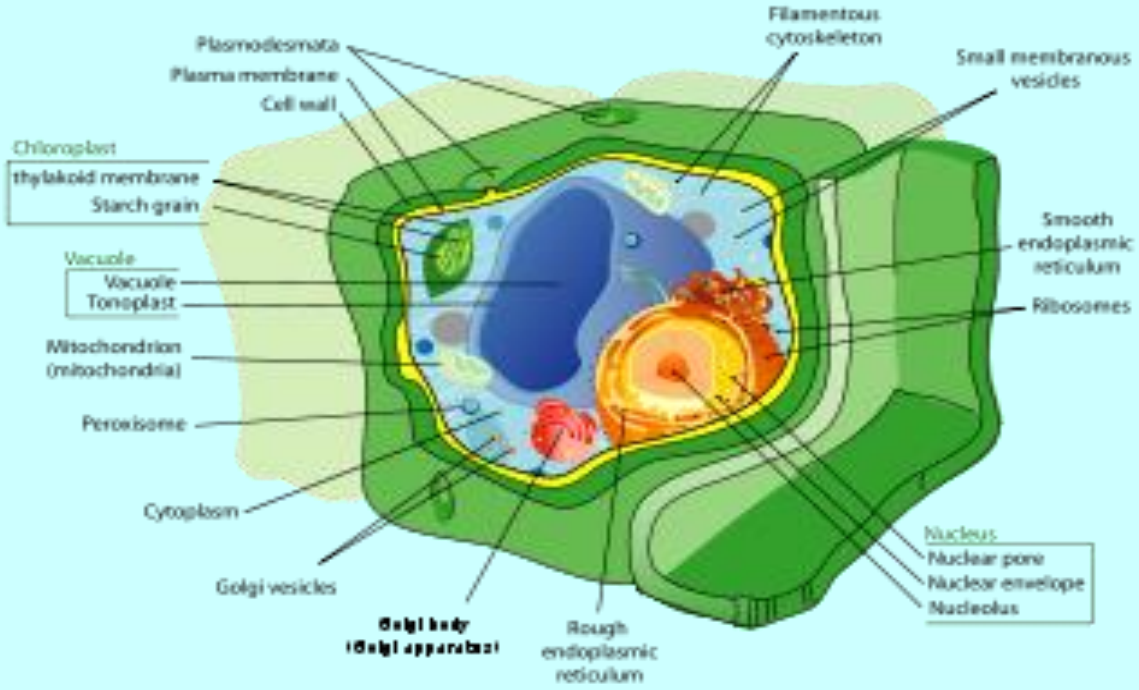
الخلية النباتية Plant Cell



مكونات الخلية النباتية

على الرغم من تعدد الوظائف التخصصية للخلايا النباتية إلا أنها تتشابه إلى حد كبير في مكوناتها الكيمياوية وخصائصها التركيبية. تتكون الخلية من:

أولا: البروتوبلاست protoplast ويشمل:

أ- مكونات بروتوبلازمية (البروتوبلازم): ويشمل السيتوبلازم الذي يتكون من (البلازما الأساس، الشبكة الأندوبلازمية، الأغشية البلازمية، الخيوط السيتوبلازمية) الرايبوسومات، النواة، البلاستيدات، المايتوكندريا، جهاز كولجي، الأجسام الكروية، الأجسام الدقيقة والأنابيب الدقيقة.

ب- مكونات غير بروتوبلازمية: وتشمل الفجوات والمواد غير الحية (نشأ، بروتين، دهون، بلورات، تانينات، أشباه القلويات، صبغات).

ثانيا: جدار الخلية Cell wall

وهو الغلاف القوي الذي يحيط ببروتوبلاست الخلية.

أ- المكونات البروتوبلازمية (البروتوبلازم Protoplasm)

يقصد بالبروتوبلازم المادة الحية للخلايا وهو عبارة عن مادة هلامية غير متجانسة تتكون من محلول غروي متجانس نسبيا يعرف بالسيتوبلازم ومكونات أخرى أكثر كثافة من السيتوبلازم وتسبح فيه تسمى أعضاء الخلية cell organelles

يتميز البروتوبلازم بطبيعته الغروية على الرغم من وجود كثير من المواد الذائبة فيه، وترجع هذه الطبيعة الغروية للبروتوبلازم لوجود البروتينات حيث تتيح البروتينات سطوح مساحية غير محدودة والتي تساعد في توفير الظروف الضرورية للادمصاص والحركة الكيمياوية ومن ثم انجاز التفاعلات اللازمة للحياة. وعلى هذا يعتبر النظام الغروي أساس لمظاهر المادة الحية (البروتوبلازم).

يملأ البروتوبلازم جميع أجزاء الخلية الفتية في حين يكون على شكل شريط مبطن لجدار الخلية من الداخل في حالة الخلايا البالغة وتتوسطه فجوة عصارية واحدة كبيرة أو عدة فجوات صغيرة.

يمتاز البروتوبلازم بـ:

(1) حركته الانسيابيه حيث يتحرك في عدة اتجاهات داخل الخلية ومن خلية إلى أخرى خلال الخيوط أو القنوات السيتوبلازمية التي تربط الخلايا مع بعضها البعض.

(2) مقدرته على التحسس والاستجابة للمؤثرات الخارجية كالمؤثرات الميكانيكية والطبيعية والكهربائية وغيرها.

وظائف البروتوبلازم

1- القيام بكافة عمليات التحول الغذائي Metabolism والتي تشمل كل من عمليات البناء Anabolism وعمليات الهدم Catabolism بفعل الأنزيمات المتواجدة فيه.

2- القيام بعمليات النمو Growth في مناطق النمو كالقمم النامية للسيقان والجذور والكامبيوم الوعائي والفليني والتي ينتج عنها زيادة حجم النبات طولا وعرضا وحجما

3 القيام بعمليات التكاثر Reproduction والتي ينتج عنها زيادة وحدات البروتوبلازم وإنتاج وحدات حية مشابهه للنوع النباتي وبذلك تساعد على حفظ النوع (زيادة عدد النباتات).

المكونات الكيمياوية للبروتوبلازم ونسبها:

1- الماء يشكل 75- 80 ٪ من المكونات.
2- البروتينات تشكل 1- 20٪.
3- الدهون تشكل 2-3٪
4- الكربوهيدرات تشكل 10٪.
5- الاملاح وبعض المواد العضوية الاخرى كالفيتامينات والهرمونات والحوامض النووية وتشكل 1٪.

على الرغم من ان الماء يشكل النسبة الاكبر من مكونات البروتوبلازم الا ان البروتين يعتبر المكون الاكثر اهمية لأنه يعطي البروتوبلازم خصائصه المميزة وذلك بسبب دخوله في تركيب (السيتوبلازم، النواة، البلاستيدات، المايتوكندريا، الانزيمات، الاغشية الخلوية) اما الدهون فتلعب دورا في تركيب الاغشية الخلوية في حين تمثل الكربوهيدرات مصادر للطاقة.

المكونات العضوية للبروتوبلازم وتشمل:

1) السايتوبلازم cytoplasm وهو المادة الأساسية المكونة للبروتوبلازم ويتكون من:

أ- البلازما الأساس ground plasm (السايتوبلازم الشفاف cleare cytoplasm).

ب- الاغشية البلازمية plasma membranes (الاغشية الخلوية cellar membranes)

ت- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

ث- الخيوط السايتوبلازمية (القنوات السايتوبلازمية) plasmodesmata

أ) البلازما الاساس :عبارة عن محلول غروي حقيقي يختلف في لزوجته باختلاف :

1- الخلية 2- نوعها 3- عمرها

ويحتوي على الماء بنسبة عالية تتراوح مابين 85-90٪ في الخلايا النشطة فسيولوجيا في حين تنخفض نسبة الماء فيه إلى حد 15-20٪ في الخلايا غير النشطة فسيولوجيا كخلايا البذور وقد تصل إلى حد 4 % وفي هذه الحالة يفقد السيتوبلازم خاصية الانسيابية التي يمتاز بها. وبالاضافة إلى الماء يتكون البلازما الاساس من أنواع مختلفة من البروتينات والدهون في حالة غروية وسكريات وأملاح في حالة ذائبة وهو يمثل المحلول الذي ينغمس فيه بقية أجزاء السيتوبلازم والخلية.

العوامل المؤثرة على فعالية السيتوبلازم

1- درجة الحرارة: أن ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة يؤدي إلى قلة فعالية السيتوبلازم وربما انعدامها وذلك بسبب تأثيره على هيئة وتركيب البروتين المكون للسايتوبلازم وحركة جزيئات الماء فيه.

2 توفر الاوكسجين: تنعدم فعالية السيتوبلازم وخاصة الحركة الانسيابية بغياب الاوكسجين.

3 المواد السامة والمخدرة: تعمل على تقليل أو انعدام فعالية السيتوبلازم.

4- تغير الـ PH: بما أن السيتوبلازم يتكون من البروتينات فانه يحمل شحنه كهربائية وهذه تتغير بتغير الـ PH فعند نقطة التعادل الكهربائي للسيتوبلازم والتي تتراوح مابين 4.5 - 5 لمعظم الخلايا يكون السيتوبلازم متعادل الشحنة ولما كان الـ PH لمعظم الخلايا النباتية يتراوح مابين 6,8 – 7,5 لذا فان سيتوبلازم معظم الخلايا النباتية يحمل شحنة سالبة.

وظائف السيتوبلازم

1- محل لحدوث تفاعلات التحلل السكري (إحدى مراحل التنفس) والفسفرة الضوئية (إحدى مراحل التركيب الضوئي).

2- محل لحدوث تفاعلات تكوين الكربوهيدرات والبروتينات والأحماض الشحمية (دهون).

ب. الاغشية البلازمية (Plasma membranes) الاغشية الخلوية (Cellular membranes)

وهي عبارة عن أغشية تتواجد في الخلايا وتتميز بانها رقيقة حية اختيارية النفاذية اي لها القدرة على التحكم في دخول الذائبات والمذيبات وذلك لاحتوائها على أنزيمات وحاملات ايونات وفوسفولبيدات وجزيئات تساعد على نفاذ ايونات وجزئيات خاصة في اتجاه عكسي بالنسبة للاتجاه الطبيعي لمنحدر التركيز وذلك تبعا لاحتياجات الخلية وهذا ما يعرف بالنقل النشط. كما تتميز الأغشية الخلوية بمرونتها وقدرتها على تجديد ما يتلف منها. تتواجد الأغشية البلازمية حول أعضاء السيتوبلازم اما بصورة مزدوجة كما في حالة النواة، البلاستيدات، المايتوكندريا و جهاز كولجي أو بصورة مفردة كما في حالة الاجسام الكروية، الأجسام الدقيقة والأنابيب الدقيقة وبذلك تفصلها نسبيا عن ما يحيط بها من السيتوبلازم. وبالاضافة إلى ما سبق تتواجد الأغشية الخلوية اما بصورة مفردة كما في مناطق تلامس السيتوبلازم مع الجدار الخلوي

وتكون مغلفة له من الخارج وتعرف بالأغشية البلازمية الخارجية (plasma lemma or ectoplast) او بصورة مزدوجة كما في مناطق تلامس السيتوبلازم مع الفجوات العصارية وتحدده من الداخل وتعرف بالأغشية البلازمية الفجوية Tonoplast أي ان السايتوبلازم يكون مغلف من الخارج والداخل بالأغشية البلازمية الخارجية والفجوية على التوالي.

من الناحية الكيمياوية تتركب الأغشية البلازمية من البروتين والدهون (لبيدات) إذ يقوم الجزء البروتيني من الغشاء بتسهيل نفاذ الماء والمواد القطبية بينما ينفذ من خلال الجزء الدهني المواد غير القطبية فقط.

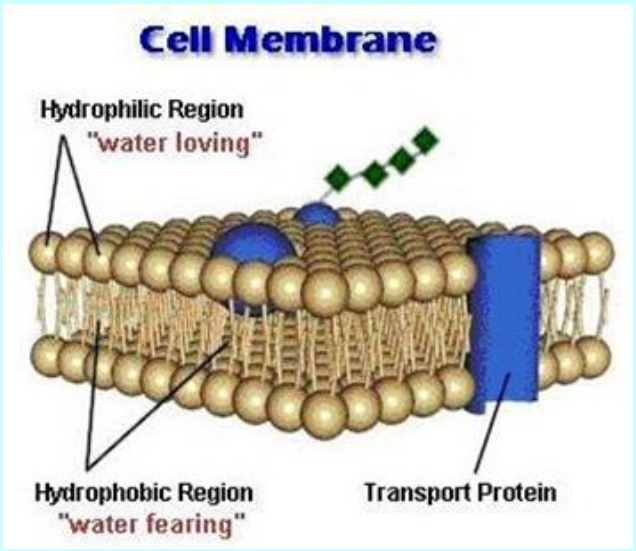
لقد اقترح عدة نماذج لتفسير كيفية تركيب الاغشية الخلوية لكن أكثرها رواجا هو:

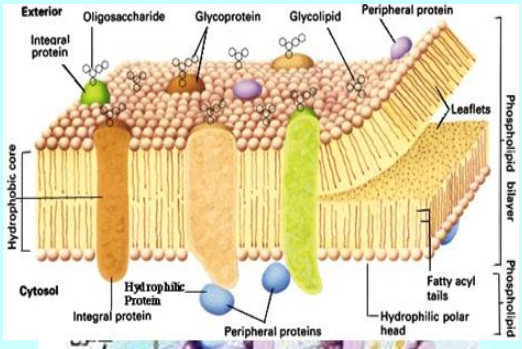
A) نموذج الغشاء السندويجي الموضوع من قبل Danielli and Darson عام 1935 الذي يصور الاغشية الخلوية على شكل طبقتين من البروتين تحصر بينهما طبقتان من الدهن وبشكل يشبه الساندويج (شكل 4) وبموجبه تسمح الدهون (اللبيدات) الموجودة في الغشاء بمرور المواد اللاقطبية Nonpolar (التي لا تحمل شحنة على سطحها) في حين تسمح طبقتي البروتين بمرور المواد القطبية (التي تحمل شحنة على سطحها) وهذا النموذج لا يوجد في جميع التراكيب الغشائية كما انه لا يفسر ديناميكية التغيرات في نفاذية الاغشية إلا انه يمدنا بقواعد تقودنا لفهم تراكيب الاغشية.

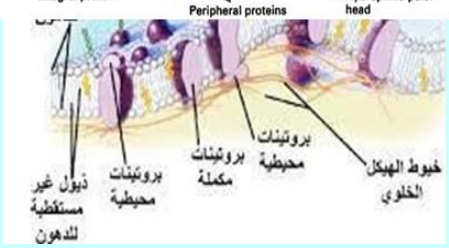
B) نموذج الغشاء المبرقش السائل المقترح من قبل Colsou and Siger عام 1972 وهو الأكثر قبولا في يومنا هذا. هذا النموذج يصور الاغشية الخلوية على شكل طبقتين هما الدهنية بذيولها الهيدروكربونية الكارهة للماء المتجهة للداخل والبروتينات ذات الأجسام الكبيرة التي تتواجد على سطح الغشاء وبداخله (شكل 4).

بموجب نموذج الغشاء المبرقش السائل تتكون طبقة الدهن من جزيئات دهن متراصة في صفين بجانب بعضهما البعض ويتخللها جزيئات بروتين في بعض المناطق في حين تتكون طبقة البروتين من جزيئات بروتين منفصلة. اما المركبات البروتينية فربما تكون تركيبية أو إنزيمات وتختلف جوهريا من عضو لأخر أو من غشاء لأخر أوما بين وجهي نفس الغشاء. هذا بالاضافة إلى أن كل المكونات وبضمنها المنطقة السطحية ربما تتغير كاستجابة للتغيير في النفاذية والنشاط الأنزيمي على السطح الخلوي وبالتالي فان البروتينات لا تكون مثبتة ولكن ربما طافية في وعلى الدهون وهي التي تتحكم بمرور المواد عبر الغشاء. يوصف هذا الغشاء بأنه شبه نفاذ (اختياري النفاذية).

شكل (4): النماذج المقترحة لتصميم الاغشية الخلوية



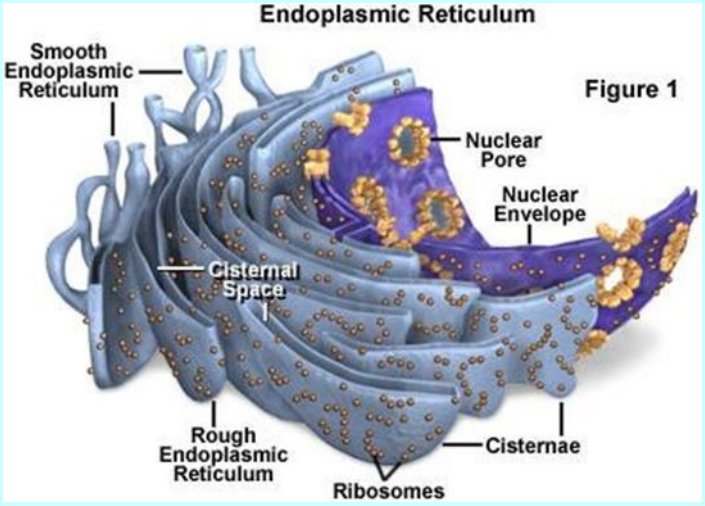




ت-) الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum

هي شبكة أنابيب وحويصلات دقيقة (شكل 5) تنتشر في البلازما الأساس (السيتوبلازم الشفاف) وتجزئه إلى العديد من الغرف الصغيرة والذي بدوره يؤدي إلى فصل الأنزيمات المختلفة بعضها عن البعض مما يسهل حدوث التفاعلات الحيوية بصورة مختلفة.

قد تحمل الشبكة الاندوبلازمية في بعض أجزائها الرايبوسومات وبذلك تبدو خشنة الملمس وبعكسها تكون ملساء في حالة عدم حملها الرايبوسومات.



وظائف الشبكة الاندوبلازمية

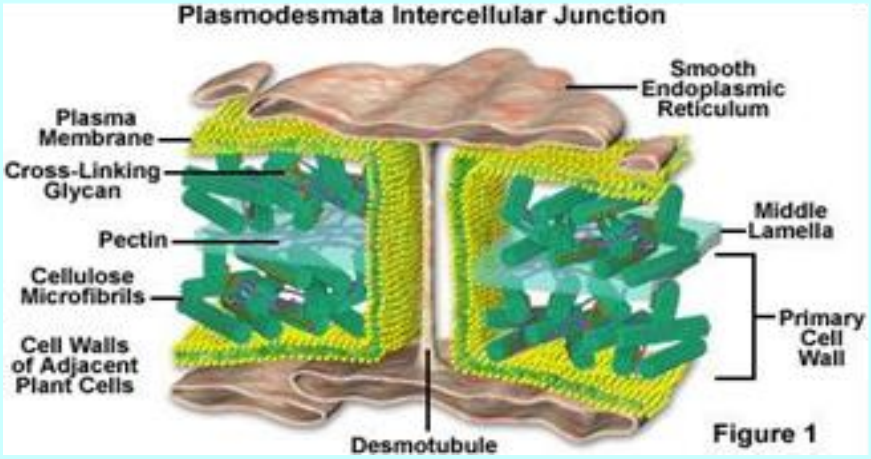
1- يعتقد أنها تكون الغشاء النووي خلال عملية الانقسام الخيطي الرئيسية.

2- توصيل الخلايا مع بعضها البعض من خلال الخيوط أو القنوات السيتوبلازمية التي تخترقها وبذلك تسهل حركة المواد الحيوية والغذائية من خلية إلى أخرى.

3- تصنيع بعض المواد الحيوية كالبروتينات التي تصنع في الشبكة الاندوبلازمية الخشنة من قبل الرايبوسومات.

ث-) الخيوط أو القنوات السايتوبلازمية plasmodesmata

نوع من الخيوط او القنوات التي تخترق الشبكة الاندوبلازمية وتعمل على توصيل الخلايا مع بعضها البعض (شكل 6) وتساعد على نقل المواد الحيوية والغذائية من خلية الى اخرى وبذا تعمل على ربط السيتوبلازم للخلايا المتجاورة مع بعضه.

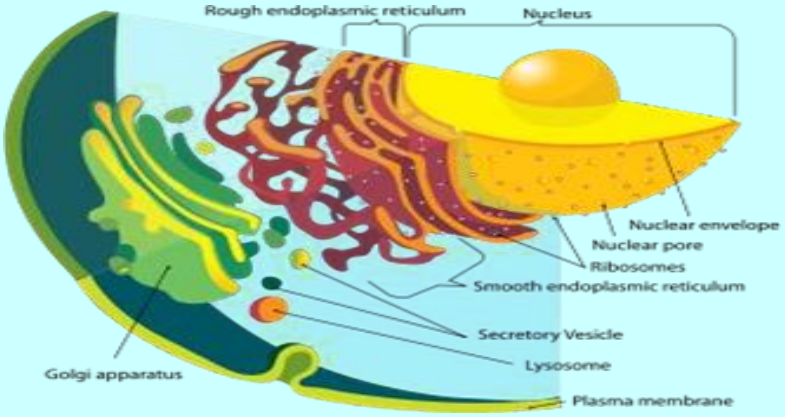


الريبوسومات Ribosomes

أجسام بروتوبلازمية متناهية في الدقة قد توجد بشكل حر في السيتوبلازم او مرتبطة على أسطح الشبكة الاندوبلازمية الخشنة كما توجد في داخل البلاستيدات الخضراء والانوية والمايتوكندريا. وظيفتها تخليق البروتين.

النواة nucleus

جسم كروي أو بيضوي يوجد سابح في السيتوبلازم الشفاف (شكل 7) وتمثل مركز السيطرة على جميع الفعاليات الحيوية التي تحدث في داخل الخلية وذلك لكونها تسيطر على عملية بناء الانزيمات التي تنشط معظم



او ربما كل التفاعلات الحيوية في الخلية وهي تتكون من:

أ-) البرتوبلازم النووي nucleo plasm او مايسمى بالعصير النووي nuclear sap وهو عبارة عن مادة هلامية كثيفة غنية بالبروتينات والبروتينات الدهنية و RNA

ب-) الغشاء النووي Nuclear Envelope وهو غشاء مزدوج يحيط بالعصير النووي اومايسمى بمحتويات النواة ويحتوي على ثقوب يتم من خلاله تبادل المواد بين النواة والسيتوبلازم .

ج-) النوية nucleolus وهي عبارة عن جسم كروي سابح في العصير النووي وتتكون من الـ RNA والبروتينات وقليل من الـ DNA وهي تمثل مواقع لصنع RNA والبروتينات.

د-) الشبكة الكروماتينية chromatic reticulum وهي عبارة عن نظام شبكي ذو خيوط دقيقة جدا متداخلة مع بعضها تقوم بتكوين الكروموسومات التي تحمل الجينات (أي العوامل الوراثية).

وظائف النواة

1) نقل المعلومات الوراثية من جيل إلى آخر.

2) تتحكم في جميع العمليات الحيوية التي تحدث في الخلايا وذلك لاحتوائها على الـ RNA الذي يحدد بناء البروتينات بأنواعها المختلفة وبضمنها الأنزيمات.

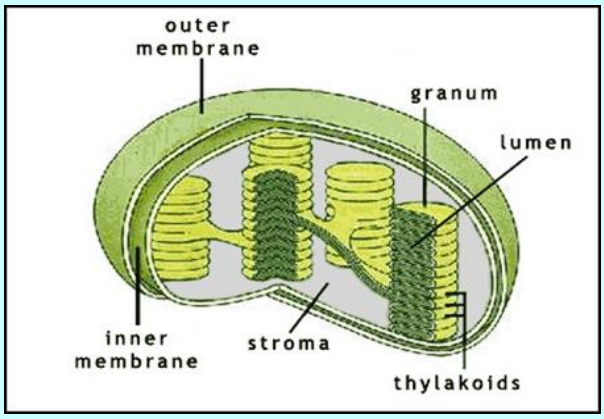
البلاستيدات Plastids

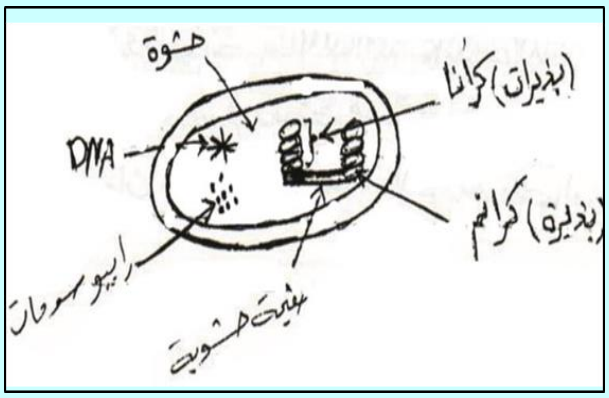
أجسام بروتوبلازمية لها القدرة على الانقسام والنمو دون أن ترتبط بعملية انقسام الخلية الموجودة فيها وتقسم حسب وجود أو عدم وجود الصبغات فيها إلى:

أ-البلاســـــتيدات عديمة اللون وهي بلاستيدات لا تحتوي على صبغات وتوجد في الخلايا النباتية غير المكتملة النمو وكذلك في الخلايا غير المعرضة للضوء مثل درنات البطاطا وظيفتها تكوين وخزن النشا والزيوت

ب-البلاســتيدات الملونة وتكون ذات ألوان مختلفة عدا الأخضر (كالأصفر والبرتقالي والأحمر) حيث يتوقف اللون على نوع الصبغة الموجودة في البلاستيدات وكميتها. هذه البلاستيدات هي المسؤولة عن اللون في الأزهار والثمار والجذور وتلعب دور في عملية التركيب الضوئي ويعتقد بأنها تساعد في جذب الحشرات لتسهيل عملية التلقيح.

ج- البلاستيدات الخضراء: وتوجد في اوراق النباتات والاغصان والسيقان الخضراء وتحدث فيها تفاعلات التركيب الضوئي وتصنيع الغذاء (شكل 8).

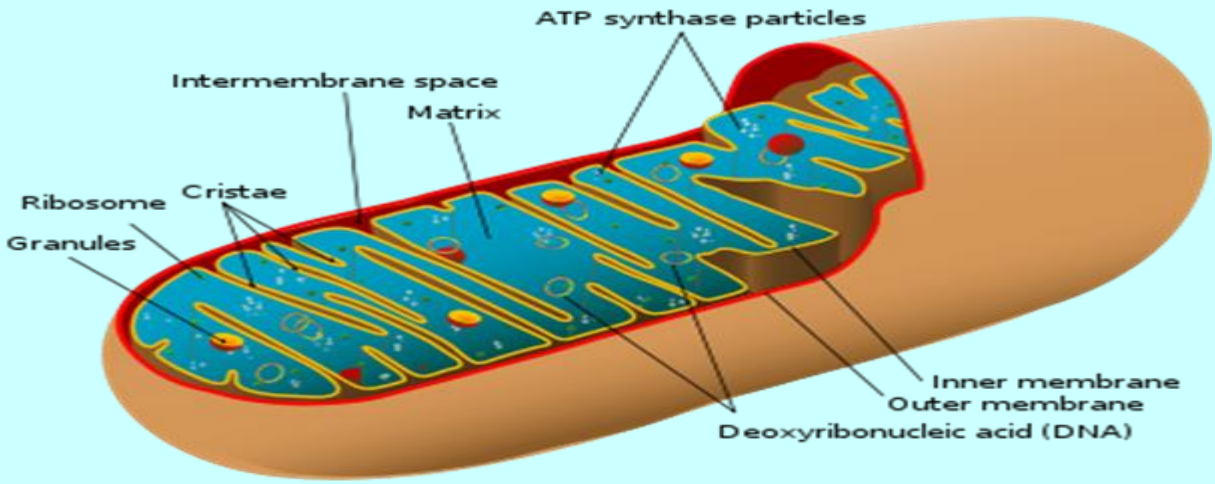




المايتوكوندريا Mitochondria

اجسام بروتوبلازمية لها القدرة على الانقسام والتكاثر دون ان ترتبط بعملية انقسام الخلية الموجودة فيها وتوجد مبعثرة في السيتوبلازم وتسمى ببيوت الطاقة لان الجزء الاكبر من الطاقة المستعملة في الخلية يتم تحضيره بواسطتها حيث تتحرر الطاقة منها نتيجة الاكسدة الحيوية للكربوهيدرات والدهون والبروتينات وتخزن بشكل اواصر فوسفاتية ذات طاقة عالية مثل مركب ادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) والذي يعتبر اكثر المركبات اهمية علما بان فائدة خزن الطاقة في هذه المركبات هو امكانية تحريرها واستغلالها بسهولة عند الحاجة لها لغرض تسيير التفاعلات التي تستهلك طاقة في الخلية.

تحاط المايتوكندريا بغشائين الخارجي املس والداخلي تمتد فيه بروزات الى الداخل لتكون مايسمى الرشاشات وعلى الرشاشات يوجد العديد من الجسيمات الدقيقة التي تحتوي الانزيمات اللازمة لتحويل مركب ادينوسين ثنائي الفوسفات ADP الى ثلاثي الفوسفات ATP والانزيمات اللازمة لدورة كربس وكذلك انزيمات نقل الالكترون وانزيمات السيتوكروم والانزيمات اللازمة لهدم الشحوم (شكل 9).



جهاز كولجي Golgi Apparatus

يظهر تحت المجهر على شكل مجموعة من الاجسام تنتشر في البلازما الاساس يتكون كل منها من مجموعة اقراص جوفاء تسمى Cistranae تحتوي بداخلها مركبات عديدة كالبروتينات والكربوهيدرات (شكل 10) والوظيفة الاساسية لجهاز كولجي هي الافراز ويعتقد بان له علاقة مع عملية بناء الغشاء البلازمي والجدار الخلوي والفجوة العصارية.

الاجسام الكروية Lysosomes

جسيمات بروتوبلازمية كروية الشكل (شكل2) تقوم بتجميع الانزيمات المحللة (الهاضمة) الموجودة في الخلية التي تعمل على تكسير الجزيئات الكبيرة كالشحوم والبروتينات والاحماض النووية ومركبات ATP من اجل ان تمنع تأثير هذه الانزيمات على مكونات الخلية نفسها وعند موت الخلية تنفجر هذه الجسيمات وتخرج محتوياتها الى تجويف الخلية وتحدث التحلل الذاتي للخلية

الأجسام الدقيقة Microbadies

جسيمات سيتوبلازمية كثيفة يوجد بداخلها بعض الأنزيمات التي تقوم بتحويل الدهون الى كربوهيدرات وأنزيم الكتاليز catalase الذي يحلل بيروكسيد الهيدروجين ويعتقد بأنها تلعب دور في عملية التنفس الضوئي.

الأنابيب الدقيقة Micro tubules

وهي جسيمات قضيبية الشكل يعتقد بأنها تحدد مكان انقسام النواة وتؤثر في اتجاه الحركة الانسيابية للسايتوبلازم

جدار الخلية Cell Wall

تحتاج الكائنات الحية الى دعامات ميكانيكية لكي يكون لها شكلها المحدد ففي عالم الحيوان أعطى الله الصلابة لتلك الكائنات عن طريق الجهاز العظمي أما في النباتات ونتيجة عدم احتوائها على مثل ذلك الجهاز وإنها اقل رقيا من الحيوان فالتدعيم لا يكفي أن يكون من خلال ضغط الامتلاء المائي داخل الخلايا والذي

يساعد بالطبع على التدعيم الميكانيكي لذلك يعتمد النبات في التدعيم بشكل أساسي في بناء الجدار الخلوي الصلب السليلوزى. ولا يقتصر دور الجدار في التدعيم فقط بل يتعداه للقيام بوظائف أخرى. فالجدار يشترك في امتصاص وانتقال الماء والمعادن وفي الإفراز وفي بعض النشاط الأنزيمي. كما يعتقد علماء أمراض النبات أن الجدر الخلوية ومكوناتها تلعب دورا هاما في مقاومة الامراض بإعاقة اختراق الطفيليات. ويقوم البروتوبلاست الحي بإنتاج وتعضيد الجدار الخلوي.

المركب الرئيسي للجدار هو السيليلوز وتشكل المواد البكتينية والهيميسيليلوز واللكنين والسوبرين والبروتينات مواد الترسيب التي تشكل الجدران الثانوية المانحة لصلابة الجدر الخلوية. ثم تأتي الصفيحة الوسطى والتي تلصق الخلايا مع بعضها وتتكون من حامض البكتيك واملاح غير ذائبة لحامض البكتيك مثل بكتات الكالسيوم والمغنسيوم وكميات ضئيلة من البروتوبكتينات. وترجع صلابة الصفيحة الوسطى في المراحل المتأخرة من تكوين الجدار الخلوي لوجود أملاح الكالسيوم والمغنسيوم لحامض البكتيك وكذلك عديدات التسكر المتضخمة مثل السيليلوز وفي بعض الاحيان اللكنين.

الجدار الاولي Primary Cell Wall

بمجرد تكوين الصفيحة الوسطى تزداد الخلية في الحجم وتستطيل ويصحب هذه الاستطالة ويتبعها تشرب الصفيحة الوسطى بثلاث أنواع من المركبات هي:

1. السيليلوز 2. الهيميسيليلوز 3. الكليكوبروتين (تجمع كربوهيدرات + بروتين)

وينتج عن هذا الترسيب طبقة رقيقة سمكها 1-3 ميكرون ويطلق على هذه الطبقة التي تقع على السطح الداخلي للصفيحة الوسطى والسطح الخارجي للغشاء البلازمي بالجدار الابتدائي او الاولي.

الجدار الثانوي Secondary Cell Wall

بمجرد تكوين الجدار الثانوي في الخلايا البارنكيمية تتوقف الخلية عن الاستطالة. بينما في خلايا أخرى مثل القصيبات فان الجدار يستمر في تغليظه بعد توقف استطالة الخلايا وذلك بترسيب طبقات من السيليلوز واللكنين لتكوين الجدار الثانوي. ويتراوح سمك الجدار الثانوي بين 5- 10 ميكرون. وبنهاية ترسيب الجدار الثانوي يفقد الجدار الكثير من مرونته ويصبح في النهاية غير مطاط تماما. وكثير من الجدر الثانوية تحتوي على اللكنين وهي مادة كحولية مبلمرة مشتقة من مركبات الفينيل بروبان وتوجد في الجدار مع الهيميسيليلوز ومركبات اخرى ترتبط بالسيليلوز. واللكنين يحتل المركز الثاني من حيث السيادة بعد السيليلوز بين مركبات النبات وترجع أهميته الى انه يضيف ويزيد من صلابة التراكيب التي يكونها.