المحاضرة ١ تشريح

الخليـــــــــة النباتيـــــــــــــة

Plant Cell

يتركب النبات من وحدة أو اكثر من الوحدات الدقيقة تسمى الخلية ولدراسة الخلية أهميه خاصة تمثل وحـــدة التركيب ومركز العمليات الفسيولوجيه للكائن والحاملة للصفات المتوارثة التى تنتقل من جيل لآخر .

وأول من تعرف على الخلية و أعطاها اسمها Cell هو العالم "روبرت هـــوك" Robert Hooke (عـام ١٦٦٥) ولاحظ أنها وحدات صغيرة لها جدار وتحوى بداخلها عصير خلوى ولم يعط "هوك" أهميـــة خاصـــة الـــى محتويات الخلية حيث انه اعتبر ما بداخل الخلية عبارة عن مجلول مغذ . وأول من أعلن النظريـــة الخلويـــة همـــا العالمان الألمان (شيلدن Schleiden وشوان Schwann) فى عام "١٨٣٨" والتى تقول بأن الكائن الحى يـتركب من وحدات تركيبية و فسيولوجية هى الخلايا . ويتراوح حجم الخلية من الميكرون كما فى بعض الكائنـــات الدقيقـــة الى عدة سنتيمترات كما فى الألياف والشعيرات . وهى تتكون من جدار سليلوزى Cellulosic Cell Wall غـير حى يحيط بالجزء الحى من الخلية وهو البروتوبلاست Protoplast وتسمى كل المادة الحية فـــى جسم الكـــائن بالبروتربلازم Protoplasm وهذه المادة الحية هى التى ترجى كل مظاهر الحياة المختلفة من تمثيل للغذاء وتكـــاثر واستجابة للمؤثرات الخارجية وما الى ذلك مما يتميز بها الكائن الحى وسوف نتحدث بـــالتفصيل عـــن المكونـــات المختلفة للخلية النباتية .

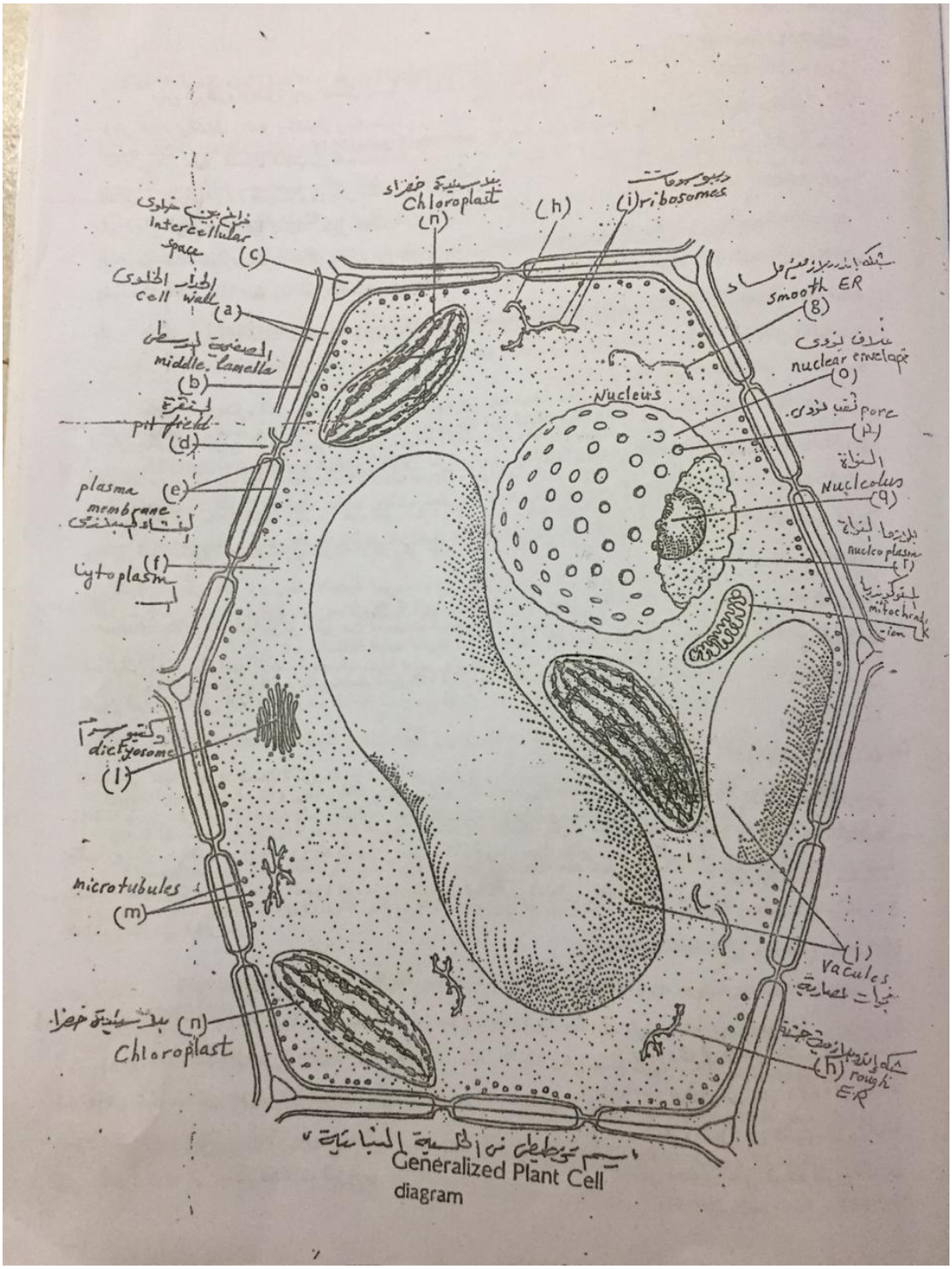
تركيب الخلية النباتية: Cell Structure

تتركب الخلية من جزئين مختلفين فى التركيب وفى الوظيفة : جزء وسطى هو البروتربلاست Protoplast وجزءيحيط به هو جدار الخلية Cell Wall والبروتوبلاست هو وحده خلويه من مادة البروتوبلازم Protoplasm التى يتكون فيها الكائن الحى .والبروتوبلاست وحده بروتوبلازميه منظمه .تحـــوى تراكيـــب بروتربلازميـــة حيـــه Living Contents من أنواع مختلفه ومحتويات أخرى غير حيه Non Living Contents بعضها عضـــوى وبعضها غير عضوى . وسنتناول بالتفصيل فى هذا الجزء طبيعة هذه المحتويات المختلفه للخلية .

المكونات الحيه للخلية النباتية : Living Contents Of The Cell

(١) البرتوبلاست Protoplast

يتكون جسم الكائن الحى من مادة حية تسمى البروتوبلازم ويطلق على وحدة البروتوبلازم الموجودة داخـــل الخلية الواحدة البروتوبلاست ويتكون البروتوبلازم من مواد عضوية وغير عضوية وتشمل المواد العضوية أساسا البروتينات والدهون والمواد الكربوأيدراتية وبعض الاحماض العضوية وتكون البروتينات حوالى ثلث الوزن الجاف للبروتوبلازم . وتشمل المواد غير العضويه على الماء وبعض الاملاح المعدنيه ويحتوى البروتربلازم علـــى نسـبة عالية من الماء الى حوالى ٩٠% فى حين لا تزيد نسبة الاملاح المعدنيه عن ١% .


Chloroplast
(n)
(h)
(i) ribosomes
Intercellular space
(c)
Cell wall
(a)
middle lamella
(b)
pit field
(d)
plasma membrane
(e)
Cytoplasm
(f)
Nucleus
Smooth ER
(g)
nuclear envelope
(o)
pore
(p)
Nucleolus
(q)
Nucleoplasm
(r)
mitochondrion
(k)
dictyosome
(l)
microtubules
(m)
(j) Vacules
Chloroplast
(n)
(h) rough ER
Generalized Plant Cell
diagram

المميزه للحياة

ومع أن البروتوبلازم يبدو كمائل بسيط الا أنه فى الحقيقة نظام ديناميكى معقد له القدرات المم
وهى البناء والتمثيل والنمو والتناسل والحساسية وأن تحليله الكيميائى وعرضها للتلف ومن الصعب كشف تركيبه
الحقيقى لأن طرق التحليل الكيميائى تفسد هذا التركيب ويشتمل البروتوبلازم على سائل شفاف محبب قليل اللزوجة
يسمى بالبروتوبلازم وجسم كروى أكثر كثافة من البروتوبلازم يسمى النواة . ويحتوى السيتوبلازم على مجموعة
كبيرة من الجسيمات الحية الدقيقة يظهر بعضها تحت الميكروسكوب الضوئى وهى البلاستيدات ويظهر البعض
الآخر بواسطة الميكروسكوب الاكترونى وهى الشبكة الاندوبلازمية والميتوكوندريا والميكروسومات والاجسام جولجى

(أ) - السيتوبلازم والاغشية البلازمية Cytoplasm And Plasma Membranes

يكون السيتوبلازم الجزء الرئيسى للبروتوبلازم وهو مادة شفافة محببة قليلة اللزوجة وتظهر تحت
الميكروسكوب الضوئى كمائل حديم اللون به حبيبات دقيقة معلقة وقطرات لمواد قابلة للذوبان وكثيرا ما تشاهد هذه
الحبيبات فى حركة براونية Brownian Movement وأحيانا ما يكون السيتوبلازم متحركا حيث ينساب حو
ل
. C
ytoplasmic Streaming السيتوبلازمى
السطوح الداخلية لجدار الخلية وتعرف هذه الظاهرة بالانسياب
قيقة
ويظهر السيتوبلازم تحت الميكروسكوب الاكترونى اكثر تعقيدا ويحتوى على جهاز معقد من الجسيمات الد
Endo
والاغشية . ويطلق على مجموعة الأغشية الموجودة داخل السيتوبلازم اسم الشبكة الاندوبلازمية plasmic
التحولات
Reticulum ويعتقد أنها مركز كثير من العمليات الحيوية التى تحدث بالخلية وخصوصا عمليات البناء و
ى عملية
الذاتية. ويوجد على هذه الأغشية حبيبات دقيقة تسمى بالريبوزومات Ribosomes ويعتقد أنها تدخل ف
اء البلازمى
تكوين البروتينات فى الخلية .وتعرف الطبقة الخارجية للسيتوبلازم والملاصقة لجدار الخلوى بالغشـ
ويتحكم هذا
الخارجى (Ectoplast Or Plasmamembrane) وهى طبقة رقيقة واكثر كثافة من السيتوبلازم
ت المواد بنسب
النشاء فى انتقال المواد المختلفة من خارج الخلية الى داخلها وبالعكس حيث انه يسمح بنفاذية أيونات
الغشاء البلازمى
متفاوته ويعبر عن هذه الخاصيه بشبه النفاذيه Semipermeability ومن الصعب رؤية ا
تعب فى الطبقة
بالميكروسكوب الضوئى ويمكن رؤيته بالميكروسكوب الاكترونى حيث يظهر على شكل طبقتين
الداخلية للسيتوبلازم والملاصقه للفجوة العصاريه بالغشاء البلازمى الداخلى Tonoplast وتحمل نفس صفات
الغشاء البلازمى الخارجى.

(ب) - النواه : Nucleus

وهى أهم الاجسام البروتوبلازميه واكثرها وضوحا فى الخلية وهى جسم كرو ى أو بيضى الشكل يصل
قطرها فى المتوسط الى حوالى ١٥ ميكرونا . وكان اول من اكتشف النواة "روبرت " براون فى عام ١٨٣١ ولاحظ
وجودها فى جميع الخلايا واطلق عليها اسم النواة . وتتميز النواة بالقدرة على الانق سام وتتميز عن السيتوبلازم بأنها
أكثر كثافة .وتوجد فى جميع الكائنات الحية ما عدا الطحالب الزرقاء والبكتيريا ال التى تحتوى على المادة النووية فى

حالة منتشرة فى السيتوبلازم تسمى " الجسم النووى " Nuclear Body وتوجد عادة نواة واحدة بالخلية الا أنه فى بعض النباتات الدقيقة قد تحتوى الخلية على نواتين أو أكثر .

وتغلف النواة بغشاء دقيق يسمى الغلاف النووى N Nuclear Envelope ويختفى هذا الغشاء اثناء عملية انقسام النواة ثم يعود للظهور عند اتمام عملية الانقسام . تمتلئ النواة بسائل هلامى يسمى بالعصير النووى Nuclear Sap تنتشر به مجموعة من الخيوط الدقيقة المتشابكة يطلق عليها اسم الشبكه الكروماتينية Chromatin Reticulum ويمكن رؤية الشبكة الكروماتينية باستعمال أصباغ خاصة . وتعتبر الشبكة الكروماتينية من أهم مكونات النواة حيث تلعب دورا هاما فى عملية انقسام الخلايا وانتقال الصفات الوراثية من جيل لأخر وعند انقسام الخلية تتميز خيوط الشبكة الكروماتينية إلى خيوط واضحة تسمى بالكروموسومات hron osomes ذات عدد ثابت فى النوع الواحد للنبات . وتحمل الكروموسومات عددا كبيرا من الأجسام تسمى بالجينات Genes وهى المسئولة عن حفظ الصفات الوراثية فى النبات .

وقد أثبت التحليل الكيميائى للمادة الكروماتينية انها تتكون من مواد بروتينية متحدة مع حمض الريبونيوكليك Ribonucleic Acid (R.N.A) وحمض الديوكسى ريبونيوكليك Deoxyribonuleic Acid (DNA) لتكوين بروتينات نووية Nucleoproteins . وتحتوى كل نواة على جسم مستدير صغير متجانس لا يحده غشاء يعرف بالنوية Nucleolus وتمثل انتفاخا فى الشبكة الكروماتينية وقد يوجد بالنواة أكثر من نوية وهى تتكون من بروتينات متحدة

مع حمض الريبنيوكليك (RNA) وتظهر أكثر كثافة من بقية النواة ولا تعرف وظيفتها على وجه التحديد وتختفى النوية أثناء عملية انقسام الخلية وتعود الى الظهور بعد انتهاء عملية الانقسام .

وتلعب النواة دورا هاما فى عملية انتقال الصفات الوراثية وتكون للأحماض النووية فى ذلك دورا أساسيا .

(جـ) - الأحماض النووية: Nucleic Acids

يعتبر الحمض النووى من أهم المركبات التى تدخل فى تركيب جسم الكائن الحى والتى تلعب دورا خاصا فى التحكم فى العمليات الحيويه داخل الخلية . وقد اكتشفت الأحماض النووية لأول مرة فى النواة ومنها اشتقت اسمها ثم أثبتت الدراسات بعد ذلك أن وجود هذه الأحماض ليس مقصورا على النواة فقط وانما توجد أيضا فى السيتوبلازم والأحماض النووية مركبات ذات وزن جزيئى عال وتحتوى على الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والفسفور ولها صفات حامضية .

ويتركب الحمض النووى من وحدات صغيرة يطلق عليها اسم النيوكليو تيدات Nucleotides يبلغ الوزن الجزيئى للواحدة منها ٣٥٠ . وتتصل النيوكليوتيدات مع بعضها فى سلاسل مكونة الحمض النووى .

ويتركب النيوكليوتيدات من :-

(١):- سكر خماسى هو سكر الريبوز Ribose أو الديوكسى ريبوز Deoxyribose

(٢):- قاعدة نيتروجينية Nitrogen Base : ويوجد منها خمسة أنواع هى الأدنين Adenine والثيمين Thymine و السيتوسين Cytosine والجوانين Guanine واليوراسيل Uracil .

(٣):- حمض الفسفوريك :P hosphoric Acid

وتتصل النيوكليوتيدات داخل السلسلة الواحدة عن طريق اتحاد جزئيات حمض الفسفوريك بالتبادل مع جزئيات السكر . وتتصل القواعد النيتروجينية اتصالا جانبيا بجزئيات السكر . وتختلف جزئيات الحمض النووى عن بعضها فى ترتيب القواعد النيتروجينية بالنسبة لبعضها داخل الجزئ . ويلعب هذا الترتيب دورا خاصا فى ابراز الصفات الوراثية.

(د) - البلاستيدات: **Plastids**

هى أجزاء بروتوبلازمية مميزة توجد منغمسة فى السيتوبلازم ، وتقوم بوظائف معينة وتتباين فى الشكل والحجم واللون ، وتنشأ البلاستيدات فى الخلية من أجسام صغيرة غير متميزة تتكون فى الخلايا الانشائية ، وتعرف بمنشئات البلاستيدات Proplastids لها القدرة على الانقسام ، ويتم انتقالها من الخلية الأم الى الخلايا البنوية أثناء انقسام الخلية . ولا يعرف حتى الآن اذا كانت الأنواع المختلفة للبلاستيدات تنشأ من أنواع معينة من منشئات البلاستيدات أو أنها تنشأ كلها من نوع واحد . وتنقسم البلاستيدات الى ثلاث أنواع حسب لونها :

(١) : البلاستيدات الخضراء **Chloroplasts**:

تتميز بلونها الأخضر المميز نتيجة وجود صبغ أخضر بها هو الكلوروفيل الذى يلعب دورا هاما فى عملية التمثيل الضوئى ، والاصباغ الموجودة فى البلاستيدات الخضراء هى كلوروفيل (أ) (A) ChlChlorophyll ولونه اخضر مزرق ، وكلوروفيل (ب) (B) Chlorophyll ولونه اخضر مصفر ، والزانثوفيل Xanthophyll ولونه أصفر ،والكاروتين Carotin ولونه برتقالى . ويمثل الكلوروفيل الصبغ الغالب فى البلاستيدات الخضراء ولذلك فهو يعطيها لونها الأخضر المميز . وتوجد هذه البلاستيدات فى خلايا الأجزاء الخضراء من النبات .

وتختلف البلاستيدات الخضراء فى الشكل والحجم فى النباتات المختلفة فى حين تتشابه فى خلايا النسيج الواحد ، وهى غالبا قرصية الشكل فى النباتات الراقية ويبلغ قطرها حوالى من ٤-٦ ميكرون ، وقد تكون حلزونية كما فى طحلب الاسبيروجيرا او كاسية كما فى طحلب الكلاميدوموناس . وتظهر البلاستيدات الخضراء تحت الميكروسكوب الضوئى كوحدة متجانسة خضراء قد تحتوى بداخلها على حبيبات النشا . وتظهر تحت الميكروسكوب الالكترونى محاطة بجدار مزدوج شبه منفذ ، وتحتوى بداخلها على مجموعات من الصفائح الرقيقة مرتبة فوق بعضها فى طبقات تسمى بالجرانا Grana وتوجد هذه الصفائح منغمسة داخل كتلة محببة تسمى بالحشية SS troma ويوجد صبغ الكلوروفيل مرتبا فى طبقات بين الصفائح المكونة للجرانا.

(٢) :- البلاستيدات الملونة **Chromoplasts**:

تختلف فى لونها من الاصفر الى البرتقالى أو الاحمر ، ويرجع اللون غالبا الى صبغ زانثوفيل والكاروتين ، وتوجد هذه البلاستيدات فى بتلات الأزهار وبعض الجذور مثل الجزر والثمار مثل الطماطم والفلفل ، وتختلف هذه البلاستيدات فى الشكل فقد تكون غير منتظمة او حبيبية اومضلعة أو إبرية أو مفصصة ، ويرجع السبب فى ان اطراف معظمها مدببة الى وجود مادة الكاروتين بها فى صورة بلورية . وقد تتحول البلاستيدات الخضراء الى

بلاستيدات ملونة كما يحدث عند نضج بعض الثمار مثل الطماطم والفلفل حيث يختفى الكلوروفيل فى البلاستيدات الخضراء ويظهر لون الأصباغ الخرى . ولكن الغالب ان تنشأ البلاستيدات الملونة من منشئات بلاستيدات خاصة بها . ولا تعرف وظيفة البلاستيدات الملونة بالنسبة للنبات على وجه التحديد . ولصبغ الكاروتين فائدة للحيوان حيث يتحول فى جسمه الى فيتامين (أ) .

(٣) :- البلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts :

يصعب رؤية البلاستيدات عديمة اللون تحت الميكروسكوب دون صبغها بأصباغ اخرى . ويكثر وجودها فى الأجزاء النباتية غير المعرضة للضوء . ويختلف شكلها فى النباتات المختلفة وهى غالبا منتظمة الشكل ن ويختلف شكلها تحت الظروف المختلفة ، وغالبا مأ تحتوى على حبيبات النشا وخصوصا فى الخلايا الاختزانية الموجودة فى الجذور الدرنية والكورمات والدرنات . ويبدا تكوين حبيبات النشا داخل البلاستيدات عديمة اللون ثم تكبر هذه الحبيبات حتى تملأ البلاستيدة كلها ،وقد يظل جدار البلاستيدة محيطا بالحبيبة النشوية او قد يختفى تماما .

وقد تتحول البلاستيدات عديمة اللون إلى بلاستيدات خضراء إذا ما عرضت للضوء ، وذلك لتكوين صبغ الكلوروفيل بها كما يحدث لدرنات البطاطس وثمار الطماطم الحديثة التكوين عند تعرضها للضوء .

وهناك بعض أنواع من البلاستيدات عديمة اللون تختزن فيها الدهون كما فى بذور القطن والخروع والفول السودانى ، وتعرف هذه بالبلاستيدات الزيتية .

هـ - الميتوكوندريا Mitochondria

يحتوى سيتوبلازم جميع الخلايا على عدد كبير من أجسام حية دقيقة الحجم مستديرة أو عصوية يصل طولها أو قطرها من ٠,٢ - ٠,٣ ميكرون ، وتسمى بالميتوكوندريا ويمكن رؤية هذه الأجسام بالميكروسكوب الضوئى باستعمال طرق صباغة خاصة . وتظهر الميتوكوندريا بواسطة الميكروسكوب الإلكترونى محاطة بجدارين، الخارجى منتظم أما الداخلى فينثنى داخل فراغ جسم الميتوكوندريون مكونا ثنيات Cristae تزيد من مساحة سطحه الداخلى.

ويوجد بداخل الميتوكوندريون مجموعة من الأنزيمات التى تساعد فى إتمام تفاعلات عملية التنفس وتكوين الطاقة اللازمة للخلية .

و- الريبو سومات Ribosomes

هى أجسام دقيقة توجد بالسيتوبلازم ولا ترى بالميكروسكوب الضوئى ، ولكنها ترى تحت الميكروسكوب الإلكترونى ، وهى حبيبات دقيقة يصل قطرها إلى ٠,١ ميكرون ، ويعتقد أنها تنشأ من النواة وتخرج منها إلى السيتوبلازم وتتكون من حمض الريبونيوكليك (R.N.A) ووظيفتها الرئيسية هى تكوين الأنزيمات والبروتينات .

ز - أجسام جولجى Golgi Bodies (نسبة الى مكتشفها)

هى مجموعة من الاجسام المقصصة تعرف فى مجموعها باجسام جولجى وتسمى ايضا الديكتيوسومات Dictyosomes وهى توجد فى السيتوبلازم ، وتتركب من بروتينات ليبيدية ، وتوجد هذه الأجسام بكثرة فى الخلايا الحيوانية ،وهناك من الدلائل ما يشير الى وجودها فى الخلايا النباتية حيث يعتقد ان لها علاقة بعملية الافراز داخل الخلية وتكوين الفجوات .

المحاضرة الثانية

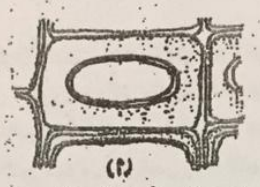
(٢) الجدار الخلوى Cell Wall

تحاط الخلية النباتية بجدار صلب ، يتكون اساسا من مادة السليولوز ، يعمل على حفظ شكلها حيث ان بروتوبلاست الخلية مادة شبه سائلة ليست لها قوام متماسك . ويعتبر الجدار الخلوى من أهم مكونات الخلية النباتية ومن المميزات الهامة التى تميزها عن الخلية الحيوانية التى تفتقر الى وجود جدار خلوى ويتكون الجدار من الخليتين النباتية والحيوانية على غشاء بلازمى ، وهذا يختلف تماما عن الجدار الخلوى ، فيتبع الأول المحتويات الحية للخلية فى حين يعتبر الجدار الخلوى من الأجزاء غير الحية ، هذا الى جانب أن الغشاء البلازمى غير صلب ويتغير فى مساحة سطحه وشكله فى حين أن الجدار الخلوى صلب ذو شكل ثابت وفى معظم الأحيان لايتغير فى مساحته .

ووجود هذا الجدار لا يعنى فصل المادة الحية فى الخلايا عن بعضها . فوحدات المادة الحية تتصل فيما بينها بواسطة خيوط سيتوبلازمية دقيقة ، يصعب رؤيتها أحيانا تحت الميكروسكوب ، تمر من خلية الى اخرى خلال فتحات فى الجدار الخلوى ، وتعرف هذه الخيوط بالروابط البروتوبلازمية Protoplasmic Strands (Plasmodesmata) ووجود هذه الروابط يعمل على تنظيم وتجانس الأنشطة الحية فى الخلايا العديدة التى يتكون منها جسم النبات .

وينشأ الجدار الخلوى من افرازات البروتوبلازم أثناء عملية انقسام الخلية الميرستيمية ، حيث يبدأ ظهوره كغشاء رقيق ، فى الطور الأخير لعملية الانقسام ، يفصل بروتوبلاست الخليتين الجديدتين ويسمى بالصفيحة الوسطى Middle Lamella ويتركب من مواد بكتينية . وبزيادة عمر الخلية وحجمها يترسب على جانبى الصفيحة الوسطى طبقة رقيقة مكونة من سليولوز ومواد بكتينية وتمثل هذه الطبقة الجديدة الجدار الابتدائى Primary Cell Wall ولهذا فان الجدار الفاصل بين الخليتين يتكون من ثلاث طبقات عبارة عن جدار ابتدائى لكل خلية تفصلهما الصفيحة الوسطى . وتظهر الطبقات الثلاث تحت الميكروسكوب كطبقة واحدة رقيقة وأحيانا يستمر الجدار الابتدائى كما هو فى الخلية البالغة دون اضافة طبقات جديدة كما فى الخلايا البرانشيمية ، ويتميز الجدار الابتدائى بقدرته على زيادة مساحة سطحه . وفى كثير من أنواع الخلايا قد يترسب على الجدار الابتدائى طبقات جديدة من السليولوز ومواد أخرى ولهذا يظهر الجدار سمكا بدرجة واضحة وتسمى الطبقات الجديدة المضافة بالجدار الثانوى Secondary Cell Wall . ويتكون الجدار الثانوي من مادة السليولوز ، مختلطة بمواد أخرى مثل اللجنين ، والسيوبرين والكيوتين والهيموسليولوز . والسليولوز هو مادة كربوايدراتية عديدة التسكر تعطى بالتحلل المائى سكر الجلوكوز .أما اللجنين Lignin وهو يكون الجزء الأساسى من الجدار الثانوى فى جدار

الجدار الخلوي
Cell Wall



(أ)

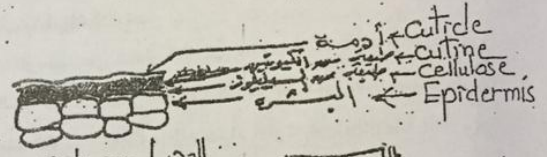
(ب)

رسم تخطيطي يبين بناء الجدار والصفيح الوسطى في جدار خلوي غليظ السمك. (أ) - ق.ع في نسيج وفي الحزمة الناقلة. (ب) - جزء أكبر منه للقطاع السابق

١- الصفيح الوسطى
٢- الجدار الابتدائي (الأولي)
٣، ٤، ٥- الطبقات الخارجية والوسطى والداخلية من الجدار الثانوي

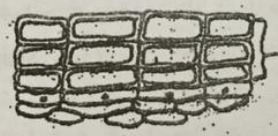
Hemicellulose
middle lamella

هيميسيليلوز
صفيحة وسطى



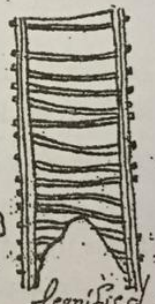
أدمة
كيوتين
سيليلوز
البشرة

Cutinized wall
جدار متكوتن (الصبر)



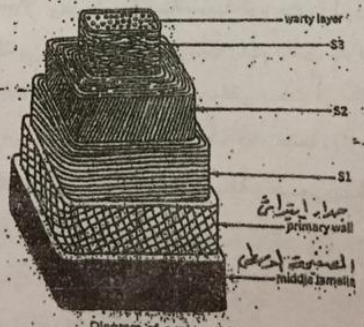
Cork cells
خلايا فلينية (سوبر)

جدار سوبر
Superized wall



Lignified wall
جدار متخشب
(وعاء خشبي)

Cell Wall



تخطيطي لطبقات الجدار الخلوي للقصيبة

Diagram of a piece of tracheid wall illustrating the layers and their microfibrillar organization. S refers to secondary wall. S3 is sometimes interpreted as a tertiary wall layer.

خلايا الألياف والعناصر الخشبية فهو عبارة عن مواد عضوية معقدة التركيب . والجدر الملجنة عادة أكثر صلابة من الجدر السليولوزية وأكثر مقاومة للانضغاط ، ولايعوق اللجنين مرور المواد الذائبة والماء خلال جدر الخلايا شأنه فى ذلك شأن السليولوز . والسيوبرين Subrine والكيوتين Cutin مواد شمعية توجد فى جدر الخلايا المعرضة للجو الخارجى . ويقصر وجود الكيوتين فى جدر خلايا البشرة فى حين يوجد السيوبرين فى جدر الغلين المغلفة لسيقان وجذور النباتات . وهذه المواد غير منفذة للماء ولهذا فإن وجودها فى الجدار يقلل من فقد الماء من الخلايا الداخلية .

وتحدث الزيادة فى مساحة الجدار إما بترسيب طبقات جديدة على السطح الداخلى للجدار المكون ويعبر عن هذه العملية بالتراكم Opposition حيث يظهر الجدار مكونا من طبقات متتابعة . أو قد يحدث ترسيب المواد الجديدة بين المواد السابق تكونها ، ويعبر عن هذه العملية بالإدماج Intussusception وتحدث الزيادة فى السمك عادة بالطريقة الأولى ، أما الزيادة فى السطح فتحدث بالطريقة الثانية .

وأثناء عملية تكوين الجدار الثانوى قد يكون الترسيب على الجدار الإبتدائى منتظما أو قد تترك فراغات دون ترسيب تظهر على شكل ثقوب فى الجدار تسمى بالنقر Pits وتظهر النقر فى المنظر السطحى على شكل ثقب مستدير محدد ، وتتكون النقرة من جزأين هما تجويف النقرة Pit Cavity وغشاء النقرة Pit Membrane وهو الجدار الابتدائى العارى الذى لم يترسب عليه جدار ثانوى.

وتعمل النقرة كقنوات يتم خلالها انتقال العصارة من خلية إلى أخرى ، ويدل على ذلك وجود الروابط البلازمية فى الخلايا الحية فى أماكن النقر ، وقد يكون تجويف النقرة منتظما فى جميع أجزائه وتعرف النقرة فى هذه الحالة بالنقرة البسيطة Simple Pit . وغالبا ما يتقابل تجويفا النقرتين فى الخليتين المتجاورتين ويعرفا بزوج النقرة البسيطة Simple Pit Pair وهذا النوع من النقر واسع الانتشار فى الخلايا البرنشيمية .

وهناك نوع آخر من النقر يوجد فى الأوعية الخشبية والقصيبات ويسمى بالنقر المضفوفة Bordered Pits وفى هذا النوع يأخذ اللجنين شكل قبوة مفتوحة حول غشاء النقرة بحيث يكون قطر فوهة القبوة أضيق من قطر غشاء النقرة . وحينما يتجاور وعاءان فإن هذه القبوة يقابلها قبوة أخرى فى الوعاء الثانى مما يجعل الاتصال مستمرا بين الوعائين ، وتسمى النقرتان بزوج النقر المضفوفة Bordered Pit Pair ويتغلظ مركز غشاء النقرة مكونا ما يسمى بالتخت النقرى Torus وهو يشبه العدسة محدبة الوجهين وقطره أكبر قليلا من قطر فوهة النقرة ، وهذا التخت يمكنه أن يتحرك بسهولة بين تجويفى النقرتين وبذلك يحكم إغلاق الفوهة التى يتحرك إليها ويمنع اتصال الوعاء فى هذا الموضع بالوعاء المجاور . وهذا إجراء وقائى يحدث فى حالة وجود فقاقيع غازية كبيرة داخل الوعاء يخشى انتقالها بين الأوعية المختلفة . وفى بعض الحالات حينما يجاور الوعاء خلية برانشيمية فإن القبوة اللجنينية يقابلها من الجانب الآخر لغشاء النقرة نقرة بسيطة وتسمى بالنقرة نصف المضفوفة Half Bordered Pit

المحتويات غير الحية فى الخلية Non - Living Contents

أ - الفجوة العصارية Vacuole :

يوجد بسيتوبلازم الخلايا البالغة فجوة أو أكثر يطلق عليها اسم الفجوة العصارية تملئ بمحلول مائى ويحدها غشاء شبه منفذ هو الغشاء البلازمى الداخلى Tonoplast ويتكون العصير الخلوى من حوالى ٩٨% ماء ويحتوى على كثير من المواد التى توجد فى حالة ذائبة أو غروية وهذه تتكون من مواد بروتينية وكربوأيدراتية وأحماض عضوية وأصباغ ومواد أخرى .

ويبدأ ظهور الفجوات فى الخلايا الميرستيمية على شكل قطرات دقيقة منتشرة بالسيتوبلازم . وخلال تقدم الخلية فى العمر وزيادتها فى الحجم تكبر هذه الفجوات تدريجيا وتمتلئ بالعصير الخلوى وتصل مع بعضها مكونة فجوة كبيرة تضغط على سيتوبلازم الخلية وتدفعه نحو الجدار ، فيظهر كشريط رقيق يبطن جدار الخلية للماء ، لقد وجد أن الخلية البالغة تحتوى على كمية من الماء قد تصل إلى عشرين ضعف ما يوجد فى الخلية الميرستيمية .

ب- المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

تمثل هذه المواد أحدى صور الغذاء المختزن وهى إما ذائبة فى العصير الخلوى أو غير ذائبة ، ومن أمثلة المواد الكربوهيدراتية الذائبة سكر الجلوكوز Glucose والفركتوز Fractose وهى من السكريات الأحادية وتوجد بالعصير الخلوى لمعظم النباتات ، وسكر القصب Sucrose وهو من المواد السكرية الثنائية ويوجد بوفرة فى العصير الخلوى فى جذور البنجر وسيقان قصب السكر ، ومن مادة عديدة التسكر تعطى بالتحلل المائى سكر الفركتوز ويوجد بوفرة فى جذور نباتات الداليا .

وهناك قلة من النباتات يحتوى عصيرها الخلوى على مواد سكرية أخرى مثل الدكسترين Dextrin والمانيتول Mannitol والبينتوزانات Pentosans .

وتمثل حبيبات النشا أهم صور المواد الكربوهيدراتية المختزنة الموجودة فى الخلية وتوجد فى البلاستيدات الخضراء والبلاستيدات عديمة اللون وتكون الحبيبات المتكونة فى البلاستيدات عديمة اللون فهى أكبر حجما وأطول بقاء ، وغالبا ما يتكون فى البلاستيدة عديمة اللون حبيبة نشوية مفردة. وتظهر الحبيبة النشوية تحت الميكروسكوب مكونة من عدة طبقات متميزة مختلفة فى الكثافة .. ويتم ترسيب طبقات النشا داخل البلاستيدة حول نقطة مركزية تسمى بالسرة Hilum قد تكون واضحة فى بعض أنواع الحبيبات النشوية مثل التى توجد فى درنات البطاطس وحبوب القمح وبذور البقوليات ، فى حين يصعب تمييزها فى بعض الأخر كما فى حبيبات الأرز . وقد توجد السرة فى مركز الحبيبة وتسمى فى هذه الحالة بأنها مركزية Concentric مثل القمح أو توجد منحرفة عن المركز وتسمى بأنها لا مركزية Eccentric مثل البطاطس وقد تحتوى الحبيبة النشوية على سرة واحدة وتسمى حبيبة بسيطة Simple أو تحتوى على اثنين أو أكثر وتعرف بالحبيبة المركبة Compound وفى هذه الحالة تتكون الحبيبة المركبة من حبيبات بسيطة لا يغلفها طبقات مشتركة من النشا ، أما إذا غلفت طبقات النشا حبتان أو أكثر بأغلفة مشتركة فتسمى حبيبة نصف مركبة Semicompound وتوجد هذه الأنواع كلها فى حبيبات النشا لدرنة البطاطس . يختلف شكل السرة فى الحبيبات النشوية فى الأنواع النباتية المختلفة فقد تكون مستديرة كما فى البطاطس أو مستطيلة تخرج منها شقوق قطرية كما فى الفاصوليا أو على شكل شق متفرع كما فى الذرة. كما