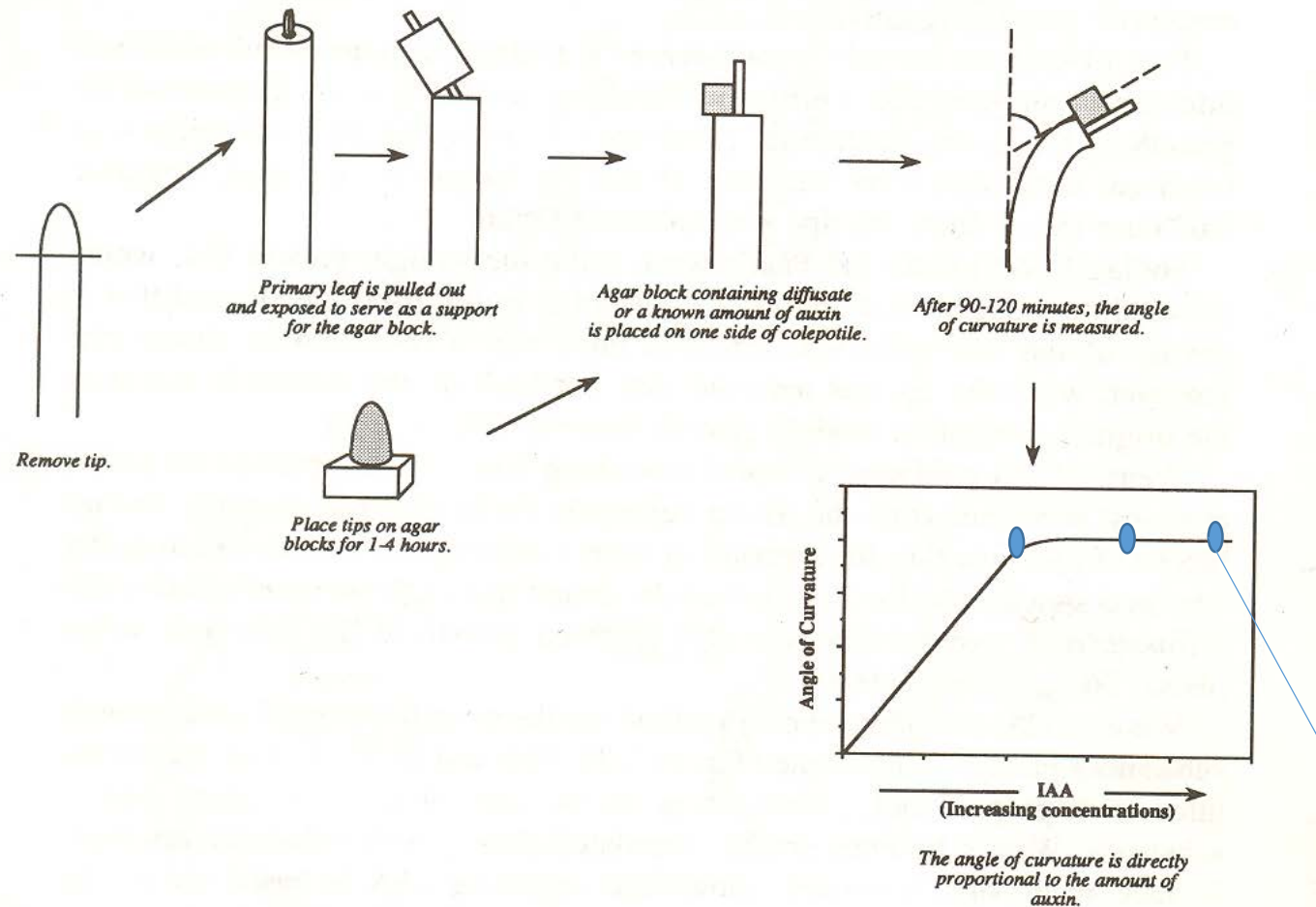


Went (1928)

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

Avena Curvature Test (آزمون خمش کولتوپتیل یولاف)

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



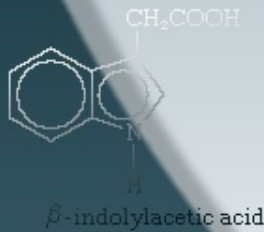
Kogl (1931-1934)

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

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

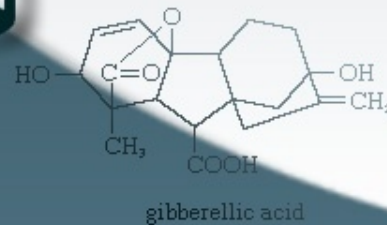
Thimann (1935)

✓ استخراج IAA از کشت *Rhizopus suinus*



Haagen-Smit et al (1946)

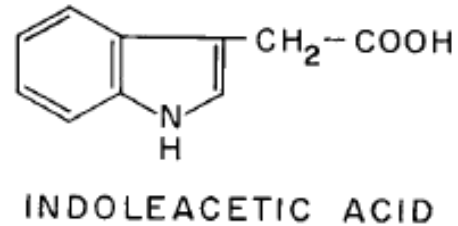
✓ استخراج IAA خالص از آندوسپرم نارس دانه ذرت
✓ این اولین بار بود که IAA در یک گیاه آلی به دست آمد.



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

- *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،

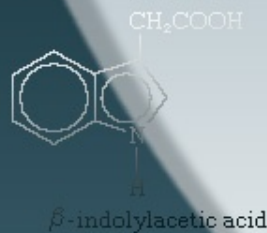
نفتالین ها،

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

