المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف ميلة

المقياس: فيسيولوجيا النبات / Module: physiologie végétale

طلبة: السنة الثانية بيئة و محيط

Ecologie et Environnement L2 (LMD)

Année universitaire : 2021-2022 /S3

Unité d'Enseignement Découverte/ UEM : 2/1/2

أستاذة المادة: زديق هدى/ Enseignante : Zeddig Houda

مقدمة عامة

فيسيولوجيا النبات (La Physiologie végétale) هو أحد فروع علوم الحياة الذي يهتم بدراسة ظواهر حياة النبات. وظواهر حياة النبات هي عبارة عن مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث أثناء حياة النبات فمثلا انتشار غاز ثاني اوكسيد الكربون عن طريق الثغور تعد عملية فيزيائية كما ان امتصاص الايونات عن طريق محلول التربة بواسطة الجذور هي مثال لعملية فيزيائية. إضافة الى ذلك فان تحويل ثنائي اوكسيد الكربون الى كاربوهيدرات وبناء الدهون والبروتينات تعد أمثلة لعمليات كيميائية .

تعد دراسة علم فسلجة النبات أساسية وضرورية لكل العاملين بفروع الانتاج النباتي ولا يستطيع أي باحث في أي من هذه الفروع ان يستغني عن دراسة هذا العلم فهو يوجه أبحاثنا في مجال الانتاج النباتي توجيها صحيحا. وقد كان لهذا العلم مساهمة كبيرة في تقدم العلوم الزراعية حيث هذا الأخير الى الارتقاء بمعرفتنا بمعظم العمليات التي تحدث خلال حياة النبات والحصول على أعلى حاصل وأفضل نوعية.

علم فسيولوجيا النبات يختص بدراسة ومعرفة الطريقة التى تؤدى بها ظواهر الحياة، هذه الظواهر الحيوية المختلفة تأخذ مكانها فى داخل خلايا النبات وكل عضو من أعضاء النبات يختص بتأدية وظيفة معينة ولو أن هناك ترابطا بين هذه الوظائف التى تؤثر وتتأثر ببعضها البعض. ولكى نحصل على معلومات كافية عن ظواهر الحياه فى النبات يلزم أن ندرس بدقة جميع العمليات الحيوية الهامة التى يقوم بها النبات خلال أدوار حياته المختلفة وأهميتها له بوصفه كائن حي ينمو ويحس ويتحرك ويتكلم ويفرح ويتألم.....الخ من مظاهر الحياة. كذلك يلزم دراسة المواد التى ينتجها النبات داخل جسمه ومدى استخدامه لهذه المواد. ويرتبط علم

فسيولوجيا النبات بفروع علم النبات المختلفة التى بدورها ترتبط ببعضـها البعض وبذلك توجد علاقة وثيقة بين الظواهر الفسيولوجية والبيئة الخارجية التى ينمو فيها النبات.

وسنتناول في **الجزء الأول** (la 1ére partie) توضيحا لما سبق ذكره في عدة محاور أساسية (chapitres):

- الخلية النباتية **l'organisation de la cellele végétale.**
- التغذية المائية **la nutrition hydrique**
- النتح **la transpiration.**
- التغذية المعدنية **la nutrition minérale.**
- التغذية النيتروجينية **la nutrition azotée**
- التغذية الكاربونية **la nutrition carbonée:**

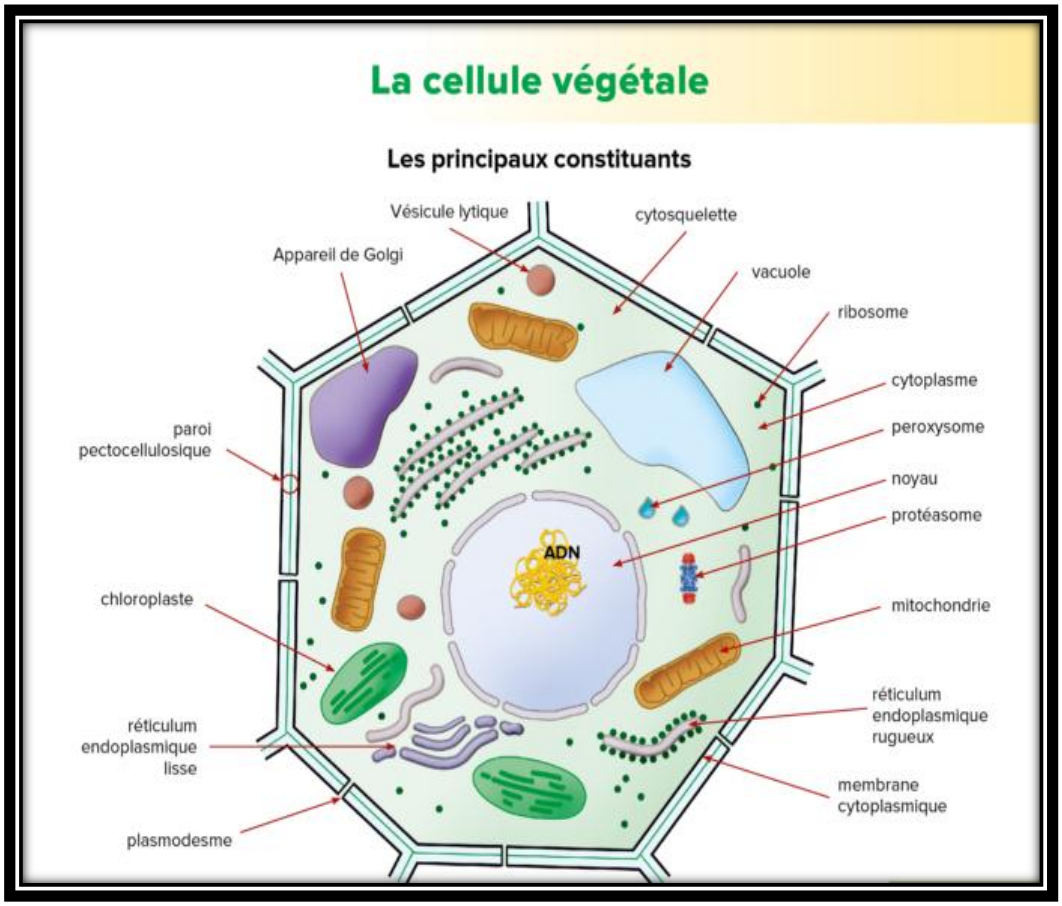
أما في **الجزء الثاني** (la 2eme partie) سنقوم بدراسة التطور عند النباتات **le développement** و يضم عدة محاور أخرى (chapitres)**:**

- تكوين البذرة **formation de la graine**
- الإنبات **la germination**
- النمو **la croissance**
- الإزهار **la floraison**
- الإثمار **la fructification**

La Cellule Végétale الخلية النباتية

الخلية هي الوحدة الأساسية للكائنات الحية. هناك مجموعتان رئيسيتان من الخلايا، الخلايا بدائية النواة Eucaryotes أو البكتيريا التي لا تحتوي على نواة وخلايا حقيقية النواة Procaryotes التي لا تحتوي على نواة. وفي هذا الفصل، سيتم دراسة الخلايا حقيقية النواة فقط.

الخلية (**الشكل 1**) هي الوحدة التركيبية والوظيفية الأساسية للحياة. وفي الكائنات وحيدة الخلية تعتبر الخلية كائن حي كامل بينما في الكائنات الراقية عديدة الخلايا فأنه يوجد تجمع لعدد كبير من الخلايا المختلفة والتي تنظم بكل دقة لتكون نسيجا و الأنسجة المختلفة تكون عضوا، وعدة أعضاء تكون الكائن الحي (النبات) من خلال عملية النمو Growth والتطور Development أو التغير الشكلي Morphogenesis والتي يحدث خلالها **تخصصات وظيفية**. وبالرغم من تعدد وظائف للخلايا إلا أن الخلايا متشابهة إلى حد كبير في احتوائها على عديد من العضيات التي يتم فيها **التفاعلات الكيماوية** كذلك تتشابه في الأغشية البلازمية والأحماض النووية ADN و ARN والتي تعمل كمكونات أساسية في ميكانيكية نقل المعلومات في جميع الخلايا.



شكل 1: أجزاء الخلية النباتية

يتراوح حجم الخلية ما بين عدة ميكرونات إلى عدة ملليمترات. ويتوقف حجم و شكل النبات الراقى عامة على عدد و شكل و طريقة تنسيق الخلايا المكونة له **(الشكل 1)**. تتميز الخلية النباتية الحية حقيقية النواة بوجود جزئين رئيسين هما:

- جدار الخلية **Paroi Pectocellulosique**
- البروتوبلازم **Plasmodesmes (مكونات المادة الحية في الخلية)**.

1. الجدار الخلوى Paroi Pectocellulosique

وهو الغلاف الصلب المحيط ببروتوبلاست الخلية النباتية وسمك جدار الخلية يتراوح من 1−3 µm. وبصورة عامة يقسم جدار الخلية الى الاقسام التالية **(شكل 2)**:

1.1 الصفيحة الوسطى

وهو الجدار الذي يفصل بين الخلايا المتجاورة وتتكون من أملاح بكتات الكالسيوم والمغنيسوم وهي تساعد لربط الخلايا المتجاورة مع بعضها البعض.

2.1 الجدار الاولي Paroi Primaire

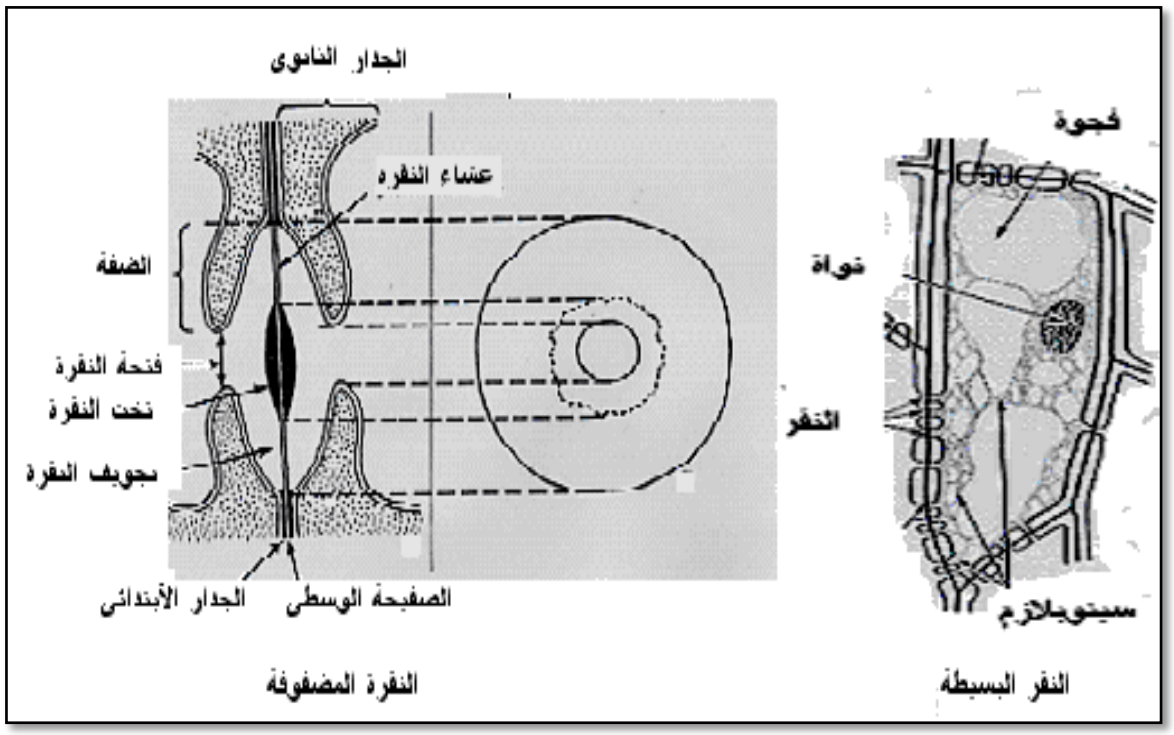
وهو جدار رقيق ومرن يتكون من السليلوز cellulose والبكتين وبعض المواد الاخرى. ويكون قابل للتمدد والنمو تبعا لازدياد حجم الخلية. والجدار الاولي يفرزه السيتوبلازم على الصفيحة الوسطى. وقد يتكون الجدار الخلوي في بعض الخلايا من الجدار الاولي فقط وقد يفرز بروتوبلازم هذه الخلايا على الجدار الاولي مواد تمنع نفاذية الماء خلاله كالسوبرين Suberin والكيوتين cutin.

3.1 الجدار الثانوي Paroi secondaire

هذا الجدار يقوم بإفراز السايتوبلزم على الجدار الاولي في بعض أنواع الخلايا التي تحتاج الى قوة وصلابة ومتانة كالألياف والأوعية الخشبية والقصيبات ويكون السليلوز الجزء الاكبر في تركيبة الجدار الثانوي وعند اكتمال تكوين جدار الخلية الثانوي فان الخلية سوف يكتمل ويتوقف وتتجه الخلية نحو الوظيفة والتخصص.

✓ **وظائف جدار الخلية**

1. مساندة الخلية ميكانيكيا بإعطائها الصلابة والمتانة.
2. يعد الجدار الخلوي واسطة لتبادل الأيونات بين الخلية ومحلول التربة.
3. حفظ مكونات الخلية من المحيط الخارجي.
4. المساعدة في نمو الخلية عن طريق مرونة جدار الخلية الاولي.



شكل 2: تركيب جدار الخلية

2. البروتوبلازم Plasmodesmes (مكونات المادة الحية في الخلية)

هو الذى يحوي العديد من العضيات البروتوبلازمية. ويحاط السيتوبلازم **Cytoplasme** بغشاء رقيق يعرف بالغشاء البلازمى **Membrane Cytoplasmique**.

ومن العضيات البروتوبلازمية الميتوكوندريا **Mitochondries**، البلاستيدات **Chloroplaste**، الريبوسومات **Ribosomes**، البيروكسيزومات **Peroxysomes**.... توجد بعض التركيبات الغشائية مثل الشبكة الإندوبلازمية **Réticulum Endoplasmique**، جهاز جولجى **L'appareil de Golgie**، كما تمثل الفجوات **Les Vacuoles** جزءاً من تركيب الخلية النباتية أيضاً وهى تختلف فى الحجم وفى طريقة توزيعها داخل الخلية، كما تحتوى على سائل يطلق علية العصير الخلوى و الذى يحتوى على سكريات وأملاح و صبغات و بللورات .... الخ. كما يختلف حجم الخلية من نسيج لأخر.

يعتبر البروتوبلازم هي المادة الحية الموجودة بشكل مادة هلامية متجانسة وهي تتكون من محلول غروي متجانس نسبيا يعرف بالسايتوبلزم **Cytoplasme (cytosol)**.

وبالنسبة لبروتوبلازم الخلية حقيقية النواة هناك مع السايتوبلزم توجد عضيات أكثر كثافة من السايتوبلازم **كالنواة والبلستيدات الخضراء والمايتوكوندريا والرايبوسومات والاجسام الدقيقة** وغير ذلك(كما ذكر سابقا). والبروتوبلازم يتكون أساسا من الماء والبروتينات والأحماض النووية والدهون والكربوهيدرات والأملاح وبعض

المواد العضوية الأخرى. وهو يشغل الخلايا الفتية بأكملها أما الخلايا البالغة les cellule mature فانه يكون شريط يحيط بجدار الخلية من الداخل تتوسطه فجوة عصارية كبيرة جدا 80- 90% من حجم الخلية.

✓ **وظائف البروتوبلازم**

1. القيام بالعمليات الحيوية **البنائية** كالبناء الضوئي.
2. القيام بالعمليات الحيوية **الهدمية** كالتنفس.
3. القيام بعملية النمو.
4. القيام بعملية التكاثر.

الأيض (métabolisme) هي كافة عمليات الهدم والبناء التي تحدث في الخلية).

و الهدم Catabolique البناء Anabolique .

1.2 المكونات البروتوبلازمية

ان معظم العضيات الخلوية موجودة داخل البروتوبلازم الذي يتكون من السيتوبلازم.

❖ **النواة (Noyau):**

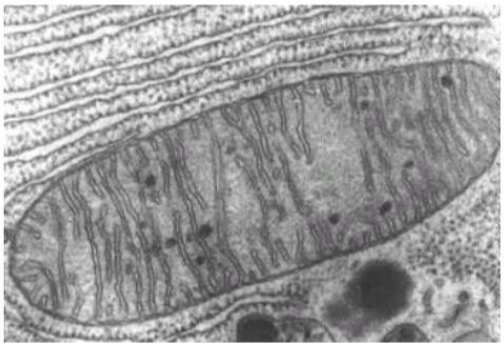
التي تحتوي على الاقل على نوية واحدة الوظيفة الرئيسية لها هي بناء الحامض النووي ARN داخل النواة يوجد ADN وهو المادة الوراثية المسؤولة عن السيطرة على جميع مظاهر الوراثة للكائن الحي وذلك عن طريق مقدرته بالمساعدة على تكوين عدة أنواع من RNA هي ARN_m و ARN_t و ARNr بعملية تسمى النسخ Transcription. والنواة أهم مكونات السيتوبلازم في الخلية وتتركب من الغلاف النووي(غشاء مزدوج) و البلازم النووي والشبكة الكروماتينية والنويات.

✓ **الدور الفسيولوجي للنواة**

1. هي التي تتحكم وتسيطر على جميع عمليات النشاط الحيوي في الخلية بتحكمها في بناء البروتينات والبروتينات والإنزيمات اللازمة للتحولات الغذائية في الخلية.
2. أي أنها تتحكم في جميع الوظائف الحيوية للخلية. كما أنها تتصل بجميع الخلايا الأخرى عن طريق الشبكة الأندوبلازمية.

❖ **الريبوسومات (Les Ribosomes)**

التي تتكون جزئيا من ARNr الذي يتكون في النوية. و تعد الريبوزومات أماكن تواجد البروتين أي تستجيب إلى ARN_m القادم من النواة و إلى ال ARN الناقل RNAt. إن ARNm ينقل المعلومات الوراثية من الجينات ADN في حين أن ARNt يقوم بنقل الأحماض الأمينية Acide Aminée المكونة للبروتين و هذه العملية تسمى الترجمة Traduction.



électronographie de mitochondrie

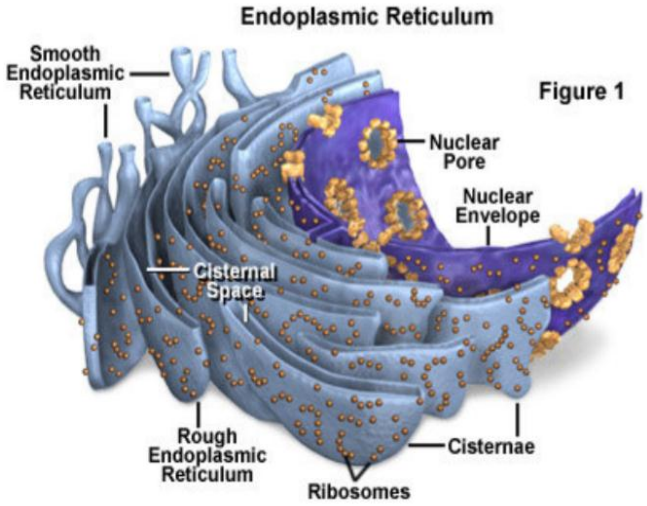
❖ **الميتوكوندريا (La Mitochondrie)**

التي تحدث فيها عملية التنفس الخلوي، إذ ان الوظيفة الرئيسة للميتوكوندريا هي إنتاج ATP الذي يعد مصدر الطاقة للعديد من العمليات التي تحدث في الخلية. وهي أجسام بروتوبلازمية حية لها القدرة علي النمو والانقسام توجد مغموسة في السيتوبلازم.

✓ **ومن أهم الوظائف الفسيولوجية للميتوكوندريا**

1. أنها عبارة عن محطات أو مراكز الطاقة في الخلايا. حيث تلعب دوراً هاما في تفاعلات التنفس لإنتاج الطاقة اللازمة للخلايا.
2. كما أنها تحتوى على العديد من الإنزيمات المختلفة اللازمة لدورة كربس وتفاعلات السيتوكرومات (يتم الأكسدة البيولوجية).
3. وتأخذ أشكال مختلفة منها الكروي أو العصوي أو البيضى والعضوي هو السائد وقطرها حوالي 3-4 ميكرون وسيتم التحدث عنها بالتفصيل فيما بعد في جزء التنفس.

❖ **الشبكة الاندوبلازمية (Réticulum Endoplasmique)**



وهي نوعين الاولى تعرف بالشبكة الاندوبلزمية الخشنة Réticulum Endoplasmique Granuleux (REG) وسميت بهذا الاسم لارتباطها بالرايبوسومات وفي حالة عدم ارتباطها بالريبوسومات تعرف بالشبكة الاندوبلازمية الناعمة Réticulum Endoplasmique Lisse (REL).

بعض الفعاليات الايضية للخلية مرتبطة بالانزيمات الموجودة على أغشية الشبكة الاندوبلازمية. كما ان هذه الأغشية أيضا لها دور في عمليات النقل داخل الخلية.

✓ **ومن أهم وظائفها:**

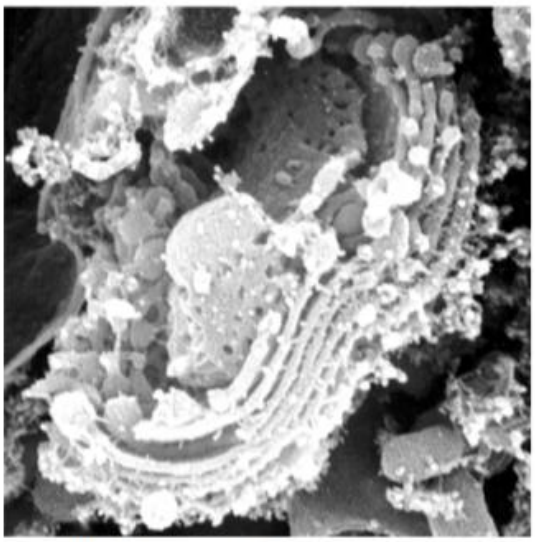
1. أهم وسيلة سطحية لانتظام وتوزيع الإنزيمات وزيادة مسطح التفاعلات.

2. إرسال التنبيهات المختلفة من النواة إلى الأجزاء المختلفة في الخلية.
3. لها دور في تخليق البروتينات.
4. لها دور في سهولة مرور المواد داخل الخلية أو تخزينها خاصة المركبات البروتينية ونقلها إلي أجسام جولوجي أو تتبرعم منها حويصلات بروتينية.
5. لها دور في النقل بين الخلايا لاتصالها بالروابط البلازمية.

❖ **أجسام كولجي (Appareil de Golgie)**

أجسام جولجي لها علاقة بعملية بناء جدار الخلية وكذلك بعض الوظائف الأخرى المهمة.

électronographie montrant l'appareil de Golgi



appareil de Golgi, vue 3D

✓ **أهم وظائف أجسام جولجى:**

1. الوظيفة الأساسية هي الإفراز Sécrétion. حيث أن المركبات المفرزة تتكون داخل انتفاخات. ثم تنفصل في صورة حويصلات طرفية تخرج عن طريق الغشاء السيتوبلازمى الخارجي ومعظم الإفرازات إنزيمية.
2. قد ينتقل البروتين من أسطح الريبوسومات عبر الشبكة الاندوبلازمية إلي أجسام جولوجي قبل تحوله وإفرازه ويتحول هذا البروتين مرتبط بالكربوهيدرات جليكوبروتين (glycol-proteins) داخل أجسام جولوجى.
3. له علاقة بتكوين الجدار الخلوي والصفيحة الخلوية Cellplate وكذلك له دور في تكوين البكتات أثناء الصفيحة الوسطي الجديدة,
4. له أهمية كبيرة عند انقسام الخلايا حيث يساعد علي تكوين الغشاء البلازمى في الخلايا الحديثة. أي يلعب دور هام في انقسام الخلايا. وذلك لأن المحتويات الموجودة داخل الحويصلات عبارة عن الكربوهيدرات التي تدخل في تكوين الجدار الخلوي والصفيحة الوسطى. والبروتينات التي تدخل في

الغشاء السيتوبلازمى. والمواد الإفرازية الأخري هي إنزيمات تفرز لخارج الخلية. وعموما يختلف عددها حسب عمر الخلية وحالتها ووظيفتها.

❖ **الانيبيبات الدقيقة Les Microtubules**

جميع الخلايا تقريبا هي تساهم في عملية انفصال الكروموسومات خلال الانقسام الخيطي وكذلك تكوين جدار الخلية و لربما عمليات أخرى.

✓ أهم وظائفها هي:

1. تحدد انقسام النواة وتوجد مع خيط المغزل Spindle في الانقسام الميتوزى (mitose) وتساعد خاصية الانقباض على توزيع الكروموسومات إلي قطبي الخلية.
2. لها دور في تكوين ونمو مادة الجدار الخلوي حيث أنها تكون الصفيحة الخلوية.
3. تحدد اتجاه الحركة الانسيابية للسيتوبلازم وتؤدى إلي حدوثها Cytoplasmic Streaming .
4. عبارة عن هيكل للسيتوبلازم Cytoskeleton أي تدعمه وتقوية وتعطية شكله.
5. تتحكم في شكل الخلية النهائي.
6. لها ارتباط وثيق بالأهداب Cilia والأسوط flagella وهي أعضاء الحركة في الكائنات الدقيقة.
7. نقل المواد بين الخلايا وتوجد في الحواف الخارجية للسيتوبلازم وفي الخلايا المرستيمية أثناء استطالتها.

❖ **الجسيمات الدقيقة (Microbodies)**

- الجيلوكسيسومات Glyoxysomes
- البيروكسيسومات Peroxisomes
- الاسفيروسومات SPherosomes

✓ **من أهم الوظائف الفيسيولوجية:**

1. تقوم بتحليل الجزيئات الكبيرة للمواد الداخلة في تركيب بروتوبلازم الخلايا.
2. لها دور في تحليل محتويات الأوراق في النباتات متساقطة الأوراق والكبيرة السن.
3. لها دور في تحليل خلايا الفلين والألياف والقصيبات والأوعية عند نضجها.
4. تحتوي علي مركبات دهنية وإنزيماتها الخاصة مثل إنزيم estarase لذا فهي تربط بعملية بناء وتخزين الليبدات في الخلية.

❖ **البلاستيدات (Les plastes)**

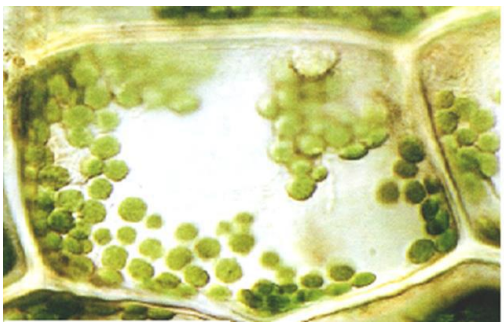
وهي عضيات تختلف في وظائفها حسب اللون. البلاستيدات أو الصانعات هي عضيات بروتوبلازمية مميزة للخلية النباتية تأخذ أشكالاً وحجوما وألوانا مختلفة، ولها دور اً هاما في التفاعلات الاستقلابية والنشاط الحيوي

للخلية إذ يعد بعضها مركزاً هاما لاصطناع المواد الأولية والغذائية وفي بعضها الأخر تختزن مواد غذائية كالنشاء، وتقسم إلى ثلاثة أنواع تبعا للأصبغة التي تشتمل عليها:

- **الصانعات الخضراء Chloroplastes**
- **الصانعات الملونة Chromoplastes**
- **الصانعات عديمة اللون Leucoplastes**

الصانعات الخضراء Chloroplastes

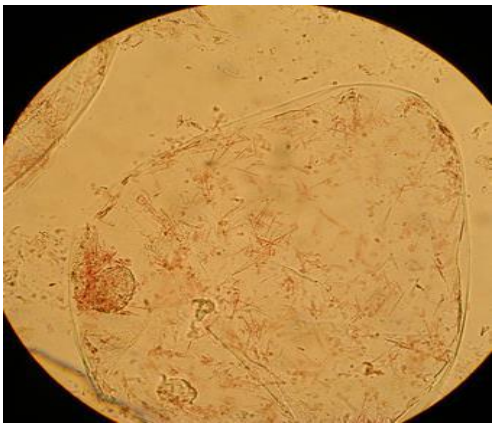
تتواجد خاصة وبكثرة في الأوراق، هي خضراء اللون نتيجة لوجود الأصبغة اليخضورية Chlorophylls التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، تأخذ أشكالاً عديدة في النباتات الراقية منها العدسي ، الكروي ، البيضوي، أما في النباتات الدنيا فتكون ضخمة شريطية أو صفيحية كما في طحلب السبيروجيرا وتسمى ب حاملات الصباغ Chromoatophores



Tradescantia fluminensis

الصانعات الملونة Chromoplastes

تتواجد الصانعات الملونة في خلايا بعض الأزهار والثمار والبذور و الجذور ,لها أشكالاً متباينة منها المستدير، المضلع، المغزلي والحبيبي، وتأخذ ألوانا تختلف باختلاف نوع الأصبغة شبه الكاروتينية (الليكوبين – الكزانتوفيل – الكاروتين) وكمثال على تواجدها بالترتيب المذكور في ثمار البندورة، الازهار(بتلات التوليب)الجذور الثمرية(الجزر).



نبات الطماطم: Solanumlycopersicum.sp

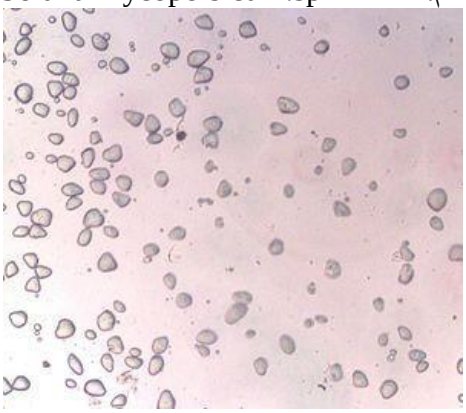
الصانعات عديمة اللون Leucoplastes

عضيات صغيرة لا تشتمل على الأصبغة ذات أشكال غير محددة تختلف باختلاف النبات، تصادف في جميع الأعضاء والنسج النباتية وبالأخص الميرستيمية منها كما أنها تتركز في الأجزاء غير المعرضة للضوء والمطمورة كالجذور - الدرنات - البذور والأبواغ.

•تقسم إلى ثلاثة أنواع بحسب طبيعة المواد الإدخارية فيها : - صانعات بروتينية Proteoplast

- و صانعات زيتية Oleoplast

- إضافة إلى الصانعات النشوية Amiloplastes



نبات البطاطا: Solanum tuberosum

وأكثرها أهمية البلاستيدات الخضراء وهي مكان لحدوث عملية البناء الضوئي التي تعد أهم، ومن أهم وظائف أنها أكبر مصانع حيوية لإنتاج مواد عضوية بها، وظيفة البلاستيدات الخضراء هي تحويل الطاقة الضوئية للشمس إلي طاقة مخزنة في الغذاء المصنع على صورة سكريات ونشا ويخزن السكر علي صورة نشا يسمى نشا انتقالي أو تمثيلي. حيث تتم عملية لبناء الضوئي بها من بدايتها حتى نهايتها ويكون ناتجها المواد الكربوهيدراتية المعقدة والأوكسجين.

❖ **الفجوة العصارية (Vacuole)**

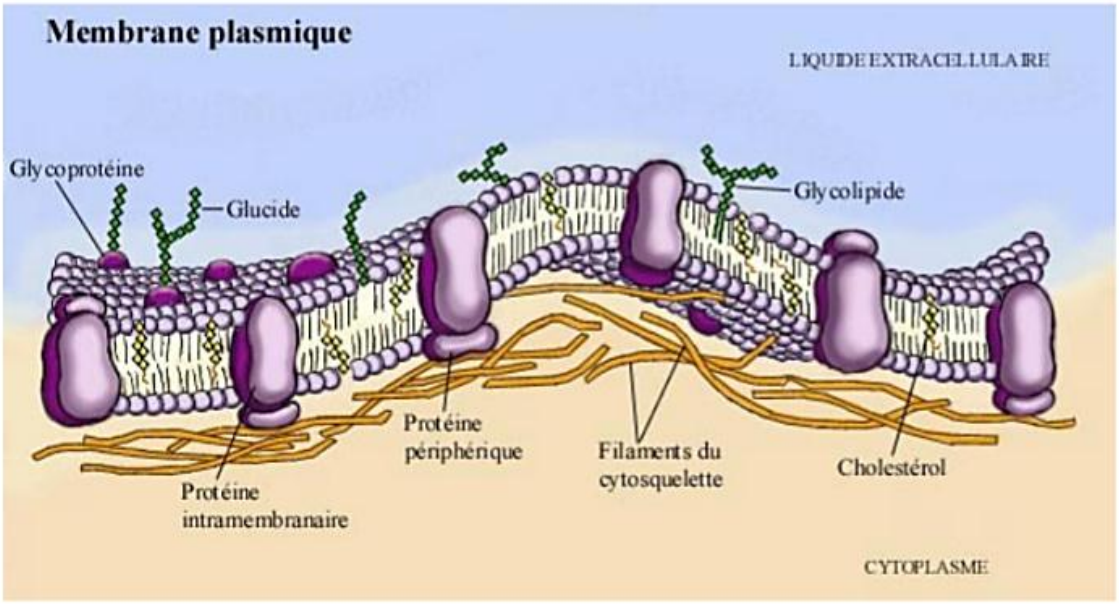
✓ أهم الوظائف الفسيولوجية للفجوة العصارية:

1. الحفاظ على جعل الخلايا في حالة امتلاء كامل بالماء دائما وهو له أهمية كبيرة للمذيبات حيث تحافظ علي هيكل وشكل وانتصاب الأعضاء النباتية وتمكن الخلية من القيام بجميع العمليات الحيوية على أحسن صورة.
2. صيانة ضغط امتلاء الخلايا والتحكم في حركة الماء في الخلايا نتجية الجهد الأسموزي لعصيرها والذي يتراوح من −5 إلي −30 بارز.
3. تعمل كمستودعات تخزن بها المواد الغذائية اللازمة للنشاط الميتابوليزمي (عمليات الأيض) (Métabolisme) وأيضا تعمل كمكان لتجميع المخلفات والنواتج الثانوية لعمليات التحول الغذائي وأيضا المواد السامة الغير مرغوب في وجودها في السيتوبلازم تخزن بعيدا عن العضيات المختلفة ولا يسمح غشائها بالعودة إلي السيتوبلازم.
4. العصير الخلوي يميل للحموضة وله رقم pH وما بين 4−6.2 وهذا راجع لوجود الأحماض العضوية الذائبة مثل أحماض الخليك acide acetique والستريك acide citrique والماليك Malique والكربونيك carbonique وأملاحها التي لها دور هام في مقاومة التغير في رقم ال PH .
5. يمكنها عن طريق Pinocytosis ابتلاع الحويصلات المحتوية علي البروتينات والمركبات الكربوهيدرلتية من أجسام جولوجي وأيضا ابتلاع العضيات الكبيرة مثل الميتوكوندريا وتحليلها لوجود الإنزيمات المحللة لل ,DNA RNA والبروتين والنشا بها والتي تنطلق إلي السيتوبلازم عند الشيخوخة.
6. غشاء Tonoplast الحي المحيط بالفجوة يلعب دور هام في التحكم في نفاذية ونقل المواد منها وإليها من خلال النقل النشط عن طريق الحوامل ومضخات البروتون والإنزيمات.

كما توجد العديد من الصبغات بالفجوة العصارية مثل صبغة الأنثوسيانين والفلافونو التى يرجع إليها تلوين العديد من الأزهار والثمار تبعا لتغير الPH، توجد بها أيضا غازات مثل O_2، CO_2 والبلوريات ومنها بلورات من أكسالات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم.

❖ الأغشية السيتوبلازمية membranes cytoplasmiques

إن العضيات معظمها أو جميعها باستثناء الرايبوسومات تكون محاطة بأغشية. تتركب الأغشية أساس من مكونين هي البروتينات والفوسفوليبدات ويوجد معها مكونات أخرى هي السكريات العديدة DND,RNA وأيضاً Ca, Mg, zn. البروتينات تنفذ المواد القطبية بينما الطبقة الذهنية تنفذ من خلالها الغير قطبية (التي تذوب في الدهن) بسرعة. نسبة الدهن إلي البروتينات تتراوح من 1: 0.8 أو 4:1 وتعتمد هذه النسبة على الطبيعة الفيزيوكيميائية وأنوع المركبات النفاذة.



والأغشية نوعان:

1. الغشاء البلازمي الخارجي plasma membranes

و هو الذي يلي جدار الخلية مباشرة و هو يحيط بمكونات الخلية إحاطة تامة و يمتاز بأنه ذا نفاذية اختيارية بمعنى أنه يسمح بمرور بعض المواد دون الأخرى بالرغم من تشابهها في الحجم و الشحنة الكهربائية. (الغشاء البلازمي عبارة عن طبقة دهنية مزدوجة مع بروتين منغمس أو مندس في هذه الطبقة) (أنظر الشكل).

والغشاء البلازمي الخارجي قطره 9 نانومتر وله العديد من الوظائف يمكن إدراجها بالآتي:

1. الغشاء البلزمي الخارجي حاجز للنفاذية حيث انه يعمل على تنظيم وتنسيق حركة المواد من والى الخلية وكذلك العضيات الموجودة داخل الخلية.
2. يعد الغشاء البلازمي واسطة لتبادل المعلومات بين العديد من مكونات الخلية.
3. يعد الغشاء البلازمي هيكل خلوي تحدث عليه بعض التفاعلات الانزيمية.
4. يعد الغشاء البلازمي مكانا لبناء العديد من المركبات العملاقة التي وزنها الجزيئي عالي (Macromolécule)

وكما ذكرنا سابقا فان الغشاء البلازمي الخارجي يلعب دورا مهما في تنظيم حركة المواد المختلفة من والى الخلية النباتية وهناك العديد من الآليات التي تستطيع من خلالها المركبات المختلفة من المرور عبر الغشاء البلازمي الخارجي (النقل السلبي، النقل النشط، الإخراج الخلوي).

بالنسبة للماء الذي هو عبارة عن مركب قطبي بسبب الصرة الهيدروجينية ونظرا لأن الغشاء هو عبارة عن طبقة دهنية وان الطبقة الدهنية هي جزيئة قطبية فان الماء يتحرك عن طريق قنوات خاصة تسمى الثقوب المائية Aquaporins .

2. الغشاء البلازمي الداخلي

وظيفته الرئيسية هي تنظيم الجهد المائي للخلية النباتية Potentiel hydrique .

- ✓ **أهم الوظائف الفسيولوجية للأغشية:**

1. التحكم في النفاذية الاختيارية أي أنها تتحكم في تنظيم دخول وخروج المواد المختلفة إلي الخلايا وأيضا العضيات بمعنى أنها تسمح بدخول مركبات معينة وتمنع دخول مواد أخري في وقت معين وأيضاً تسمح بخروج المركبات من الخلية أو دخولها إلي الفجوة بكميات محددة وبمعدلات مختلفة حسب درجة ذوبانها في مناطق الغشاء المختلفة حسب حاجة الخلية إليها .فالمواد القطبية مثل مجاميع $CHO,NH_2,OH,COOH$ والأملاح المعدنية تدخل الخلية ببطئ والمركبات الغير قطبية مثل الكحوليات والكلوروفورم التي تذوب في الدهن تنفذ بسرعة.كما أن الأغشية غير منفذة للسكريات العديدة والفوسفوليبدات والبروتينات.
2. تعطي حماية ميكانيكية للسيتوبلازم الأساسي حيث تقوم العديد من الإنزيمات بأنشطتها وتفاعلاتها على أسطحها.
3. تحيط كل عضيه وتفصلها عن السيتوبلازم وتساعد في بناء مختلف الجزيئات الكبيرة في الخلية أي تحدث على أسطحها عديد من التفاعلات والأنشطة الأيضية.

4. تحتوي إنزيمات ومستقبلات وحوامل تعمل كحوامل لنقل المواد والإشارات من عضيه لأخرى ومن خارج إلي داخل الخلية والعكس.
5. يتم الانتقال الأملاح المعدنية عبر الأغشية عن طريق النقل الغير نشط (السالب)والنقل والنشط الذي يحتاج لطاقة عن طريقة الحوامل ومضخات البروتين.والنقل الغير نشط (السالب)وهو انتقال طبيعي أو فيزيقي يخضع للظواهر الفيزيقية ويتم تركم الأيونات عكس منحدر التركيز دون الاحتجاج إلي طاقة أيضية من الخلية ويتم النقل السالب بصور هي التبادل الأيوني–اتزان دونان–تيار المذيب –التحول الكيمائي. وسوف يتم شرحها في امتصاص وانتقال العناصر أو الأيونات داخل النبات.

❖ **المكونات غير الحية:**

المكونات غير الحية الموجودة في الخلايا النباتية هي نواتج لعمليات التحول الغذائي و أحيانا تمثل هذه المكونات مواد مخزنة زائدة عن حاجة الخلية. و توجد هذه المكونات في الفجوات العصارية أو السيتوبلازم، و هي تكون إما ذائبة أو صلبة أو في حالة غروية و هي إما عضوية أو غير عضوية من أمثلتها:

- الكربوهيدرات مثل السكريات، النشاء، السليلوز.
- البروتينات
- الدهون
- اللبن النباتي latex
- الراتنجات
- الدباغ
- القلويدات
- اللجنين
- المواد البكتينية
- الصموغ (الشمع)
- البلورات مثل أكسلات الكالسيوم و كربونلت الكالسيوم
- المواد المخاطة.