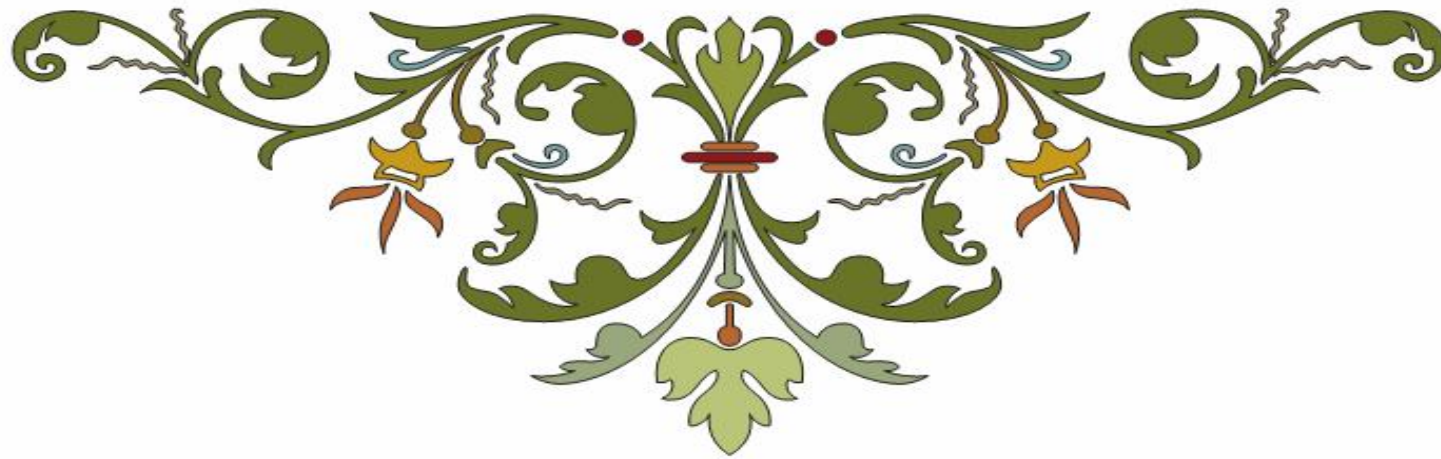




In the Name of God



Plant Propagation

M. Gholami



مفهوم این سیستم عبارت است از:

کنترل رطوبت بذر به گونه ای که فعالیت های متابولیکی قبل از جوانه زنی انجام شود ولی از رویدن واقعی ریشه چه جلوگیری شود.

پرایمینگ بذر بخصوص برای افزایش سرعت جوانه زنی و یکنواختی جوانه زنی کاربرد دارد. در سال 1600، اولیور دیسیریس ترفند ماهرانه خیس کردن دانه-های گندم و جو برای چند روز در آب و کود دامی و بعداً خشک کردن در سایه قبل از کشت کردن بذرها را تشریح و بیان کرد که بذرهای خیس شده سریع سبز می شود و از "خطر خوراک توسط آفت-های خاکی" جلوگیری می-شود.

روش-های مختلفی از پرایمینگ بذر وجود دارد که هر یک به هدف خاصی انجام می-شود و شامل هیدرو پرایمینگ، اسموپرایمینگ، هالوپرایمینگ، ترموپرایمینگ، پرایمینگ ماتریکس مواد جامد و بیوپرایمینگ میباشد که هر یک به هدف خاصی به کار می-رود.

- [1]- hydropriming
- [2]- Osmopriming
- [3]- Halopriming
- [4]- Thermopriming
- [5]- Solid Matrix Priming
- [6]Biopriming

فرآیند خیس کردن بذرها در آب و مجدداً خشک کردن آن‌ها قبل از کامل شدن جوانه زنی آنها را هیدروپرایمینگ گویند.

اسموپرایمینگ فرآیند فروبردن بذرها در محلول اسمزی با پتانسیل آب پایین می باشد که جهت کنترل کردن میزان جذب آب، مورد استفاده قرار می گیرد. از جمله ترکیب هایی که پتانسیل پایین اسمزی ایجاد می کند، پلی اتیلن گلیکول، مانیتول، فسفات پتاسیم و دیگر املاح می باشد.

هالو پرایمینگ به صورت خیساندن بذور در غلظت های متفاوتی از نمک های معدنی (کلروسدیم، فسفات پتاسیم و غیره) تعریف می شود. این نوع پرایمینگ مخصوصاً زمانی استفاده می شود که بذور در خاک های شور کاشته می شود.

روش دیگر پرایمینگ، استفاده از بسترهای جامد با پتانسیل ماتریک پایین است. این فرآیند ماتری پرایمینگ نامیده می شود. حلالیت جزئی در آب، توانایی بالای نگهداری آب، نسبت بالای سطح به حجم، غیرسمی بودن برای دانه ها و توانایی چسبیدن به سطح دانه برخی خصوصیات حاملین با پتانسیل ماتریک پایین هستند. ورمیکولیت و پیت ماس مواد طبیعی پردازش شده دارای این خصوصیات هستند

n seeds travel

- n seeds stick to socks
- n stick to animal fur
- n seeds blow in the wind

n seeds to grow need:

√ Viability

√ Favor environment

- n Soil
- n Water
- n Sunlight

√ Remove Dormancy

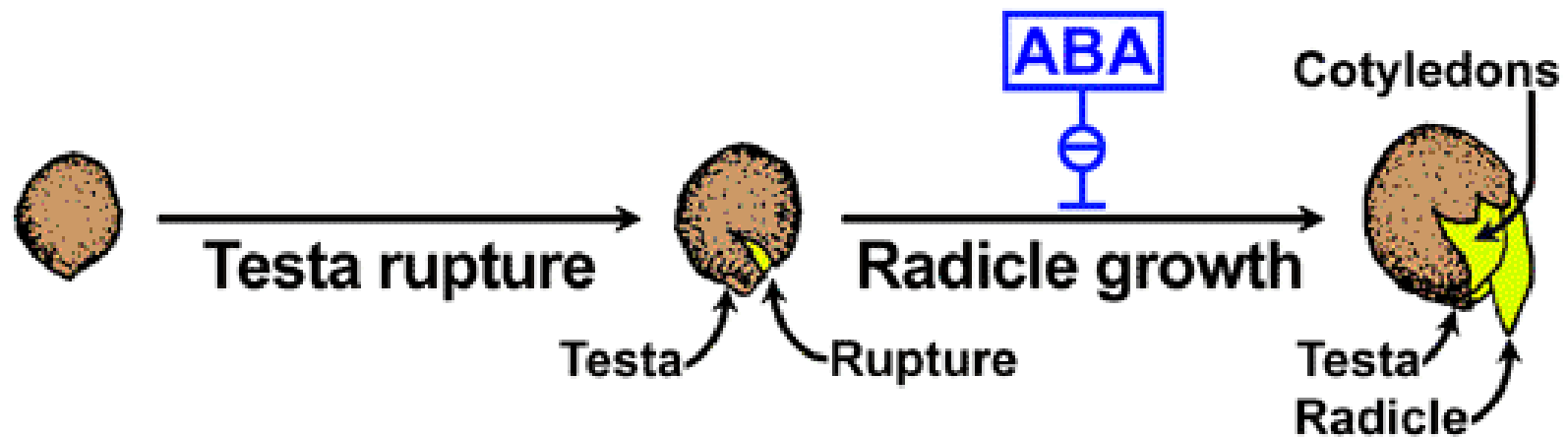
After ripening process



1-Activation

2-Digestion

3-Seedling growth



Finch-Savage and Leubner-Metzger (2006) - Seed dormancy and the control of germination
Tansley Review, New Phytologist, © Blackwell Science, <http://www.newphytologist.org>

Phase I (imbibition)- Water uptake is a physical process driven by water potential gradient between the seed and its environment

افزایش سریع رطوبت بذر، نرم شدن پوشش بذر، مرطوب شدن پروتوپلاسم، تورم بذر، هم بذر زنده و هم غیرزنده

افزایش 80 تا 120 درصدی وزن خشک بذر

دوره ایستایی

افزایش 170 تا 180 درصدی وزن خشک بذر - رشد دانهال

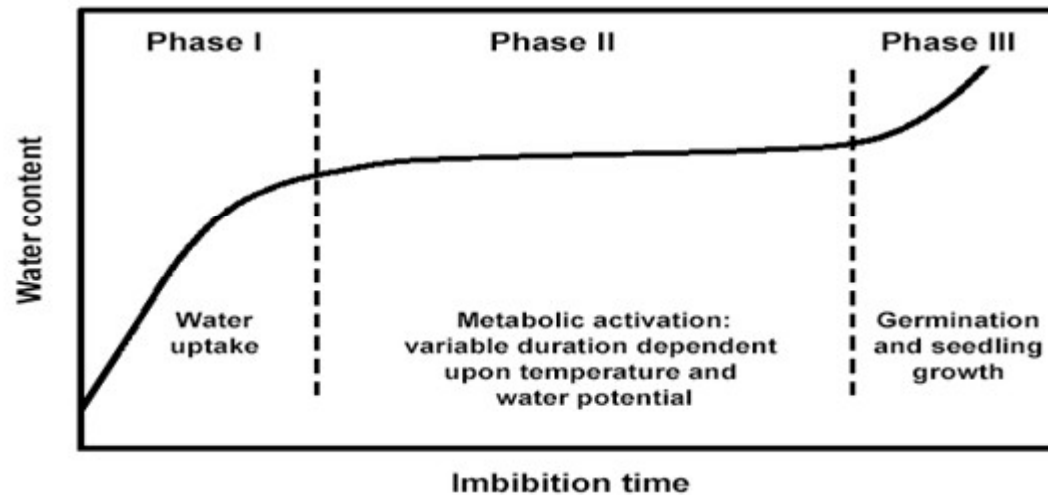


Figure 13.1. Triphasic pattern of water uptake during seed imbibition. Respiration rate follows a similar pattern.

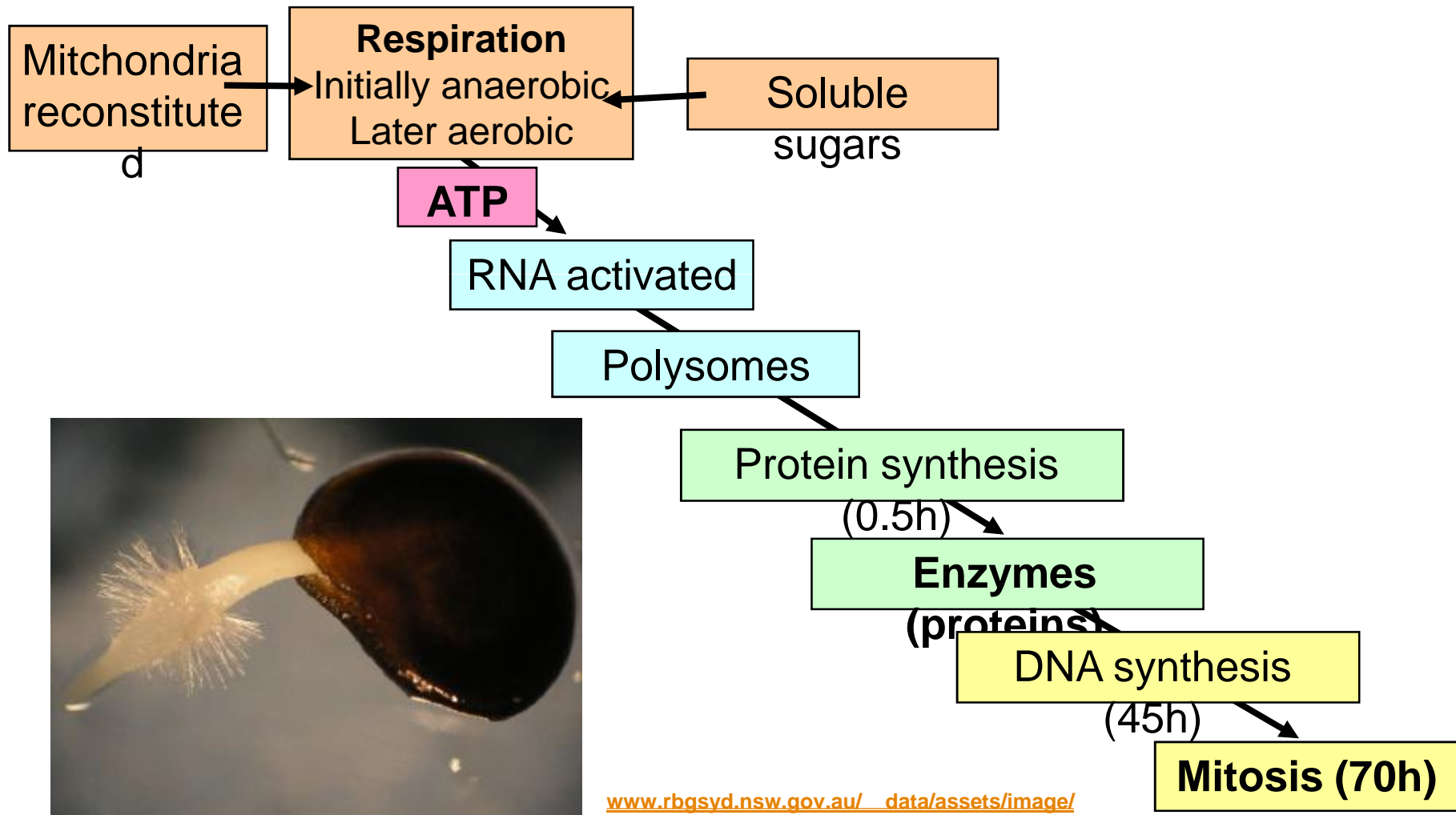
Phase II (lag phase)- Seed water reaches a plateau level and remains constant. Metabolic processes are activated. Duration depends on .Temp

Phase III (Embryo growth)- Point of no return, seed absorbs large quantities of water. Sensitive to dehydration. Embryo growth and .radicle emergence

فعالیت آنزیم ها چند ساعت پس از آبگیری بذر آغاز می شود (سنتز یا دوباره فعال شدن آنزیم ها). تولید مواد شیمیایی ساده و انتقال به نقاط رشد محور رویان

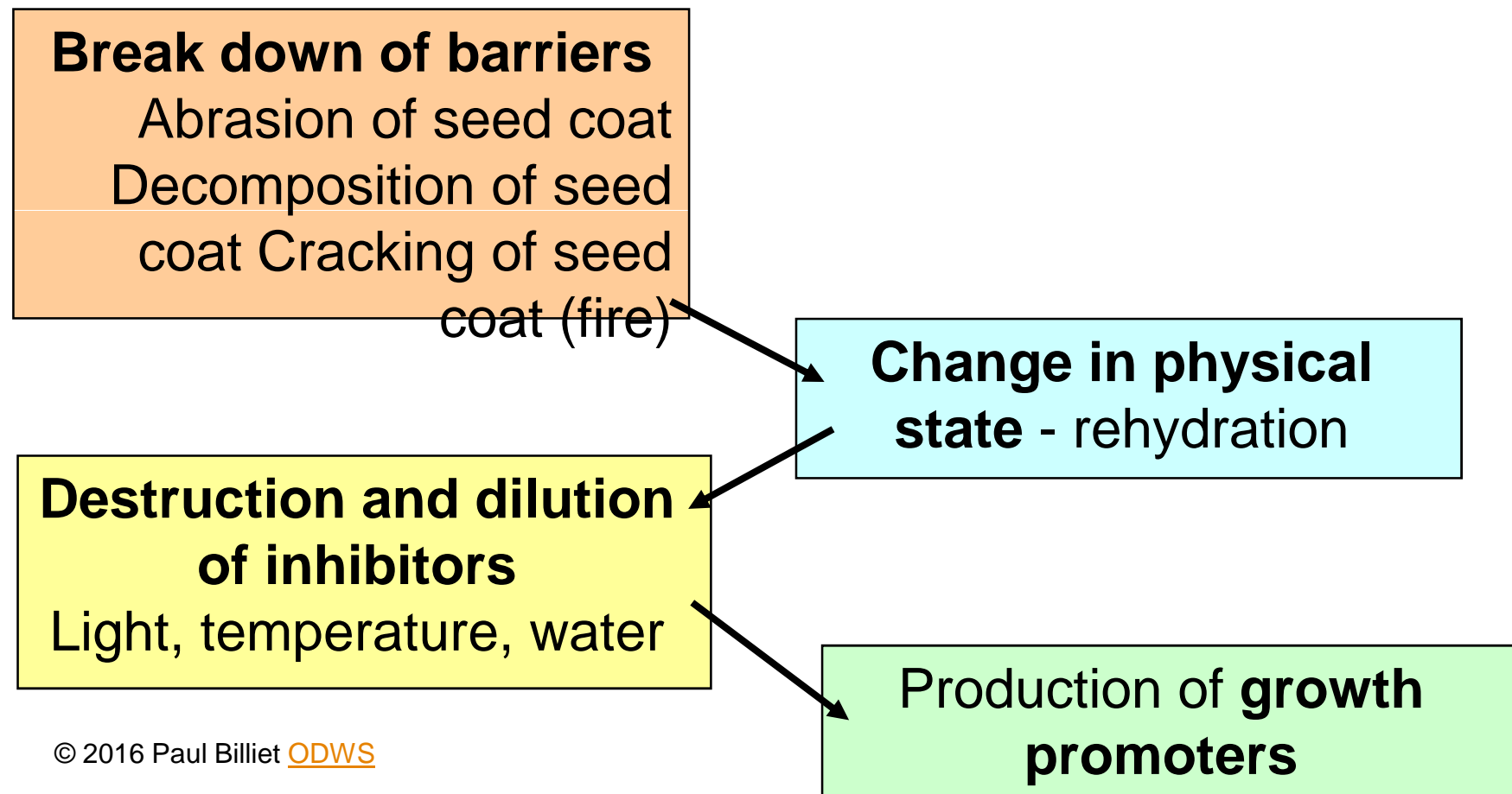
نمو دانهال در نتیجه تقسیم سلولی در نقاط رشد.
با شروع رشد در محور رویانی وزن تر و خشک دانهال افزایش می یابد
کاهش ماده ذخیره ای
افزایش تنفس
افزایش جذب آب

Stages leading to cell division



Germination: The breaking of dormancy

The growth of the embryo and its penetration of the seed coat

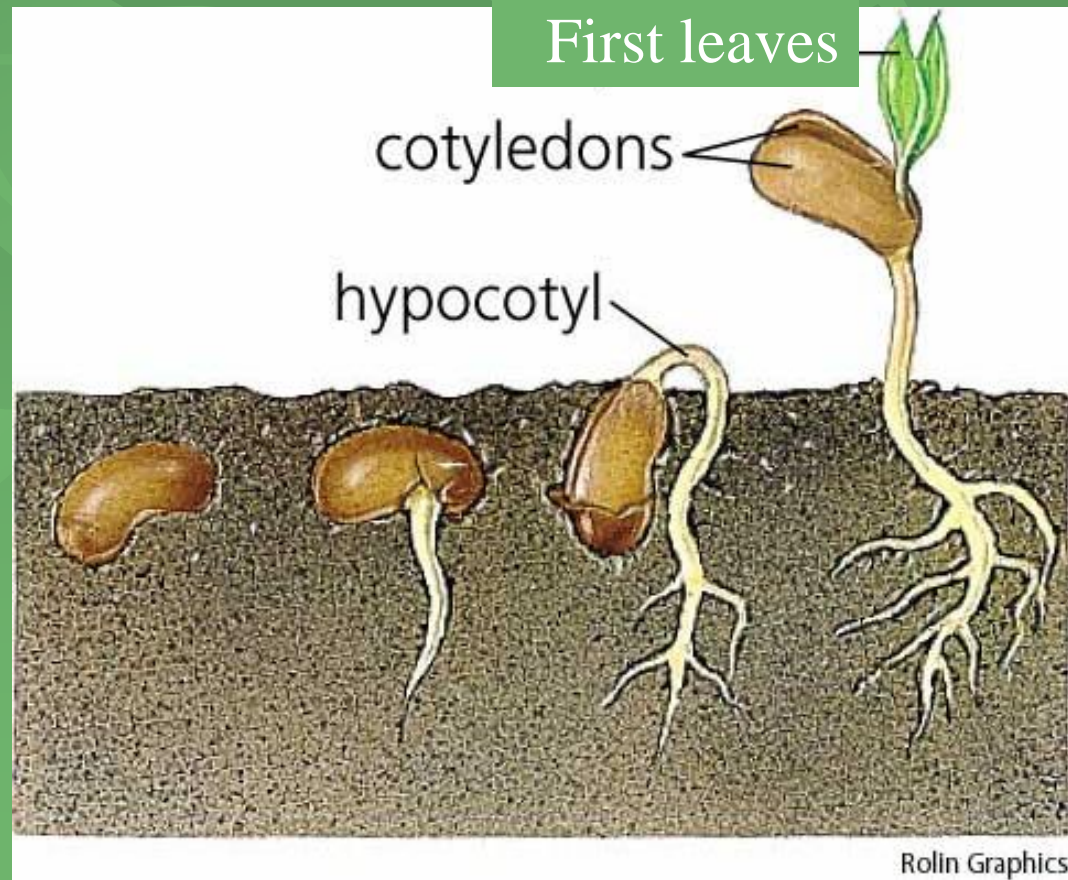


GERMINATION

What is germination?

Steps:

1. Seed coat breaks
2. Radicle becomes ROOT
3. Hypocotyl and epicotyl become the STEM
4. First leaves grow = PHOTOSYNTHESIS



Germination

The emergence and development from the seed embryo of those structures which seed indicate the ability to produce a normal plant.

Conditions Necessary for Germination

- **Water**
- **Air**
- **Temperature**
- **Light**

Modes of Germination

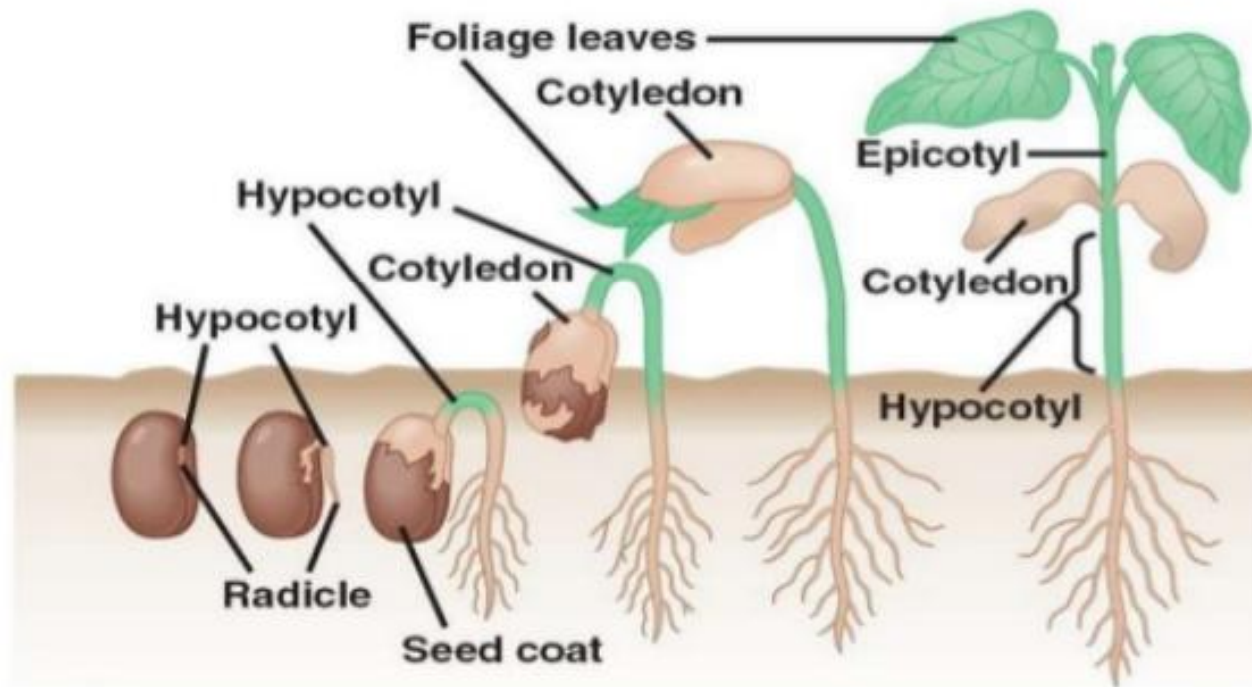
Seeds present two modes of germination based on the behavior of the cotyledons or storage organs.

- **Epigeal Germination**
- **Hypogeal Germination**

برون خاکی
رشد طولی زیرلپه
گیلاس

1. Epigeal Germination

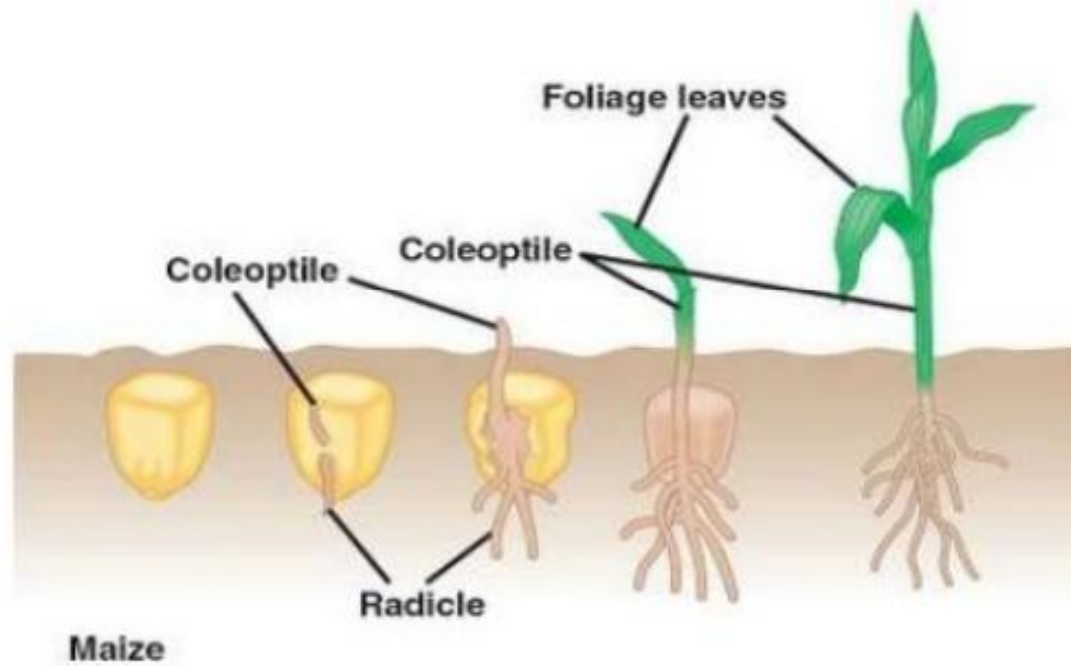
The cotyledons come out above the soil surface and generally turn green and act as first foliage leaves. This type of germination present in groundnut, bean, cotton, sunflower and cotton seeds.



درون خاکی
رشد کم زیرلپه
هلو

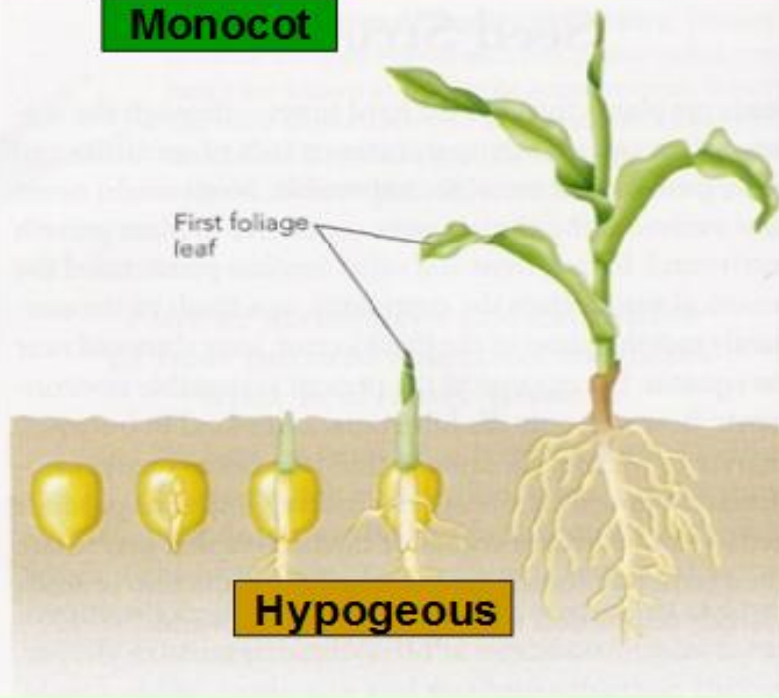
1. Hypogeal Germination

The cotyledons do not come above the soil surface. This type of germination is found in wheat, barley, maize and pea.



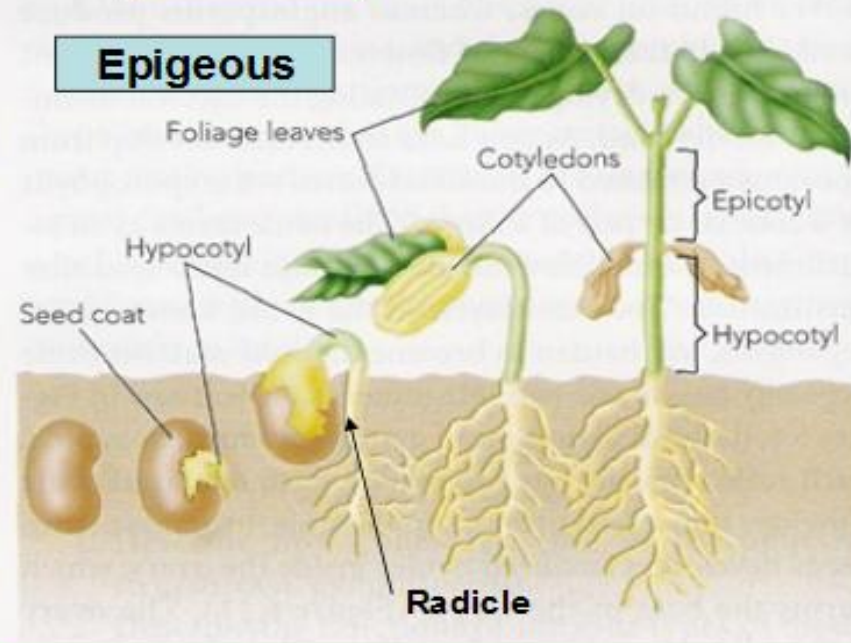
Seed Germination

Monocot



Dicot

Epigeous



DEFINITION OF PROPAGATION



☉ What is propagation?

- *Propagation is the natural mechanism by which plants regenerate.*
- *Propagation is most often by seeds produced by a plant*
- *or by plant parts like vines, roots, tubers, stem cuttings etc..*



VEGETATIVE PROPAGATION

- ☛ **Asexual propagation (vegetative propagation) = reproduction of plant material from vegetative organs (leaf, stem, root, bud) so that the offspring will contain the exact characteristics of the parent plant with regards to genotypes and health status.**

Updated slide

Concepts important in asexual propagation:

Totipotency

Differentiation

Dedifferentiation

Meristems (undifferentiated cells!)

Primary "Apical" (root - shoot tips)

Secondary "Lateral" (vascular-cork cambiums)

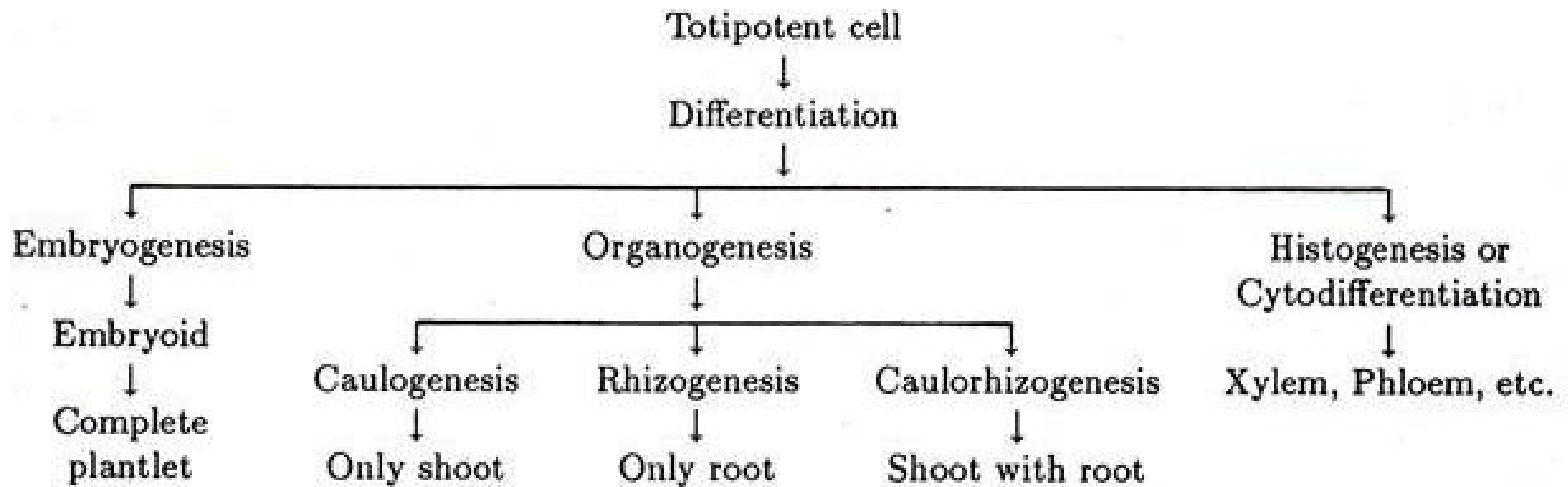
Adventitious

Plant growth hormones **1+1=2**

Auxins Greek origin "means to grow"!

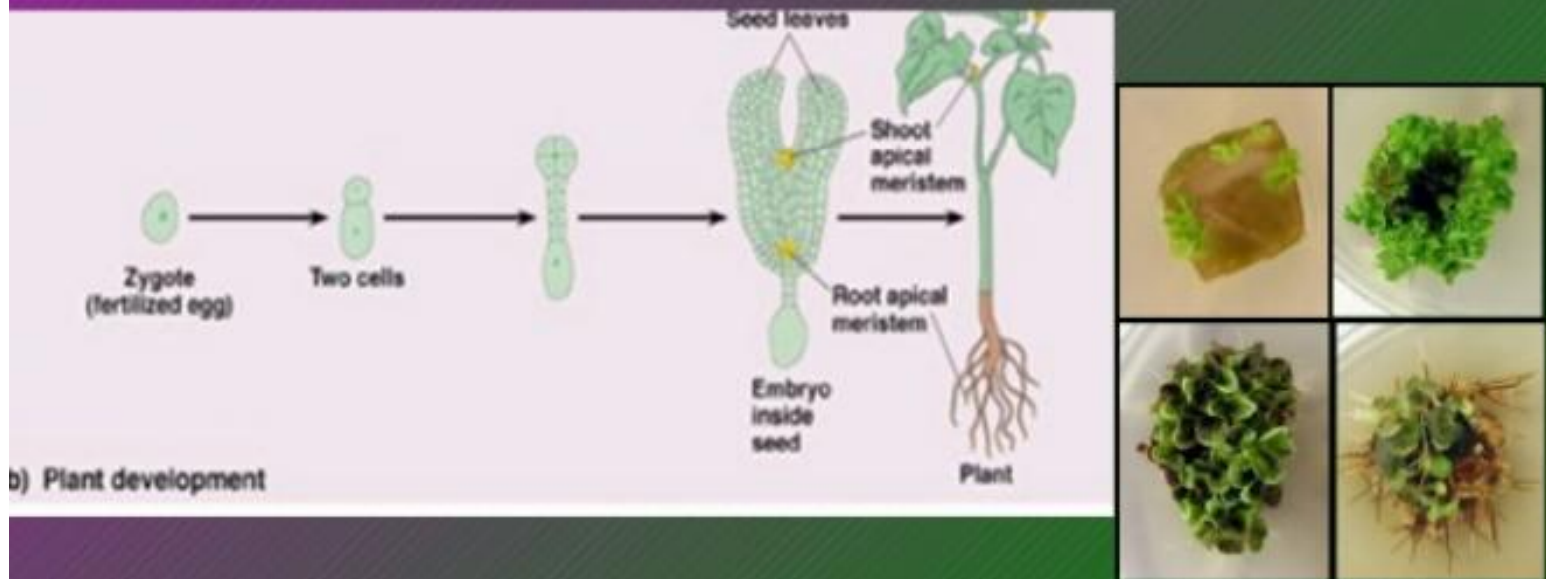
Cytokinin compound promotes cell division. Highest concentrations found in root, young leaves, developing fruit

☞ همچنان که گیاه رشد و نمو میکند، سلولهای مریستمی برنامه ریزی می شوند تا به سلول های ویژه ای تمایز یابند که ساقه، برگ، ریشه و در نهایت گل و اندام های زایشی را تولید کنند. پیشرفت این مراحل (ontogenetic) در زندگی گیاه (چرخه زندگی) به مراحل رویانی (embryonic)، نونهالی (juvenile) و بالغی (adult/ mature) موسوم است.



Totipotency of Plant Cells

Plant cells possess profound ability to show their full genetic potential and follow a developmental pathway similar to that of the zygote resulting in the formation of a new plant.



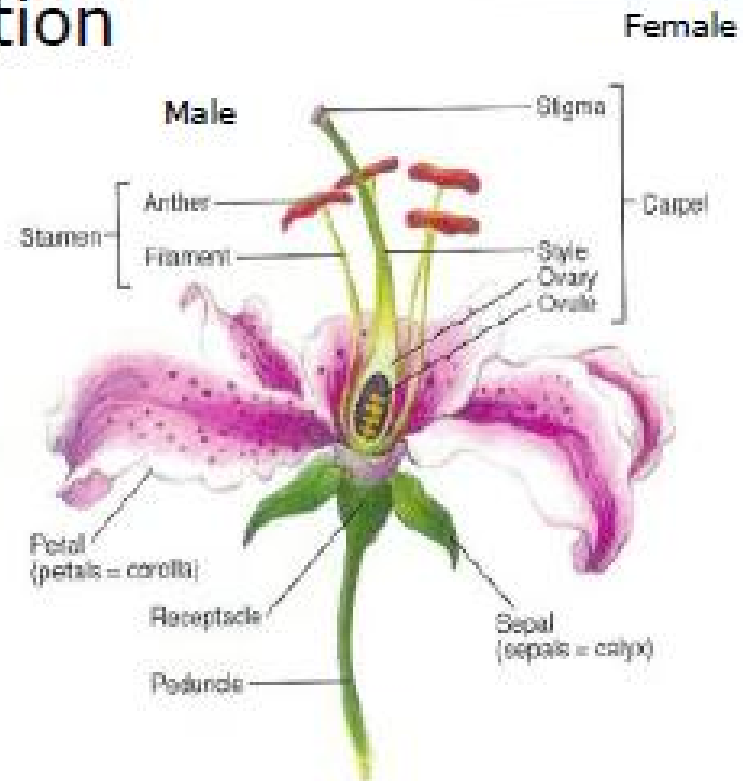
TOTIPOTENCY IS THE GENETIC POTENTIAL OF A PLANT CELL TO PRODUCE THE ENTIRE PLANT. IN OTHER WORDS, TOTIPOTENCY IS THE CELL CHARACTERISTIC IN WHICH THE POTENTIAL FOR FORMING ALL THE CELL TYPES IN THE ADULT ORGANISM IS RETAINED.

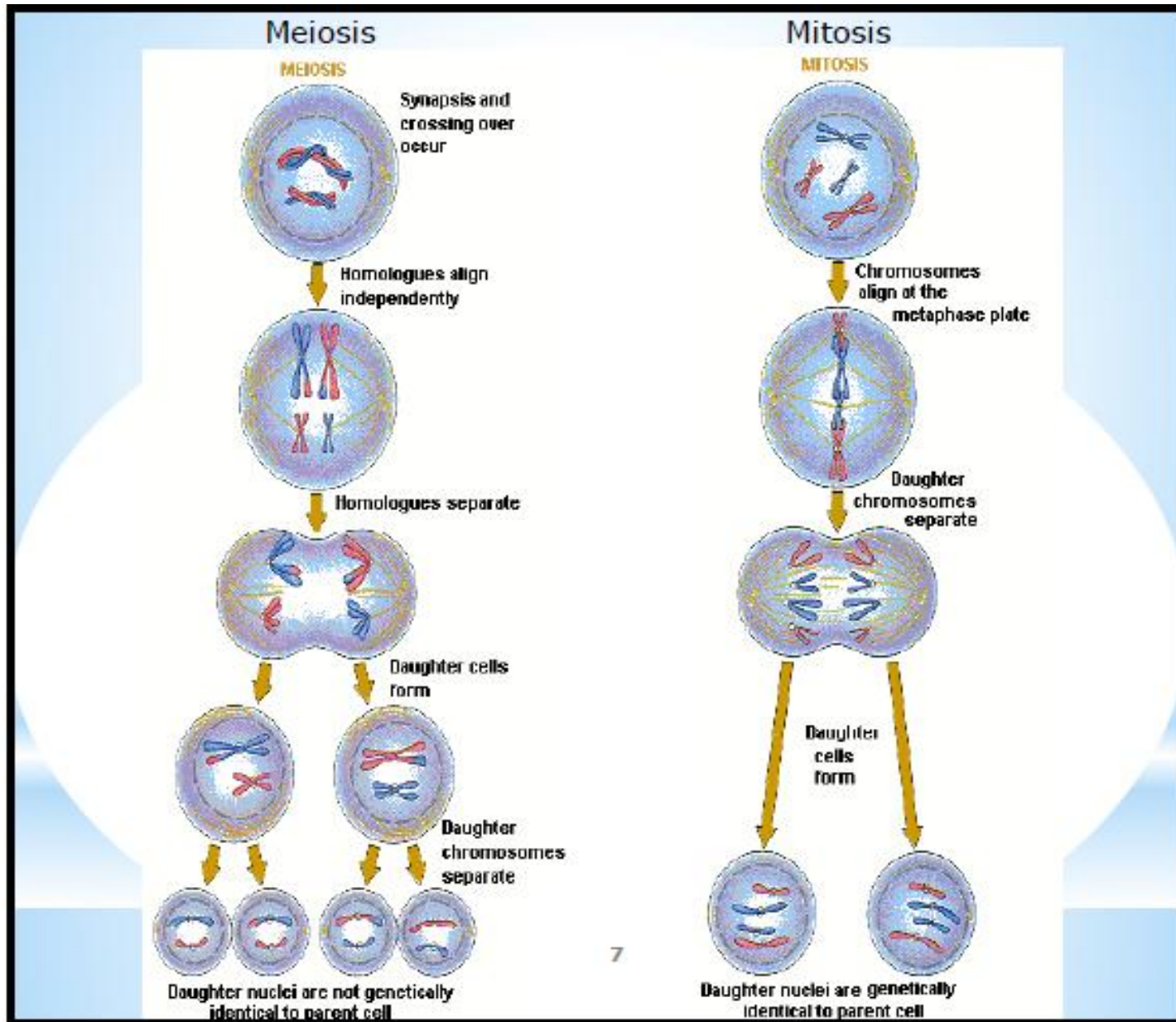


Sexual vs. Asexual

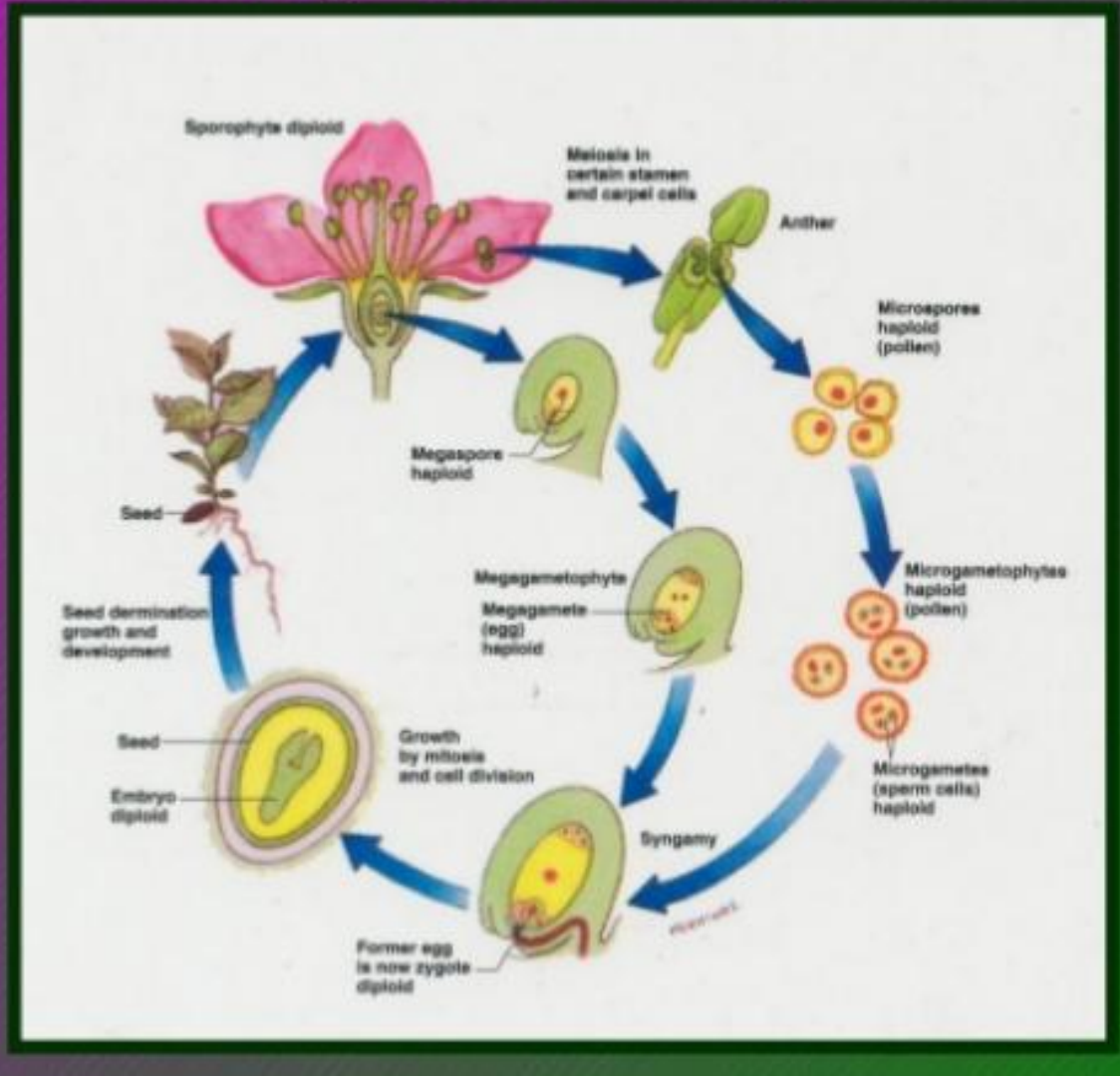
Sexual propagation

- end result is a seed





Angiosperm Life Cycle



Reasons for Sexual Propagation

- Create new varieties
- Create resistance to insects and disease
- Create new flower and/or foliage color
- Create new form and texture





Seed Storing

- **Keep cool and dry**
- **Warm and moist conditions are the greatest enemies of stored seed**
- **Keep seed in paper verses plastic bags**



Germination of Seeds

- Viability
- Purity percentage
- Germination percentage
- Pure live seed = Purity % x Germination %



Breaking Dormancy

- **Stratification** – exposing the seed to cold
- **Scarification** – abrading the seed coat
- **Soaking** – use moderately warm, not boiling, water
- **Acid Soak** – tough seed coats require mild acid solution to soften the seed coat



Germination Requirements

- Optimum temperature range
- Light requirement
- Moisture requirement
- Information charts exist for most plants



What Happens Next?

- **Seed imbibes water and swells**
- **Seed coat splits**
- **Radical appears**
- **Seed leaves appear**
- **First true leaves appear**



SEXUAL (SEED) VS ASEXUAL (VEGETATIVE) REPRODUCTION

Cross pollination ensures variation

More resistant to disease.

Dispersal reduces competition.

Seeds can remain dormant and survive unfavourable conditions

Sexual reproduction favours evolution

New plants well developed before separating from parent

Retain parental genotype.

New plants obtained in a shorter time.

Only one parent needed.

Sure of establishing new daughter plant

SEXUAL VS ASEYUAL REPRODUCTION (2/2)

Seed production - complex.

**A lot of seed produced - few
new plants obtained.**

**Pollination + dispersal
depend on external agents.**

**Seeds + fruits eaten by
animals**

**Grow in clumps -
competition for
minerals, light, space.**

**Susceptible to disease -
all genetically similar
- clones**

WHAT HAPPENS?

Part of the plant becomes separated from the parent plant and grows into a new plant.

New plants generally develop from an axillary bud of the parent plant.

Parts of the parent plant are specially modified for the purpose.

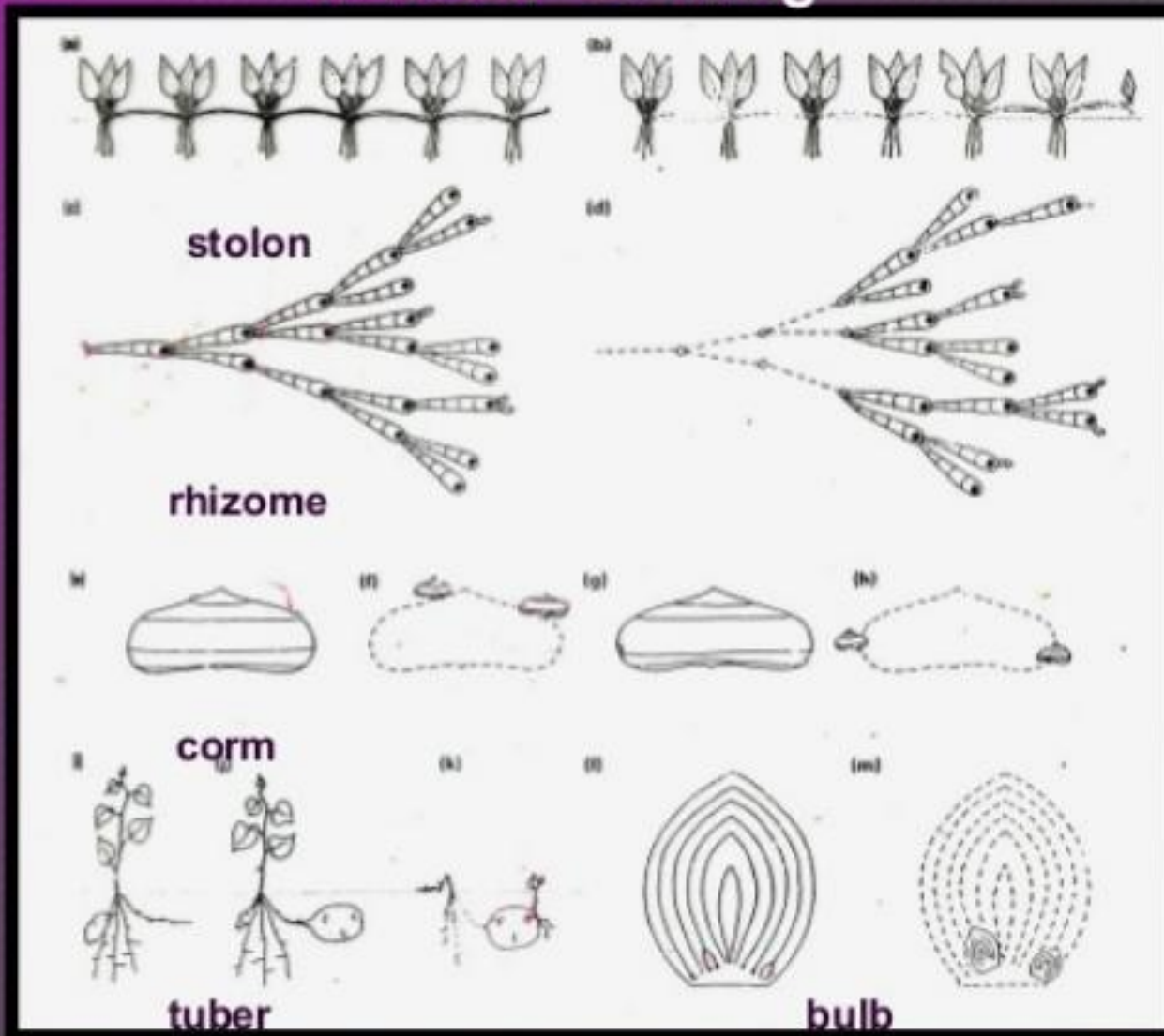


Methods of Asexual Propagation

- Cuttings
- Layering
- Grafting
- Offsets
- Separation
- Division

What's the biology involved?

Natural Cloning



VEGETATIVE PROPAGATION

vegetative propagation: reproduction not involving seed

Two types:

Natural e.g. rhizomes, corms, tubers, bulbs,

Artificial - used by gardeners to propagate plants e.g. cuttings, layering, grafting, and budding.



WHEN IS IT APPROPRIATE TO USE VEGETATIVE PROPAGATION

☪ **When the species in question:**

- **is an out breeder; (*outbreeding* depression is when progeny resulting from crosses between genetically distant individuals (outcrossing) exhibit lower fitness in the parental environment than either of their parents)**
- **is dioecious;**
- **has recalcitrant seeds;**
- **has low germination rates;**
- **flowers and fruits erratically and;**
- **to capture their genetic diversity.**



CLONING

**clone: all offspring genetically identical - produced asexually
i.e. all have come from one original parent e.g. King
Edward potato.**

Clones are produced by mitosis.

**All the offspring from the various methods of vegetative
reproduction (both natural and artificial) mentioned above
are examples of clones.**



RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....1

☛ *Maintaining superior genotypes*

- Most tropical tree species are outbreeders implying that through the recombination of genes during sexual reproduction, many important characteristics might disappear. If a superior individual tree has been identified by farmers or researchers, its genetic information can be 'fixed' through vegetative propagation, thus allowing the reproduction of the same superior individual in the next generation



CREATION OF A CULTIVAR

Variation in Allanblackia fruits



Anticipated earlier fruiting, smaller trees and uniform quality *Allanblackia* fruits



RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....2

❖ *Problematic seed germination and storage*

- Some tree species produce seedless fruits (e.g. banana) and need to be propagated vegetatively, others bear fruit very scarcely or erratically (*Prunus africana*) or seeds difficult to germinate (*Allanblackia spp*).
- In these cases, vegetative propagation might be a suitable and cheaper alternative to seedling production.



RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....3

Shortening time to flower and fruit

- Most vegetative progauls originate from scions or cuttings from mature trees, and maintain the characteristics of maturity after grafting or rooting.



Flowering *Allanblackia*
graft

RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....4

- ☛ ***Combining more than one genotype in one plant***
 - Grafting is a unique way of combining desired characteristics from two or more plants into a single one.
 - Graft scions with particular fruit characteristics onto rootstocks with other desirable characteristics:
 - ☛ disease resistance and adaptability to environmental constraints.
 - Another possibility is the grafting of more than one cultivar or species onto the same stem, for example *Irvingia gabonensis* (sweet fruits) grafted to an *Irvingia wombolu* (bitter fruits) rootstocks and a male AB pollinator branch grafted to a female tree.

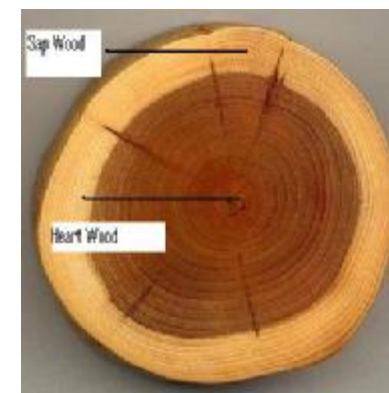


RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....5

- ☉ ***Uniformity of plantations***
 - For many commercially grown species, *Irvingia spp*, *Dacryodes edulis*, *Cola spp*, *Allanblackia spp*. etc. uniformity of growth form or fruiting season is important economically.



CONTROL VEGETATIVE OR MORPHOLOGY CHARACTERISTICS 6



Plant Propagation

Vegetative propagation of importance to agriculture, horticulture and forestry since it provides:

1. For the production of uniform material for crop planting,
2. For the multiplication of good quality or superior trees, ornamentals, vegetables etc.



VEGETATIVE PROPAGATION METHOD...1

Cuttings: severed uninodal leafy shoot or root fragments usually place into a suitable rooting substrate and kept under high humidity in propagators until adventitious roots and shoots are formed respectively.



Cuttings - techniques

Stem cuttings

Hardwood	(last years wood)
Semi-hardwood	(Current wood/mature wood)
Softwood	(succulent new growth)
Herbaceous	(anytime plant is active)

Leaf cuttings

(needs to grow **stem/root**)

Root cuttings

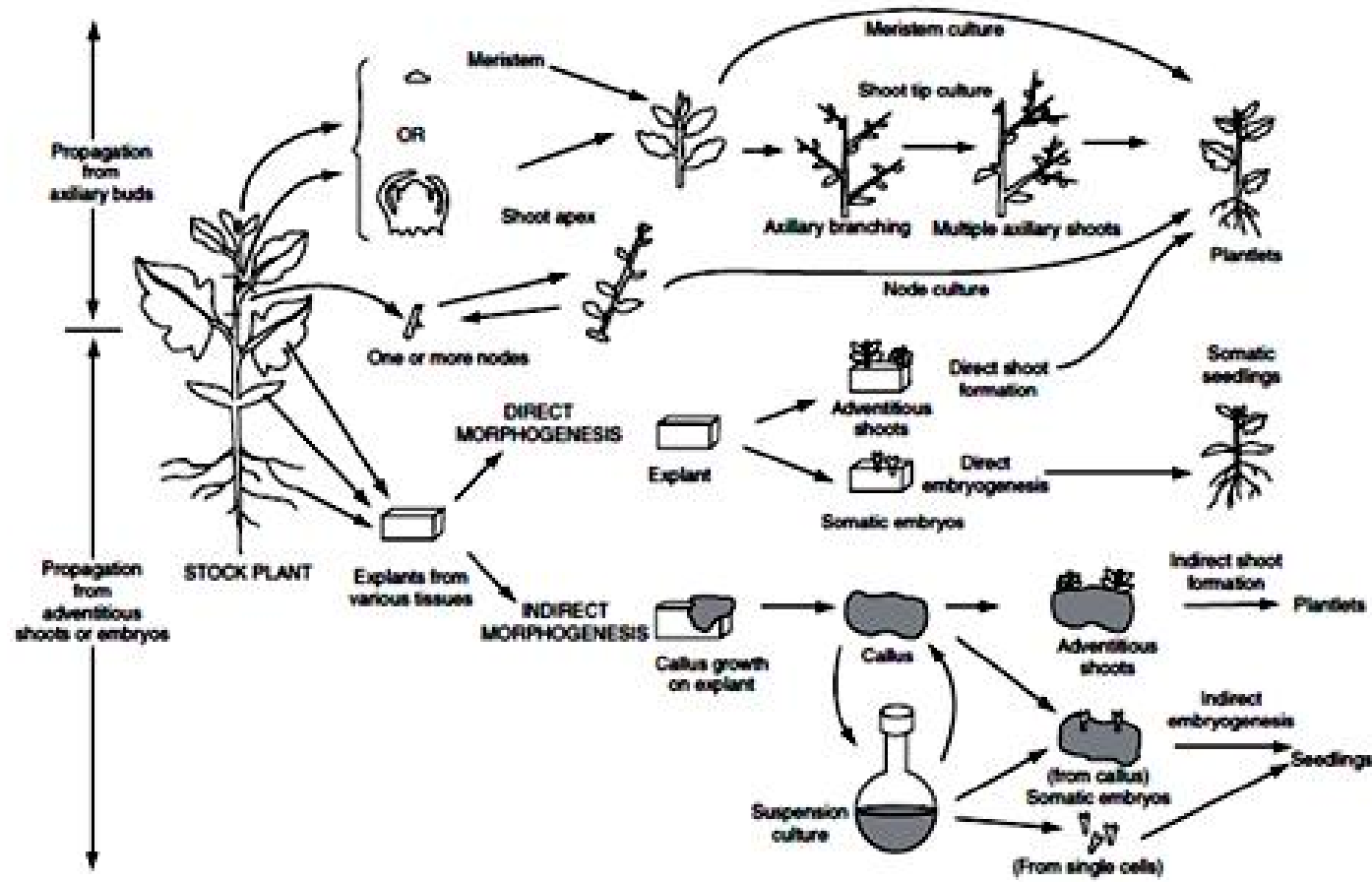


VEGETATIVE PROPAGATION

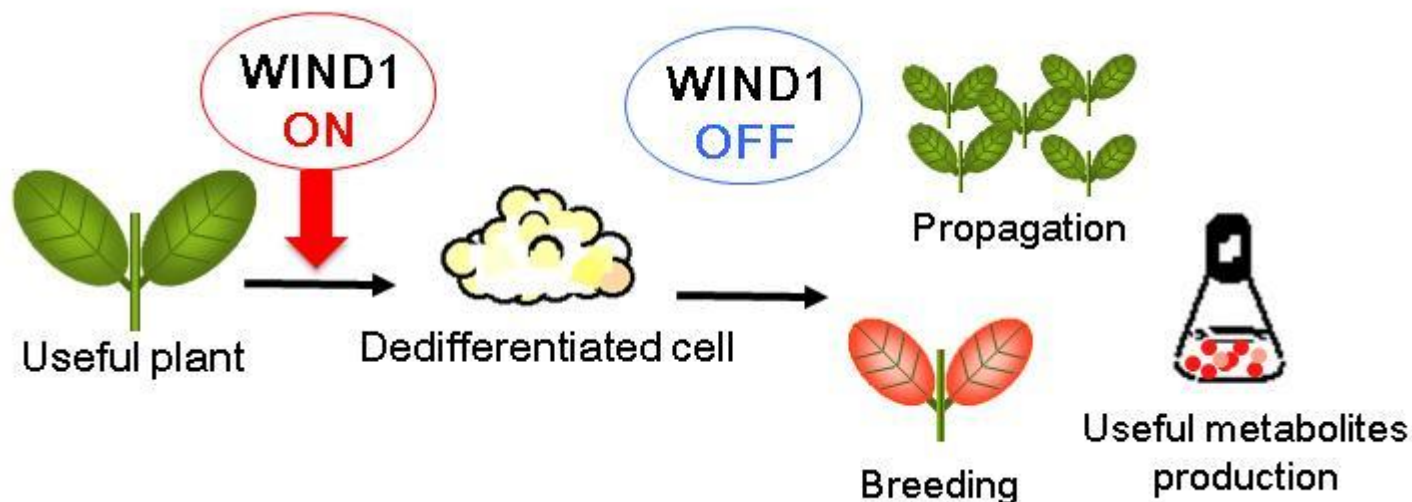
- ⌘ **Asexual – Not involving flowers or fusion of egg and sperm**
- ⌘ **Accomplished through mitosis:**
 - Nucleus contains genetics for entire plant
 - Cells genetically identical
 - Cells can still differentiate
 - Capable of becoming any kind of cell
- ⌘ **Due to:**



☞ Totipotency – ability of *mature cell* to return to *embryonic state* and produce *whole new individual*

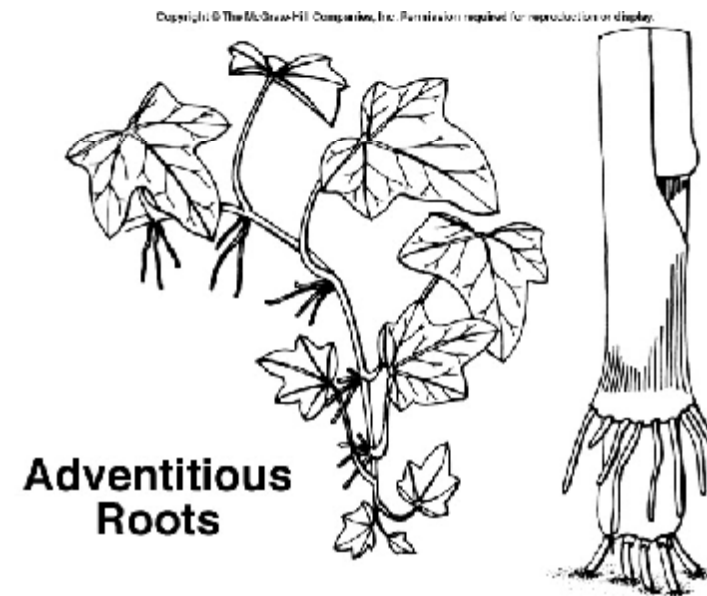


- ❖ **Dedifferentiation** is an important biological phenomenon whereby cells regress from a specialized function to a simpler state reminiscent of stem cells. Stem cells are self-renewing cells capable of giving rise to differentiated cells when supplied with the appropriate factors.



VEGETATIVE PROPAGATION

- ☞ Mitosis produces:
 - Adventitious roots
 - Adventitious shoots
 - Callus



تشکیل ریشه نابجا

Adventitious Roots

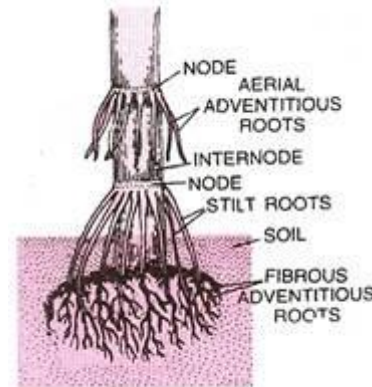


Fig. 5.14. Stilt roots of Maize.

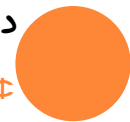
Adventitious root formation on stems

Adventitious roots
Preformed and wound-induced

دو نوع ریشه نابجا

ریشه های پیش تشکیل شده

ریشه های زخم



❖ ریشه های زخم فقط پس از قلمه گیری ایجاد می شوند که واکنشی در برابر اثر زخم می باشد

❖ ریشه های پیش تشکیل شده به طور طبیعی روی ساقه گیاه مادری تشکیل می شوند اما تا زمانی که ساقه قطع نشود، بیرون نمی آیند.

Preformed (latent)

- Root primordia are pre-formed but lie dormant
- Emerge in response to environmental conditions
- Easy to root species
 - *Salix* (Willow)
 - *Hydrangea*
 - *Populus* (Poplar)
 - *Ribes* (Currant)

Wound induced

- Develop only after the cutting is taken
- In response to wounding
- De novo = “anew”
- Direct – cells in close proximity to the vascular system (easy-to-root taxa)
- Indirect – from callus (difficult-to-root taxa)

3 مرحله فرایند بهبودی و باززایی:

☞ مردن سلول های آسیب دیده، تشکیل یک صفحه بافت مرده، مسدود شدن زخم با ماده ای چوب پنبه ای (سوبرینی)، محافظت از سطح بریده شده در برابر از دست دادن آب و ورود عوامل بیماری زا

☞ شروع به تقسیم سلول های زنده پشت این صفحه پس از چند روز، تشکیل لایه ای از سلول های پارانشیمی (کالوس)

☞ شروع به تقسیم و آغازیدن ریشه های نابجا در سلول های معینی در نزدیکی لایه زاینده آوندی و آوند آبکش



تغییرات ساقه در هین آغازیدن ریشه (مرحله سوم)

❖ 1- نامتمایز شدن برقی سلول های تمایز یافته فاص

❖ 2- تشکیل آغازنده های ریشه از برقی سلول های نزدیک به دسته های آوندی که اکنون پس از نامتمایز شدن به حالت مریستمی در آمدند

❖ 3- نمو بیشتر این آغازنده های ریشه و تبدیل آنها به سرآغازه های ریشه (پریموردیا)

❖ 4- رشد و بیرون آمدن سرآغازه های ریشه از میان بافت ساقه به سمت خارج، تشکیل ارتباط آوندی بین سرآغازه ریشه و بافت هادی خود قلمه



❖ در گیاهان علفی ریشه های نابجا از نزدیک معمولا
قسمت بیرونی دسته های آوندی و از بین
دسته های آوندی منشا می گیرند

❖ در گیاهان چندساله چوبی ریشه های نابجا معمولا
از سلول های پارانشیمی زنده که بیشتر در آوند
آبکش ثانویه جوان هستند منشا می گیرند

❖ **آغازنده های ریشه های پیش تشکیل شده**
یا نهفته به طور طبیعی تا زمانی که ساقه قطع نشود و
در شرایط محیطی مناسب برای توسعه بعدی و رویش
سرآغازها قرار داده نشوند، بیرون نمی آیند.

❖ منشا این آغازنده های ریشه پیش تشکیل شده همانند
تشکیل ریشه های نابجای نو می باشد





Emerging preformed root initials of
Hedera helix



SCIENCEPHOTOLIBRARY

Preformed root initials



Preformed root initials



Willow

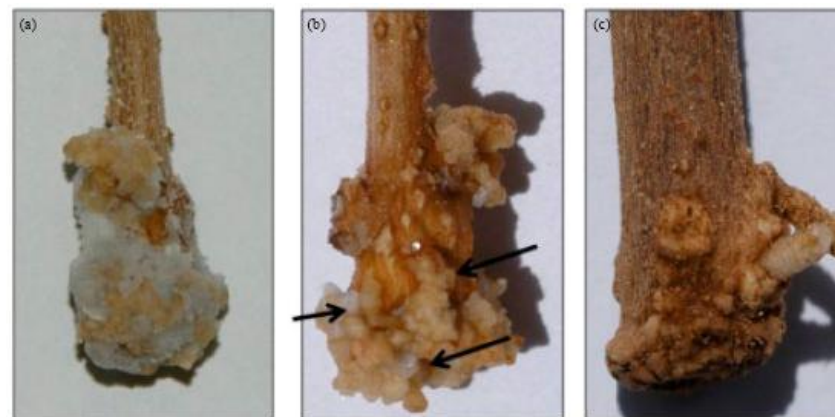
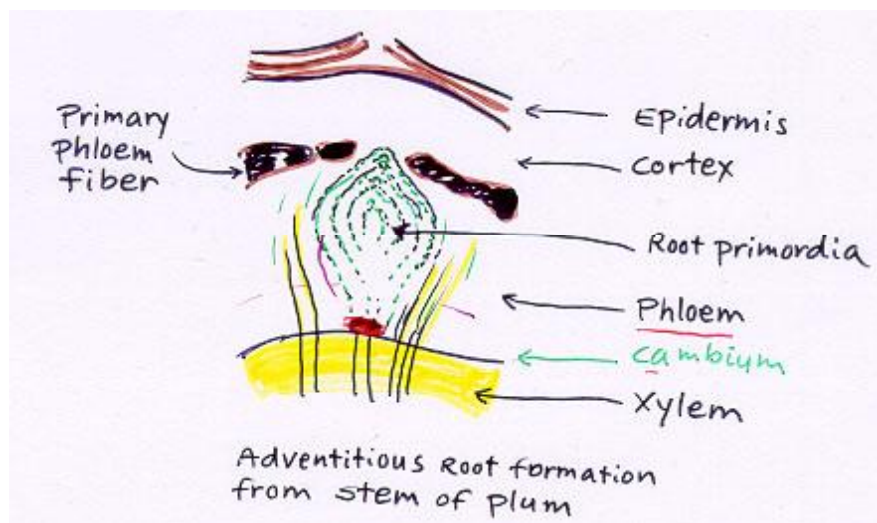


Tomato



پینه

توده ای نامنظم از سلول های پارانشیمی که در حالات مختلف چوبی شدن قرار دارد. پینه از سلول های جوان ناحیه آوندی لایه زاینده به دست می آید. گرچه سلول های مختلف کورتکس و مغز هم ممکن است به تشکیل پینه کمک کنند



❖ اغلب اولین ریشه ها از میان پینه بیرون میزنند و این باعث شده تصور شود پینه اساس ریشه زایی است. در بیشتر گیاهان تشکیل پینه و ریشه با آن که هر دو حاصل تقسیم میتوز هستند ولی مستقل از هم هستند

❖ در قلمه های سخت ریشه زای منشأ ریشه های نابجا پینه است.



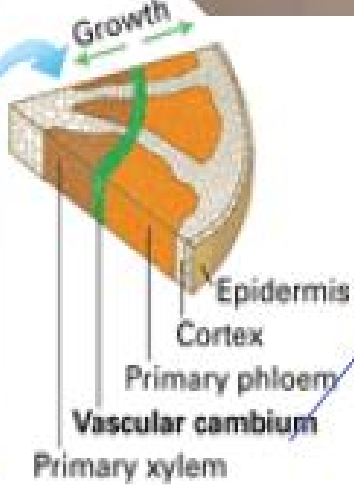
Wounding a cutting



Response to wounding



Year 1
Early Spring



Leaf cuttings

adventitious buds
AND adventitious roots needed

African Violet



Rubber Tree



Piggy back plant



Begonia



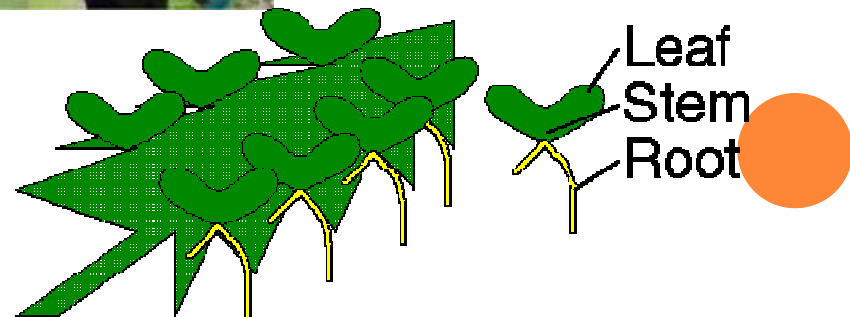
منشا شاخه و ریشه جدید در قلمه برگ:

❖ مریستم های اولیه (پیش تشکیل شده): سلول هایی که به طور مستقیم از سلول های رویانی منشا گرفتند و همیشه به حالت مریستمی هستند و فعالیت مریستمی آنها متوقف نمی شود

❖ مریستم های ثانویه (زخم): سلول هایی که متمایز شده اند ولی دوباره به ناحیه های مریستمی جدید متمایز می شوند که منتج به باززایی اندام های گیاهی جدید می شود

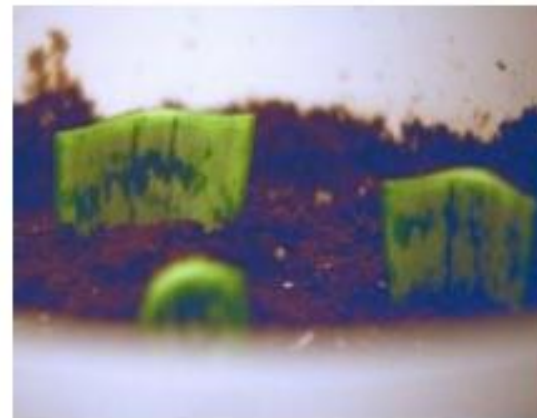


- 2) In plants like bryophyllum adventitious root are grow on leaves this buds are dormant till they are attached to the plant
- 3) This plantlets are detached from parent plant to continue their growth



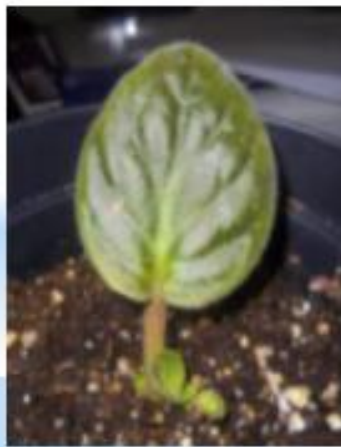
Leaf

- Limited number of species
- Leaf blade or leaf blade and petiole
- Original leaf not part of new plant
- *Sansevieria* Leaf only
- Insert vertically – observe polarity
- Roots form at base



Leaf

- Begonia - Leaf only
- Fleshy leaves – cut veins underside
- Roots form at vein cuts
- African violet – leaf only, leaf plus petiole, portion of leaf blade



29

☞ آغازیدن ریشه و نمو آن مستقل از تشکیل جوانه نابجا و شافساره است
☞ ریشه های نابجا بسیار آسان تر از جوانه های نابجا روی برگ تشکیل می شوند





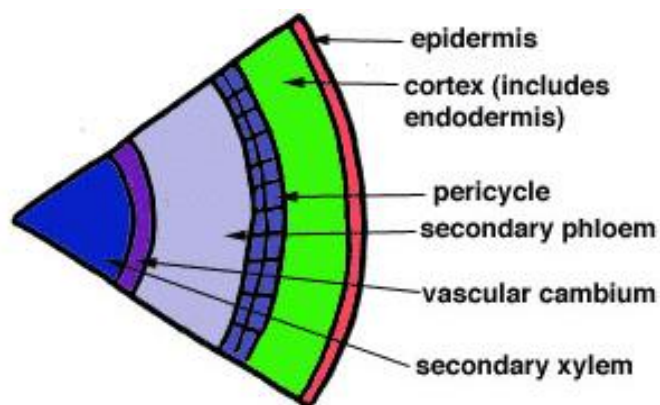
Root

- Young plant in late winter
- Maintain correct polarity or horizontal
- 1" – 2" deep
- Cutting size depends on type of roots
- Japanese anemone, Daphne, Trumpet vine, Forsythia



❖ در ریشه های جوان جوانه های جانبی ممکن است به صورت درون زا در سلول های پریسیکل در نزدیکی بافت های زاینده آوندی برخیزند

❖ در ریشه های مسن جوانه ها ممکن است به صورت برون زا در یک رشد پینه مانند از لایه چوب پنبه ساز برخیزند یا ممکن است به شکل پینه از پرآوری بافت شعاعی پدید آیند. سرآغازه های جوانه ممکن است از پینه زخم هم حاصل شوند که از انتهای بریده شده یا سطح آسیب دیده ریشه ها پرآوری می کنند.



ü باززایی مریستم های جدید ریشه روی قلمه ریشه اغلب مشکل تر از تولید جوانه های نابجا است.

ü ریشه های جدید ممکن است نابجا نباشند بلکه از آغازنده های ریشه نهفته ای که روی ریشه های فرعی قدیمی وجود دارد حاصل شوند

ü معمول ترین نوع در قلمه ریشه ابتدا تولید شاخساره نابجا است. پس از آن ریشه ها اغلب از پایین شاخه جدید و نه از قطعه ریشه اصلی ظاهر می شوند



عوامل مؤثر در باززایی گیاهان از قلمه

- ❖ ۱- شرایط محیطی و فیزیولوژیکی گیاهان مادری
- ❖ (عدم تنش، تاریک رویی، افزایش دی اکسید کربن، مواد غذایی معدنی، طوقه برداری)
- ❖ 2- بازجوان سازی و آماده سازی گیاهان مادری
- ❖ (نگهداری قلمه ها، آبخویی برای حذف بازدارنده_ها)
- ❖ 3- شرایط محیطی حین ریشه زایی
- ❖ (روابط آبی، نور، فتوسنتز، محیط کشت)



۱- شرایط محیطی و فیزیولوژیکی گیاهان مادری

☛ قلمه گیری در صبح (گیاه شاداب)

تاریک رویی حذف نور به طور کامل است
پاتاریکی نور را به صورت موضعی حذف می کند
سایه دهی رشد گیاه در شرایط نور کاهش یافته است.

☛ تاریک رویی حساسیت ساقه به اکسین را افزایش می دهد، با تغییر در مواد فنولیکی همراه است، باعث تغییراتی تشریحی در بافت شاخه می شود که ممکن است پتانسیل آغازیدن سرآغاز ریشه را به دلیل سلول های پارانشیمی تمایز نیافته افزایش دهد، تولید لیگنین کاهش می یابد

☛ کاهش در میزان نیتروژن گیاه مادری و کاهش رشد و تجمع کربوهیدرات، انتخاب شاخه های قوی با کربوهیدرات فراوان، هر نوع بستن ساقه انتقال کربوهیدراتها و هورمون ها را مسدود میکند



2- بازجوان سازی و آماده سازی گیاهان مادری

☞ قابلیت تولید ریشه نابجا در قلمه با افزایش سن گیاه پس از کاشت بذر و یا به عبارت دیگر تغیی مرحله گیاه از نونهالی به بلوغ کاهش می یابد (افزایش تولید بازدارنده ها، کم شدن مقدار مواد فنولیک)

☞ تولید شاخه از ریشه و تهیه قلمه از آنها

☞ تولید شاخساره از محل تورم تنه

☞ پیوند شکل های بالغ روی نونهال و تیمار دمایی (تبدیل به گیاه نونهال)

☞ حلقه زنی، طوقه برداری، هرس شدید، تاریک رویی، محلول پاشی جیبرلین، کشت بافت و



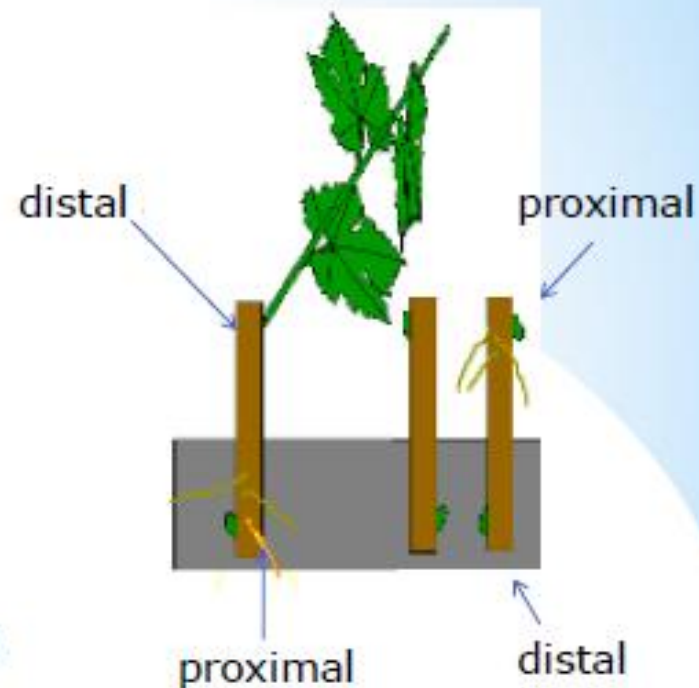
Polarity - A cutting has different properties in opposite ends

Buds and leaves -
Affect root formation

Plant Growth

Hormones - influence
root initiation

Auxins - natural IAA
(Indole-Acetic Acid)



- ∅ وجود حداقل یک جوانه روی قلمه برای تولید ریشه ضروری است.
- ∅ یک قلمه بدون جوانه حتی اگر با مواد سرشار از آکسین تیمار شود، ریشه نمیدهد
- ∅ در نخودفرنگی حذف جوانه پس از 4 روز در تشکیل ریشه اختلالی ایجاد نکرد.
- ∅ اگر قلمه چوب سخت در اواسط زمستان در دوره استراحت جوانه ها گرفته شود، جوانه هیچ اثر محرکی روی ریشه دهی ندارد. (برخلاف اول پاییز و آخر زمستان)



Ø اثر برگها بر تولید کربوهیدرات ها و کمک به تشکیل ریشه ثابت شده است.

Ø برگها و جوانه ها تولید کننده های هورمون آکسین هستند

Ø پیوند بخش برگدار یک کلون آسان ریشه زا روی یک کلون سخت ریشه زا و استفاده از این ترکیب به عنوان قلمه موجب تولید آسان ریشه شد.

ماده پیشنهادی به عنوان ریزوکالین:

⌘ مواد اختصاصی مانند اورتو دی هیدروکسی فنل

⌘ مواد غیر اختصاصی مانند اکسین

⌘ آنزیم های اختصاصی که در بافت های خاص مانند پریسیکل یا لایه زاینده تولید می شوند مانند پلی فنل اکسیداز



مراحل تشکیل و نمو ریشه

❖ ۱- مرحله آغازیدن: تشکیل مریستم ریشه

الف: مرحله فعال اکسین، نیاز مرتب به اکسین
ب: مرحله غیرفعال اکسین: عدم نیاز به اکسین

❖ 2- مرحله رشد و طول شدن ریشه: عدم واکنش به اکسین



Auxins

IBA – Indole-butyric acid

NAA – Napthalene acetic acid



Indole-butyric acid

Napthalene acetic acid

Liquid concentrate

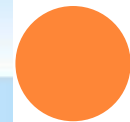
Willow water
IBA, Salicylic acid



Powder



Indole-butyric acid

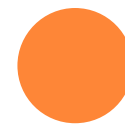


Cytokinins – greatest effect on buds and shoots from leaf cuttings



High auxin to cytokinin ratio favors **rooting**
High cytokinin to auxin ratio favors **shoot/bud**

- Ø گونه هایی که سایتوکنین فراوانی دارند مشکل تر از آنهایی که سایتوکنین آنها کم است ریشه دار می شوند.
- Ø معمولا به کارگیری سایتوکنین ها از آغازیدن ریشه در قلمه های ساقه جلوگیری میکند ولی اثر سایتوکنین در آغازیدن ریشه به مرحله خاص آغازیدن و غلظت دارد.
- Ø اثر تحریکی آنها بر ریشه زایی می تواند به بازجوان سازی و جمع آوری کربوهیدرات ها مربوط باشد.
- Ø افزودن سایتوکنین با غلظت زیاد به قلمه های برگ تشکیل جوانه نابجا را به حداکثر میرساند ولی کیفیت ریشه ها را کاهش می دهد



Factors affecting success with cuttings:

- Nutrients in mother plant
- Immature material
- Water stress
- Lateral and terminal shoots
- Flowering or vegetative growth
- Seasonal timing



Ø جیبرلین ها در غلظت زیاد از تشکیل ریشه نابجا جلوگیری می کنند
Ø کند کننده های رشد شاخساره برای افزودن ریشه زایی استفاده می
شوند

مکانیسم اثر کندکننده های رشد:

- ⌘ جلوگیری از تولید جیبرلیک اسید
- ⌘ کاهش رشد شاخساره و رقابت

⌘ اتیلن می تواند روی تشکیل ریشه اثر افزایشی یا کاهش دهنده داشته باشد یا بی
اثر باشد.

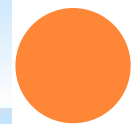


Factors affecting success with cuttings:

- Rooting medium



- Wounding (sanitize tools)
- Treating with auxins
- Enclosures
- Bottom heat
- Care after rooting

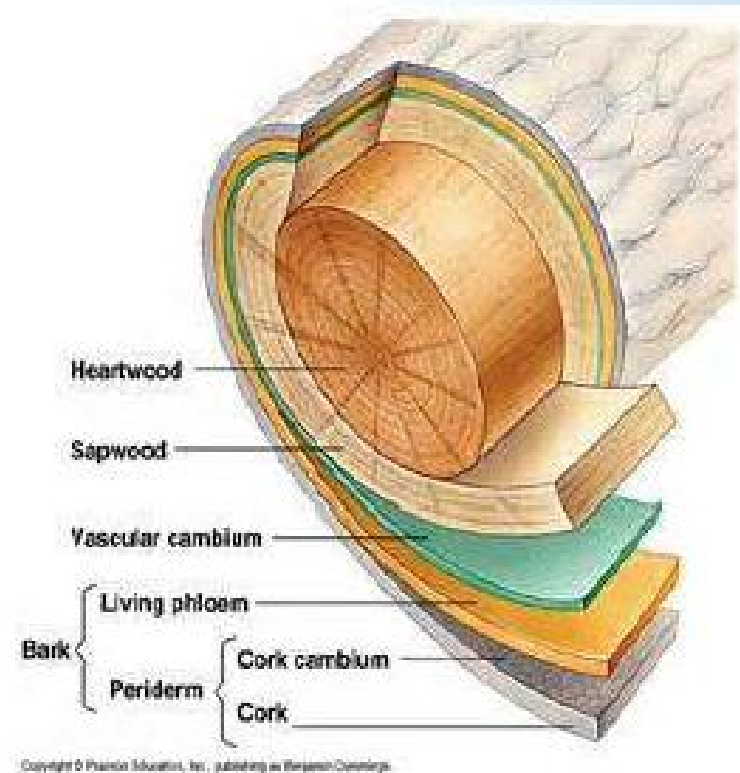


Cutting techniques

- **Ways to improve rooting of cuttings**
 - **Proper rooting medium**
 - **Wounding**
 - **Stripping**
 - **Girdling**
- **Auxins**
 - **IBA best or a combination of IBA & NAA**
 - **K-IBA (talc or water solution) for softwood & semi-hardwood**

Grafting Terms to Know

- Scion
- Rootstock
- Vascular cambium
- Callus bridge



Cutting techniques

- **Disease prevention while taking cuttings**
 - **Start with disease-free stock plants**
 - **Apply fungicides**
 - **In auxin talc or solution**
 - **Drench medium after sticking**
 - **Sterilize workspace/tools**
 - **Bleach (10%) Water (90%)**



THE BIOLOGY OF GRAFTING

☪ Natural grafting

- Bracing of limbs in commercial orchards to support weight of fruit
- Root grafting in woods is prevalent (CHO's of upper canopy trees provide support for understory trees). This grafts only occur between trees of the same species
- Problems with root grafting include: transmission of fungi, bacteria and viruses between plants (Dutch Elm Disease spreads this way)





THE BIOLOGY OF GRAFTING

☛ Formation of the graft union

- A “de novo” formed meristematic area must develop between scion and rootstock for a successful graft union

☛ 3 events

- 1) adhesion of the rootstock & scion
- 2) proliferation of callus at the graft interface = callus bridge
- 3) vascular differentiation across the graft interface





THE BIOLOGY OF GRAFTING

☛ Steps in graft union formation

- 1.) lining up of the vascular cambium of rootstock and scion. Held together with wrap, tape, staples, nails or wedged together
- 2.) wound response
 - ☛ Necrotic layer 1 cell deep forms on both scion and stock
 - ☛ Undifferentiated callus tissue is produced from uninjured parenchyma cells below the necrotic layer
 - ☛ Callus forms a wound periderm (outer “bark”) which becomes suberized to prevent entry of pathogens
 - ☛ Necrotic layer dissolves



THE BIOLOGY OF GRAFTING

- **3.) callus bridge formation**
 - ⌘ **Callus proliferates for 1 - 7 days**
 - ⌘ **Callus mostly comes from scion (due to basal movement of auxins and CHO's, etc.)**
 - ⌘ **An exception to this is on established rootstock which can develop more callus than that from the scion.**
 - ⌘ **Adhesion of scion and stock cells with a mix of pectins, CHO's and proteins. Probably secreted by dictyosomes which are part of the Golgi bodies in cells.**





THE BIOLOGY OF GRAFTING

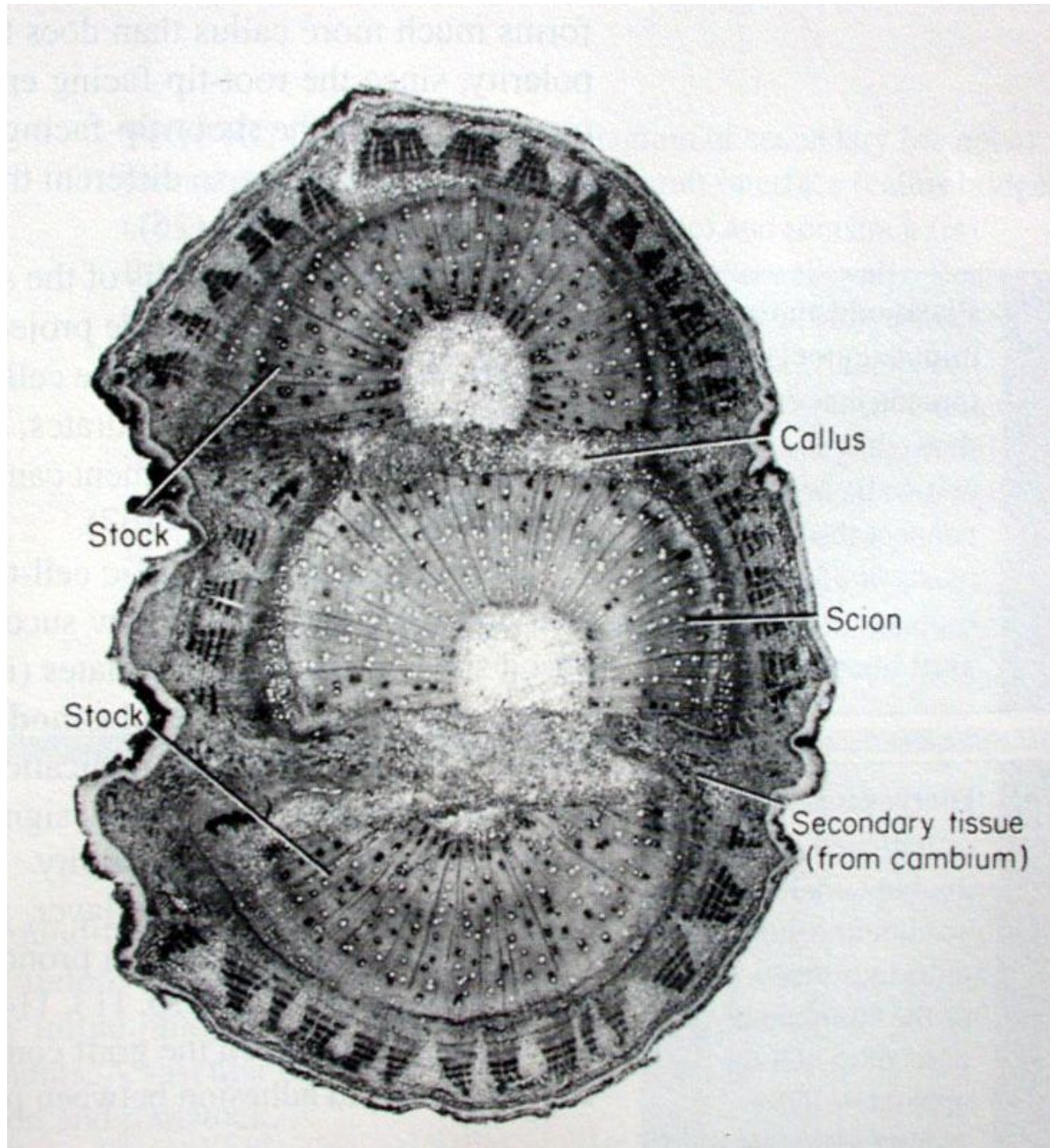
- 4.) Wound-repair :
 - ⌘ First the xylem and then the phloem is repaired
 - ⌘ Occurs through differentiation of vascular cambium across the callus bridge
 - ⌘ Process takes 2 - 3 weeks in woody plants
- 5.) Production of 2^o xylem and phloem from new vascular cambium in the callus bridge
 - ⌘ Important that this stage be completed before much new leaf development on scion or else the leaves will wilt and the scion may die



THE BIOLOGY OF GRAFTING

- ⌘ **Some water can be translocated through callus cells but not enough to support leaves**
- ⌘ **Cell-to-cell transport via plasmodesmata = symplastic transport (links cells membranes)**
- ⌘ **Apoplastic transport is between adhering cells**





FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

- ☉ **Incompatibility**
- ☉ **Plant species and type of graft**
 - Easy plants = apples, grapes, pears
 - Difficult plants = hickories, oaks and beeches
- Gymnosperms are usually grafted scions
- Angiosperms are usually budded scions







FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

☛ Environmental conditions following grafting

– Temperature: effects callus production.

- ☛ Depends on plant! (beech calluses better at 45°F while grape is best at 75°F)
- ☛ Easy to control in a greenhouse but difficult in the field

– Moisture: needed for cell enlargement in the callus bridge

- ☛ Maintain using plastic bags over scion
- ☛ Wrap with grafting tape, Parafilm, grafting rubbers and wax
- ☛ Place union in damp peat moss or wood shavings for callusing



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

- ❖ **Growth activity of the rootstock**
 - “T-budding” depends on the bark of the rootstock “slipping” meaning the cambial cells are actually dividing and separate easily from each other
 - “slipping” usually occurs in late spring or early summer
 - At certain periods of high growth in spring, plants (like walnut, maple and grape) can have excessive root pressure producing sap and “bleeding”, forcing off the scion and an result in an unsuccessful graft



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

- ⌘ **Art of grafting (especially with conifers)**
- ⌘ **Virus contamination, insects and disease**
 - **Viruses cause delayed incompatibilities**
 - ⌘ **Blackline in walnut and brownline in plum**
 - **Bacteria and fungi can enter the wound made during grafting**



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

- ❖ **Plant growth regulators and graft union formation**
 - Exogenous auxins have not proven beneficial
 - Endogenous auxin is needed in the scion to produce callus
- ❖ **Post-graft (bud-forcing) methods**
 - “crippling” or “lopping” = cutting halfway through the rootstock shoot on the side above the bud union and breaking over the shoot. This “breaks” apical dominance and the scion bud can elongate



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

☉ Polarity in grafting

- Top-grafting: proximal end of scion inserted into distal end of rootstock
- Root-grafting: proximal end of scion inserted into proximal end of rootstock
- Inverse scions in bridge grafts can remain alive but will not expand/grow
- Budding: upright orientation of bud should be maintained



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

⌘ Genetic limits of grafting

- Monocots are harder than dicot. Why?
 - ⌘ Lack vascular rings and have scattered vascular bundles instead
- General rules:
 - ⌘ The more closely related plants are (botanically), the better the chances for the graft to be successful
 - ⌘ Grafting within a clone (no problems)
 - ⌘ Grafting between clones within a species (usually no problems)
 - ⌘ Problems can occur with *Pseudotsuga* (evergreen conifer) and *Acer rubrum* and *Quercus rubra* (deciduous angiosperm plants)



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

⌘ Genetic limits of grafting

– General rules:(continued)

- ⌘ Grafting between species within a genus (50/50 chance of success). Reciprocal interspecies grafts are not always successful
- ⌘ Grafting between genera within the same family (rather remote)
 - ⌘ *Chamaecyparis* (cypress) on *Thuja* (arborvitae)
 - ⌘ *Citrus* (citrus) on *Poncirus* (hardy orange)
 - ⌘ *Pyrus* (pear) on *Cydonia* (quince)
 - ⌘ In the Solanaceae (nightshade family) grafting between genera is not a problem! Tomato, tobacco, potato, pepper, petunia, morning glory, etc.



FACTORS INFLUENCING GRAFT UNION SUCCESS

- ⌘ **Genetic limits of grafting**
 - **General rules:(continued)**
 - ⌘ **Grafting between families: *nearly* impossible!**
 - ⌘ **The first known graft union between two different families was published in 2000. The families were two succulents:**
 - ⌘ **Cactaceae and Capparaceae**



GRAFT INCOMPATIBILITY

- ☛ **Compatibility** = ability of two different plants grafted together to produce a successful union and continue to develop satisfactorily
- ☛ **Graft failure**: caused by anatomical mismatching/poor craftsmanship, adverse environment, disease and graft incompatibility



GRAFT INCOMPATIBILITY

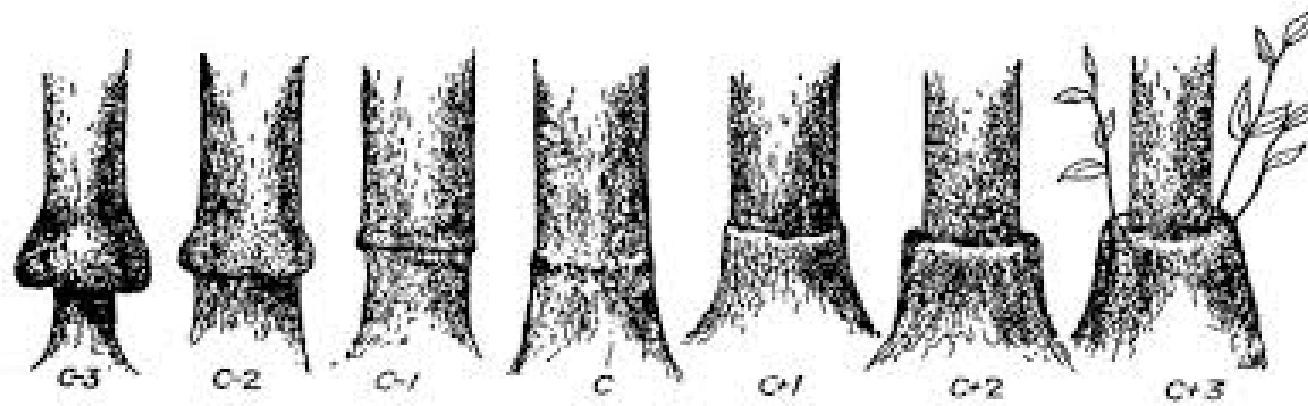
- ⌘ **Graft incompatibility from:**
 - **Adverse physiological responses between grafting partners**
 - **Virus transmission**
 - **Anatomical abnormalities of the vascular tissue in the callus bridge**



GRAFT INCOMPATIBILITY

- ☛ **External symptoms of incompatibility**
 - **Failure of successful graft or bud union in high percentages**
 - **Early yellowing or defoliation in fall**
 - **Shoot die-back and ill-health**
 - **Premature death**
 - **Marked differences in growth rate of scion and stock**
 - ☛ **Overgrowth at, above or below the graft union**
 - ☛ **Suckering of rootstock**
 - ☛ **Breakage at the graft union**





GRAFT INCOMPATIBILITY

- ⌘ **Anatomical flaws leading to incompatibility**
 - **Poor vascular differentiation**
 - **Phloem compression and vascular discontinuity**
 - **Delayed incompatibility may take 20 years to show up (often in conifers and oaks)**



GRAFT INCOMPATIBILITY

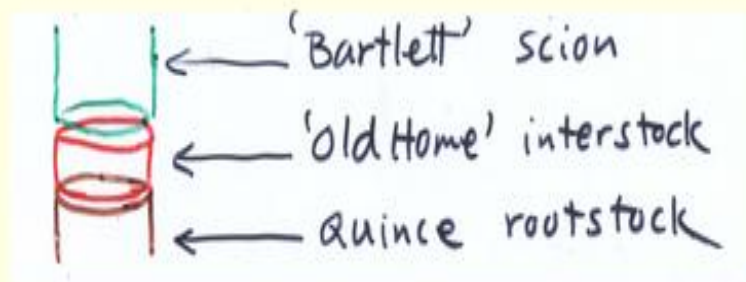
⌘ Physiological and Pathogen-Induced Incompatibility

- Non-translocatable = localized. Problem is fixed by using mutually compatible interstock (no direct contact between scion and stock)
- Translocatable = spreads. Interstock does not solve the problem. Some mobile chemical causes phloem degradation. Ex: cyanogenic glucosides like prunasin is converted to hydrocyanic acid (from Quince to pear)



3 types of incompatibility

1. Localized -lack of contact between cambium layers of stock and scion
Bartlett pear scion o fquince rootstock-----> incompatible
Use of 'old home' pear as interstock -----> compatible
2. Translocated - translocatable 'substances' cause incompatibility ---results in phloem degeneration, necrotic tissues, etc.



'Hale's Early' peach no 'Myrobalan B' plum rootstock --> incompatible
use of interstock does not overcome incompatibility

3. Virus-induced - latent viruses become active when transmitted to scion from stock or vice versa
-citrus quick decline, pear decline
-stem-pitting virus from scion to rootstocks of 'Virginia Crap' apple



GRAFT INCOMPATIBILITY

- **Pathogen-induced virus of phytoplasma induced**
- **Tristeza = viral disease of budded sweet orange that is grafted onto infected sour orange rootstock**



GRAFT INCOMPATIBILITY

- ⌘ **Predicting incompatible combinations**
 - **Electrophoresis test to look for cambial peroxidase banding (chestnut, oak and maple). Peroxidases produce specific lignins and the lignins must be similar for both scion and stock for the graft to be successful long-term.**
 - **Stain tissues at the graft union and examine microscopically**
 - **Magnetic resonance imaging (MRI) checks for vascular discontinuity**



GRAFT INCOMPATIBILITY

☛ **Correcting incompatible combinations**

- **Generally not cost-effective. Remove and top-work the rootstock**
- **Bridge graft with a mutually compatible rootstock**
- **Inarch with a seedling of compatible rootstock**



EFFECTS OF ROOTSTOCK ON SCION

☪ **Size and growth habit**

- **The most significant effect**
- **Dwarfing rootstock was developed in the 15th century!**

☪ **Fruiting increases:**

- **Precocity = early maturity**
- **Bud formation and numbers**
- **Fruit set = # of fruits that actually develop**
- **Yield = # and weight of fruit at harvest**



EFFECTS OF ROOTSTOCK ON SCION

- **Note:** trees on dwarfing rootstocks are more fruitful and if closed planted result in a higher yield per acre!
- Dwarf trees have less management costs associated with pruning and spraying
- ⌘ **Size, quality and maturity of fruit**
 - No transmission of fruit traits from rootstock to scion
 - Quality due to mineral nutrient uptake by the rootstock can be improved or decreased



EFFECTS OF ROOTSTOCK ON SCION

⌘ Misc. effects of stock on scion

- Winter-hardiness. Rootstock can effect rate of maturity of the scion as it hardens-off in the fall
- Increase the scion tolerance of adverse edaphic (soil) conditions
 - ⌘ Ex: heavy, wet, compact, low O₂ soils
 - ⌘ *Betula populifolia* (Japanese white birch) grafted on *Betula nigra* (River birch)
- Increase pest and disease resistance (esp. nematodes). Ex: Citrus, grapes, peaches



EFFECTS OF SCION ON ROOTSTOCK

☛ **Can increase suckering from roots**

