علم الخلية :Cytology

يدعى العلم الذي يهتم بدراسة الخلية ومكوناتها الحية وغير الحية وطرق انقسامها، علم الخلية Cytology إن الخلية هي وحدة التركيب والوظيفة في جسم الكائن الحي، وقد تقوم هذه الخلية بجميع الوظائف الحية بمفردها كما في بعض النباتات الأولية التي تتكون أجسامها من خلية واحدة. إلا انه في النباتات الراقية يتكون جسم النبات من مجموعة من الخلايا تبدو وكأنها منفصلة إلا أنها تتصل مع بعضها البعض بخيوط سايتوبلازمية دقيقة تدعى الروابط البلازمية Plasmodesmata (المفرد Plasmodesma) . وتمر هذه الخيوط عبر حقول النقر الابتدائية primary pit field في جدران الخلايا الابتدائية primary cell wall وتعمل هذه الروابط على جعل المادة الحية وحدة واحدة. ومن هنا جاء الاختلاف بين مضمون النظريتين النظرية الحيوية organismal theory والنظرية الخلوية cell theory.

مكونات الخلية النباتية :

تتركب الخلية النباتية من جزئين أساسيين هما:

الجدار الخلوي cell wall والبروتوبلاست protoplast

الجدار الخلوي: تركيب صلب غير حي ويتكون من مادة السليلوز cellulose، ويوصف بأنه حقيقي، ويتكون نتيجة نشاط البروتوبلاست ورغم عدم حيويته إلا انه يتمدد نتيجة لنمو الخلية وزيادة حجم البروتوبلاست . ينعدم هذا الجدار في الخلايا الحيوانية وكذلك السبورات المتحركة Motile spores في الطحالب والفطريات وخلايا الأمشاج gametes والمدمج الخلوي coenocytes (ما المقصود بالمدمج الخلوي؟).

البروتوبلاست: وتعني وحدة البروتوبلازم في الخلية المفردة . أما البروتوبلازم فهو مصطلح يعني المادة الحية، إلا انه قد يشمل المادة الحية وغير الحية في الخلية.

مكونات البروتوبلاست protoplast components

Non-living components (Crystals , Vacuole , Starch grain , Aleurone grain , Oil droplets

Living components (Cytoplasm , Nucleus , Mitochondria Ribosome s , Plastids . , Golgi apparatus (Dictyosomes) , Endoplasmic reticulum

الخلية النباتية))

التركيب العام للجدار الخلوي Gross structure of the cell wall

يتميز في الجدار الخلوي ثلاث طبقات (تختلف عن بعضها البعض في كثير من الصفات منها نسبة الماء والتركيب الكيميائي وبعض الصفات الفيزياوية، وهذه الطبقات هي:

1 - الصفيحة الوسطى middle lamella

وتدعى أيضا المادة البينية inter cellular substances وتتركب من مادة بكتات الكالسيوم والمغنسيوم وفي العناصر الخشبية تحتوي على اللكنين بالإضافة إلى البكتات وتتحلل هذه المواد بفعل أنزيم البكتينيز Pectinase enzyme وتوصف بأنها غير متبلورة amorphous أو متجانسة isotropic لذلك ليس لها تأثير على الضوء المستقطب polarized light .

2 - الجدار الابتدائي primary cell wall

وهو أول جزء من الجدار الذي يضاف من قبل بروتوبلاست الخلية فوق الصفيحة الوسطى ، وعند إضافته لا تزال الخلية في حالة نمو سطحي وحجمي ويتركب من السليلوز ومواد غير سليلوزية Non-cellulosic substances متعددة السكريات ومواد بكتية Pectic substances. وبسبب وجود السليلوز يكون الجدار الابتدائي فعال ضوئياً أو غير متجانس ضوئياً anisotropic وذلك لان السليلوز مكون من ألياف تترتب بطريقة تساعد على انحراف الضوء من خلالها ، والسليلوز يتواجد بنوعين متبلور crystalline وفيه تكون الليفات متوازية ، وغير متبلور amorphous حيث تكون الليفات فيه غير متوازية، وتكون نسبة السليلوز غير المتبلور

كبيرة ولذلك يبقى مرن ويمر بتغيرات عكسية Reversible .
3 - الجدار الثانوي Secondary cell wall
يضاف هذا الجدار على الجدار الابتدائي من الداخل بعد وصول الخلية إلى حجمها النهائي وتوقف النمو، أي انه يحيط بخلايا ميتة، ويتركب من السليلوز ومواد غير سليلوزية ولكنين وسوبرين suberin ويخلو من البكتين، ونظراً لوجود السليلوز فيوصف الجدار الثانوي بأنه فعال ضوئياً optically active أو غير متجانس anisotropic ، وتكون النسبة الكبيرة هنا للسليلوز المتبلور حيث يشكل 90% من نسبة السليلوز الكلية، ويمر بتغيرات غير عكسية Irreversible .
ملاحظة:
عند عدم تميز الصفيحة الوسطى عن الجدارين الابتدائي والثانوي تدعى الصفيحة الوسطى المركبة compound middle lamella وفي هذه الحالة تكون الصفيحة المركبة أما ثلاثية الطبقات أو خماسية الطبقات (حاول إن تتعرف على الفرق بين الاثنين)
أما الصفيحة الوسطى البسيطة فهي التي تكونت أولا قبل الجدار الابتدائي

النقر: Pits
وهي تجاويف أو انخفاضات في الجدران الثانوية، وتظهر عادة في الجدران الابتدائية بشكل مناطق رقيقة تنشأ من عدم إضافة مواد الجدار الابتدائي بشكل متساوي على الصفيحة الوسطى ويطلق على هذه المناطق اسم حقول النقر الابتدائية Primary pit fields .
تظهر النقر بشكل أزواج في جدران الخلايا المتجاورة ويفصلها عن بعضها غشاء رقيق، يتركب أساسا من بكتات الكالسيوم.
تتكون النقرة من ثلاثة أجزاء هي:
1. غشاء النقرة pit membrane : وهو غشاء رقيق يتكون من الصفيحة الوسطى وجزء قليل من الجدار الابتدائي.
2. تجويف النقرة pit cavity : وهو الانخفاض الذي يقع بين الغشاء وتجويف الخلية.
3. فتحة النقرة pit aperture : وهي الفتحة الموجودة في نهاية تجويف النقرة عند التقائه مع تجويف الخلية.

أنواع النقر Type pit pits
1. حقول النقر الابتدائية primary pit fields
عند تمدده نتيجة نمو البروتوبلاست وتبدو كالمسبحة بالمنظر الجانبي، وتمر خلالها الروابط البلازمية plasmodesmata .
نقر مضفوفة

2. النقر البسيطة simple pits
وتوجد في الجدران الثانوية، وهي ذات قطر متجانس، وتتميز فيها مكونات النقرة الثلاثة، وتوجد في الخلايا البارنكيمية المتخنة وبعض عناصر الخشب والألياف.

3. النقرة المضفوفة Bordered pits
تختلف عن النقر البسيطة بوجود الضفاف borders والتخت Torus (كيف تتكون الضفاف؟ وما المقصود بالتخت؟)
توجد هذه النقر في رتب عاريات البذور (Coniferals , Gnetales , Ginkgo ales)
4. النقر المتشعبة أو القنوية Ramiform or Branched pits
وتمتاز بزيادة سمك الجدار الثانوي وتكون النقر عميقة بشكل قنوات وقد تتفرع، وتوجد في ثمار العرموط.

ملاحظة:

Margo: هو اصطلاح يطلق على الجدار الرقيق الذي يحيط بالتخت.

اقتران النقر Pit combination
غالباً ما توجد النقر بهيئة أزواج بين الخلايا المتجاورة ويطلق على النقرتين المقترنتين مصطلح pit pair ، وتكون بأنواع:
1 – الزوج النقري البسيط simple pit pair
وفيه تقترن نقرة بسيطة من جانب بأخرى بسيطة من الجانب الأخر كما في الخلايا البارنكيمية المتثخنة.
2 – الزوج النقري المضفوف Bordered pit pair
وفيه تقترن نقرة مضفوفة من جانب بأخرى مضفوفة من الجانب الأخر كما في عناصر الخشب.
3 – الزوج النقري نصف المضفوف semi or half- Bordered pit pair
ويحدث هنا اقتران نقرة مضفوفة من جانب بأخرى بسيطة من الجانب الأخر، كما في الجدران الفاصلة بين عنصر ناقل وخلية بارنكيمية.
4 – التنقر مركب الجانب pitting compound Unilaterally
وفيه تقترن نقرة من جانب بأكثر من نقرة في الجانب الأخر كما في النقر المتشعبة في ثمار العرموط.
5 – النقر العمياء Blind pits
اقتران نقرة من جانب بمسافة بينية.
كما ذكرنا سابقاً فان الخلايا تبدو كوحدة واحدة حيث تترابط مع بعضها بخيوط دقيقة تدعى الروابط البلازمية plasmodesmata وتعرف على أنها: خيوط سايتوبلازمية رقيقة تمر خلال الفتحات الموجودة في جوار الخلية لتربط بين بروتبلاست الخلايا المتجاورة. وتكون حية وذات طبيعة بروتوبلازمية والأدلة على ذلك:
1 - تتواجد في الخلايا الحية
2 - تصطبغ بنفس صبغات السايتوبلازم
3 - تنقطع في حالة البلزمة الدائمية
4 - تفاعلاتها موجبة مع أنزيمات الأكسدة وهي مشابهة للسايتوبلازم في ذلك.
وجودها:
توجد في جميع الخلايا الحية في النباتات الراقية أو الواطئة (السراخس Pteridophta ، الحزازيات Bryophyta ، الطحالب الحمراء Rhodophyta أما وظيفتها فهي تقوم بنقل الماء والمواد الأخرى بين بروتوبلاست الخلايا المتجاورة. ويعتقد إن الفيروسات تمر خلالها .
(ما نوع الجدران التي تمر عبرها هذه الخيوط؟)
ما اسم الفتحات التي تمر خلالها؟
ملاحظة:-
يمكن ملاحظة هذه الخيوط في اندوسبيرم نواة التمر Phoenix dactylifera .

المكونات الحية في الخلية النباتية:-

المكونات الحية للخلية النباتية Living components of plant cell

*السايتوبلازم : The Cytoplasm

تركيب حي يوجد بين النواة والغشاء البلازمي ويضم تراكيب حية وغير حية وهو مادة لزجة وشفافة وذو تركيب معقد يحتوي على مواد عضوية ولا عضوية بهيئة محاليل حقيقية وغروية وماء بنسبة , 85-90% ألا إن هذه النسبة تقل في البذور ويحتوي على شبكة بروتينية تمثل الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic

reticulum. وهو سائل يتغير باستمرار والدليل على التغير هو وجود الجريان السايتوبلازمي Cytoplasmic streaming.

*المايتوكوندريا Mitochondria

عضيات توجد في سايتوبلازم الخلايا الحية ,غير أنها أكثر لزوجة واغمق لوناً من السايتوبلازم .ذات أشكال مختلفة فقد تكون كروية أو متطاولة أو مفصصة ,طواها حوالي 6 مايكرو ميتر وقطرها 5 مايكرو ميتر .تتكون من الحامض النووي) دنا DAN (حلقي وبذلك فهو مشابه للDAN الموجود في البكتريا .وبروتينات ودهون مع أنزيمات تنفسية والحامض) RNA رنا .(تحاط المايتوكوندريا بغشاء مزدوج يتألف من بروتينات ودهون والحامض , RNA الغشاء الخارجي منه اختياري النفاذية إما الداخلي فذو طبقات داخلية تسمى الأعراف Mitochondrial cristae وعلى أسطح هذه الطيات توجد تراكيب صغيرة كروية الشكل تسمى oxysomes . وتعد هذه الأسطح مكان لحدوث التنفس لوجود أنزيمات دورة كريبس Krebs cycle وأنزيمات بناء .ATP وتمتد هذه الطيات داخل أرضية تدعى السدى matrix وتتكون من مادة بروتينية.

<u>ملاحظة:</u>

تشاهد المايتوكوندريا في الخلايا الحية عند صبغ الخلايا بصبغة جانس الخضراء. Janus green

*الرايبوسومات: Ribosome's

تراكيب صغيرة) يتراوح قطرها بين 17-20 نانوميتر .(توجد في السايتوبلازم والنواة والمايتوكوندريا والبلاستيدات والشبكة الاندوبلازمية) ماذا تسمى الشبكة الاندوبلازمية في هذه الحالة؟ .(وتعد مراكز لصنع البروتينات ,وتتجمع في مجموعات Clusters ويطلق عليها في هذه الحالة Polyribosome's أو polysomes .

*النواة: Nucleus

عبارة عن تركيب كروي أو اهليليجي أحيانا ,توجد داخل السايتوبلازم ,وهي من مميزات الخلايا الحية حقيقية النواة. Eukaryotes

مكونات النواة:

1–الغلاف النووي(Nucleus envelope (membrane غلاف مزدوج ,الداخلي منه أملس smooth إما الخارجي فيحتوي على الرايبوسومات ويتصل بالشبكة الاندوبلازمية ,كما يحتوي على ثقوب pores قطرها يتراوح بين (500-1000) انكستروم وهي ذو صفة انتخابية أي تتحكم بدخول وخروج المواد.

2–العصير النووي (Nucleoplasm) Karyolymph

عبارة عن سائل توجد فيه مكونات النواة.

3–الشبكة الكروماتينية Chromatin network

وتدعى أيضا الشبكة النووية وتتألف من بروتينات نووية) nucleo proteins بروتينات مقترنة بالحامض النووي (DNA وتتشكل الكروموسومات في أطوار الانقسام وتحمل الجينات الوراثية.

4– النوية Nucleolus

جسم كروي ينشأ من كروموسوم خاص بواسطة تركيب معين على الكروموسوم يسمى منظم النوية , nuclrolar organizerإعدادها تتراوح بين (10- 2) في الخلية وأحيانا واحدة ,وهي غنية بالبروتينات ولها أهمية في صنع الحامض النووي الرايبوزي ,(rRNA) وتختفي في أطوار الانقسام الأولى وتعود للظهور في نهاية الانقسام.

اجسام كولجي Golgi Complex (Golgi apparatus)

تراكيب أو عضيات organelles تتركب من مجموعة جيوب مفلطحة تدعى الصهاريج , Cisternae تنتج عند حوافها مجموعة من الحويصلات Vesciles وتكون هذه الحويصلات بنوعين) أملس وخشن (تسمى هذه العضيات بالدكيتوسومات Dictyosomes في الخلايا النباتية احيانا.

من وظائفها أنها تدخل في تكوين الصفيحة الوسطى middle lamella والصفيحة الخلوية call plate عند الانقسام ,ونظراً لوجودها في الخلايا الإفرازية بصورة خاصة فهي ذات وظيفة إفرازية ,كما إن لها أهمية في نمو الغشاء البلازمي وتعزل بعض الأنزيمات بواسطة هذه العضية ضمن حويصلات على هيئة تراكيب تدعى لايسوسومات ,بيروكسيسومات ,كلايوكسيسومات.

***البلاسيتدات : Plastids**

وهي عضيات توجد في الخلايا النباتية دون الخلايا الحيوانية ,غير أنها تنعدم في البكتريا والفطريات والطحالب الخضر المزرقة ,تنشأ من تراكيب صغيرة موجودة في الخلايا المرستيمية تسمى البلاستيدات الأولية proplastids وتمتاز بقابلية النمو والانقسام.

تكون هذه العضيات قليلة العدد وكبيرة بالحجم في النباتات الواطئة كالطحالب مثلاً ,ألا انه في النباتات الراقية تكون صغيرة الحجم وكثيرة العدد ,تختلف البلاستيدات في إشكالها وإحجامها والصبغات التي تحتويها .وتكون مشابهة للبكتريا في احتوائها على حامض نووي دنا DNA (مفرد حلقي) .

أنواع البلاستيدات Type of plastids

توجد البلاستيدات بثلاثة أنواع رئيسية:

1- البلاستيدات الخضر. chloroplast

2- البلاستيدات الملونة. chromoplast

3- البلاستيدات عديمة اللون. leucoplasts

ملاحظة-:

تمتاز البلاستيدات بقابلية التحول من نوع إلى نوع أخر.

البلاستيدات الخضر Chloroplasts

نوع من أنواع البلاستيدات وظيفتها الأساسية القيام بالتركيب الضوئي photo synthesis حيث تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيماوية وذلك ببناء المركب عالي الطاقة) ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP (و. NADPH2

تتركب البلاستيدات الخضر من غشاء مزدوج يحيط بأرضية تدعى السدى أو الستروما Stroma وأحيانا تسمى , matrix وتضم أرضية البلاستيدة حبيبات تدعى Grana وكل Granum واحدة تكون من مجموعة من الأقراص الغشائية المعقدة يطلق عليها Thylakoids وتكون منضدة فوق بعضها البعض وتتصل حبيبات الكرانا مع بعضها بأغشية فيما بينها تسمى أغشية ما بين الكرانا intergrana lamellae . وتوجد عادة في الأجزاء المعرضة لضوء الشمس .تحتوي البلاستيدات على صبغات منها الكلوروفيلات (Chlorophyll A & Chlorophyll B) والكاروتينات والزانثوفيلات.

هناك أنواع من البكتريا لها القدرة على القيام بالتركيب الضوئي وتدعى photo synthetic bacteria كما في البكتريا الأرجوانية purple bacteria وبكتريا الكبريت الخضراء Green sulfur bacteria .

ملاحظة:

باستثناء كلوروفيل A فان بقية الكلوروفيلات والصبغات الأخرى تقوم باقتناص الطاقة وتحويلها إلى كلوروفيل Aحيث يتم خزنها في جزئية السكر.

البلاستيدات الملونة Chromoplasts

وهي بلاستيدات بإشكال وألوان مختلفة واليها تعزى الألوان النباتية فقد تكون حمراء بسبب وجود صبغة الكاروتين أو صفراء بسبب وجود الزانثوفيل أو برتقالية ,توجد في جميع أجزاء النبات إذ لا يرتبط وجودها بالضوء ,ومن فوائدها المساعدة على جذب الحشرات لغرض التلقيح بسبب وجودها في الإزهار ,التخفيف من ضرر الإضاءة الشديدة ,تحويل الطاقة الضوئية إلى كلوروفيل A بعد امتصاصها كما وتعد مصدر جيد لفيتامين. A

البلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts

وهي نوع من البلاستيدات التي توجد عادة في كل أجزاء النبات البعيدة عن ضوء الشمس) كالجذور والدرنات والبذور .(وظيفتها الخزن فقد تخزن النشا وتدعى Amyloplast أو خزن الزيت وتدعى Elaioplasts .توجد البلاستيدات الخازنة للنشا في البطاطا .إما البلاستيدات الخازنة للزيت فتوجد في الحزازيات وكذلك ذوات الفلقة الواحدة ,ألا أنها قد تقوم بخزن الاثنين كما في نبات السوسن. *Iris*

ما هي الخصائص التي تمتاز بها البلاستيدات؟

اذكر الوظائف الأساسية لأنواع البلاستيدات الثلاثة .

المكونات الغير حية في الخلية النباتية:-

الفجوات Vacuole

وهي تجاويف cavity توجد في السايتوبلازم وتحاط بغشاء membrane حقيقي مفرد اختياري النفاذية differentially permeable يدعى Tonoplast يفصلها عن السايتوبلازم ومملوءة بعصير خلوي cell sap يحتوي على الماء بشكل أساسي إضافة إلى مكونات عضوية ولا عضوية كالسكريات والبروتينات والأحماض العضوية والتانينات والأصباغ كالانثوسياثين والأملاح وهذه المكونات تشكل محاليل غروية أو حقيقية وذات طبيعة حامضية أو قاعدية، كما أنها تتباين في تركيزها.

وجودها: توجد في الخلايا الحية البالغة، حيث تكون كبيرة وتشكل نسبة من حجم الخلية، كما أنها توجد في الخلايا المرستيمية غير أنها تكون صغيرة الحجم.

وظائفها:-

1 - تنظيم الماء والمواد المذابة في داخل الخلية. 2 - خزن المواد واستعمالها في أوقات أخرى في عملية البناء. 3 - تقوية النبات لامتلائها خصوصاُ الأجزاء الفتية. 4 - لها خاصية مشابهة للابيسوسومات في الخلايا الحيوانية. إذ تحتوي على أنزيمات هاضمة على تحليل مكونات السايتوبلازم

4 - لها خاصية مشابهة للابيسوسومات في الخلايا الحيوانية. إذ تحتوي على أنزيمات هاضمة على تحليل مكونات السايتوبلازم.

البلورات Crystals

وهي أملاح لا عضوية تترسب في الخلايا نتيجة لزيادة تركيزها وهي على الأغلب أملاح الكالسيوم(اوكزالات أو كاربونات الكالسيوم) وأكثرها شيوعاً بلورات أو كزالات الكالسيوم والناتجة من تحول حامض الاوكزاليك والذي يعد ساماً إلى مركبات غير ذائبة في الخلية. **تكون البلورات أما مفردة أو متجمعة وهي بأشكال مختلفة منها:-**

1 - البلورات الموشورية prismatic أو prisms حيث تكون مستطيلة أو هرمية وتوجد في أوراق الحمضيات Citrus ونبات Begonia ونبات البنج أو السكران Hyoscyamus. والأوراق الجافة لنبات البصل Allium cepa .

2 - الوردية أو النجمية Druses أو Rosette وتنتج من تجمع للبلورات الموشورية وتلاحظ في نبات الداتورة Datura وجذور البطاطا الحلوة Ipomea وسيقان الصبير Opuntia والدفلة Nerium .

3 - الرافيدات (البلورات الابرية) Raphides وهي بلورات رفيعة مستدقة الأطوال توجد في أوراق نبات القلقاس Arum وال Agave وأوراق اليهودي التائه Tradescantia .
4- البلورات الرملية Sand crystals : وهي بلورات موشورية صغيرة جدا وتوجد في سيقان نبات البيلسان Sambucus والبطاطا Solanum tuberosum .
5 - البلورات الكروية Sphaero crystals
وتتركب من مادة الايثولين Inulin ، وتوجد في درنات نبات الداليا Dhalia تتركب البلورات السابقة جميعها من مادة اوكزالات الكالسيوم تدعى البلورة المعلقة أو الحوصلةا لحجرية Cystolith .
توجد هذه البلورة في البشرة لعوائل معينة هي، العائلة التوتية Moraceae والعائلة القرعية Cucurbitaceae والعائلة الحريقية Urticaceae والعائلة Acanthaceae .
وتتكون البلورة من جزئين أساسيين هما جسم البلورة body ويتركب أساسا من كاربونات الكالسيوم (Caco3) والعنق stalk ويتكون من مادة السليلوز، ويتدلى عنق البلورة من الجدران المماسية لخلايا البشرة ويطلق على الخلية التي تضم البلورة المعلقة اسم الخلية الحجرية Lithocyte أو كيس الحويصلة الحجرية Lithocyst .

الحبيبات النشوية Starch grain

النشا : مادة كربوهيدراتية وهي تمثل سكريات معقدة Polysaccharide وحدتها الأساسية سكر الكلوكوز glucose . وتخزن هذه المادة في البلاستيدات الخضراء chloroplast والبلاستيدات عديمة اللون Leucoplast . وتختلف **إشكالها باختلاف النباتات وتصنف استناداً إلى الأسس التالية:**
1 - موقع وشكل السرة hilum (السرة هي مركز تكوين الحبة)، فقد تكون السرة مركزية concentric كما في البزاليا Pisium أو تكون غير مركزية excentric كما في الموز Musa.
وبالنسبة للإشكال فقد تكون السرة دائرية في معظم الأحيان إلا أنها قد تتخذ إشكال أخرى كما في البقوليات حيث تكون متصدعة cracked.
2 - وجود أو عدم وجود الطبقات Layers or stratification وقد تكون الطبقات واضحة كما في البطاطا أو مميزة أو واضحة في نباتات أخرى.
3 - إحجام وإشكال الحبيبات النشوية
4 - طبيعة الحبيبات (بسيطة، شبه مركبة، مركبة) فتكون بسيطة إذا ترتبت الطبقات جميعها حول سرة واحدة وشبه مركبة عندما تحتوي الحبة سرتان او أكثر وتترتب الطبقات حول كل سرة ومن ثم تترتب الطبقات حولها جميعاً دون حاجز ، أما المركبة فتحتوي على أكثر من سرة ولكن توجد حواجز بين كل سرتين متجاورتين وتترتب الطبقات حول كل منها بصورة مستقلة دون إن تندمج مع بعضها.

حبيبات الاليرون Aleurone grains

تمثل حبيبات الاليرون بروتينات مخزونة، البروتينات عبارة عن مادة عضوية تشكل سلاسل لوحدات تدعى الأحماض الامينية Amino acids، وتعد الجزء الاساسي من المادة الحية وتدخل في تركيب الكروموسومات والنواة والسايتوبلازم . إضافة لذلك فان الأنزيمات هي عبارة عن مادة بروتينية أيضا. البرويتينات قد تكون مقترنة conjugated إذ تقترن مع مركبات أخرى (هل تعرف المركبات التي تقترن بها البروتينات ؟). والبروتينات المقترنة تكون تركيبية عادةً.

أما البروتينات الغير مقترنة non- conjugated فغالبا ما تكون مخزونة، والبروتينات المخزونة قد تكون عديمة الشكل أو غير متبلورة amorphous كما في بروتينات الحنطة (الكلويتولين) وكذلك بروتينات الطحالب والفطريات أما البروتينات المتبلورة فهي تتمثل بالحبيبات الاليرونية. إن كل حبة اليرون تتكون من جزئين هما الجسم الكروي Globoid ويتركب أساسا من بروتين الكلوبيولين المتحد مع أملاح الفوسفات والمغنسيوم ، أما الجسم الأخر فهو شبه البلوري Crystalloid (الاصطلاح يعني دمج للحالتين البلورية والغروية) ويتكون من بروتين الالبومين Albumin ويكثر وجودها في سويداء البذور في الحنطة والخروع والذرة. وقد تكون الحبيبات صغيرة بحيث يصعب معها تميز الجسمين الكروي وشبه البلوري ، وأحيانا توجد طبقات من النشا مع البروتين كما في الحنطة.

**** محتويات غير حية أخرى**

تحتوي النباتات مركبات أخرى غير حية في خلاياها مثل الأحماض العضوية والأملاح والأصباغ والدهون والشموع والتانينات أو المواد الدباغية Tanins (وهي مجموعة من المشتقات الفينولية مهمتها الحفاظ على النباتات)، وتتواجد في أماكن مختلفة مثل البشرة المحيطة أو تقترن مع النسيج الوعائي أو ضمن خلايا خاصة مفردة تسمى الخلايا المنعزلة idioblast إن هذه المكونات تعد نواتج ايضية وتوجد في الخلايا أما بشكل مخزون أو نواتج وسطية intermediate products أو على شكل فضلات waste materials .