البروتوبلاست

وهو يمثل وحدة البروتوبلازم الموجودة ضمن خلية واحدة ، ويعتبر البروتوبلازم من الناحية الكيمياوية نظام من مواد عضوية و اخرى غير عضوية والمركبات العضوية الرئيسة المكونة للبروتوبلازم هي البروتينات والليبيدات و الكاربوهيدرات والحوامض العضوية (والبروتين هو اكثر هذه المواد توافرا فهو يؤلف في بعض الأحيان ثلث الوزن الجاف من البروتوبلازم) ، اما المركبات غيرعضوية الموجودة في البروتوبلازم فهي الماء و الأملاح . وقد يؤلف الماء ما بين 85 - 90 % من الوزن الطري للبروتوبلازم الفعال ، اما الاملاح اللاعضوية فهي لا تزيد عادة عن 1% ، وان نسبة الماء العالية في البروتوبلازم ذات أهمية كبيرة حيث وجد انه كلما ازداد المحتوى المائي للبروتوبلازم كلما ازدادت فعالياته الأيضية وتتجلى اهمية البروتوبلازم في امكاناته الفسلجية ، ففيه تحدث عملية التحول الغذائي بما في ذلك عملية الهدم Catabolism وتحرير الطاقة و عمليات البناء Anabolism تتضمن عملية التمثيل الضوئي وتكوين الليبيدات والبروتينات والجدران الخلوية وغيرها واخيرا عملية التمثيل Assimilation وهذه الخطوات هي التي تؤدي إلى تكوين بروتوبلازم جديد. ويتضمن البروتوبلاست:

1. **الاغشية البلازمية Plasma Membranes**

يحيط بالسيتوبلازم من الخارج غشاء رقيق يفصله عن الجدار الخلوي والبيئة الخارجية وهو جزء من السيتوبلازم ي سمى الغشاء السيتوبلازمي (البلازما لما). lasma lemma

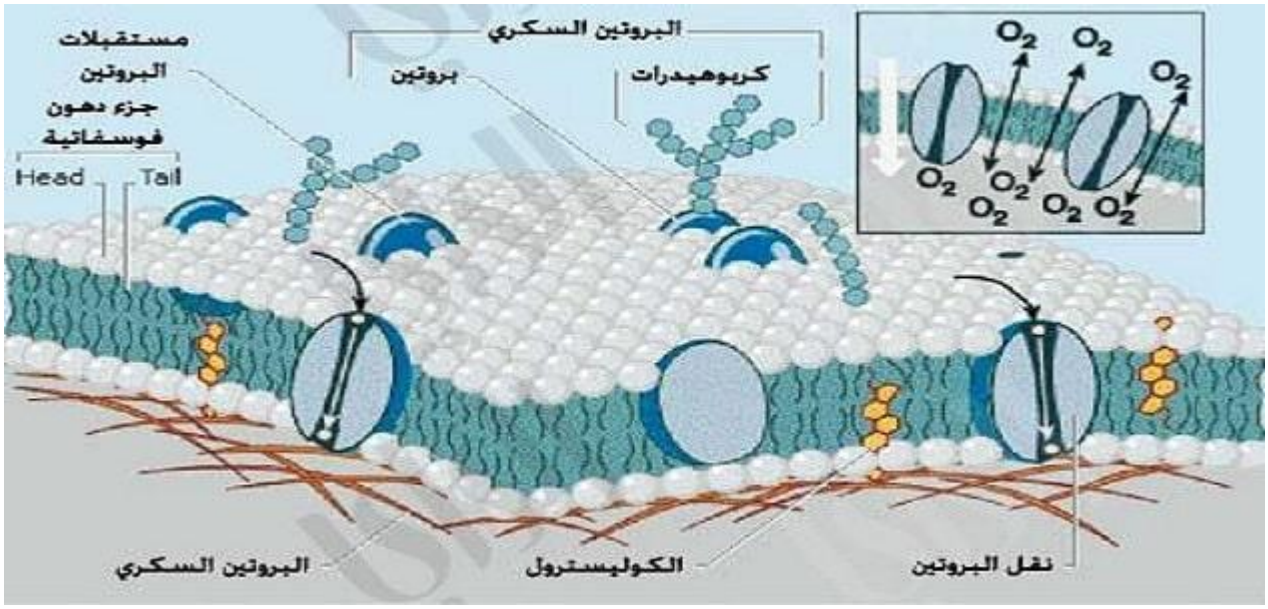
كما يوجد غشاء آخر داخلي ويحيط ب الفجوة العصارية ويفصلها عن السيتوبلازم يعرف بالغشاء الفجوى Tonoplastويتركب هذين الغشائين من جزئيات البروتين والفوسفوليبيدات ومكونات أخرى . كما نحاط كل عضية حية بغشاء يفصلها عن السيتوبلازم وتعرف هذه الأغشية بالأغشية الخلوية.

ومن أهم صفات الغشاء البلازمي أن له خاصية النفاذية الاختيارية Differentially permeable أي تتميز بالتحكم في تنظيم مرور المواد الذائبة من وإلى الخلية وله القدرة على اختيار ما يلزم الخلية من عناصر مختلفة بقواعد الأفضلية وحسب احتياج الخلية كما تحتوى الأغشية على العديد من الإنزيمات والنظم الإنزيمية كما تتم على أسطح الأغشية التفاعلات والأنشطة الأيضية مثل البناء الضوئي والتنفس وبناء البروتينات.

الوظائف الحيوية للأغشية البلازمية :

1. السيطرة على مرور المواد من الخلية واليها . حيث يوصف الغشاء بانه ذو نفاذية اختيارية ومرور المواد قد يكون من خلال الطبقة الدهنية او عبر قنوات بروتينية او بواسطة مركب بروتيني ناقل .
2. طرح وادخال المواد .
3. استقبال الاشارات والمحفزات المختلفة حيث تقوم بروتينات خاصة بهذا العمل تسمى تلك المركبات بروتينات مستقبلة ولكل منها شكل خاص بمقدوره الارتباط بجزيئي خاص دون غيره .

4. تشخيص المواد والتعرف عليها خارج الخلية حيث تقوم المركبات البروتينية – السكرية بهذا الدور . ويتضح دور هذه المركبات في الانسان وخصوصا اثناء نقل الاعضاء حيث ان لكل شخص بروتينات سكرية خاصة .
5. لها دور في المسارات الحيوية وذلك لوجود الانزيمات المختلفة والتي تؤدي دورا في هذا المجال
6. ربط الخلايا مع بعضها البعض من خلال بروتينات الغشاء والتي تتصل بالهيكل السايتوبلازمي للخلية .
7. الدهون السكرية في الاغشية تؤدي وظيفة منع او امرار المواد عبر الغشاء .



2- السايتوبلازم Cytoplassm

وهو المادة الاساسية للبروتوبلازم وبداخله توجد كافة المكونات والعضيات الخلوية والسايتوبلازم نظام غروي معقد التركيب مائع القوام اكثر لزوجة من الماء ويحتوي 80-90% ماء ولكن هذه الكمية من الماء قد تنخفض في البذور . في بادئ الامر كان مصطلح السايتوبلازم يشير الى محتويات الخلية الموجودة بين النواة والغشاء البلازمي ولكن باكتشاف العضيات الخلوية التي تكون عادة مفصولة عن السايتوبلازم باغشية بلازمية فان ما تبقى من السايتوبلازم والذي يوصف بانه الجزء المائع وغير المشمول باي من العضيات يدعى ب (السايتوسول) يحتوي كميات كبيرة من البروتين والمواد المذابة غالبا ما توصف بخصائص الجل الفيزياوية .

اهم الفعاليات الحيوية التي تجري في السايتوبلازم:

- تفاعلات التحلل السكري.
- تكوين مركبات كربوهيدراتية مهمة مثل السكروز.
- بناء البروتين.
- تكوين وبناء الاحماض الدهنية.
- تفاعلات تنفسية مثل مسار فوسفات السكر الخماسي.

3- النواة Nucleus

وهي الجزء الاكثر بروزا واهمية في الخلية الحية . وهي مركز معلومات الخلية حيث انها تحتوي المادة الوراثية الخلوية , الحامض النووي منقوص الاوكسجين (DNA) والتي تسيطر على كافة الفعاليات الحيوية . وتتركب النواة الحقيقية من اربعة مكونات رئيسية :

1. الغلاف النووي Nuclear membrane : عبارة عن غشاء مزدوج من الاغشية البلازمية يحوي على ثقوب تقوم بإيصال المعلومات من النواة الى السايتوبلازم

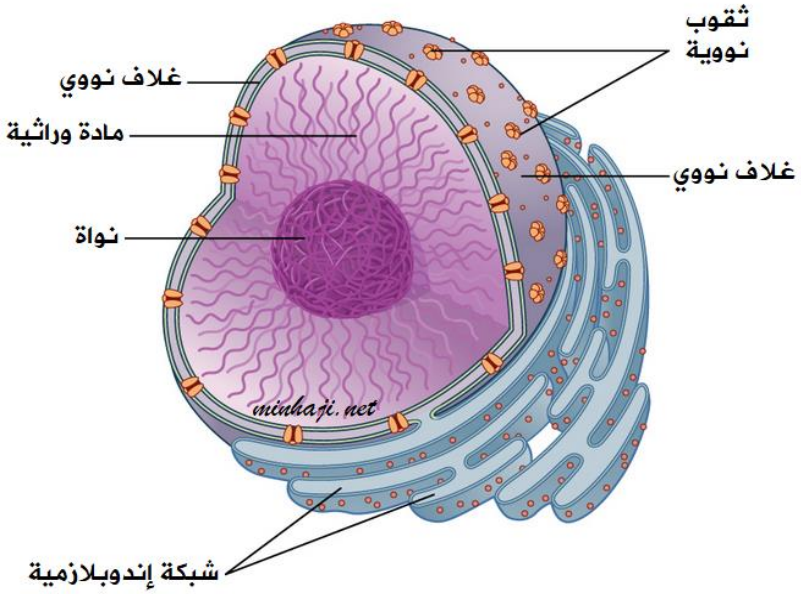
2. العصير النووي Nucleoplasm : وهو سائل شفاف يحتوى على بروتينات وإنزيمات النواة والريبوسومات ، هو المادة الأساسية لبناء الأحماض النووية من خلال عملية النسخ والتكرار أو التضاعف .

3. الشبكة الكروماتينية Chromatin reteculum : وهي خيوط دقيقة تلتف حول بعضها على هيئة كتلة متشابكة وهي أهم مكون في النواة وتتحول أثناء انقسام الخلية إلى كروموسومات تحمل العوامل الوراثية المعروفة بالجينات Genes التي تتحكم في الصفات الوراثية والتفا علات الحيوية في النبات .

والكروموسوم عبارة عن نصفين متماثلين يسمي كل منهما كروماتيده Chromatad لكنهما متصلين وملتصقين عند نقطة تسمى سنترومير Centromere وعدد الكروموسومات ثابت في جميع الخلايا الجسمية للنوع الواحد وتختلف من نوع لأخر داخل الجنس فمثلاً عددها في نبات الذرة 20 كروموسوم والقطن ٥٢ كروموسوم والقمح ٤٢ كروموسوم . والجينات هي المسئولة عن إنتقال الصفات الوراثية من جيل لأخر (من الأباء إلى الأبناء) .

4. النوية Nucleolus : هي منطقة في النواة تكون مركزة غير مفصولة عن بقية أجزاء النواة بغشاء وتضطلع بمهمة انتاج الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي r - RNA.

وظائف النواة :- هي التي تسيطر على كل النشاط الفسيولوجي والحيوي في الخلية كما أنها تعمل على نقل الصفات الوراثية وهي أساسية لقيام الخلية بوظائفها الحيوية واستمرار حياتها (تتحكم في تنظيم نمو وتكاثر الخلية) .

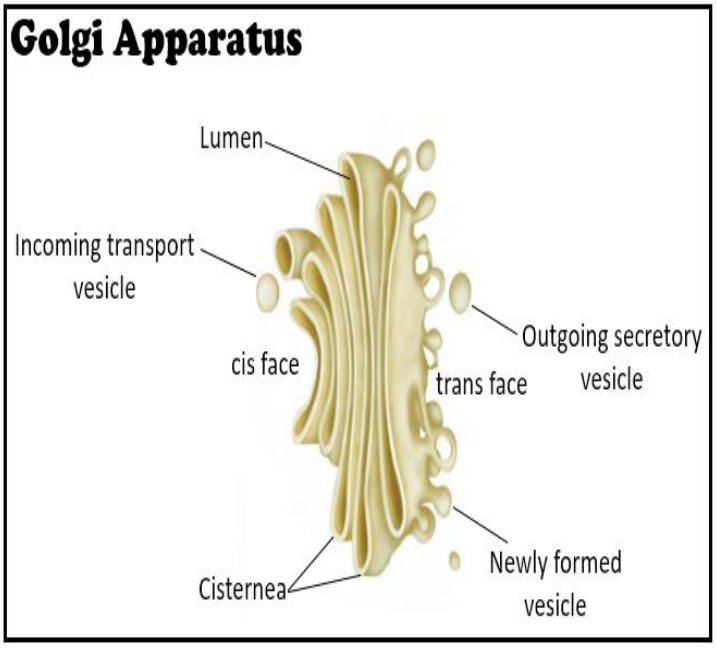


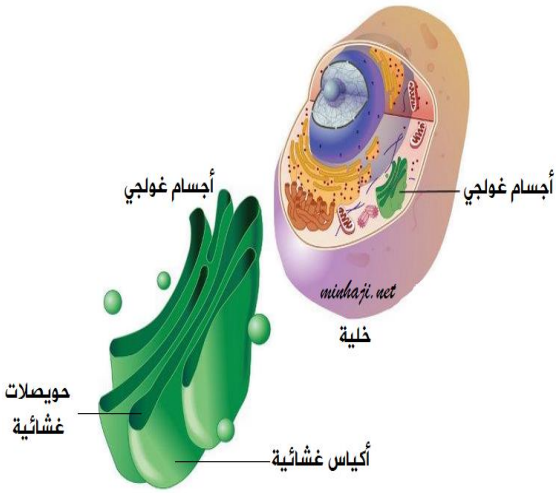
4- جهاز كولجـي Golgi apparatus

يتكون من مجموعة أجسام تسمى ديكتيوسومات Dictyosomes وكل ديكتيسوم يتكون من مجموعة القضبان أو أنابيب متوازية محاطة بغشاء سيتوبلازمي وسطحها املس وجوفاء بداخلها مركبات عديدة مثل البروتينات والكربوهيدرات وتنتهي أطرافها بحويصلات كروية صغيرة تسمى حويصلات Vesicles وترتبط بالشبكة الإندوبلازمية الناعمة و يبلغ قطر جهاز كولجي 1 - 3 مايكرومتر (مايكرومتر = 10^{-6} متر).

ووظيفة جهاز كولجي الإفراز والعمل على تجميع إفرازات الخلية والذي له علاقة ببناء الجدار الخلوي بإفرازه المواد البكتينية والسليولوز . وله دور بتجميع ونقل البروتين من الريبوسومات والمواد الدهنية والإنزيمات إلى أماكن أخرى في الخلية .

ويختلف عددها حسب عمر الخلية ووظيفتها لذا يزداد عددها في خلايا النبات المختصة بالإفراز لخلايا القلنسوة في الجذر التي تفرز المواد الهلامية لتسهل انزلاق واختراق الجذر بين حبيبات التربة كما يكثر وجودها بالقرب من النواة .



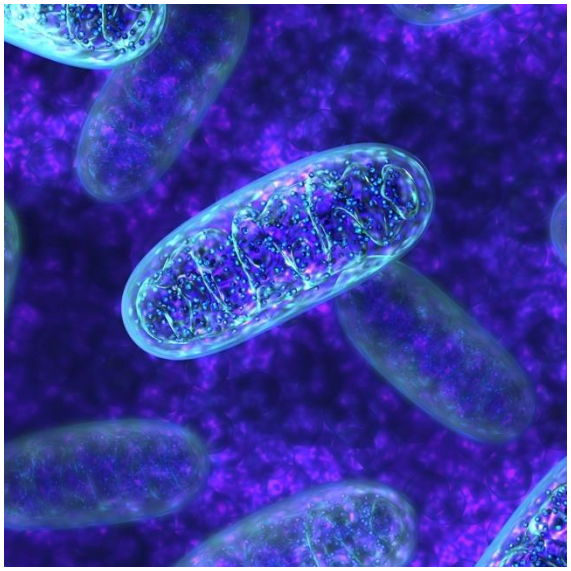


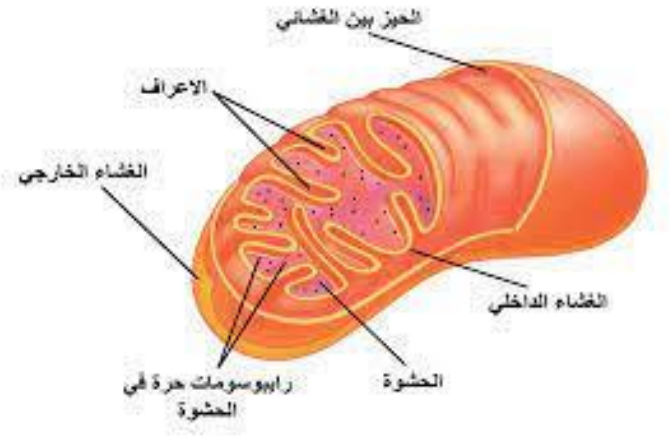
5- المايتوكوندريا:

هي اجسام بروتوبلازمية حية تنشأ من مايتوكوندريا سابقة لها وهذه الأجسام مطمورة في السايتوبلازم على هيئة حبيبات دقيقة كروية أو خيطية ، اكثر الزوجة وكثافة من السايتوبلازم ، وتتميز المايتوكوندريا بصغر حجمها وكثرة عددها اذا ماقورنت بالبلاستيدات وهي توجد في الغالب متجمعة حول النواة في الخلايا ذات النشاط الحيوي.

وتتركب الميتوكوندريا من غشاء مزدوج يحيط الحشوة Matrix التي تحتوى بروتينات ذائبة ويوجد به أحماض نووية وهم DNA ، RNA تملأ تجويف الميتوكوندريا والغشاء الداخلي متعرج ذو نتوءات أو بروزات تمتد للداخل تسمى الأعراف Cristae وأهم وظائفها هي عبارة عن أهم مواقع أو محطات أو مولدات إنتاج الطاقة في الخلية حيث أنها تحتوى على عديد من الإنزيمات اللازمة لإتمام اكسده المركبات العضوية واختزان الطاقة في

مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP الناتج من التنفس وتحتوى أيضاً على إنزيمات دورة كربس وإلانزيمات الخاصة بالأكسدة والاختزال وإنزيمات السيتوكرومات والنظم الانزيمية اللازمة لتخليق البروتينات والدهون .





6- الرايبوسومات Ribosomes

وهي جسيمات متناهية في الصغر يتراوح قطرها من 200 – 300 انجستروم وتوجد في مناطق مختلفة من الخلية . فقد توجد حرة في السايتوبلازم وعلى الشبكة الاندوبلازمية وفي المايتوكندريا والبلاستيدات الخضراء . وتكمن اهمية او دور الرايبوزومات بمهمة بناء البروتين والذي يوفر للخلية الانزيمات المسؤولة عن تسهيل كافة التفاعلات الحيوية .

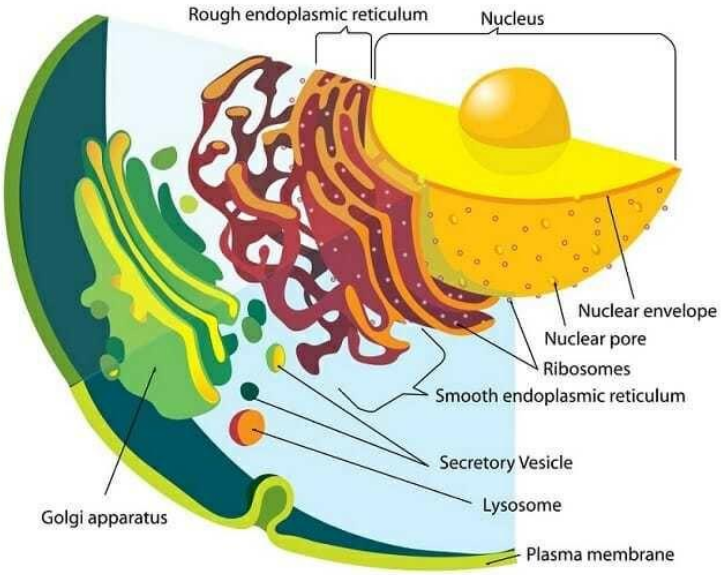
7- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum

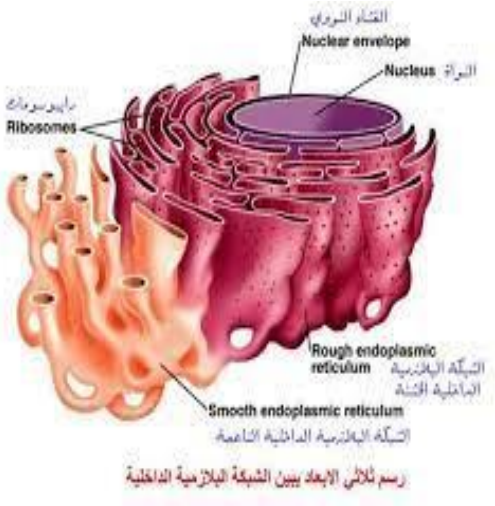
هي عبارة عن شبكة من القنوات أو التجاويف الدقيقة أنبوبية الشكل متصلة أو متقاطعة ومحاطة بغشاء بلازمي وتتصل هذه الشبكة بالغشاء النووي المحيط بالنواة كما تتصل بالغشاء البلازمي الخارجي للخلية وتمتد بين الخلايا لتصل أغشية الخلايا المجاورة عن طريق الروابط البلازمية ويتم ربط الشبكات الإندوبلازمية للخلايا المتجاورة وكما يوجد على أسطحها الريبوسومات تسمى شبكة خشنة . Rough E.R. وقد تكون شبكة ملساء تسمى . Smooth E.R

وظائف الشبكة الاندوبلازمية

1. دورها في بناء بروتين الأغشية وبالتالي المساهمة في تكوين الغلاف النووي والأغشية البلازمية الأخرى
2. المساهمة في بناء مكونات الجدار الخلوي .
3. سهولة مرور ونقل المواد داخل الخلية وتخزينها

4. لها دور في إرسال التنبيهات والتوصيل بين أجزاء السيتوبلازم المختلفة والنواة في الخلية وبين سيتوبلازم وأنوية الخلايا المتجاورة لاتصالها بالروابط البلازمية .
5. بناء الدهون وايضا الكربوهيدرات.
6. ازالة سمية الأدوية والسموم الأخرى.





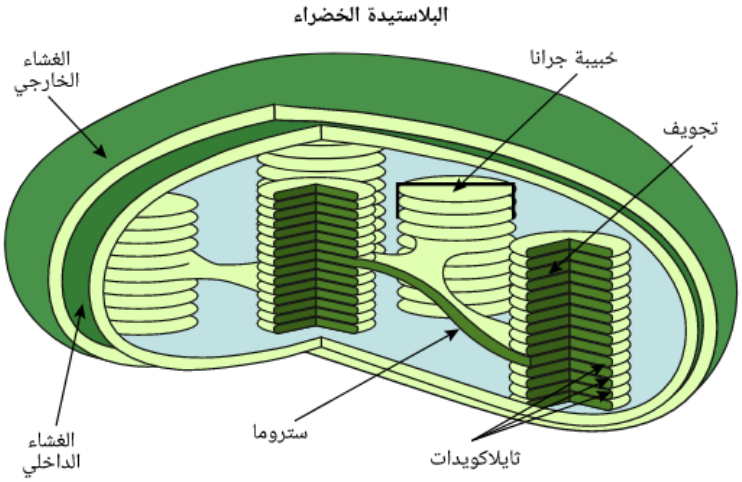
8- البلاستيدات Plastids :-

هي اجسام بروتوبلازمية حية موجودة داخل السيتوبلازم لها القدرة على النمو والانقسام وهي من مميزات أفراد المملكة النباتية عن الحيوانية . وتنشأ من البلاستيدة الأولية Proplastids في خلايا الجنين ويختلف شكلها من نبات لآخر فقد تكون فنجانية أو حلزونية أو كروية او قرصية أو بيضاوية وتختلف في ألوانها . وتقسم إلى ثلاثة أنواع على حسب ألوان صبغاتها إلى البلاستيدات الخضراء والملونة وعديمة اللون .

(أ)- البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

يرجع اللون الأخضر المميز للنباتات لوجود صبغات خضراء تعرف بأصباغ الكلوروفيل Chlorophyll بالإضافة إلى صبغات الكاروتينويدات Carotenoids وتوجد في الخلايا المعرضة للضوء في الأوراق والسيقان ولا توجد في الجذور ويختلف شكل وحجم وعدد البلاستيدات الخضراء باختلاف الأنواع النباتية . ويصل عددها في الخلية من واحد في الطحالب إلى ١٥٠ في خلايا النباتات الراقية وشكلها عدسى في النباتات الراقية ويتراوح قطرها من ٤- ١٠ ميكرون .

وتركيب البلاستيدات الخضراء يكون من غشاء سيتوبلازمي مزدوج يحيط بالستروما Stroma وهي كتلة كثيفة شفافة من البروتينات والإنزيمات ويوجد منغمس في الستروما تجمع صفائح غشائية متراصة فوق بعضها البعض مثل قطع النقود مكونة الجرانا Grana وهذه الصفائح أو الأكياس الغشائية تعرف بأغشية الجرانا أو الثيلاكويدات Thylakoids وتتصل الكرانا ببعضها بصفائح غشائية تسمى بين الجرانا Intergrana lamella وتحتوى أغشية الجرانا بداخلها على بروتينات ودهون وصبغات الكلوروفيل والكاروتينويدات وتحتوى البلاستيدات على 40- 60 جرانا وكل جرانا بها 5- 50 قرص غشائي .



وظيفتها : تعتبر أهم أنواع البلاستيدات في الخلية النباتية لأنها تقوم بعملية البناء الضوئي من بدايتها حتى نهايتها وهي العملية الحيوية الأساسية المسئولة عن تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة في أغشية الجرانا وينفرد الأوكسجين وتسمى تفاعلات الضوء وتنتقل الطاقة الكيميائية في صورة مركبات غنية بالطاقة إلى الستروما التي يتم فيها اختزال ثاني أكسيد الكربون والماء وتحويله إلى سكريات (مركبات كربوهيدراتية معقدة) وتسمى تفاعلات الظلام . لذا تعتبر أهم عملية حيوية على سطح الأرض ويمكن اعتبارها مصانع حيوية داخل خلايا النباتات الخضراء .

(ب)- البلاستيدات الملونة Chromoplasts : : وهي غير محددة الوظيفة ذات الوان مختلفة يتوقف لونها على نسبة صبغات الكاروتين والزانثوفيل ، كما انها ذات اشكال مختلفة منها القرصي والكروي والعصري والشريطي والخيطي والحلزوني و المضلع ، وهذه البلاستيدات لها دور مساعد في عملية التمثيل الضوئي حيث تقوم بامتصاص الطاقة الضوئية ونقلها الى صبغات الكلوروفيل كما تقوم بدور رئيسي في حماية الكلوروفيل من الأكسدة الضوئية وخاصة في الضوء الساطع ، ومثال عليها البلاستيدات الملونة في جذور الجزر ، وما تجدر الاشارة اليه الى ان اللون في بعض الثمار والأزهار يكون ناجمة عن وجود مادة ملونة ذائبة في العصير الخلوي كمادة الانثوسيانين والتي توجد في جذور الجزر الأحمر وثمار العنب وغيرها .

(ج)- البلاستيدات عديمة اللون (الليكوبلاست) Leucoplasts

بلاستيدات خالية من الصبغات توجد في الأجزاء الغير معرضة للضوء فتوجد في خلايا درنات البطاطس والكورمات وإندوسبرم وفلقات البذور وأوراق الكرنب الداخلية .

ووظيفتها أن تقوم بتكوين وتخزين المواد الغذائية فمنها بلاستيدات نشوية تسمى Amyloplasts تخزن النشا في خلايا حبوب القمح ودرنات البطاطس وبلاستيدات دهنية تسمى Elaioplast تقوم بتخزين الدهون في خلايا البذور مثل بذور السمسم والقطن و زهرة الشمس ويمكن لهذه البلاستيدات أن تتحول من نوع لآخر ولون آخر فمثلاً البلاستيدات عديمة اللون في الطماطم يمكن أن تتحول إلى البلاستيدات الخضراء ثم البلاستيدات الملونة

عند النضج وأيضاً نشاهد تحول لون البلاستيدات عديمة اللون في درنات البطاطس إلى خضراء عند تعرضها إلى الضوء .

وتحول البلاستيدات الخضراء إلى عديمة اللون في سوق نبات الاسبرجس عند حفظها في الظلام .توجد في جميع الخلايا النباتية وتأخذ أشكالاً مختلفة فالسائد منها هو الشكل العصوي

9- الفجوات Vacuoles

من المميزات البارزة للخلية النباتية مكتملة النمو هو وجود فجوة مركزية كبيرة حيث يمكن ان تشغل نحو 80 – 90 % من حجم الخلية . تحاط الفجوة بغشاء بلازمي يسمى غشاء الفجوة . تحتوي الفجوة على مواد متباينة من ايونات لا عضوية واحماض عضوية وسكريات وانزيمات ونواتج ايضية ثانوية مثل صبغات الانثوسيانين وغيرها . وان وجود هذه الذائبات في الفجوات انما يوحي بانها مخزن للمواد الناتجة من الايض والتي تتخلص منها الخلية وذلك بابعادها الى المناطق غير الحيوية او انها ذات اهمية كبيرة في حفظ التوازن المائي للخلية والتي تؤدي دورا مهما في عملية الامتلاء الخلوي . والخلايا النشطة الغضة تحوي عادة عددا من الفجوات الصغيرة والتي ولا تلبث ان تتحد وتتلاصق وتتسع لتشكيل فجوة كبيرة واحدة عندما تصل الخلية مرحلة اكتمال النمو.

ومن الوظائف الهامه للفجوة هي :

1- استمرارية ضغط الامتلاء الهام للتركيب الدعامي والتحكم في حركة الماء .
2- تخزين المواد الأساسية اللازمة للنشاط الايضي الخلوي .
3- تراكم كل من المنتجات الايضية الخلوية الثانوية والمركبات الدفاعية الخلوية والمواد السامة .

المصادر

- اساسيات فسيولوجيا النبات ، 2008 ، حشمت سليمان الدسوقي
- عماد فسيولوجيا النبات ، 1998 ، عمادالدين وصفي
- الأسس العلمية لادارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية ، 2018 ، اياد حسن علي و محمد عويد غدير