

اکسین (Auxins)

a- Biosynthesis of IAA

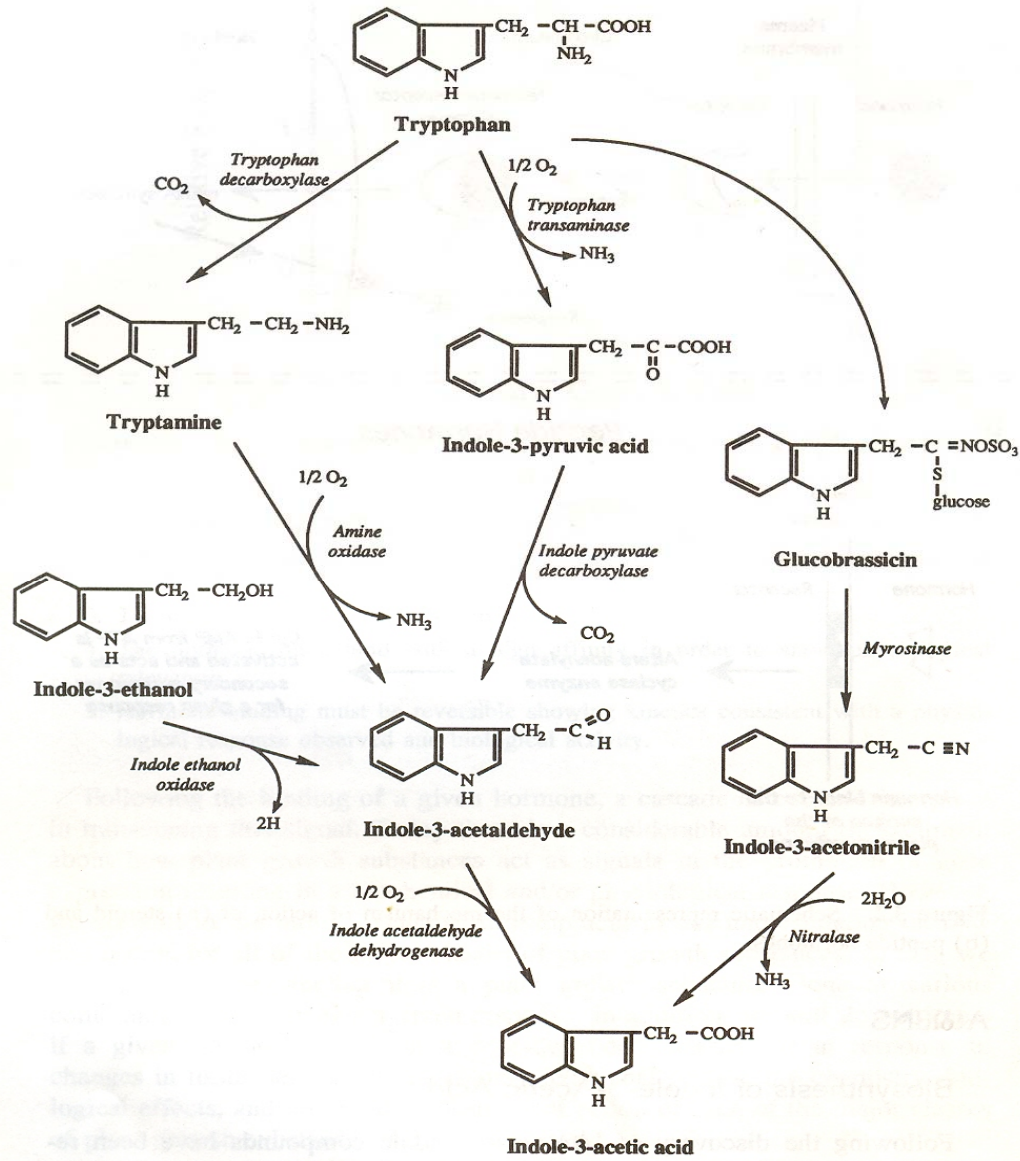
Thimann (1935)

✓ در کپک تریپتوفان می تواند تبدیل به IAA شود.

Wildman et al (1947)

✓ در برگ اسفناج یک سیستم آنزیمی موجود است که تریپتوفان را به IAA تبدیل می کند.





b-Free Versus Bound Auxins

اکسین های آزاد و باند شده

اکسین های آزاد:

- ۱- به آسانی به خارج بافت منتشر می شوند.
- ۲- به آسانی توسط حلال های مختلف می توان عصاره گیری نمود.
- ۳- به سرعت در تنظیم پدیده های فیزیولوژیکی بکار می رود.

Indole-3-acetaldehyde

Indole-3-acetonitrile

Indole-3-ethanol

Indole-3-pyruvic acid

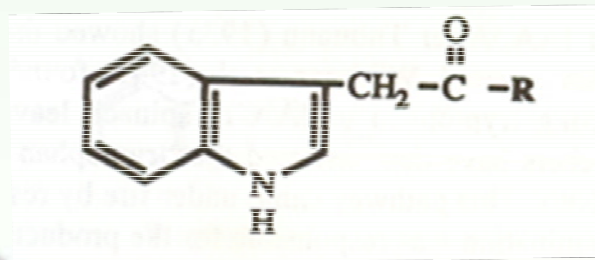


تبدیل اکسین های باند شده

- 1- Hydrolysis تجزیه شیمیائی یک پیوند یا باند بوسیله اسید یا باز
- 2- Enzymolysis (enzymatic breakdown)
- 3- Autolysis (self-digestion)

اکسین های باند شده:

- ۱- فرم های ذخیره IAA-glucosides (گلوکوزیدهای IAA, تجزیه آنزیمی)
- ۲- فرم های مسمومیت زدا Detoxification (ترکیبات اسید آمینه و پروتئین، هیدرولیز اسیدی یا بازی)



R \Rightarrow OH
aspartate
glutamate
arabınose
protein

C- Destruction of IAA تخریب IAA

1- Enzymatic oxidation (IAA oxidase)

2- Photo oxidation

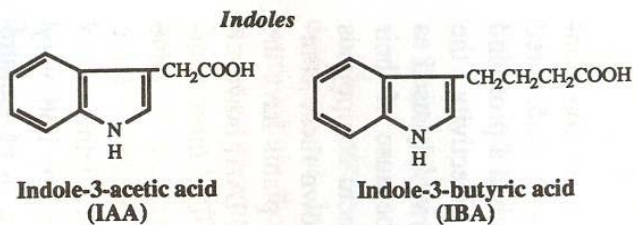
D- Synthetic Auxins

اکسین های سنتز شده ترکیباتی هستند که در تاثیر گذاری مشابه با IAA و حتی قویتر اما از نظر ساختمانی متفاوتند:

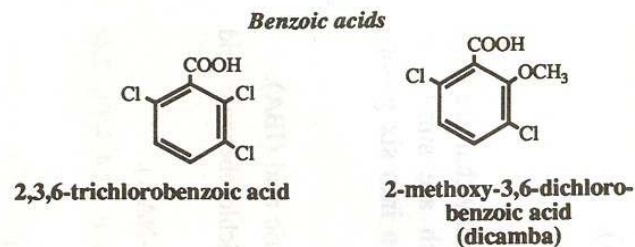
۶ گروهند که دو گروه خاصیت علف کشی دارد.

ترکیبات آزاد- نمک ها- نمک های آمینه

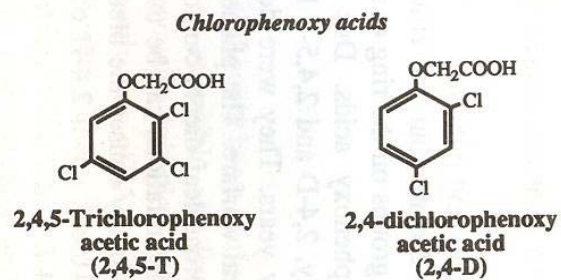




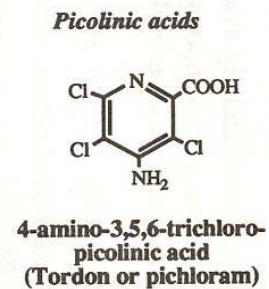
مشتقات ایندول



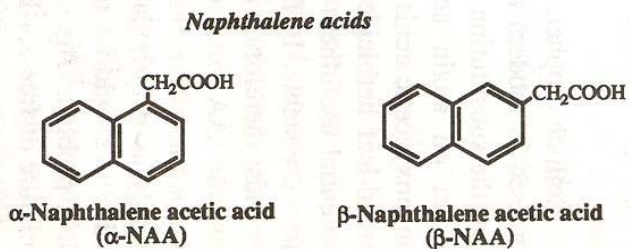
اسیدهای بنزویک



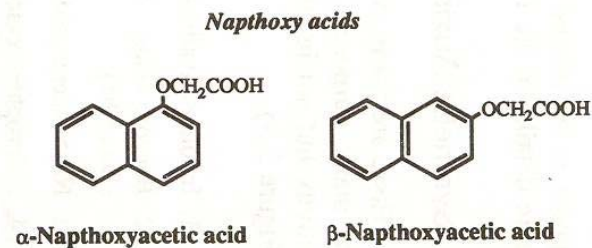
کلروفنوکسی استیک اسید



پیکولینیک اسید



اسیدهای نفتالن



نفتوکسی استیک اسید

Auxin Transport

F. Went (1934): basipetal

Jacobs (1961): $\frac{\text{acropetal}}{\text{basipetal}} = \frac{1}{3}$

سرعت حرکت در ساقه ۶-۲۶mm/h basipetal
سرعت حرکت در ریشه ۱-۲mm/h basipetal
حرکت اکسین در گیاه active فعال است.



Danielli (1954) ✓

خصوصیات حرکت فعال در گیاه را توصیف نموده است:

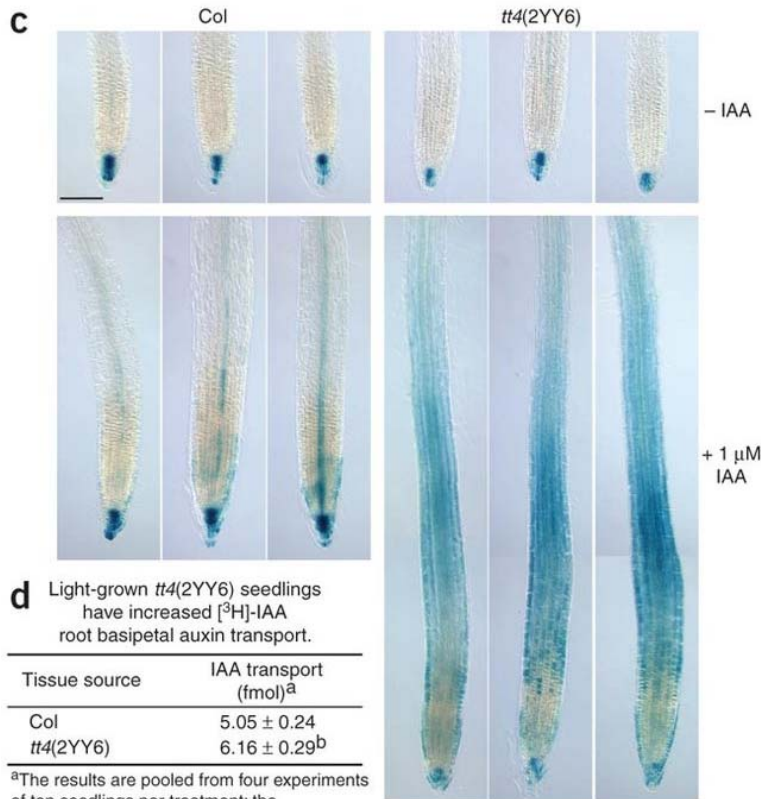
- ۱- سرعت حرکت ترکیب باید بیشتر از سرعت diffusion باشد.
- ۲- ترکیب باید به وسیله نیروهای متابولیکی به جلو برده شود.
- ۳- ترکیب برخلاف شیب غلظت حرکت کند.
- ۴- سیستم انتقال بایستی برای یک ترکیب خاص اختصاصی باشد.
- ۵- ترکیبی که منتقل میشود باید یک اثر اشباع نشان دهد



• این انتقال به دو روش قابل اندازه گیری است:

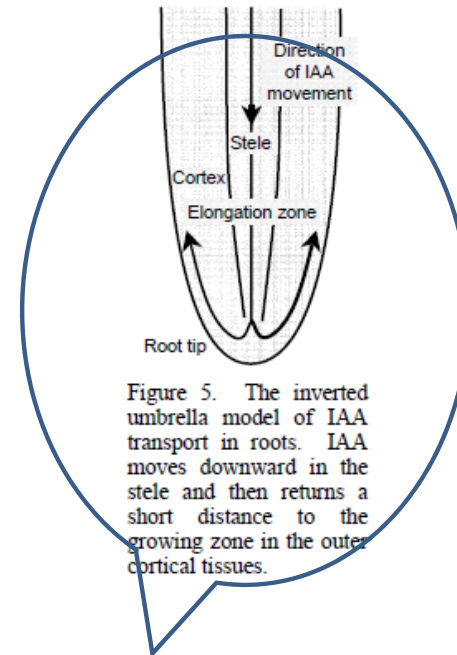
- 1- سنجش حیاتی روی قطعه آگار پائینی
- اندازه گیری آن بوسیله کروماتوگرافی

2- نشان دار کردن

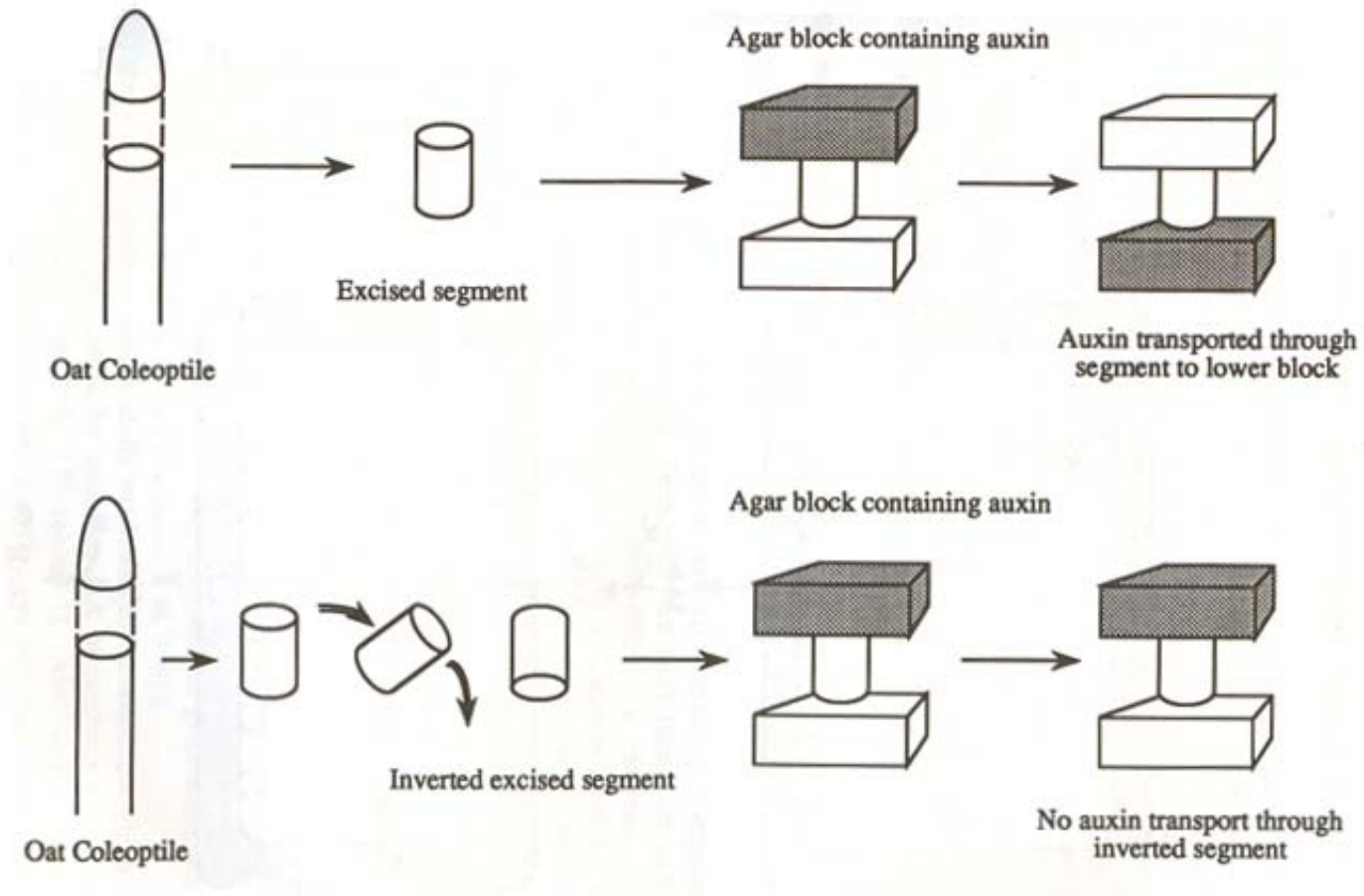


^aThe results are pooled from four experiments of ten seedlings per treatment; the average and SE are reported.

^bSignificantly different as judged by Student's *t* test, *P* = 0.005.



آزمایش انتقال IAA



فرضیه Chemiosmotic انتقال قطبی IAA

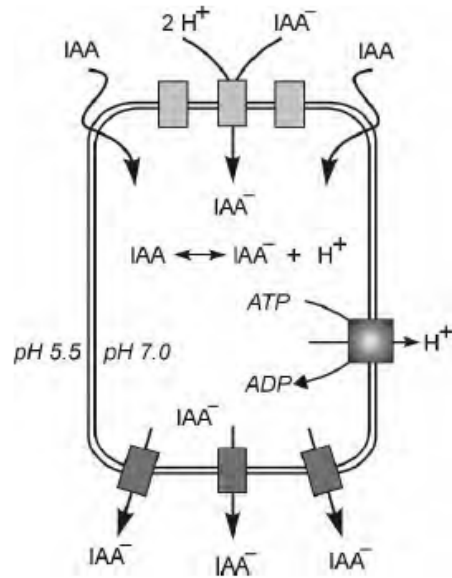
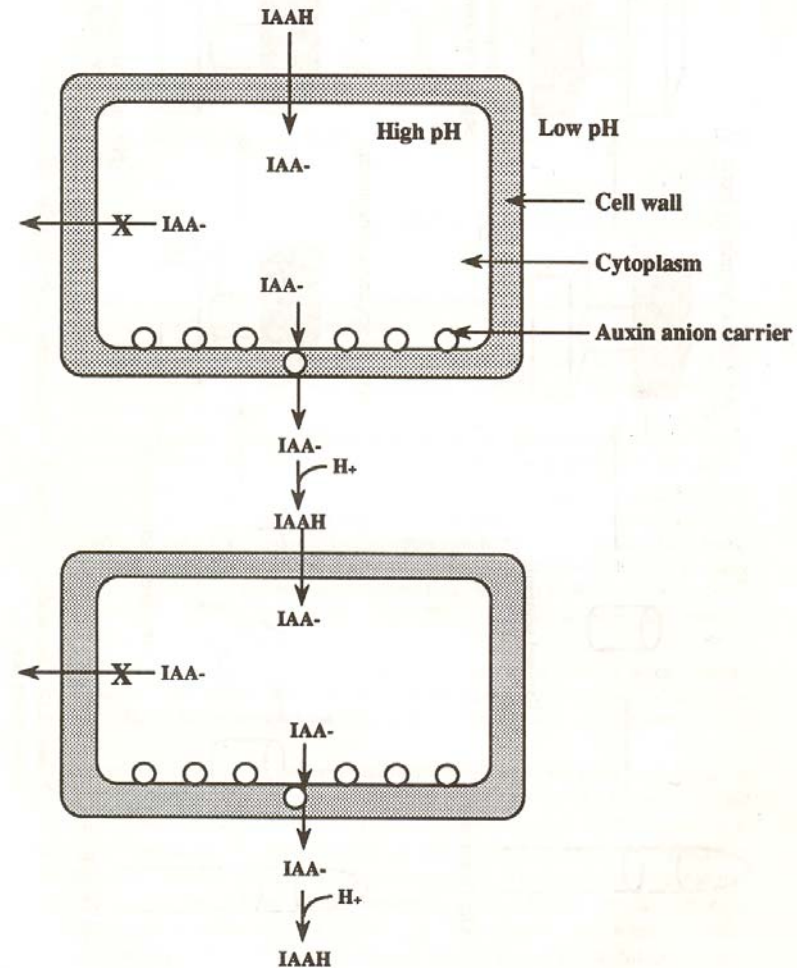
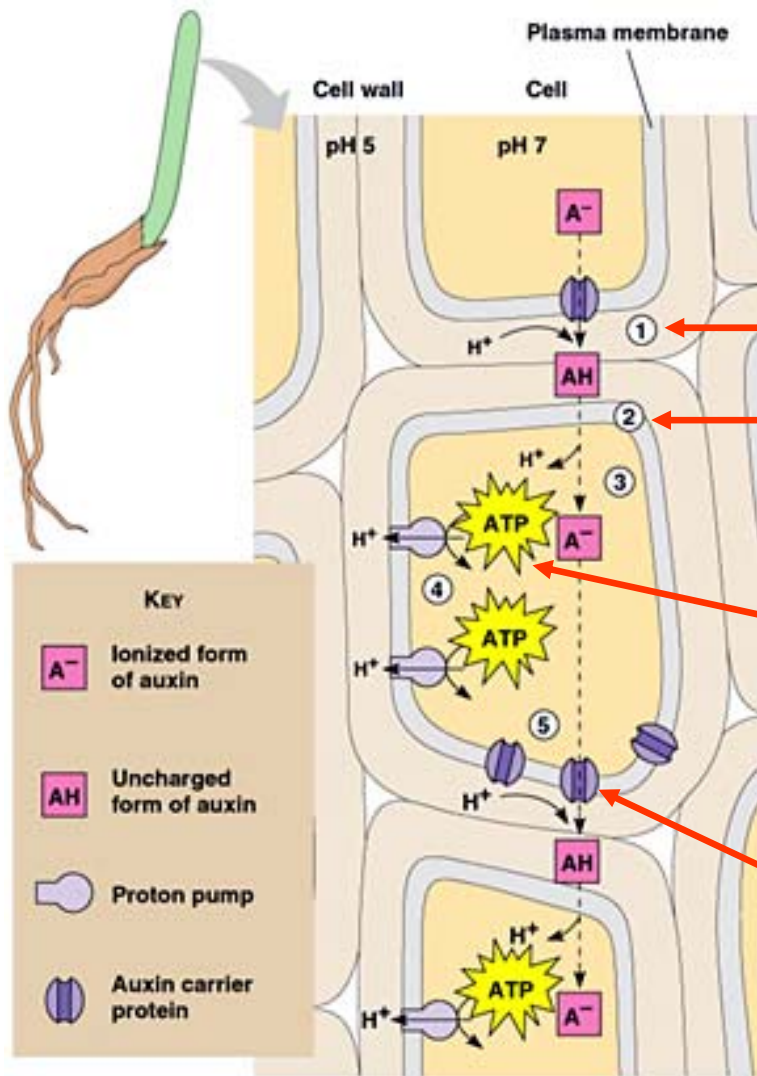


Figure 3. Components of transmembrane auxin transport according to the chemiosmotic polar diffusion model (33). A membrane pH gradient (maintained by plasma membrane H^+ -ATPases) drives diffusive accumulation of undissociated auxin molecules. At the higher pH of the cytoplasm, some of the auxin molecules which enter the cell dissociate. The plasma membrane is relatively impermeable to auxin anions (IAA^-), which are "trapped" in the cytoplasm and can only exit or enter the cell through the action of specific influx (upper; light shading) and efflux (lower; heavy shading) carrier systems. Asymmetry in the distribution of the two carrier systems, more especially the efflux carrier, results in a net polar transport of auxin through the cell.



- A component of auxin transport, which is highly polar, appears to be catalyzed by auxin efflux carriers, membrane proteins thought to **pump auxin molecules** from the **interior of cells** into the surrounding **extracellular space**, or apoplast, from where they can enter neighboring cells. In this model, an **asymmetric distribution of auxin carrier** proteins within the plasma membrane, defines the direction of auxin transport.

***Polar* transport of auxin**



Transport at ~1 cm/hr implies active transport

Picks up a hydrogen ion at the acid wall environment

Passes across membrane as a neutral molecule

Gives off the H⁺ into the cell which induces the proton pump

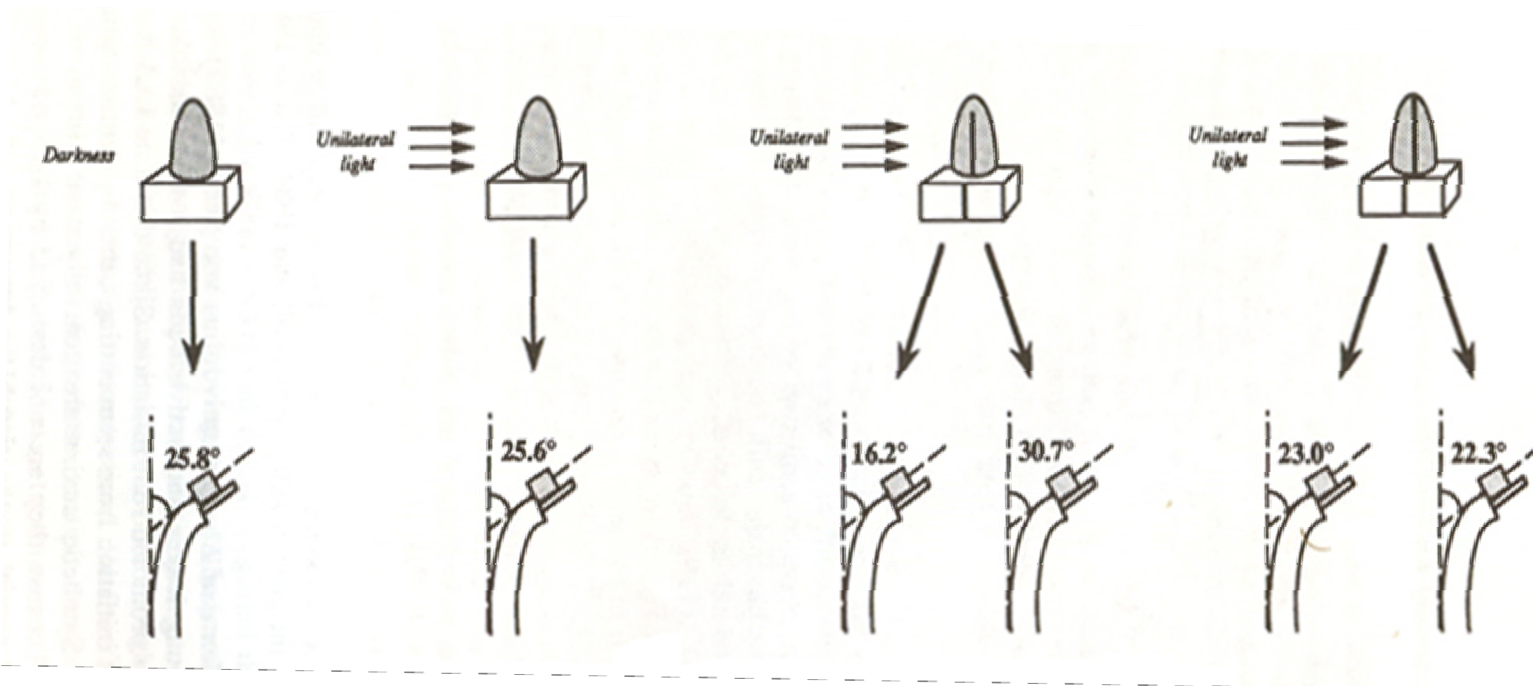
Auxin can only exit the cell at its basal end where there are specific carrier proteins

E- Physiological Effects of IAA

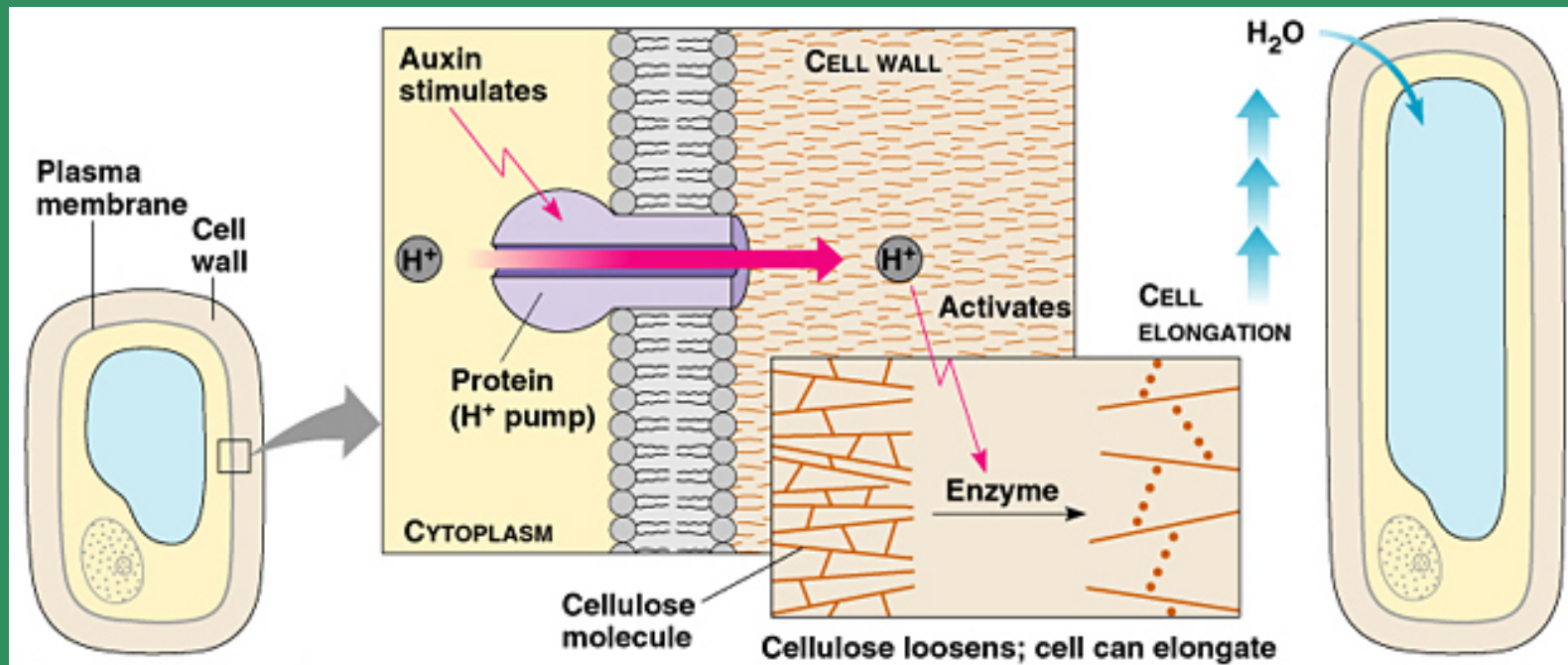
1- Cellular Elongation

طویل شدن سلولی

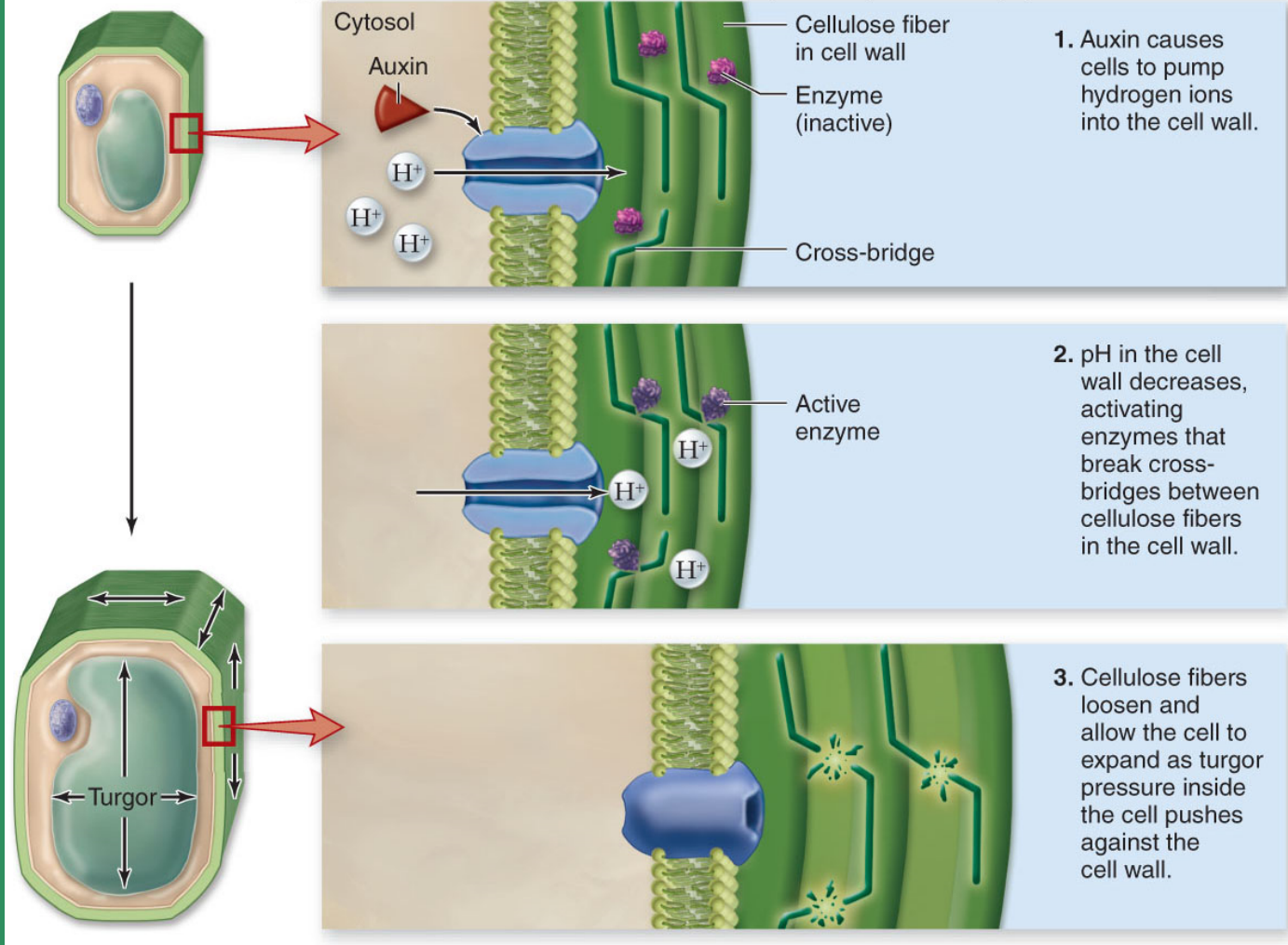
مراحل طویل شدن سلولی

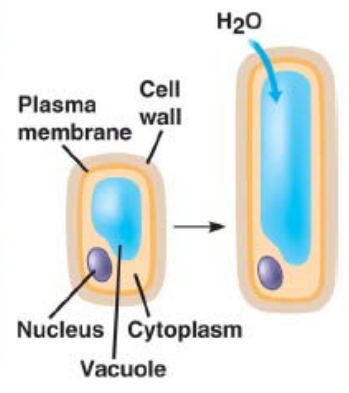
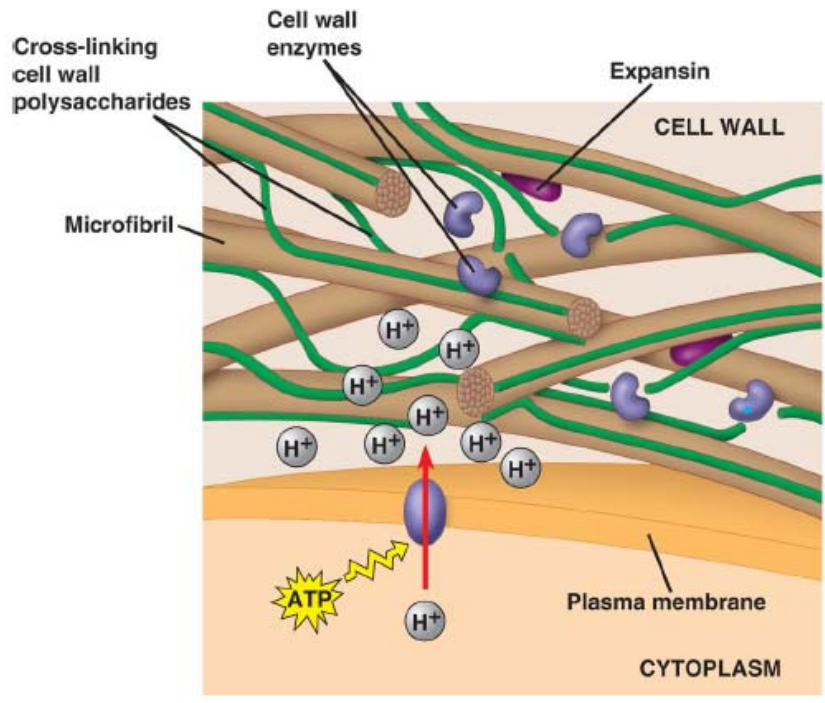


The acid growth hypothesis



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

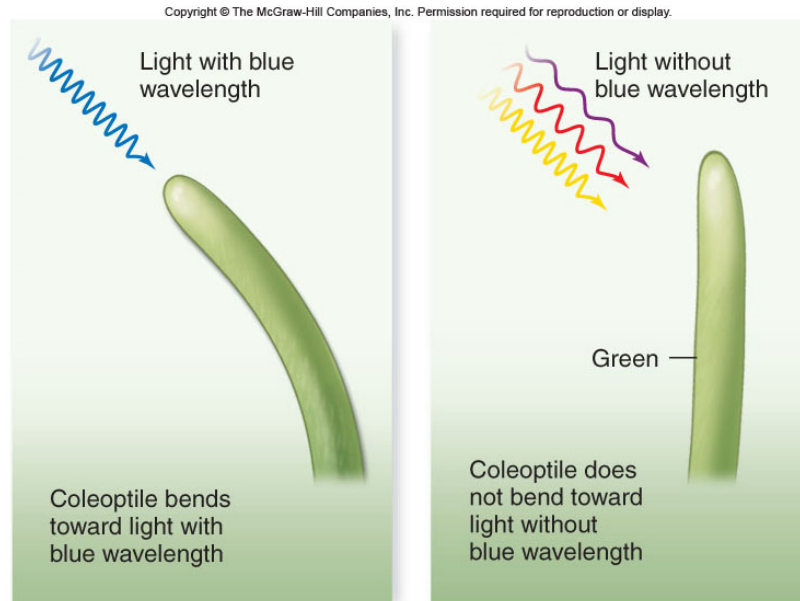




2- Phototropism

نور گرائی

Phototropic responses including the bending of growing stems to sources of light with blue wavelengths (460-nm range)



Phototropisms

A blue-light receptor **phototropin 1 (PHOT1)** has been characterized

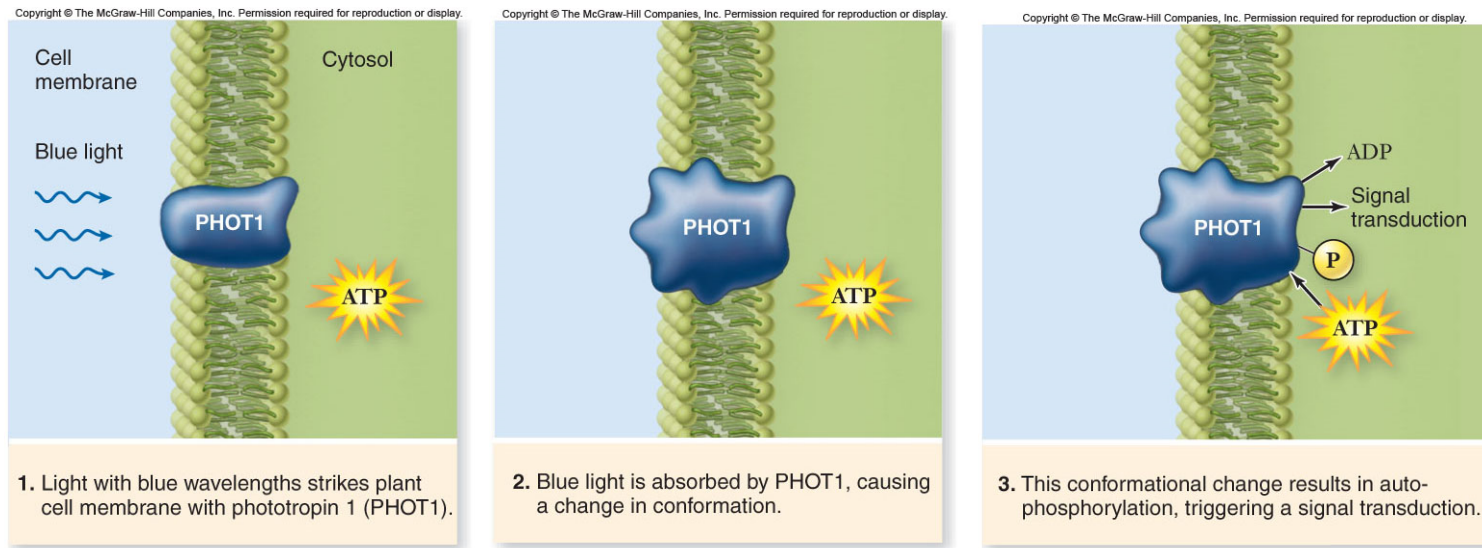
- Has two regions

- Blue-light activates the light-sensing region of PHOT1

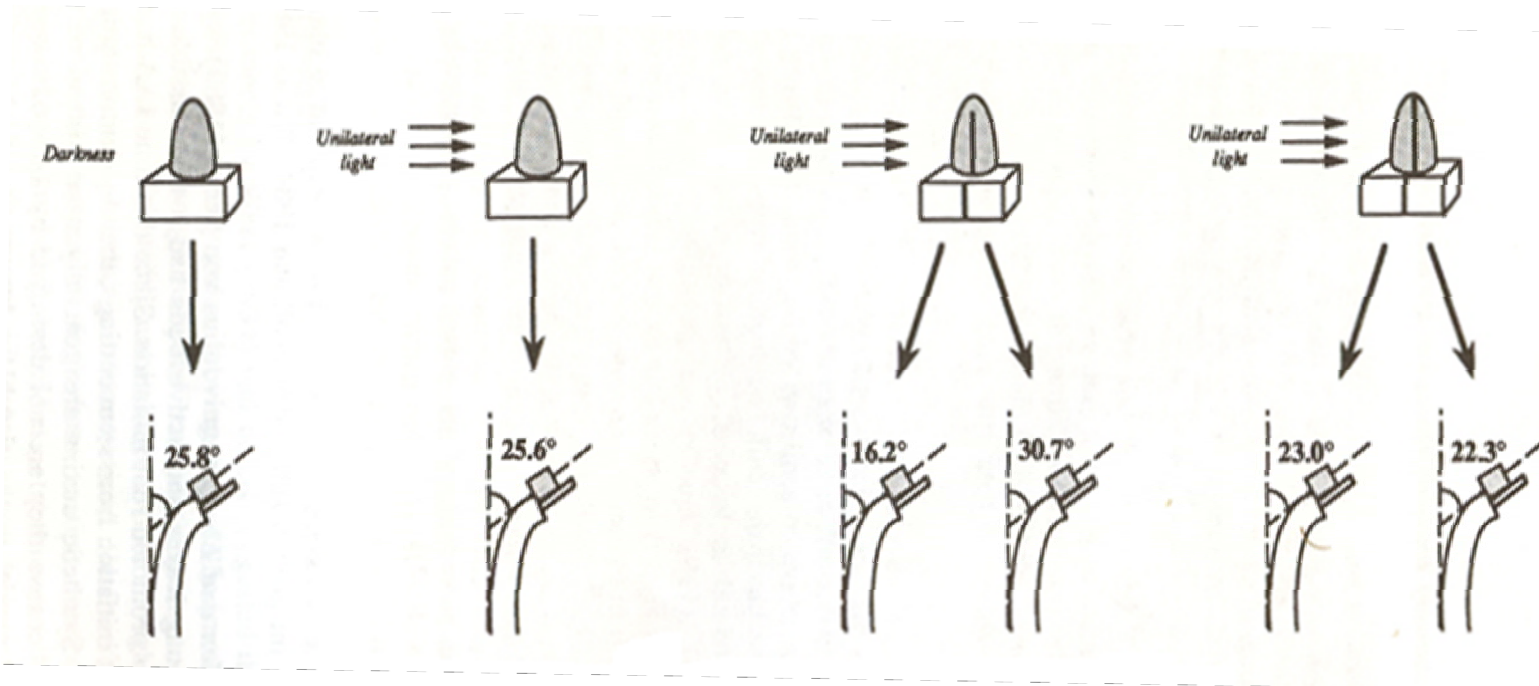
- Stimulates the kinase region of PHOT1 to autophosphorylate

- Triggers a signal transduction

Phototropisms



A **protein kinase** is a **kinase** enzyme that modifies other molecules, mostly **proteins**, by chemically adding phosphate groups to them (phosphorylation)



Responses to Gravity

Gravitropism is the response of a plant to the gravitational field of the Earth

-Shoots exhibit negative gravitotropism;
roots have a positive gravitropic response



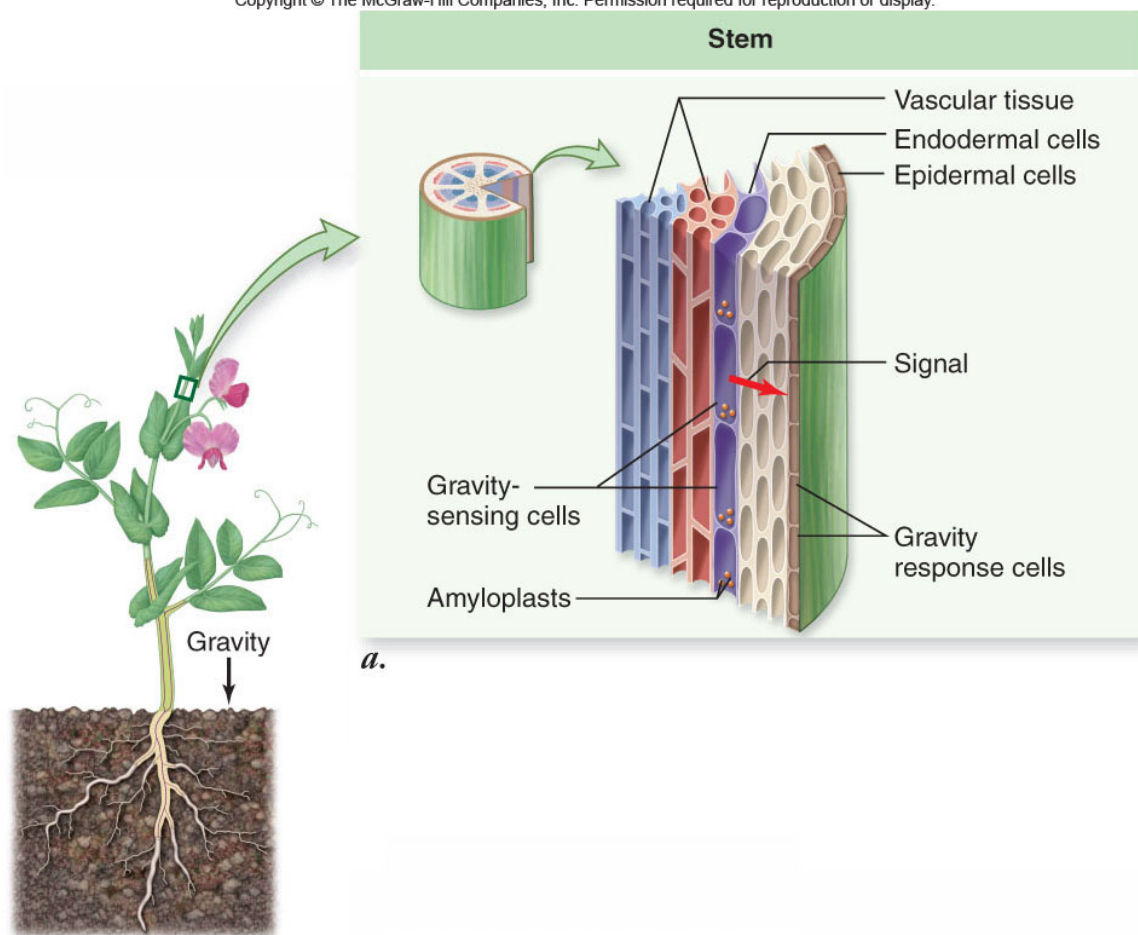
Responses to Gravity

In shoots, gravity is sensed along the length of the stem in endodermal cells surrounding the vascular tissue

-Signaling is in the outer epidermal cells

In roots, the cap is the site of gravity perception

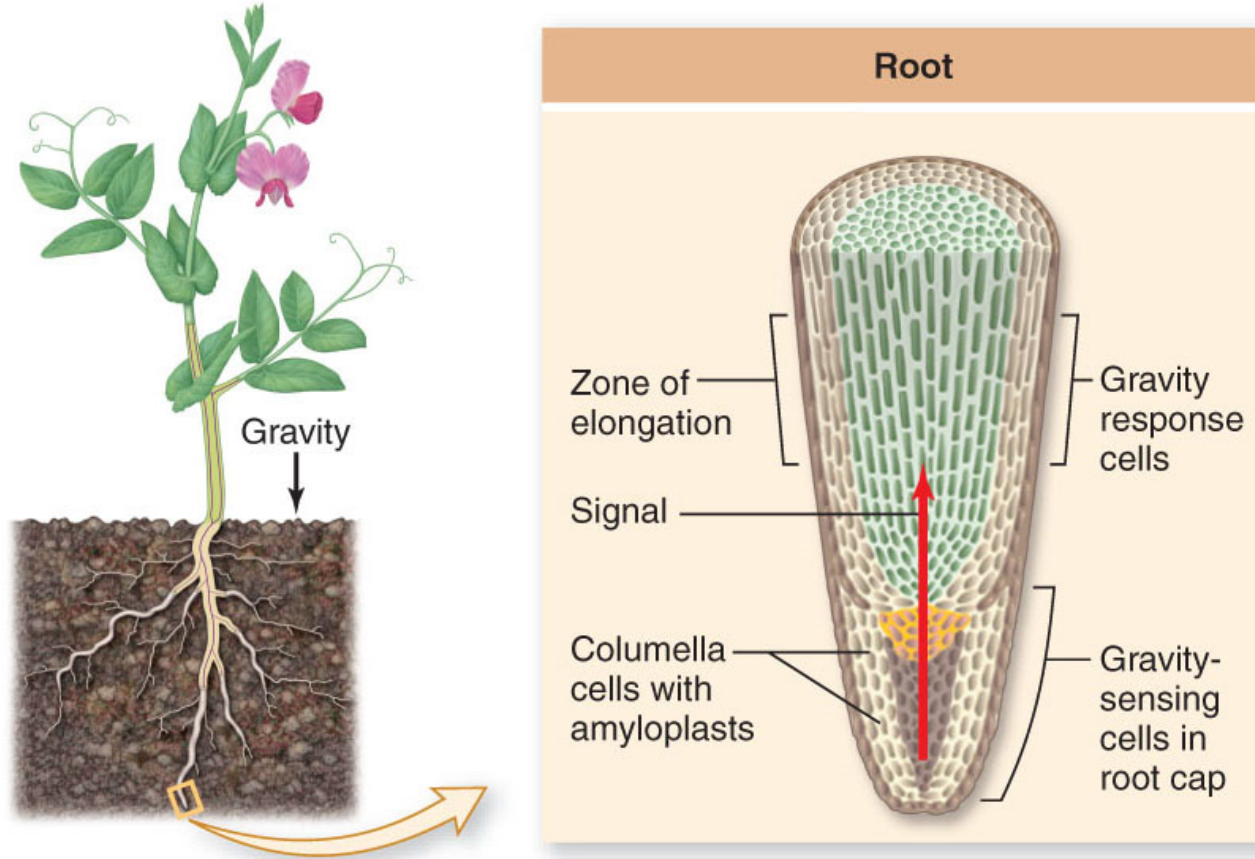
-Signaling triggers differential cell elongation and division in the elongation zone



Based on data from The Arabidopsis Book. Figure

استاتولیتها دانه های بسیار ریز نشاسته هستند که به وسیله غشایی احاطه شده و غالبا در سلولهای بافتی در حال رشد یافت میشوند

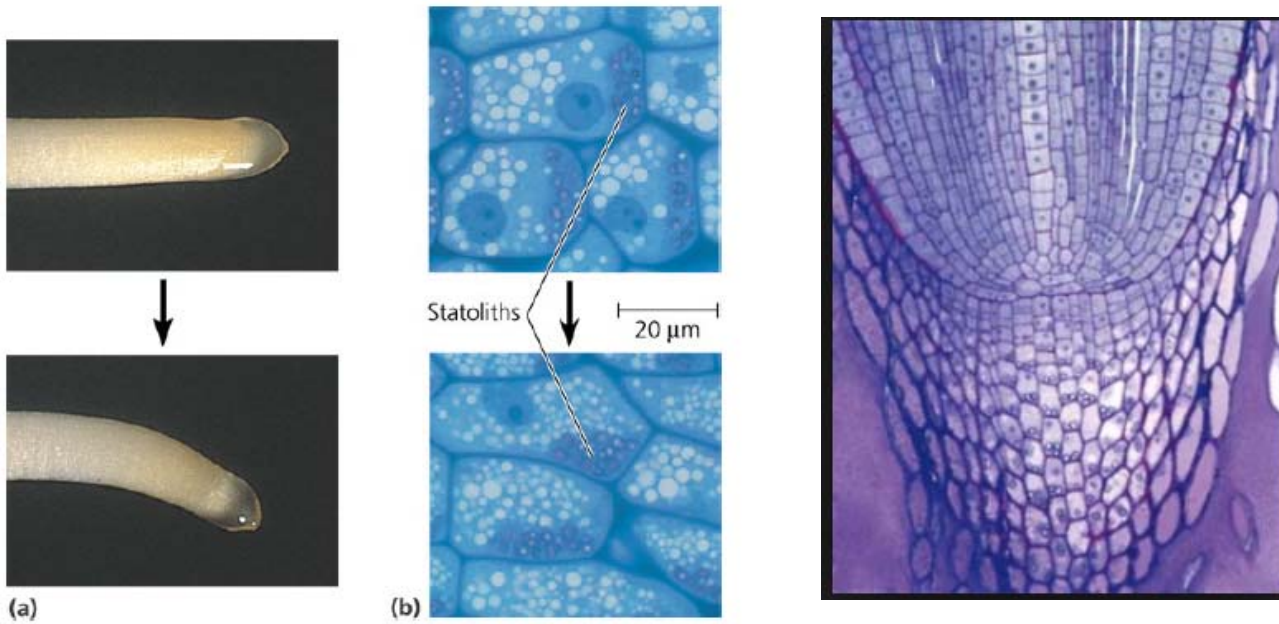
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



b.

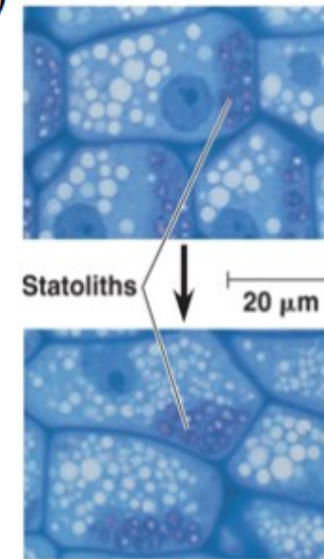
Based on data from The Arabidopsis Book. Figure

Gravitropism



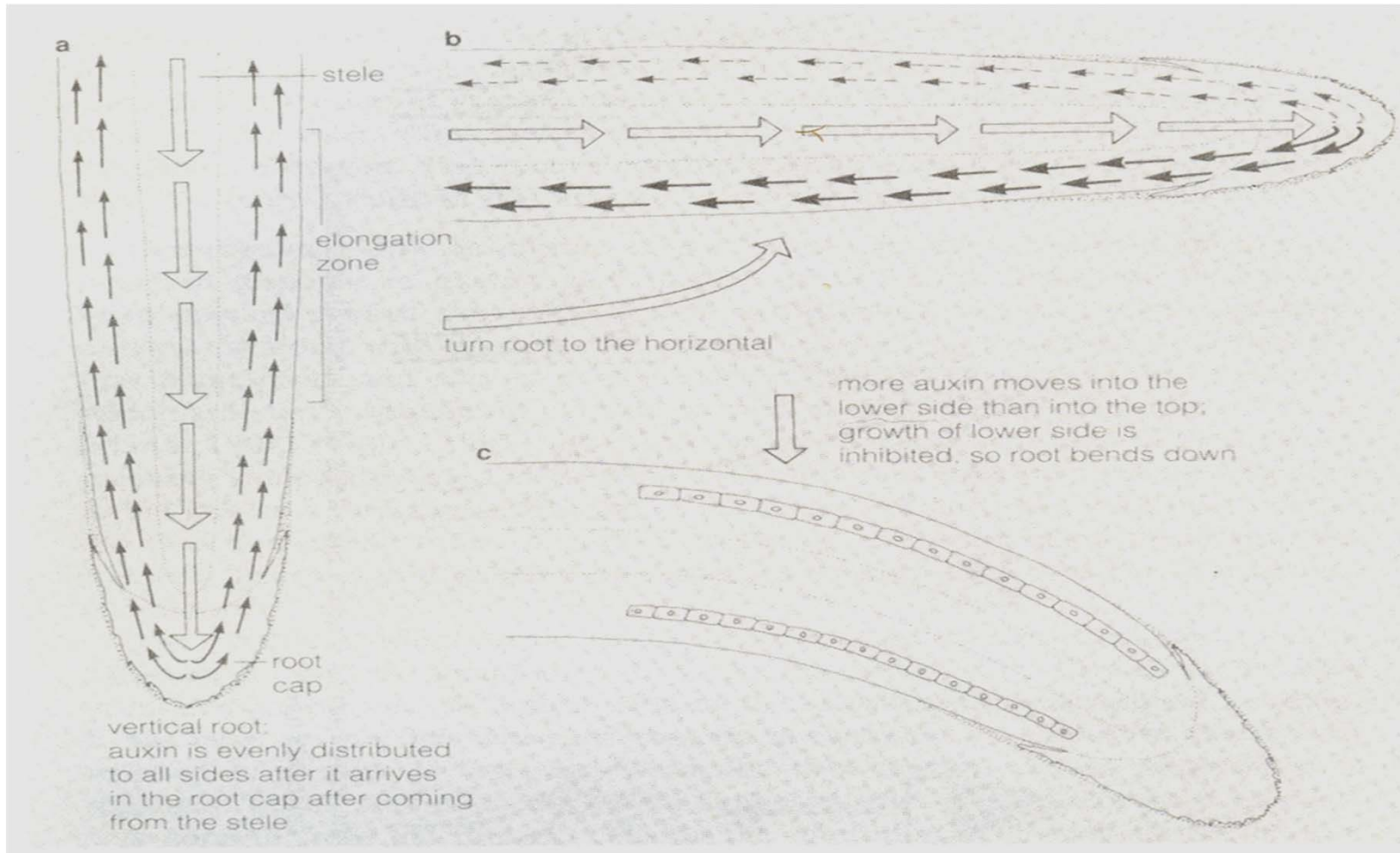
-
- Plants may detect gravity by settling of **statoliths**, specialized plastids containing dense starch grains located in lower portions of cells (in roots, certain root cap cells)

- Aggregates at lower points trigger redistribution calcium, which causes lateral transport of auxin root
 - Calcium/auxin accumulate on lower side of root's zone of elongation
 - At high concentrations, auxin inhibits cell elongation, slowing growth on root's lower side
 - More rapid elongation on upper side causes root to curve as it grows
 - Still occurs in plants w/no statoliths (dense organelles, in addition to starch granules, may contribute to gravity detection)
-



(b) Statoliths settling

3- Geotropism



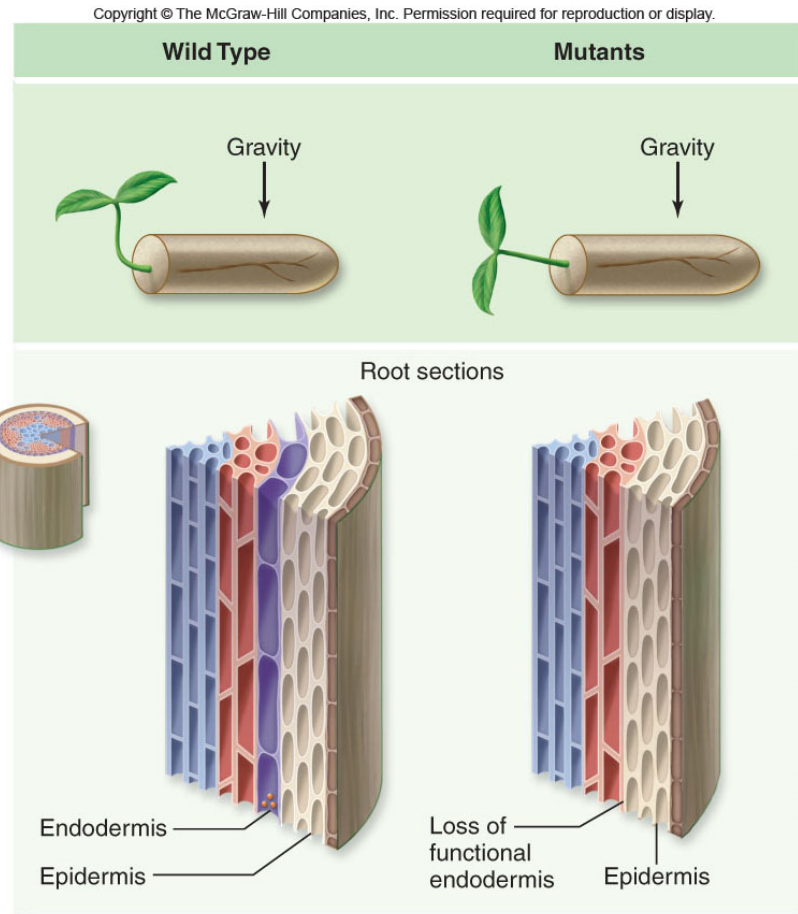
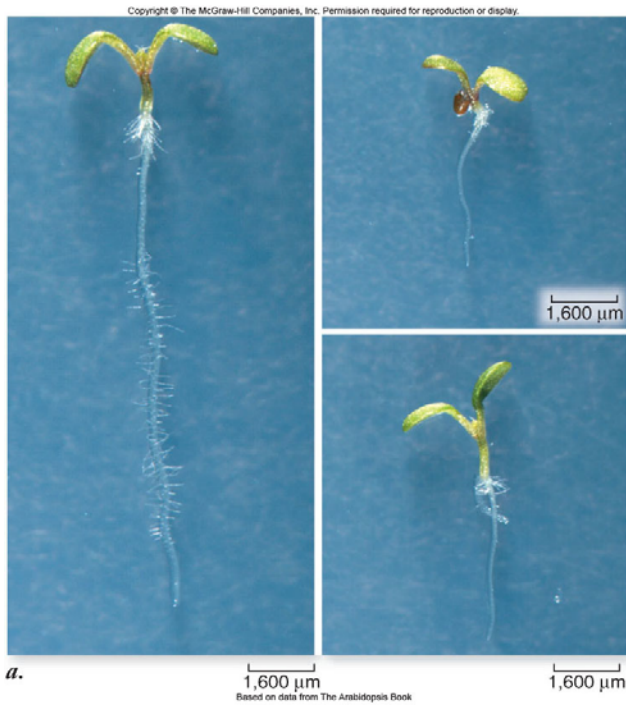
Stem Response to Gravity

Auxin accumulates on lower side of the stem

- Results in asymmetrical cell elongation and curvature of the stem upward

Two *Arabidopsis* mutants, *scarecrow (scr)* and *short root (shr)* do not show a normal gravitropic response

- Due to lack of a functional endodermis and its gravity-sensing amyloplasts



b.

(all): Jee Jung & Philip Benfey

Root Response to Gravity

Lower cells in horizontally oriented root cap are less elongated than those on upper side
-Upper side cells grow more rapidly causing the root to ultimately grow downward

Auxin may not be the long-distance signal between the root cap and elongation zone
-However, it has an essential role in root gravitotropism

4- Apical Dominance

غالبیت انتهائی

5- Ethylene Production

اکسین تولید اتیلن را تحریک می کند

امروزه معلوم شده است تعداد زیادی از عکس العمل هائی که به اکسین نسبت داده میشد
بوسیله اتیلن کنترل میشود

6- Root Initiation and Elongation

تحریک ریشه زائی و رشد اولیه آن – جلوگیری از طویل شدن ریشه مگر اینکه غلظت آن
خیلی کم باشد

اکسین های مصنوعی.....



2- Effects of PGs on adventitious root formation in cuttings

✓ تعدادی از تشدیدکننده‌ها و بازدارنده‌ها روی ریشه‌زایی “root initiation” اثر دارند ولی بیشترین اثر مثبت در گونه‌های مختلف مربوط به اکسین می‌باشد.

✓ تحقیقات اخیر عمدتاً مربوط به هورمونهای جدید می‌باشد.

✓ بعضی از فاکتورها که عامل گوناگونی در واکنش به هورمونهای تشدیدکننده یا بازدارنده ریشه‌زایی می‌باشد عبارتند از:

۱- شرایط محیطی و تغذیه گیاهان مادری

۲- نوع رفتار با قلمه‌ها بعد از جدا شدن از گیاه مادری

۳- دامنه غلظت انتخابی، روش کاربرد، ماده خاص بکار رفته

۴- مرحله پدیده ریشه‌زایی (مرحله کاربرد ماده شیمیایی)

۵- اثر متقابل بین PGs شناخته شده و ناشناخته



اکسین‌ها

✓ در ریشه‌زایی مؤثرند IAA, IBA و NAA

✓ در طول شدن ریشه یا اثر نداشته یا اثر منفی بوده است.

✓ فرضیه (Trewavas 1991): در بیشتر حالات حساسیت بافت‌های گیاهی به PGs مهمتر

است تاغلظت واقعی آن.

✓ در گیاهان تراریخته که به آنها پلاسمید القاکننده ریشه (Ri (Root-inducing plasmid

منتقل شده است، حساسیت آنها را به اکسین افزایش داده است.



Company	Formulation	Trade name	Active ingredients
ACF Chemiefarma, The Netherlands	Powder	CHRYZOPON	0.1% IBA
		CHRYZOTEK	0.4% IBA
		CHRYZOSAN	0.6% IBA
		CHRYZOPLUS	0.8% IBA
	Powder	RHIZOPON A	0.5% IAA
		RHIZOPON A	0.7% IAA
		RHIZOPON A	1.0% IAA
		RHIZOPON B	0.1% NAA
		RHIZOPON B	0.2% NAA
		RHIZOPON AA	0.5% IBA
		RHIZOPON AA	1.0% IBA
		RHIZOPON AA	2.0% IBA
		RHIZOPON AA	4.0% IBA
RHIZOPON AA	8.0% IBA		
Brooker Chemical Corp., North Hollywood, CA	Powder	Hormex No. 1	0.1% IBA
		Hormex No. 3	0.3% IBA
		Hormex No. 8	0.8% IBA
		Hormex No. 16	1.6% IBA
		Hormex No. 30	3.0% IBA
		Hormex No. 45	4.5% IBA
MSD-AGVET, Rahway, NJ	Powder	Hormodin 1	0.1% IBA
		Hormodin 2	0.3% IBA
		Hormodin 3	0.8% IBA
Hortus Products, Newfoundland, NJ	Powder	Hormo-Root A	0.1% IBA
		Hormo-Root B	0.4% IBA
		Hormo-Root C	0.8% IBA
RHONE-POULENC, Research Triangle Park, NC	Powder	Rootone	0.1% IBA and 0.2% NAM
Coor Farm Supply, Smithfield, NC	Liquid	C-mone	1.0% IBA
		C-mone	2.0% IBA
ALPKEM Corp., Clackamas, OR	Liquid	DIP'N GROW	1.0% IBA and 0.5% NAA
Wilson Lab., Ontario, Canada	Liquid	Roots	0.4% IBA
Earth Science Products, Wilsonville, OR	Liquid	Wood's Rooting Compound	1.03% IBA and 0.51% NAA

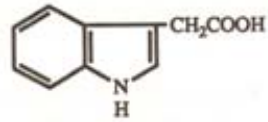
تیمار قلمه ها با اکسین

پس از کشف IAA تحول بزرگی در تکثیر گیاهان شد، لیکن از نظر ریشه زائی کمتر موثر است تا IBA و NAA با وجودی که IAA بطور طبیعی نیز در گیاه وجود دارد زیرا:
۱- IAA اکسیداز موجود در گیاه IAA را بی اثر می نماید.

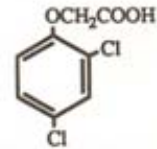
۲- IAA جذب شده به صورت Conjugate در می آید مثل IAA-aspartate که غیر فعال است، لیکن IBA و NAA اینطور نیست.

۳- محلول IAA در شرایط غیر استریل یا نور از بین می رود در مورد IBA و NAA اینطور نیست. اکثر گونه ها به IBA و NAA واکنش نشان می دهند ولی گونه های مشکل ریشه زا واکنش نمی دهد یا به سختی قلمه های آنها ریشه دار می شود.

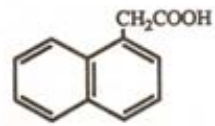




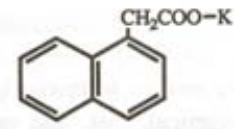
**Indole-3-acetic acid
(IAA)**



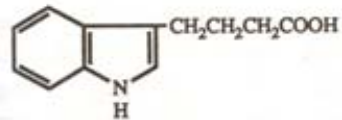
**2,4-dichlorophenoxy
acetic acid
(2,4-D)**



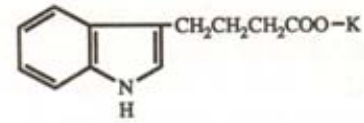
**α -Naphthalene acetic acid
(α -NAA)**



**Potassium salt of α -NAA
(K- α -NAA)**



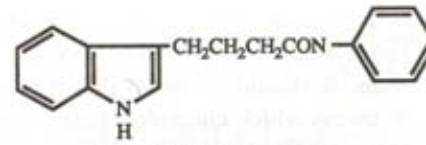
**Indole-3-butyric acid
(IBA)**



**Potassium salt of IBA
(K-IBA)**



**Aryl ester of IBA
(P-IBA)**



**Aryl amide of IBA
(NP-IBA)**