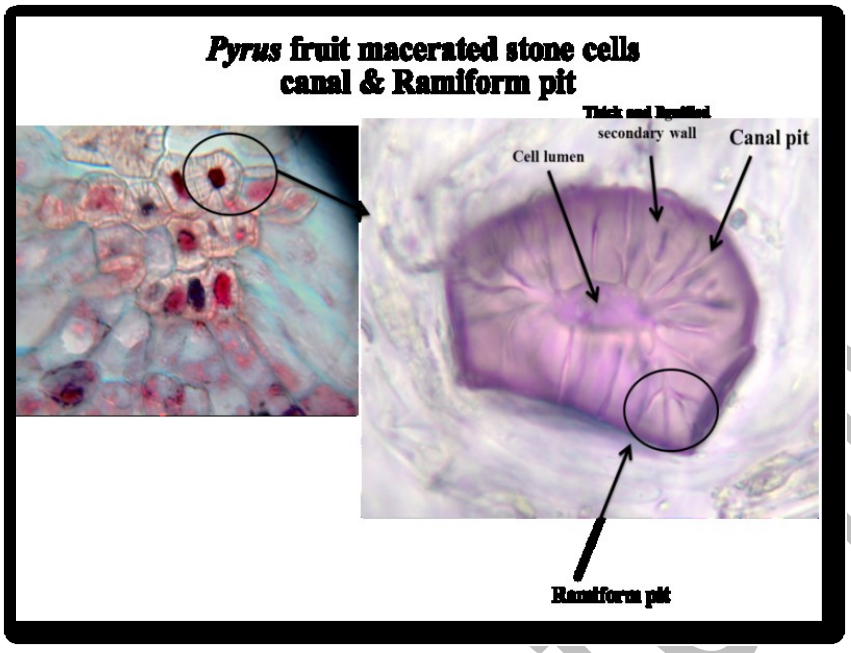


Ramiform pit in *Pyrus* fruit

أقتران النقر Pit combinatoin

غالبا ما يقترن النقر الموجودة على جانب من الجدار بواحدة او اكثر من النقر المماثلة او المغايرة لها على الجانب الاخر ويطلق على النقرتين المقترنين معا مصطلح الزوج النقري Pit pair فيما يلي اهم التشكيلات الناتجة من اقتران النقرة

1- الزوج النقري البسيط Simple pit pair

وفيه يقترن نقرة بسيطة على جانب من الجدار بأخرى مماثلة على الجانب الاخر كتلك الموجودة في الخلايا البرنكيمية ذات الجدران الثانوية

2- الزوج النقري المضفوف Bordered pit pair

وفيه تقترن نقرة مضفوفة على جانب من الجدار بأخرى مماثلة على جانب الاخر ويلاحظ ذلك في جدران الفاصلة بين عنصرين ناقلين من عناصر الخشب

3- زوج نقري نصف مضفوف Half or semi Bordered pit pair

وفيه تقترن نقرة مضفوفة على جانب من الجدار بأخرى بسيطة على الجانب الاخر ويلاحظ ذلك في الجدران الفاصلة بين عنصر ناقل من عناصر الخشب (قصيبة او وعاء) وبين خلية برنكيمية حيث تكون النقرة المضفوفة على جانب القصيبة او الوعاء والنقرة البسيطة على جانب الخلية البرنكيمية

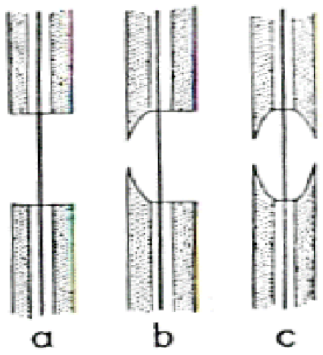
4- النقر مركب الجدار Unilaterally compound pitting

وفيه تقترن نقرة واحدة في جانب من الجدار بأكثر من نقرة في الجانب الاخر

5- النقرة العمياء Blind pit

وفيها تكون النقرة على جانب من الجدار غير مقترنة بأخرى في الجانب الاخر, كما في النقر التي تقابلها مسافة بينية او التي تتكون في الجدران الفاصلة بين القصيبات والالياف

Plant Anatomy



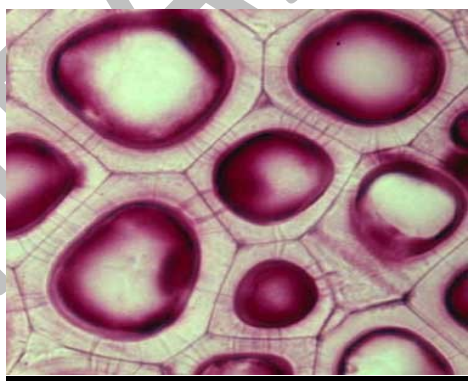
Simple pit pair half border pit pair borderd pit pair

الروابط البلازمية Plasmodesmata

اهم مايميز حقول النقر الابتدائية هو وجود تجمعات من خيوط سايتوبلازمية دقيقة تدعى الروابط البلازمية وظيفتها ربط المادة الحية بين الخلايا المتجاورة. وعندما يضاف الجدار الثانوي فوق الابتدائي تظهر التجمعات الرئيسية بهذه الروابط مارة عبر اغشية النقر .

وهي عبارة عن تراكيب سايتوبلازمية خيطية رفيعة جداً موجودة في جميع الخلايا النباتية وتقوم بربط سايتوبلازم الخلايا المتجاورة مع بعضها البعض وتحتل الروابط البلازمية مساحات شاسعة من الغشاء البلازمي ويبلغ قطر الروابط البلازمية النموذجية حوالي 60 نانوميتر وعددها حوالي 280 لكل مايكروميتر مربع من سطح الغشاء البلازمي وتشكل الخلايا النباتية المتصلة مع بعضها البعض عن طريق الروابط البلازمية نظاماً مستقلاً يسمى Symplast

عندما يكون الجدار الابتدائي سميك ومتجانس تشاهد الروابط البلازمية منتشرة على طول الجدار وغير مقتصرة على حقول النقر. وجدت هذه الروابط في النباتات الراقية كما وجدت في كثير من النباتات الواطئة بما في ذلك السرخسيات والحزازيات والطحالب الحمر كما ثبت وجود هذه الروابط في جميع الخلايا الحية فقد لوحظت في الخلايا المرستيمية وفي الانسجة الدائمية .



***Diospyros* endosperm**

هناك عدة ادلة على ان هذه التراكيب حقيقية حية ذات طبيعة بروتوبلازمية منها:-

1. وجودها في جدران الخلايا الحية فقط وعدم وجودها في الخلايا الميتة.
2. تتشابه هذه التراكيب مع بقية السايتوبلازم من حيث ميلها للاصطباغ بالصبغات الخاصة بالسايتوبلازم.
3. تعطي تفاعلات موجبة مع انزيمات اكسدة Oxidases كما يفعل السايتوبلازم.
4. عند تبلزم الخلية يبتعد السايتوبلازم عن الجدار الا في مناطق معينة من الجدار يبقى فيها السايتوبلازم مرتبطا به وتمثل هذه المناطق موضع مرور الروابط البلازمية ولو تركت الخلايا في محلول عالي الاسموزية حتى تتقطع هذه الخيوط تحصل بلزمة دائمة

Plant Anatomy

Permanent Plasmolysis ويتعذر عندها اعادة الخلية الى حالتها الطبيعية . اما لو بقيت هذه الخيوط سليمة فعندئذ يمكن ان تعود الخلية اذا وضعت في الماء النقي وفي هذه الحالة تكون البلزمة مؤقتة Temporary plasmolysis

المسافات البينية Intercellular spaces

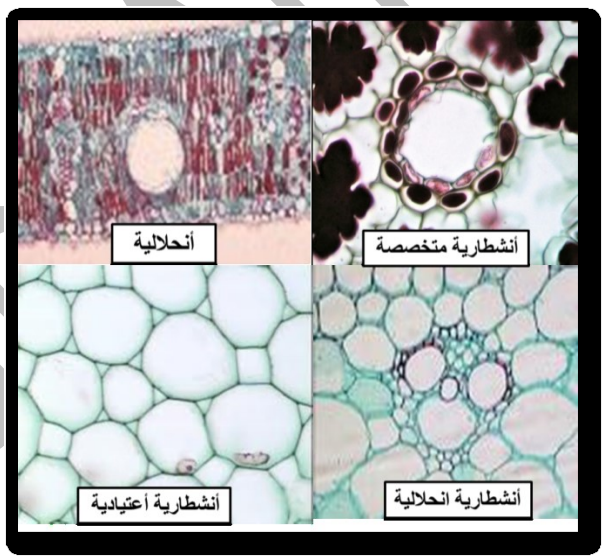
توجد عادة بين خلايا الانسجة الناضجة وقد توجد ايضا بشكل دقيق بين خلايا النسيج المرستيمي واعتمادا على طريقة التكوين يمكن تصنيفها الى مايلي :-

1. مسافات بينية انشطارية اعتيادية Ordinary Schizogenous intercellular space
يتكون هذا النوع بين الخلايا في المراحل الاخيرة من الانقسام الطور النهائي Telophase وقد سميت بالانشطارية لان الصفيحة الوسطى تبدو وكأنها انشطرت قسمين لتحصر بينها الفسحة .

2. المسافة البينية الانشطارية المتخصصة Specialized Schizogenous
قد تتسع المسافة البينية في حالة تكوينها مسافة مماثلة في خلية مجاورة واندماجها معها فتتسع الفسحة وبهذه الطريقة تتكون قنوات تمتد داخل اجسام بعض النباتات وفي حالة تخصص الخلايا المبطنة للقناة لافراز مادة معينة كالراتنج مثلا يطلق علىها المسافة البينية الانشطارية المتخصصة Specialized Schizogenous .

3. الانقراضية او الانحلالية Lysigenous Intercellular space
هذا النوع من المسافات يتكون بأندثار او انقراض بعض الخلايا وتترك فسحة مكانها وفي حالة كون الخلايا فارزة يتجمع الافراز في الفسحة كما هو الحال في تجمع الزيت في اوراق نبات اليوكاليتوس

4. الانشطارية الانقراضية Schizoge _ Lysigenous Intercellular Space
وقد تتكون المسافات البينية بطريقة الانشطار اولا ثم تتسع تلك الفسح بأندثار الخلايا المجاورة كما هو الحال في فجوة الخشب الاول التي تشاهد في الحزم الساقية لنبات الذرة.



Plant Anatomy

الانسجة Tissues

وهي عبارة عن مجموعة من الخلايا مقترنة مع بعضها لاداء وظيفة معينة او اكثر وقد تكون الكائنات وحيدة الخلية حيوانية او نباتية Unicellular حيث يتكون الكائن من خلية واحدة او متعددة الخلايا Multicellular ويكون جسم الكائن مؤلف من عدة خلايا قد يصل احيانا الى ملايين بل بلايين من الخلايا . تصنف الانسجة بأشكال عدة حيث يعتبر تصنيف Sach أقدم تصنيف للانسجة واعتمد على الصفات المظهرية والشكلية .

في الوقت الحاضر تصنف الانسجة تبعا لقابليتها على الانقسام حيث تقسم الى

1. الانسجة المرستيمية Meristematic tissues
2. الانسجة الدائمية Permanent tissues

المرستيمات وعملية التمايز Meristems and differentiation

المرستيمات عبارة عن خلايا لها القدرة على الانقسام بصورة فعالة حيث انها مازالت لم تتكشف او تتشكل بعد التقوم بوظيفة معينة . تتميز الخلايا المرستيمية بالصفات التالية :-

1. خلايا قابلة على الانقسام
2. خلايا صغيرة الحجم رقيقة الجدران
3. المحتويات الحية كثيفة والفجوات قليلة وصغيرة منتشرة في السايتوبلازم
4. ذات نواة كبيرة نسبيا
5. البلاستيدات بحالة بدائية Proplastids وعناصر الشبكة الاندوبلازمية قليلة
6. خلايا متراصة لاتوجد فيها مسافات بينية وان وجدت فتكون غاية في الضيق
7. تكون الخلايا متماثلة الابعاد Isodiametirc مربعة او مضلعة او مستديرة
8. المحتويات الايضية Ergastic substance من نشا وبلورات تكون معدومة

عندما تنقسم الخلية المرستيمية تعطي نوعان من الخلايا الاولى تسمى الخلية المولدة او الانشائية Initial cells تبقى بحالة مرستيمية بشكل دائمي والثانية سميت بالمشتقة Derivative cell وهي خلايا تمر بتغيرات تحولها الى عنصر ناضج تشمل هذه التغيرات النواحي الكيميائية والشكلية والمورفولوجية والوظيفية وتعرف العملية بعملية التمايز **Differentiation** وتعني عملية التمايز مجمل التغيرات الكيميائية والفيزيائية التي تحصل في الكائن الحي او في عضو من الاعضاء بحيث يتحول هذا التركيب من حالة اقل وضوحا الى حال اكثر وضوحا وتخصصا ، اي حالة اكتساب الصفات وتحدث عادة على مشتقات الخلايا المرستيمية فتجعلها تختلف عن الاصل المرستيمي الذي نشأت منه وعن خلايا تمايزت بشكل اخر .

من الملاحظ ان جسم النبات البالغ يشمل على مجاميع مختلفة من الخلايا والانسجة تختلف مظهريا ووظيفيا حسب الموقع لذلك فأن عملية التمايز لا تجري بشكل واحد على جميع الخلايا حيث تتمايز جزئيا وتبقى الخلية محتفظة بمحتوياتها الحية ولها قدرة كامنة على الانقسام بينما خلايا اخرى كعناصر الانابيب المنخلية في اللحاء تتمايز بشكل اعقد وتتحول كليا وتفقد علاقتها بالاصل الجنيني ومعها القدرة على الانقسام.

تستطيع الخلايا المتمايزة جزئيا ان تفقد الصفات التي اكتسبتها وتعود الى الحالة المرستيمية تحت ظروف معينة وتسمى هذه العملية **فقدان التمايز Dedifferentiation وهي عملية فقدان الصفات المكتسبة والرجوع الى الحالة المرستيمية** والامثلة كثيرة في جسم النبات على كحالة نشوء الكامبيوم الفليني والكامبيوم الوعائي ما بين الحزم ونشوء البراعم العرضية .

هناك بعض الحالات **التي تتحول فيها الخلايا المتخصصة الى اعقد مما كانت عليه وتدعى العملية Redifferentiation أي اعادة عملية التمايز مثال ذلك تحول بعض الخلايا الحشوية الى خلايا صلبة او تسمى ايضا سكلريدات بعملية التصلب Sclerification التي هي في الحقيقة عملية اعادة تمايز .**

تصنيف المرستيمات Classification of Meristemes

تقسم الانسجة المرستيمية بطرق مختلفة حسب اساس التقسيم وعلى ذلك فيمكن تقسيميها بالطرق الاتية :-

Plant Anatomy

أ. على اساس موقعها في جسم النبات Position in plant body
ب. حسب المنشأ Origin
ت. حسب الوظيفة Function

تقسيم الانسجة المرستيمية حسب موقعها في الجسم النباتي الى:

1. أنسجة مرستيمية قمية Apical meristems

وهي مرستيمات ابتدائية توجد في قمم السيقان والجذور واحيانا في قمم الاوراق ويطلق عليها القمم النامية Growing points ، تنقسم خلاياها بمستويات مختلفة وتتكون من عدد قليل من الخلايا الانشائية في النباتات الواطئة اما في النباتات الراقية فتتكون من عدد كبير من الخلايا الانشائية قد تنتظم في صف او اكثر، يؤدي نشاط هذه المرستيمات الى الزيادة الطولية في العضو النباتي.

2. مرستيمات جانبية Lateral Meristems

وهي مرستيمات توجد في مواقع جانبية في محور العضو النباتي الذي توجد فيه وهي مرستيمات ثانوية مثال ذلك الكامبيوم الوعائي Vascular cambium والكامبيوم الفليني Cork cambium وتنقسم خلاياه بصورة رئيسية بمستويات موازية للسطح القريب منها وينشأ عن نشاطها الزيادة القطرية والزيادة في سمك العضو النباتي.

3. المرستيمات البينية Intercalary Meristems

عبارة عن مرستيمات ابتدائية توجد بين انسجة بالغة مستديمة وبعيدا عن القمة النامية كتلك التي توجد في قواعد الاوراق او فوق العقد في سيقان نباتات ذوات الفلقة الواحدة او قواعد السلاميات كما في نباتات الحشائش ويعتبر عمل هذه المرستيمات متمم لعمل المرستيمات القمية حيث انها تساهم في اعطاء الطول النهائي للسلاميات وكذلك تعطي الحجم والشكل النهائي لكثير من التراكيب النباتية كالاوراق والازهار والثمار.

تقسيم الانسجة المرستيمية تبعا لمنشأها:

1. **مرستيم اولي او بدائي Promeristem or Primordial**
يمثل هذا المرستيم منطقة مرستيمية ضيقة جنينية الاصل تشمل مساحة صغيرة في اقصى القمة خلاياها في الاطوار الجنينية تنقسم باستمرار وتتمايز مشتقاتها الى مرستيمات ابتدائية، تتصف خلايا هذه المنطقة بالصفات العامة للانسجة المرستيمية.
2. **مرستيمات ابتدائية Primary meristems**
تمثل هذه المرستيمات المشتقات المباشرة لخلايا المرستيم الاول وتقع عادة تحتها، تقسم خلاياها وتتمايز مشتقاتها الى انسجة دائمية ابتدائية Primary permanent tissues التي تبني جسم النبات الابتدائي.
3. **مرستيمات ثانوية Secondary meristems**
ينشأ عن نشاطها انسجة دائمية ثانوية والتي تقوم ببناء الاجزاء الثانوية في جسم النبات وتنشأ المرستيمات الثانوية من خلايا مستديمة يعاودها النشاط والقدرة على الانقسام في عملية فقدان التمايز Dedifferentiation كالكامبيوم الفليني وكذلك الكامبيوم الوعائي مابين الحزم .

تقسيم الانسجة المرستيمية حسب الوظيفة التي تقوم بها الى:

يختلف منهج التقسيم حسب نوع النبات وقد وجد ان جميع النباتات تحوي على نسيج مرستيمي يطلق عليه المرستيم الاول Pormeristem سرعان مايتميز الى ثلاث مرستيمات ابتدائية :

1. **Protoderm:** give the epidermis tissue as permanent tissue.
2. **Ground meristem**: give the cortex, pith, and pith ray.
3. **Procambium**: give the primary xylem, primary phloem and vascular cambium.

Plant Anatomy

المرستيم القمي في الساق Shoot Apex

نشأت فكرة المرستيم القمي للساق لاول مرة عندما قدمها ولف Wolff عام 1759 ووصف هذه المنطقة بأنها عبارة عن منطقة غير متكشفة Undeveloped region واقعة في قمة الساق ينشأ منها فيما بعد جميع الانسجة والاعضاء النباتية المحولة على الساق . وهناك عدة نظريات متعلقة بالمرستيم القمي تتبنى توضيح ووصف القمم النامية للساق الا انه لا يمكن تطبيق اي من هذه النظريات على جميع النباتات وجميع المجاميع النباتية بل تطبق كل منها على مجاميع محدودة ونباتات معينة في المملكة النباتية دون نباتات اخرى .

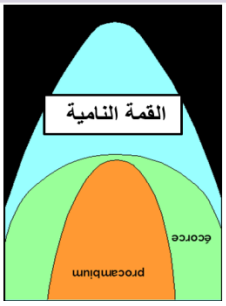
المرستيم القمي في الجذر Root Apex

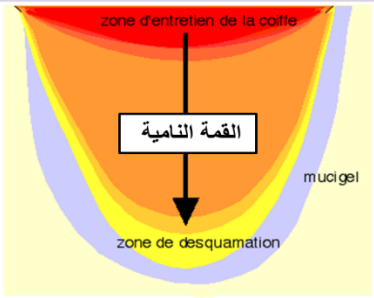
يشبه المرستيم القمي في الجذر المرستيم القمي في الساق في انه يظهر في طرز نمو مختلفة وليس هناك طراز معين ينطبق على القمة النامية لجميع النباتات.

يختلف المرستيم القمي في الجذر عنه في الساق في :-

الفرق بين المرستيم القمي في الساق والمرستيم القمي في الجذر:

المرستيم القمي في الساق	المرستيم القمي في الجذر
ينتج انسجة الى الداخل فقط	ينتج انسجة الى الداخل والى الخارج
موقع المرستيم القمي في الساق نهائي في اعلى قمة الساق	موقع المرستيم القمي تحت نهائي اي تحت القلنسوة
يكون اعضاء جانبية كالفروع والاوراق والتي تكون بدايتها عند القمة النامية في الساق	تفرعات الجذر تكون بعيدة عن منطقة النمو وتكون داخلية المنشأ حيث تنشأ من الدائرة المحيطة





المرستيمات الجانبية Lateral Meristem وتشمل

1- Vascular cambium الكامبيوم الوعائي
2- Cork cambium الكامبيوم الفليني

الكامبيوم الوعائي Vascular cambium

وهو مرستيم جانبي يقع بين نسيجي الخشب واللحاء ويؤدي نشاطه الى الزيادة القطرية في سيقان وجذور النباتات التي تتميز بحصول النمو الثانوي فيها وهي نباتات ذوات الفلقتين من مغطاة وعاريات البذور حيث يظهر هذا المرستيم على شكل اشرطة منفصلة او على هيئة اسطوانة جوفاء في العديد من النباتات العشبية من مغطاة البذور.

قد يكون الكامبيوم الوعائي اثريا او غير موجود في بعض النباتات من ذوات الفلقة الواحدة ولذلك تقوم الانسجة الوعائية الابتدائية بوظيفتها خلال فترة النمو الابتدائي وفي هذه النباتات تتميز جميع خلايا الكامبيوم الاولي Procambium الى انسجة مستديمة من الخشب واللحاء ولا يتبقى بينهما كامبيوم كما لا يحدث فيها تغلظ ثانوي وتعيش هذه النباتات لموسم واحد وهذا يحدث في ذوات الفلقة الواحدة حيث تمييز جميع خلايا الكامبيوم الاولي الى خلايا مستديمة Permanent tissues .

Plant.my

لكن في سيقان وجذور ذوات الفلقتين وكذلك في عاريات البذور يتميز القسم الاكبر من الكامبيوم الاولي الى لحاء وخشب ابتدائيين ويتبقى قسم غير متميز بين الانسجة الدائمية من الخشب واللحاء حتى بعد تمام نضجها يقوم حينئذ بمهمة تكوين الانسجة الثانوية للحاء والخشب وهو ما يعرف بالكامبيوم الوعائي.

يكون الكامبيوم الوعائي بشكل نسيجين النسيج الاول يقع بين الخشب واللحاء يسمى الكامبيوم الحزمي Fascicular cambium والذي يقع داخل الحزمة الوعائية الاصلية وظيفته انتاج لحاء الى الخارج وخشب الى الداخل طيلة فترة حياة النبات ، النسيج الاخر هو ما تبقى من اشرطة الكامبيوم الوعائي Vascular cambium تكون منفصلة عن بعضها بواسطة برنكيما النسيج الاساس وتتكون بواسطة انقسام الخلايا البرنكيمية الواقعة بين الحزم الوعائية بطريقة فقدان التميز dedifferentiation وتتحول الى خلايا مرستيمية ويطلق على هذا الجزء من الكامبيوم مصطلح الكامبيوم ما بين الحزم Inter fascicular cambium وظيفته ربط حزمة وعائية مع حزمة وعائية اخرى.

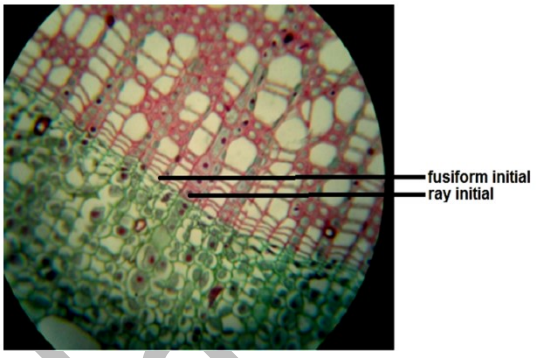
انواع خلايا الكمبيوم

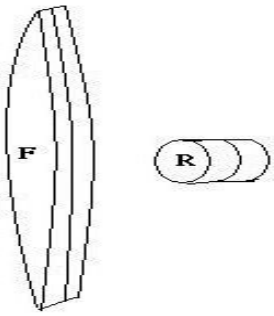
يتكون الكامبيوم عادة من نوعين من الخلايا :

1- خلايا كمبيومية ذات اصول مغزلية Fusiform Initials وهي خلايا مستطيلة ذات اطراف مدببة وقد تصل في طولها في بعض الجذوع المسنة الى 8 ملم وينشأ منها العناصر الطويلة رأسيا مثل الالياف والقصيبات والاوعية وبعض خلايا برنكيما الخشب واللحاء وهي الخلايا التي يطلق عليها مجتمعة النظام المحوري او العمودي Axial or Vertical system في الخشب واللحاء الثانويين.

2- خلايا كمبيومية ذات اصول شعاعية Ray Initials وهي خلايا صغيرة متساوية الابعاد تقريبا وينشأ عنها خلايا الاشعة البارنكيمية والتي تكون عادة ممتدة افقيا او عرضيا ويطلق عليها مصطلح النظام الشعاعي او الافقي Radial or Horizontal system في الخشب واللحاء الثانويين.

***Pinus* old stem T.S. , fusiform and ray initial**





صفات خلايا الكامبيوم:

1. ذات جدران ابتدائية.
2. تظهر فيها حقول النقر الابتدائية.
3. تخترقها الروابط البلازمية.
4. تكون جدرانها القطرية عادة اسمك من جدرانها المماسية وذلك لتوالي الانقسامات الموازية للسطح والتي تؤدي الى رقة الجدران المماسية .
5. الخلايا تكون وحيدة النواة ويكون حجم النواة في الاصول المغزلية اكبر منه في الاصول الشعاعية.
6. تحتوي على فجوة واحدة كبيرة تمتد خلالها خيوط بروتوبلازمية متشابكة اوعلى فجوات صغيرة مستقلة عن بعضها .

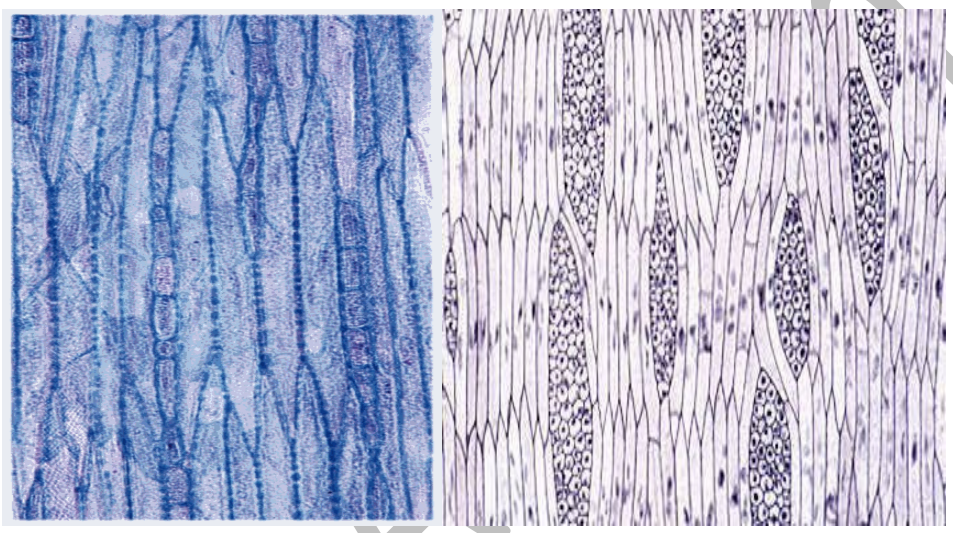
Plant anatomy

ترتيب الخلايا المغزلية في المقطع المماسي

يمكن تمييز نوعين من الكامبيوم على اساس ترتيب وانتظام الخلايا المغزلية في المقطع المماسي Tangential section

1- كامبيوم منضد (مصفف) Storied or stratified cambium وفيه تنتظم خلايا الكمبيوم المغزلية في صفوف افقية بحيث تكاد تصبح اطرافها في مستوى واحد كما هي الحال في نبات العبل *Tamarix* وتكون الخلايا المغزلية في هذه الحالة من النوع القصير .

2- كامبيوم غير منضد (غير مصفف) Non storied or non-stratified وفي هذه الحالة تتراكب الخلايا المغزلية جزئيا ولا تنتظم في صفوف افقية وتكون الخلايا في الكامبيوم غير المنضد عادة اطول من خلايا الكامبيوم المنضد واكثرها شيوعا بين النباتات ومما تجدر الاشارة اليه ان الكامبيوم المنضد يعتبر ارقى تطوريا من النوع غير المنضد كما ان الاصول القصيرة للكامبيوم هي الاخرى ارقى تطوريا من الاصول الطويلة.



كمبيوم غير منضد **كمبيوم منضد**

النشاط الموسمي للكامبيوم :Seasonal activity

يستمر نشاط الكامبيوم في بعض النباتات طوال فترة حياة النبات اي ان خلايا الكمبيوم تظل تمارس انقسامها بصورة مستمرة وتتميز الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام تدريجيا لتكوين عناصر الخشب واللحاء الثانويين وغيرها من الانسجة . يحدث هذا على سبيل المثال في بعض النباتات التي تعيش في المناطق المعتدلة الدافئة Warm temperate zone اما في المناطق التي يتميز مناخها بتعاقب موسمي واضح فيكون النشاط الكمبيومي على اشده في فصل الربيع ثم يتناقص تدريجيا خلال فصل الصيف بينما يتوقف تماما خلال فصلي الخريف والشتاء .

ينشط الكامبيوم في فصل الربيع مع تفتح البراعم ويكون ذلك في المنطقة الواقعة تحت اول برعم متفتح بسبب انتقال مواد ذات طبيعة هرمونية حيث تتكون في الاوراق الصغيرة للبراعم المتفتحة وتنتقل منها لتحفز خلايا الكامبيوم في المنطقة القريبة على الانقسام .

وقد وجد ان استمرار تعريض النباتات للضوء يؤدي الى استمرار نشاط الكامبيوم الوعائي في هذه النباتات بسبب الهرمونات المتكونة في الاوراق المعرضة للضوء ، كما وجد ايضا ان هرمونات الجروح التي تتكون في الخلايا المتضررة ميكانيكيا يتأثر به نشاط الكامبيوم في المناطق القريبة منها . لذلك يمكن القول بصورة عامة ان نشاط الكامبيوم الوعائي يرتبط بالدرجة الاساس بالهرمونات اضافة الى عوامل اخرى منها داخلية ومنها وراثية كعمر النبات مثلا فقد اظهرت الدراسات ان نشاط الكامبيوم الوعائي في شجرة نبات الصنوبر مقدرا بالاضافة الثانوية يكون شديدا في السنوات الاولى من عمر النبات بدليل تكوين طبقات سنوية واسعة ويتناقص هذا النشاط تدريجيا بتقدم النبتة بالعمر.

Plant Anatomy