المحاضرات النظرية

مادة نبات 2

جزء الفسيولوجي

لطلاب الفرقة الاولي تعليم اساسي

شعبة علوم

اعداد

أد/ عرفات عبد الحميد عبد اللطيف

العام الدراسي 2023/2022

الكلية :التربية أساسي

الأولى/ شعبة علوم

علوم بيولوجية 2 نبات (116عل)

مقدمـــــــــــــــة

مصطلح فسيولوجيا هو تعريب لمصطلح Physiology وهو يوناني الأصل يتكون من مقطعين: المقطع الأول Physio or Physi ومعناه الطبيعة, و المقطع الثاني هو Logos ومعناه أعمال الفكر أو دراسة. وبذلك يعنى علم فسيولوجيا النبات دراسة طبيعة وحياة النبات, وهو يحاول الإجابة على الأسئلة التي تطرأ على العقل بخصوص حياة النبات.

علم فسيولوجيا النبات هو العلم الذي يقوم بدراسة و تفسير العمليات والتفاعلات الحيوية التي تحدث في النبات مثل عملية البناء الضوئي والتنفس وتكوين الثمار.

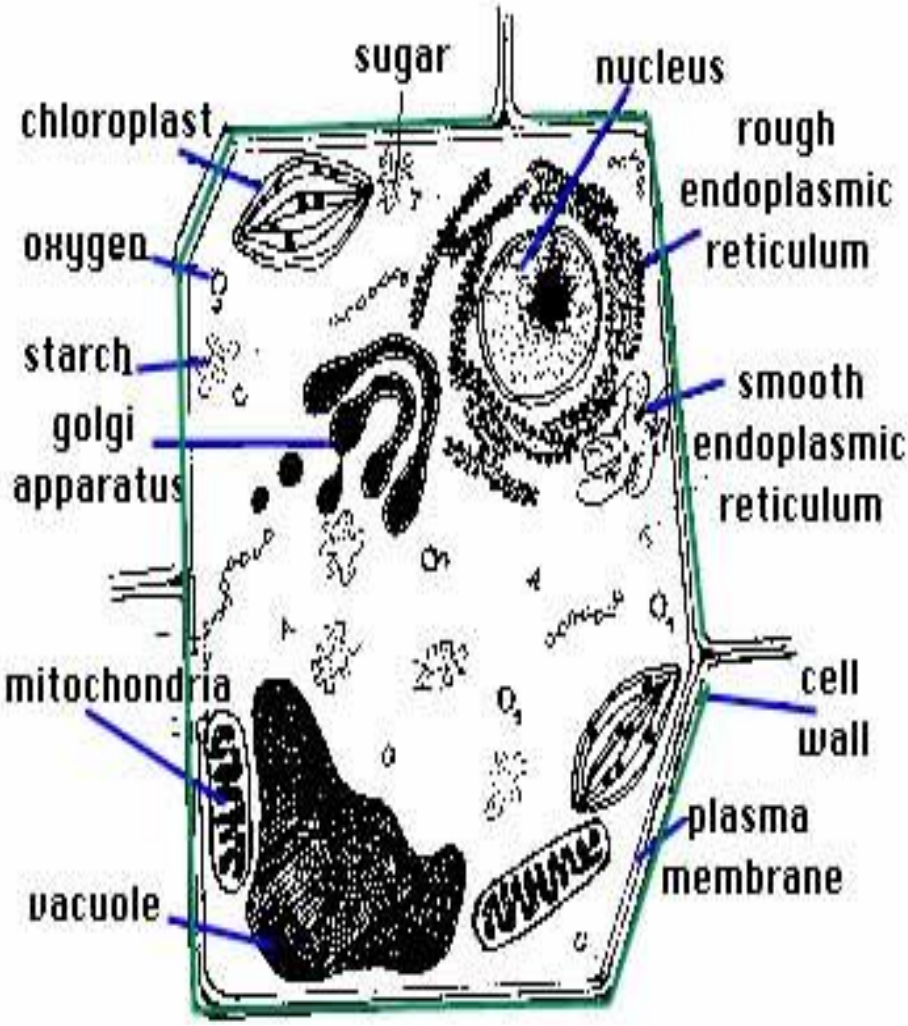
التركيب العام للخلية النباتية

تتكون الخلية النباتية من مكونين الأول هو الجدار الخلوي Cell wall الذي يعطى الخلية شكلها الثابت والثاني هو البروتوبلاست protoplast وهو يحتوى على المكونات الحية (الغشاء البلازمي والسينوبلازم والنواة) و المكونات

الغير حية (مثل البلورات). ويطلق على المادة الحية البروتوبلازم Protoplasm.

العديد من العضيات والمكونات العضوية الأخرى تسبح في السيتوبلازم Cytoplasm.وما بقى من السيتوبلازم يسمى السيتوسول Cytosol (محلول الخلية).

تحاط النواة Nucleus بغشاء بلازمي يسمى غلاف النواة في جميع النباتات ماعدا البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة.



تركيب الخلية النباتية (1)

التركيب الدقيق للخلية النباتية

سوف نتعرض هنا إلى التركيب الدقيق لمكونات الخلية النباتية وخاصة المكونات التي يكون لها وظائف فسيولوجية معروفة.

☒ جدار الخلية "Cell wall"

سوف يتم التعرض لشرح مختصر للجدار الخلوي تاركين التفاصيل لدارسي علم الخلية

ويتكون الجدار الخلوي من:-

(1) الصفيحة الوسطى Middle lamella

وهي تمثل منطقة إسمنتية أو لاصقة بين الخليتين الابنتين, وتتكون أساسا من بكتينات الكالسيوم و الماغنسيوم.

(2) الجدار الخلوي الابتدائي Primary cell wall

بعد تكوين الصفيحة الوسطى تزداد الخلية في الحجم وتتشرب الصفيحة الوسطى بثلاث مركبات هي السليلوز والهيميسليلوز والجليكوبروتين وينتج عن هذا الترسيب طبقة رقيقة سمكها من 1-3 ميكرون يطلق عليها الجدار الابتدائي (الطبقة التي تقع بين السطح الداخلي للصفيحة الوسطى والسطح الخارجي للغشاء البلازمي).

(3) الجدار الخلوي الثانوي Secondary cell wall

الجدار الثانوي هو المسئول عن شكل الخلايا وصلابتها ويتكون بعد الجدار الابتدائي حيث يترسب في اتجاه البروتوبلازم إلى داخل الخلية وعندما يتكون هذا الجدار يمكن أن يترسب عليه بعض المركبات مثل الكيوتين والسوبرين واللجنين وبعض الأملاح المعدنية.

والجدار الخلوي يسح بمرور المركبات و المواد من والى الخلية دون تحكم.

☒ البروتوبلازم Protoplasm

البروتوبلازم يطلق عليه المادة الحية للخلية وهو يشمل الغشاء البلازمي و السيتوبلازم والنواة . يمثل الماء المكون الرئيسي للبروتوبلازم وهو حوالي 90% من الوزن الجاف في الأوراق, 10% في البذور.

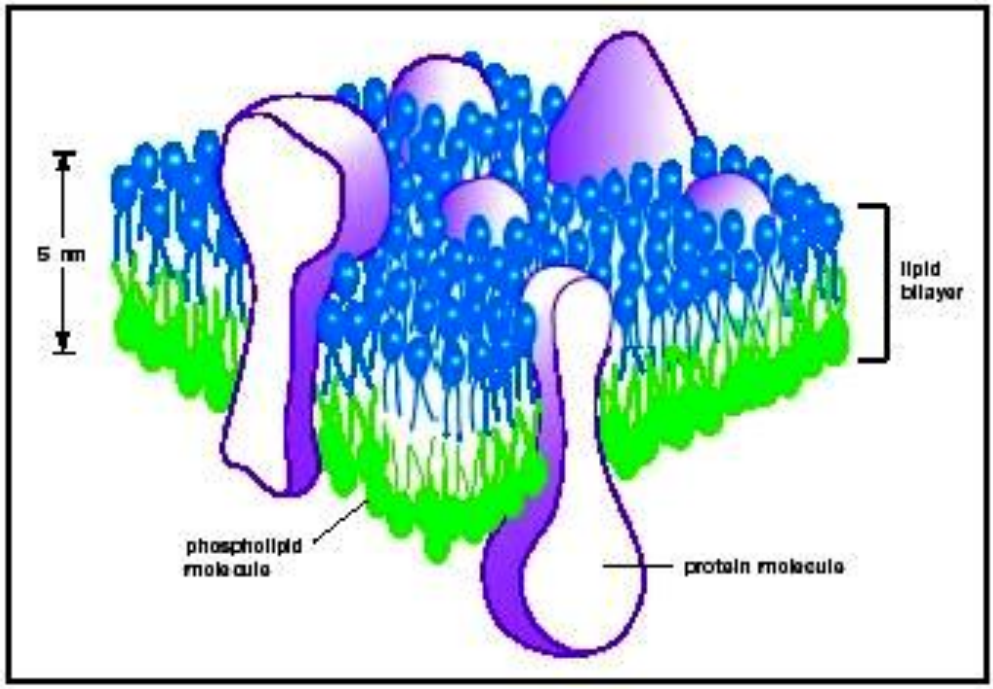
☒ الغشاء البلازمى Plasma membrane

يتركب الغشاء البلازمي من الفسفوليبدات وهى دهون مفسفرة والبروتينات المنغمرة والمحيطة فيها وأحيانا بعض السكريات العديدة وبعض الأحماض العضوية. وقد أكسبه هذا التركيب صفة مهمة للخلية وهى النفاذية الاختيارية Selective permeability .

وضعت العديد من الموديلات للتعرف على التركيب الجزيئي. سوف نذكر الموديل الأكثر قبولا وهو الموديل المبرقش السائل The fluid mosaic حيث يحتوى الغشاء على طبقتين من الفوسفوليبيدات بذيلها الكارهة للماء والمتجه للداخل والبروتينات الكروية التي تنتثر داخل الفوسفوليبيدات.

من أهم وظائف الأغشية:-

1) تنظيم دخول وخروج المواد والأيونات من والى الخلية.
2) تمثل الأغشية مواقع لتخليق الكثير من المركبات وكذلك مواقع لإتمام العديد من التفاعلات كما في الميتوكوندريا والبلاستيدات.
3) تستخدم الأغشية وسيلة لحمل بعض المركبات من عضي إلى أخر بالخلية ومن خلية إلى أخرى.



الموديل المبرقش السائل (2)

☒ السيتوبلازم Cytoplasm

المكون الرئيسي للخلية حيث أنه المحلول الذي تسبح فيه مكونات وعضيات الخلية ويوجد اتصالات بين سيتوبلازم الخلايا المجاورة من خلال ثقوب في الجدار تسمى بلازموديزماتا Plasmodesmata .

ومن العضيات والمكونات التي سوف نذكرها البلاستيدات, الميتوكوندريا, الريبوزمات, الشبكة الاندوبلازمية, أجسام جولجى, النواة و الفجوات العصارية.

البلاستيدات Plastids

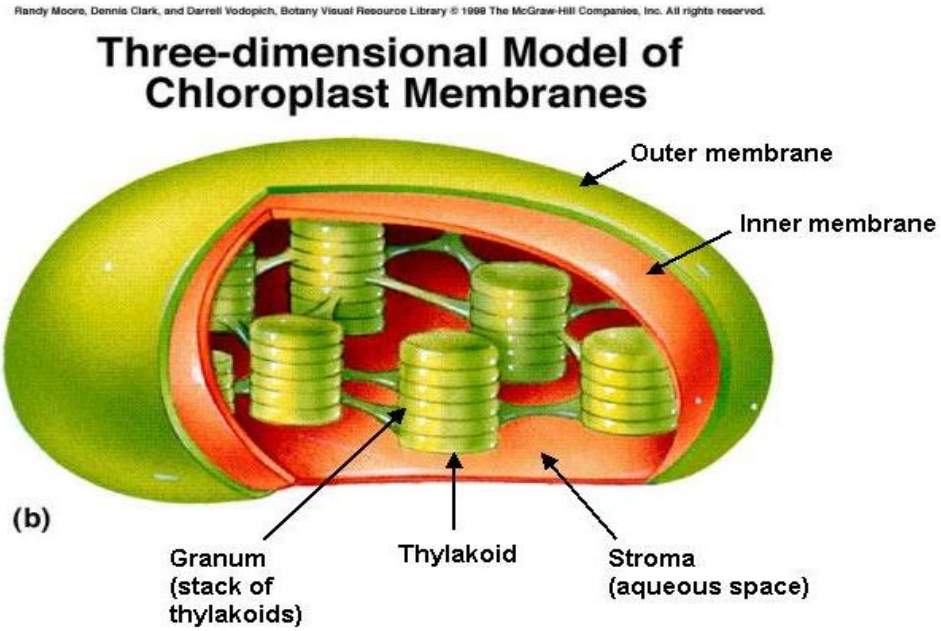
هى عضيات حية عديسية الشكل وتنقسم إلى عدة أشكال وكلها تتشكل من البلاستيدات الأولية Protoplastids.

أشكال البلاستيدات:-

1) البلاستيدات عديمة اللون Leucoplastids وهى لا تحتوى على الكلوروفيل والكاروتنيدات وتنتج بروتينات وزيوت ويمكنها أن تخضر إذا تعرضت للضوء.
2) البلاستيدات الخضراء Chloroplasts وهى تحتوى على الكلوروفيل و الكاروتنيدات وتقوم بالبناء الضوئي.
3) البلاستيدات الملونة Chromoplasts وتحتوى على الكاروتنيدات وأصباغ أخرى ومسئولة عن تلون الأزهار و الثمار الناضجة.
4) اميلوبلاستيدات Amyloplasts وهى تختزن النشا.
5) بروتينوبلاستيدات Proteinoplasts or Etioplasts وهى تختزن بداخلها البروتينات.
6) بلاستيدات دهنية Elaioplasts هي تختزن الدهون.

من أهم البلاستيدات هي البلاستيدة الخضراء لذلك سوف نتعرض لتركيبها.

تتركب البلاستيدة الخضراء من غشاءين (خارجي وداخلي) والجرنا Grana التي تتكون من طبقات من الثيلاكوئيدة Thylakoid وتتم فيها التقاط الطاقة الضوئية و الأرضية Stroma or Matrix وهى تتم فيها عملية تثبت الكربون في البناء الضوئي.



تركيب البلاستيدة الخضراء (3)

الميتوكوندريات Mitocondria

كلمة ميتوكوندرية Mitocondrion أساسها يوناني حيث تعنى كلمة Mitos خيط Filamentو كلمة Chondros تعنى حبيبة أي أن المعنى الدقيق لكلمة ميتوكوندرية هي "الجسيم الخيطي الذي يحمل حبيبات" .تتكون الميتوكوندريا من غشاء بلازمي خارجي وغشاء بلازمي داخلي يثنى ليكون حويصلات Cristrae ويبقى بعد ذلك ما يسمى بالأرضية Matrix . وتتم داخل الميتوكوندريا عملية التنفس وإنتاج الطاقة حيث يتم في سيتوبلازم الخلية هدم السكريات والدهون إلى حامض البيروفيك والذي ينفذ بدوره إلى الميتوكوندريا ويتم هدمه من خلال دورة كربس Krebs cycle والتي

تتم في أرضية الميتوكوندريا وبعد ذلك تتم على سطوح الحويصلات الأكسدة النهائية في وجود الأكسجين الذي تسمى بالسلسة التنفسية Respiratory chain .

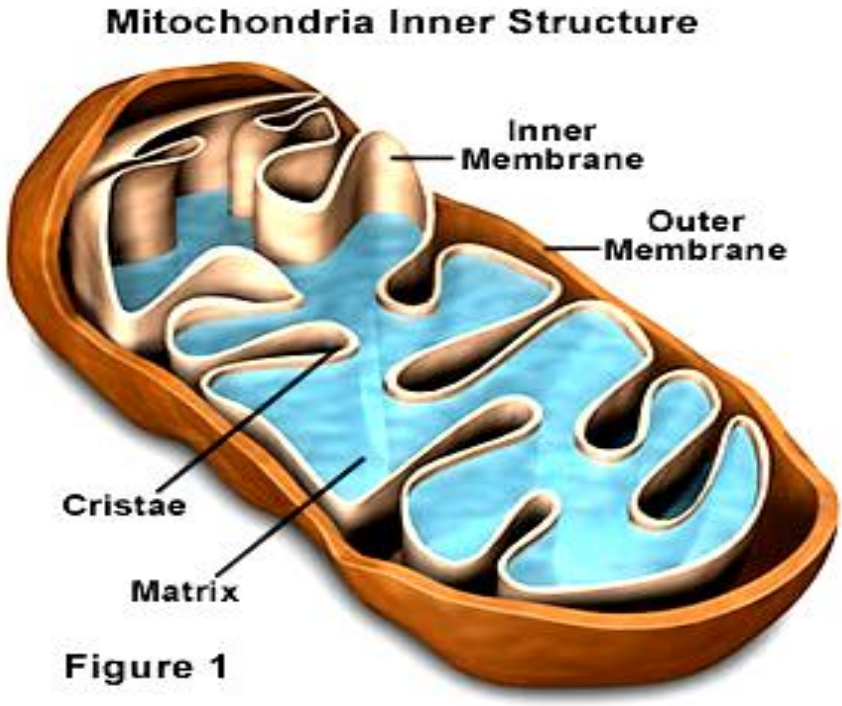


Figure 1

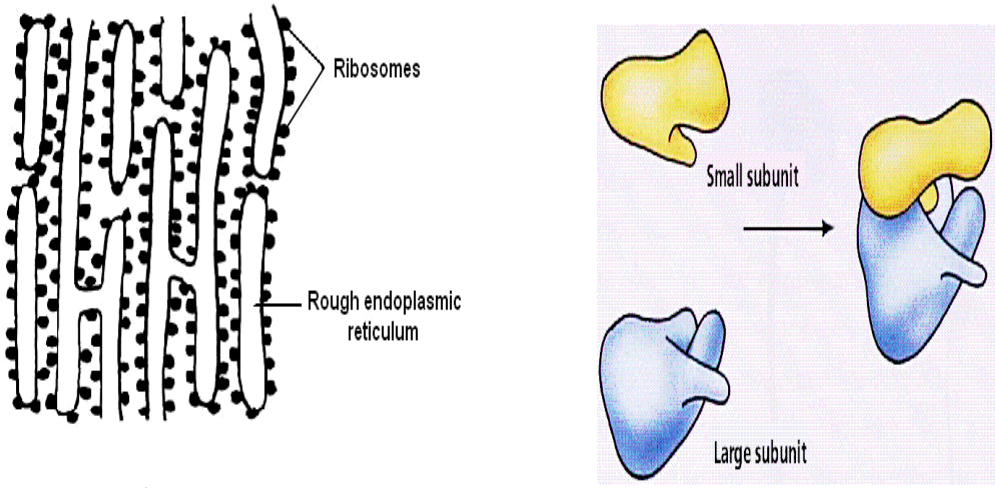
تركيب الميتوكوندريا (4)

☒ الريبوزمات Ribosomes

وهى جسيمات كروية وتسمى أحيانا اسفيروزمات Spherosomes وهى غنية بالحامض النووي RNA ويصل قطرها حوالي 150-230 أنجستروم , وتوجد الريبوزمات في الخلية إما بمصاحبة الشبكة الاندبلازمية أو حرة في السيتوبلازم أو في الميتوكوندريا أوالبلاستيدات.

☒ الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

يتشابك سيتوبلازم الخلية بنظام غشائي مرتبط متقن يسمى الشبكة الأندوبلازمية وعندما تلتصق الريبوزمات بالشبكة الاندوبلازمية تعرف بالشبكة الخشنة Rough endoplasmic reticulum وعندما لا تصاحب الريبوزمات الشبكة الاندوبلازمية تسمى بالشبكة الملساء Smooth endoplasmic reticulum وهى تلعب دورا أساسيا في تمثيل وتجميع الجليكوليبدات.وعموما تعمل الشبكة الاندوبلازمية على تدعيم السيتوبلازم وتساعد في حركة ونقل الأيضيات المختلفة وفى تخليق العديد من المركبات والإنزيمات الخاصة بها مثل الفسفوليبدات والكربوهيدرات.



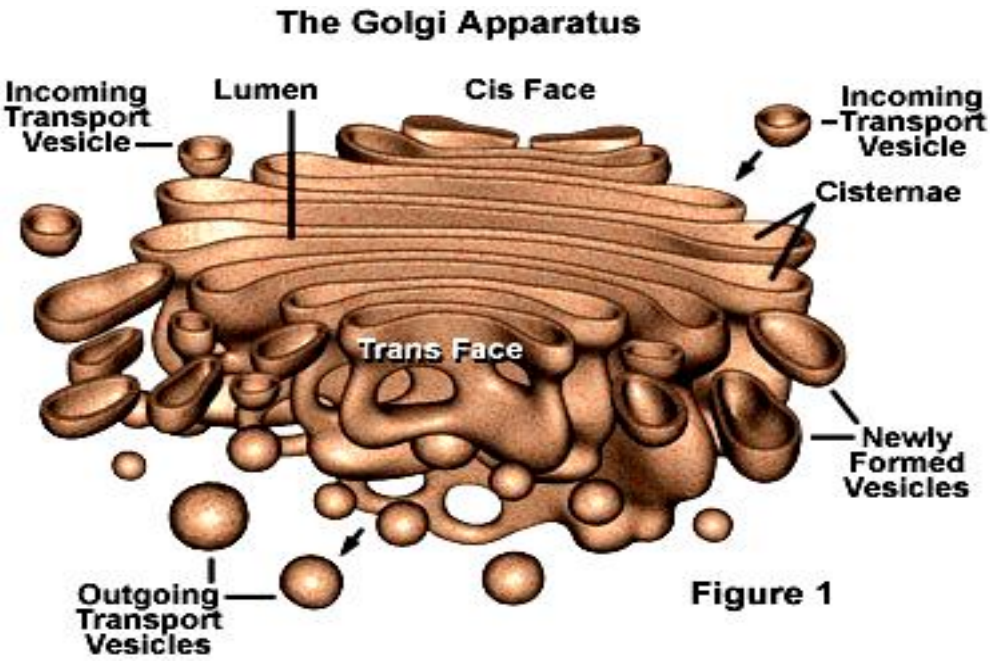
(أ) (ب)

رسم للريبوزمات (أ)على الشبكة الاندوبلازمية (ب) ريبوزمة مكبرة. (5)

☒ أجسام جولجى Golgi bodies

تظهر أجسام جولجى تحت الميكروسكوب الالكتروني عبارة عن كومة مكدسة من 5-15 من الأغشية المرتبطة والمنبسطة والمنبطحة وعديد من الحويصلات الكروية الصغيرة. وتكمن أهمية أجسام جولجى في احتمالية بناء وإفراز بعض المركبات

وبالـذات فيمـا يتعلـق بجـدار الخليـة النباتيـة. وكـذلك لهـا دور فـي تخليـق بعـض الفسفوليبدات.



جهاز جولجى (6)

☒ **النـــــواة Nucleus**

اكتشفت النواة بواسطة العالم روبرت براون فى عام 1831 وهى عضي صـغيرة توجد في السيتوبلازم وهى تتكـون مـن الغشـاء النـووي Nuclear membrane وهو يتكون من غشاءين متكاملين متوازيين والمسـافة بينهمـا تصـل إلـى حـوالي 200-400 أنجستروم وهذه المسافة لها دور في انتقال المعلومات ويحـيط الغشـاء الداخلي بالنواة ويتصل الغشاء الخـارجي بالشـبكة الاندوبلازميـة وفـى حالـة عـدم

الاستعداد للانقسام تكون النواة مأهولة بالشبكة الكروماتنية وتتكون هذه الشبكة من الأحماض النووية DNA التي تسبح في المحول النووي الذي يسمى Nuclear sap وتوجد أيضا النووية Nucleolus في محلول الخلية تتكون من بروتينات و الأحماض النووية. وتوجد الجينات الوراثية في الأحماض النووية DNA.

☒ الفجوات العصارية Vacuoles

الخلايا النباتية بالخلايا المرستمية والتي لا يوجد بها فجوات ومع تقدم عمر الخلية تظهر فجوات صغيرة تتحد مع بعض مكونة فجوة كبيرة مغلفة بغشاء بلازمي يسمى تونوبلاست Tonoplast وهذه الفجوات مملوءة بالعصير الخلوي الذي يحتوى على الكثير من العناصر المعدنية والمركبات العضوية و بعض البلورات و تعمل بها بعض الإنزيمات وذلك يعتقد أن للفجوات دور فسيولوجي.
وتعمل الفجوات على حفظ نسبة الماء بالخلية حيث أنها تشكل محلولا يعمل على موازنة أسموزية الخلية.

Gloxymsomes, Peroxisome and spherosomes محتويات سيتوبلازمية صغيرة ومركزة تعرف بالأجسام الدقيقة ومحاطة بغشاء واحد0

تحتوى Gloxymsomes على الانزيمات التى تحفز glyoxilate cycle مثل , aconitase, citrate synthetase catalase

Peroxisome لها علاقة بالتنفس الضوئى وتحتوى على عدد من الأنزيمات0

تحتوى Spherosomes على انزيمات ribonuclase, protease, esterase, phosphatase, hydrase0 أهمية Spherosomes يمكن أن تكون تخزين ونقل الدهون0 Spherosomes يشبه lysosomes للخلية الحيوانية0

الحالة الغروية *Colloidal state*

بروتوبلازم الخلية هو المسرح التي تتم فيه العمليات الفسيولوجية في الخلية , وهو موجود في حالة غروية ولذلك يلزم دراسة الحالة الغروية.

أنوع المحاليل Types of solutions

يتكون المحلول من المادة المذابة Solute أو المادة المنتثرة Dispersed phase , و المذيب Solvent أو وسط الانتثار Dispersion phase.

1) المحلول الحقيقي True solution

هو عبارة عن ذوبان المادة أي تتحول إلى جزيئات ذائبة كما في حالة السكر في الماء أو إلى أيونات كما في حالة كلوريد الصوديوم في الماء. هذه المحاليل ثابتة أي لا تترسب مع الوقت ولا يمكن رؤيتها بأية وسيلة حيث لا يزيد حجم الدقيقة عن 0.001 ميكرون (10^6 متر).

2) المعلقات Suspensions والمستحلبات Emulsions

عندما تكون المادة المنتثرة في شكل دقائق كبيرة نسبيا ويمكن رؤيتها بالعين المجردة, وهذه المحاليل غير ثابتة أي تترسب مع مرور الوقت وحجم دقائقها أكبر من 0.1 ميكرون. إذا كانت المادة المنتثرة مادة صلبة يطلق على المحلول معلق بينما إذا كانت المادة سائلة يسمى مستحلب. مثال للمعلقات حبيبات الطباشير في الماء, وللمستحلبات الزيت في الماء.

3) الغرويـــات Colloids

Colloids مصطلح وضعه العالم Thomas Graham في عام 1861 وهى من أصل يوناني تتكون من مقطعين الأول هو Kolla يعنى الغراء, والثاني

Eidos وهو يعنى شبه وبالتالي يكون تعريف كلمة Colloids هو أشباه الغرويات.

دقائق المنتثرة للغرويات يتراوح قطرها بين 0.001 إلى 0.1 ميكرون, والغرويات تمثل الوسط بين المحاليل الحقيقة والمعلقات والمستحلبات. يمكن رؤية الدقائق الغروية بالميكروسكوب الراقي Ultramicroscope ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. ولا تترسب الغرويات مع الوقت ولكن ترسب بمعاملات فيزيائية وكيميائية مختلفة. وسوف نتعرض هنا لأنواع وخواص الغرويات وذلك كما ذكر سابقا لان البروتوبلازم له الصفة الغروية.

- **أنواع الغرويـــــات**

أ) غرويات محبة لوسط الانتثار Lyophilic colloids

إذا كان وسط الانتثار ماء يطلق عليها Hydrophilic colloids من أمثلة هذه الغرويات الجيلاتين أو الأجار فى الماء المغلي. حيث توجد قابلية وجاذبية بين المادة المنتثرة و وسط الانتثار.

ب) غرويات كارهة لوسط الانتثار Lyophobic colloids

إذا كان وسط الانتثار ماء يطلق عليها Hydrophobic colloids من أمثلة هذه الغرويات كبريتات وهيدروكسيدات العناصر المعدنية (مثل هيدروكسيد الامونيوم الغروي). حيث يوجد عدم قابلية وتنافر بين المادة المنتثرة و وسط الانتثار.

- **خواص الغرويـــــات**

1) **النفاذية خلال الأغشية و الفصل الغشائي Dialysis**

تنفذ الغرويات من خلال أوراق الترشيح (أغشية منفذة) ولكنها لا تنفذ من خلال الأغشية المنفذة وهذه الصفة تسمى بالفصل الغشائي Dialysis ويمكن بذلك فصل المحاليل الحقيقة عن المحاليل الغروية باستخدام الأغشية الشبه منفذة. وللفصل

الغشائي أهمية تطبيقية كثيرة حيث أنه يستخدم في فصل الأيونات التي تكون مختلطة بالغرويات و يستخدم أيضا في فصل البول عن الدم في الكلية الصناعية.

2) **التجمع السطحي أو الادمصاص Adsorption**

يختلف سطح أي سائل من حيث خواصه الطبيعية عن بقية كتلة السائل فجزيئات السائل معرضة لجاذبيات متكافئة من جميع نواحيها أما الجزيئات المكونة للسطح فهي معرضة لجاذبيات أخرى نحو الداخل ولكن لا يوجد ما يساويها نحو الخارج أي يوجد ميل لتقليل عدد الجزيئات المكونة للسطح فتقل مساحة السطح تدريجيا حتى تصل لأقل حجم ممكن و يطلق على هذا الشد الذي يعانيه السطح بالتوتر السطحي Surface tension . إذا كان لدينا سائلان لا يمتزجان فان الحد الفاصل بينهما معرض لقوتين جاذبتين فجزيئات السطح لأحد السائلين تكون معرضة لجذبها نحو الداخل من جزيئات السائل نفسه و جذب نحو الخارج من جزيئات السائل الأخر ويكون الفرق بين هاتين القوتين هو ما يعبر عنه بالتوتر البيني. تميل بعض المواد إلى التجمع على السطح الفاصل من توتر السطح ويطلق على ظاهرة تجمع المواد الذائبة الخافضة للتوتر البيني التجمع السطحي.

- **أنواع الادمصاص:-**

أ- الادمصاص الميكانيكي Mechanical adsorption

يعتمد هذا النوع على قوى التجاذب والتلاصق بين الجزيئات. ويمكن توضيح الادمصاص الميكانيكي من خلال تجربة بسيطة ألا وهى إضافة كمية من الفحم النشط إلى محلول مخفف من صبغة أزرق المثيلين , قد لوحظ عند ترشيح المحلول أن الترشيح كان عديم اللون وتعليل ذلك أن صبغة أزرق المثيلين قد تجمعت سطحيا على الأسطح الفاصلة بين دقائق الكربون و الماء نظرا لان قوة التجاذب بين جزيئات أزرق المثيلين ودقائق الفحم أكبر من قوة التجاذب بين جزيئات أزرق المثيلين وجزيئات الماء.

وإذا أضيف إلى الفحم في ورقة الترشيح قليل من الكحول الاثيلى فان أزرق المثيلين يعود إلى الذوبان في الكحول ويصبح الترشيح أزرق خفيف. وذلك لأن الكحول يجذب أزرق المثيلين بقوة تفوق قوة جذب الكربون له.

ب- الادمصاص الكهربي Electrical adsorption

عند انتشار مادة غير ذائبة وغير مشحونة كهربيا في محلول مائي نجد أن هذه المادة تصبح مشحونة كهربيا نتيجة لادمصاصها أيونات الإيدروجين (H^+) أو أيونات الايدروكسيل (OH^-). أما المواد التي تحمل شحنات كهربية يحدث لها ادمصاص أيونات تحمل شحنات مخالفة لشحنة دقائقها. هذا النوع يطلق عليه الادمصاص الكهربي.

يمكن توضيح الادمصاص الكهربي بالتجربة الآتية:-

إذا غمست شريحة من ورقة الترشيح الخالي من الرماد (وهى تحمل شحنة سالبة إذا بللت بالماء) في محلول صبغة الأيوسين أو صبغة الأخضر الخفيف (تحمل أيونات هذه الصبغ شحنة سالبة). يلاحظ أن الماء يرتفع في ورقة الترشيح حاملا معه الصبغ وتفسير ذلك أن دقائق الصبغ المشحونة شحنة سالبة لا يحدث لها ادمصاص كهربي على سطح ورقة الترشيح المبللة بالماء التي تحمل شحنة سالبة أيضا (أي يحدث تنافر) لذلك ينتشر الماء والصبغ بالخاصية الشعرية.

أما إذا غمست شريحة من ورقة الترشيح في محلول مخفف من صبغة أزرق المثيلين (موجبة الشحنة) فان الماء يرتفع فقط بينما الصبغة لا تصعد إلى أعلى وتفسير ذلك أن أيونات أزرق المثيلين(موجبة شحنة) حدث لها ادمصاص كهربي على سطح السليلوز (شحنة سالبة). والماء ينتشر بواسطة الخاصية الشعرية.

ج- الادمصاص الكيميائي Chemical adsorption

يعتمد على الخواص الكيميائي للمواد وأبسط مثال لذلك النوع من الادمصاص هو تفاعل اليود المذاب في يوديد البوتاسيوم مع النشا حيث يصبغ النشا باللون الأزرق.

3) **الحركة البر ونية Brownian movement**

اكتشف هذه الحركة العالم Robert Brown بمشاهدة حركة حبوب اللقاح في الماء وهى حركة عشوائية بين الدقائق وبعضها وبين جزيئات الماء المستمر.

4) ظاهرة تندال Tyndall Phenomenon

الدقائق الغروية لا ترى بالعين المجردة ولكن يمكن رؤيتها من خلال إسقاط إشعاع ضوء جانبيا على محلول غروي فيمكن رؤية دقائقه. وذلك نتيجة تكوين ظلال لها وبالتالي فان حجم الدقيقة وظلها يدخل في إطار رؤية الميكروسكوب. و سميت هذه الظاهرة بظاهرة تندال.

5) **اللزوجة Viscosity**

من المعروف وجود الدقائق في الماء تزيد من لزوجة الماء. وقد وجد أن لزوجة الغرويات المحبة لوسط الانتشار تكون أكبر من لزوجة وسط الانتشار. بينما لزوجة الغرويات الكارهة لوسط الانتشار تكون قريبة من لزوجة وسط الانتشار. وتتأثر جميع لزوجة السوائل بما فيها الغرويات بدرجة الحرارة فتقل بارتفاعها وتزيد بانخفاضها.

6) **الشحنة الكهربية Electric charge**

دقائق المحلول الغروي الواحد تحمل نفس الشحنة ولذلك تبقى المحاليل الغروية ثابتة. مثال للدقائق الموجبة الشحنة صبغة أزرق المثيلين و مثال للدقائق السالبة الشحنة دقائق الطمي.ويمكن معرفة نوع الشحنة للغرويات عن

طريق إمرار تيار كهربي في خليط غروي فتتجه الدقائق السالبة ناحية القطب الموجب و الدقائق الموجبة ناحية القطب السالب ويطلق على هذه العملية بعملية الحمل الكهربي أو الهجرة الكهربية Electrophoresisُ. وتستغل انجذاب الدقائق الغروية المختلفة الشحنة إلى بعضها في عديد من التطبيقات مثل الصباغة.

7) الترسيب Precipitation

يوجد نوعين من الترسيب:-

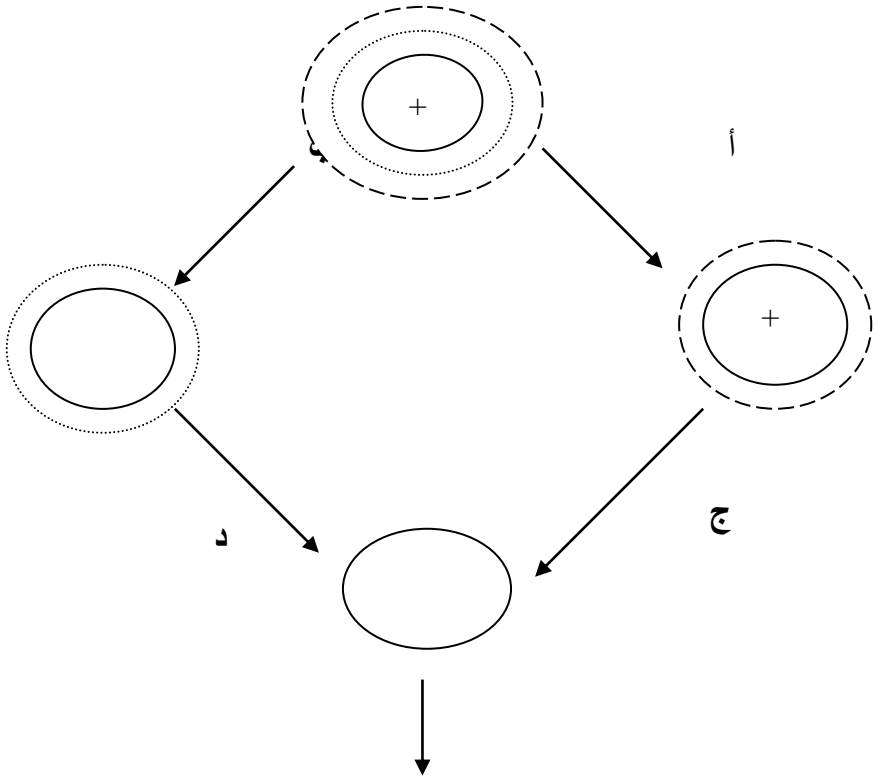
أ) ترسيب الغرويات الكارهة لوسط الانتشار Lyophobic

إذا كان الماء وسط الانتشار فان هذه الغرويات تسمى Hydrophobic , يوجد تخابط مستمر بين جزيئات هذه الغرويات وبين جزيئات وسط الماء وأيضا بين بعضها البعض نتيجة الشحنات المتشابهة. تترسب هذه الغرويات عند معادلة شحناتها المتشابهة وذلك بإضافة أملاح متأنية مثل كلوريد الألمونيوم وتفقد التخابط و بالتالي القدرة على الثبات مما يؤدى إلى الترسيب مع مرور الوقت بتأثير الجاذبية الأرضية.

ب) ترسيب الغرويات المحبة لوسط الانتشار Lyophilic

إذا كان الماء وسط الانتشار فان هذه الغرويات تسمىHydrophilic , ويرجع عدم ترسيب هذه الغرويات وثابتها إلى الشحنات الكهربية الموجودة على سطحها حيث تتنافر لتشابه الشحنات عليها, وأغشية السائل المغلفة لهذه للدقائق الغروية وأيضا مستغلة في ذلك الشحنات الكهربية. تترسب هذه الغرويات عن طريق إضافة ملح منأين (معادلة الشحنة) وسحب طبقة الماء المحيطة بها بإضافة مادة محبة للماء أكثر من الغرويات نفسها مثل الكحول أو سحب الماء أولا ثم إضافة الملح المنأين. وعند إضافة كمية ماء أكبر يمكن

أن تعود الغرويات إلى الحالة الذائبة (Reversible) وهذا لا يحدث إلا في الغرويات المحبة للماء.



ترسيب الغرويات: أ- انتزاع الماء بالكحول ب- معادلة الشحنة بإضافة الكتروليت ج- معادلة الشحنة بإضافة الكتروليت د- انتزاع الماء بالكحول (7)

خواص الماء *Water properties*

الماء مركب خامل وثابت, وأيضا قطبي حيث يوجد به قطب موجب على ذرتي الهيدروجين وقطب سالب على ذرة الأوكسجين, كما أنه يبقى سائل تحت درجات حرارة أعلى مما تحتاجه التفاعلات الحيوية المختلفة (ماعدا البكتريا القديمة), كما أن للماء قدرة عالية على التوصيل للحرارة.

الانتشار *Diffusion*

الانتشار عبارة عن انتقال الدقائق من المكان التي مركزة فيه إلى المكـان المخففـة فيه خلال وسط متجانس معتمدة على طاقة حركتها.

☒ **العوامل التي يتوقف عليها الانتشار**

1- تركيز المادة.

2- نوع الوسط **.**

3- حجم جزيئات المادة.

4- درجة الحرارة.

أمثلة على انتشار المواد:-

- الأمونيا في الهواء (غاز في غاز).
- الأحجار المثقوبة ويستغرق ذلك وقتلا طويلا (غاز في صلب).
- انتشار الغاز في سائل يتم تحت ضغط عال.
- السحب (سائل في غاز).
- كحول في الماء (سائل في سائل).
- سائل في صلب هذا يتم نظريا.
- الدخان (صلب في غاز).
- بلورة لمادة ملونة في قاع كوب ماء (صلب في سائل).
- صلب في صلب وهذا يتم نظريا.

مدى انتشار المادة يتناسب طرديا مع الفرق بين التركيزيين وعكسيا مـع المسـافة بين الموقعين وهذه المعادلة توضح ذلك:

$$D= (C_1 – C_2) /d$$

D: diffusion gradient معدل الانتشار

C_1: higher concentration تركيز عالي

C_2: lower concentration تركيز منخفض

d: distance between the two regions المسافة بين الموقعين

التشرب *Imbibition*

تزداد مكونات الغرويات في الحجم نتيجة حصولها على الماء ومثال لذلك الأجار و السليلوز وغيرها . وما يحدث لها ذلك هي غرويات محبة للماء. ويسمى ذلك بعملية التشرب Imbibition بالماء, والتشرب عملية فيزيائية بحتة.

وتختلف قدرة المركبات على التشرب حيث البروتينات لها قدرة تشرب عالية جدا ويليها النشا ثم السليلوز.

☒ أنواع التشرب

1) **التشرب المحدود**: فيه يندفع الماء إما بالتميؤ أو الخاصية الشعرية أو بكلاهما ليملأ كل المسافات التي بين دقائق المادة المشربية كما في حالة السليلوز. مثال ذلك في جدار الخلية حيث يحتفظ بشكله العام.
2) **التشرب الغير محدود**: وفيه جزيئات الماء تندفع بين الدقائق المحبة للماء مكونة رقائق مائية حولها ويستمر اندفاع الماء حتى تنفصل الدقائق عن بعضها وبذلك تتحول من حالة الصلابة Gel phase إلى حالة السيولة Sol phase وهذا يمثله السيتوبلازم. ومن الممكن أن تتحول من حالة السيولة إلى حالة الصلابة وذلك عند معادلة الشحنة أو سحب الماء وهذا يسمى بانعكاس الأطوار.

☒ فوائد التشرب

وتكمن فائدة التشرب في كسر قصرة البذرة وخروج الجنين وتعمل أيضا على مساعدة البذور في تحريك التربة لتعطيها المكان المناسب للإنبات. واستخدمها المصريون القدماء في تقطيع الصخور بأوتاد الخشب التي تدق بين الصخور

الجافة حيث تبلل الأوتاد بالماء فيزداد حجمها محدثة ضغطا يفصل الصخور عن بعضها.

الأسموزية *Osmosis*

الأسموزية هي مرور مادة من مكان إلى أخر خلال غشاء شبه منفذ. و يمكن نعرف الأسموزية كالأتي انتشار الماء من الوسط إلى أخر خلال عشاء.

الأسموزية هي انتقال المذيب (الماء) من الوسط الذي هو مركز فيه (المحلول المخفف) إلى الوسط الذي هو مخفف فيه (المحلول المركز) خلال الغشاء شبه المنفذ (الغشاء البلازمي).

Osmosis = the diffusion of water through semi-permeable membranes.

نظرا لوجود الغشاء البلازمي يمكن اعتبار الخلية النباتية بصفة عامة نظام اسموزى. وتعتبر الشعيرات الجذرية بداية التعامل مع محلول التربة وعندما يكون محلول التربة مخففا عن محلول الشعيرات الجذرية وينتقل الماء وبعض الذائبات به عبر الغشاء البلازمي إلى داخل الخلايا. ويطلق على دخول الماء إلى الخلايا Endosmosis لكن عندما يكون المحلول خارج الخلايا مركزا عن داخل الخلايا يخرج الماء إلى خارج الخلايا ويسمى Exosmosis وهو خطر على حياة النبات.

☒ الخاصية الأسموزية في النبات

يمكن اعتبار الخلية النباتية نظام اسموزى, حيث تحتوى على الأغشية البلازمية (الأغشية الشبه منفذة). وفى النظام الأسموزى الماء ينتقل من المحاليل ذات التركيز المنخفض إلى المحاليل الأكثر تركيزا. فإذا وضعت الخلية النباتية(مثلا خلية البصل) في محلول أعلى منها في التركيز فان الماء ينتقل من الخلية إلى المحلول الخارجي ونتيجة لذلك البروتوبلازم ينكمش وتسمى هذه الظاهرة بالبلزمة

Plasmolysis وإذا وضعت الخلية المبلزمة في ماء مقطر فان الماء ينتقل إلى الخلية ويعود البروتوبلازم إلى طبيعته وبالتالي الخلية إلى شكلها الأصلي وتسمى هذه الظاهرة بالشفاء من البلازمة Deplasmolysis

إذا كان المحلول الخارجي الذي يحيط بالخلية يساوى تركيز العصير الخلوي يسمى هذا المحلول متساوي التركيز Isotonic solution أما المحلول ذو التركيز الأعلى من تركيز الخلية يسمى Hypertonic solution والمحلول الأقل تركيزا Hypotonic solution.

(أ) **خلايا طبيعية** **www.microscopy-uk.org.uk**

(ب) **خلايا مبلزمة** **www.microscopy-uk.org.uk**

الضغط الأسموزى *Osmotic pressure*

الضغط الأسموزى هو القوة التي تعمل على سحب الماء من المحلول المخفف إلى المحلول المركز خلال الغشاء الشبه منفذ ويحمل دائما إشارة سالبة.

وتوجد عدة عوامل تتحكم في الأسموزية منها مدى قابلية المادة المذابة للماء, تركيز المحلولين على جانبي الغشاء شبه منفذ , نوع الغشاء, درجة الحرارة ونوع المادة المذابة.

☒ أهمية الأسموزية *Importance of osmosis*

1) تعمل الأسموزية على بقاء محلول الخلية مناسبا للأنشطة الحيوية.
2) تعتمد الحركات التي تحدث في النبات مثل حركة الثغور والأزهار على الأسموزية.
3) زيادة الضغط الأسموزى للخلايا تعمل على تحمل النبات للإجهاد مثل الملوحة و الجفاف و ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة.
4) نمو الخلايا و دخول الماء إلى الخلايا يعتمد على الأسموزية.

النفاذية *Permeability*

النفاذية تعنى دخول وخروج المواد خلال غشاء وهذه العملية محكومة بالعديد من النظريات.

طبقا النفاذية يوجد ثلاث أنواع من الأغشية :

أ- أغشية منفذة Permeable membranes

وهى الأغشية التي تسمح بمرور كل المواد مثال ذلك الجدار الخلوي في الخلية النباتية.

ب- أغشية شبه منفذة semipermeable membranes

وهى الأغشية المنفذة لبعض المواد ومانعة للبعض الأخر مثال لذلك الغشاء البلازمي.

ج- **أغشية غير منفذة Impermeable membranes**

وهى الأغشية التي لا تسمح بمرور المواد مثال ذلك الكيوتين .

يوجد عديد من النظريات التي تفسير النفاذية منها نظرية الحامل Carrier concept التي تنص على أنه يوجد مواد تتحد مع المركبات المطلوب تحريها من و إلى الخلية مكونه معقد معها, ويتحرك هذا المعقد خلال الغشاء حاملا معه هذه المركبات. وهذه العملية تحتاج طاقة.

☒ ***العوامل التي تتحكم في النفاذية***

1- حجم جزيئات المادة

يوجد نظرية يطلق عليها اسم النظرية الغر بالية تفترض أن الغشاء البلازمي يشبه الغربال حيث توجد به فتحات دقيقة لا تسمح بنفاذ جزيئات المواد إلا إذا كان حجم هذه الجزيئات يستطيع المرور خلل هذه الفتحات. بالتالي تتوقف النفاذية على حجم جزيئات المادة التي تنفذ. ولكن وجد أن النظرية الغر بالية تعجز عن تفسير بعض الحالات مثل نفاذ جزيئات شبه القلويات وعدم نفاذ الأحماض الأمنية ذات الحجم الأصغر من حجم جزيئات أشباه القلويات.

2- درجة ذوبان المادة في الدهون

هذا العامل مرتبط بمعامل التجزئة (هو النسبة بين درجة ذوبان أي مادة في الدهون إلى درجة ذوبانها في الماء), حيث يوجد تناسب طردي بين درجة نفاذية المادة ومعامل تجزئتها أي كلما كانت المادة قابلة للذوبان في الدهون كلما نفذت داخل الحلية بسهولة.

ج- **التدرج في التركيز**

معدل حركة جزيئات المادة خلال غشاء يتوقف على الفرق بين درجة تركيز هذه الجزيئات على جانبي الغشاء وذلك إذا كانت جميع العوامل الأخرى التي تؤثر على النفاذية ثابتة ويطلق على هذا تدرج تركيز. ويزداد معدل نفاذ الجزيئات كلما زاد الفرق بين تركيزي المادة على جانبي الغشاء حيث يكون معدل نفاذية المادة من الجانب الأكثر تركيزا لها أعلى من معدل نفاذية نفس المادة من الجانب الأقل تركيزا للمادة.

د- **الشحنة الكهربية**

أثبتت العديد من التجارب أنه كلما كانت الشحنة التي يحملها الأيون أقوى كلما كانت درجة نفاذيته أبطء وها يعنى أن الالكتروليتات الضعيفة التأين تنفذ أسرع من الالكتروليتات القوية التأين ويتبع ذلك الأيونات أحادية التكافؤ مثل البوتاسيوم تنفذ بمعدل أسرع من الأيونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم أو ثلاثية التكافؤ مثل الألمونيوم ولم يعرف حتى الآن تفسير هذه الظاهرة.

ويجب أن نشير إلى أن البروتينات والفسفوليبدات (مكونات الغشاء البلازمي) تحمل شحنات موجبة وسالبة, حيث وجد عند ترك أيون يحمل شحنة خلال الغشاء البلازمي فانه سوف يتجاذب مع جزء البروتين أو الفسفوليبدات المضادة له في الشحنة و ذلك يعرقل النفاذية وأيضا يوجد شحنات متماثلة يتحتم ان ينتج عنها تنافر مع شحنة هذا الأيون.

وجدير بالذكر أن نفاذية الغشاء البلازمي غير مستقرة فهي في تغير مستمر حيث بعض هذه التغيرات ترجع إلى أسباب داخلية ترجع إلى الغشاء البلازمي نفسه فكثيرا غشاء خلية ما يكون أكثر نفاذية لبعض المواد في جزء منه عن الأجزاء الأخرى, وبعد فترة من الزمن تنعكس هذه الظاهرة حيث يحدث العكس بالنسبة نفاذية الغشاء ونفس المواد ولذلك يطلق على الغشاء البلازمي بأنه غشاء منفذ اختياري.

النتح Transpiration

يفقد النبات الماء من خلال عمليات مختلفة وهى النتح و الإدماع و الإدماء و الإفراز.

الإدماع Guttation هي عملية فقد الماء في صورة سائلة عن طريق الثغور المائية Hydrathods و توجد هذه الثغور على نهاية وحواف الأوراق. والماء المدمع به العديد من المركبات مثل السكريات والأحماض الأمنية والعناصر المعدنية.

الإدماء Bleeding خروج الماء في صورة سائلة عن طريق جرح في النبات.

الإفراز Secretion وهى خروج الماء في صورة سائلة مع بعض المركبات (مثل المواد السكرية) من خلال الغدد (مثل الغدد الرحيقية).

سوف نتعرض للنتح بشيء من التفصيل نظرا لأهميته بالنسبة للنبات وأيضا لفقدان النبات كمية كبيرة من الماء عن طريق النتح بالنسبة لفقدان الماء في العمليات السابق ذكرها.

النتـــح transpiration هو فقد الماء في صورة بخار من أسطحه المعرضة للجو. وعندما يفقد بخار الماء من الثغور يعرف بالنتح الثغري Stomatal transpiration وغالبية فقدان بخار الماء تكون من خلال هذا النوع (تمثل 90-95%). كما يفقد الماء في صورة بخار من خلال العديسات (موجودة فى الأنسجة الفلينية) ويعرف بالنتح العديسى Lenticular transpiration . بينما الفقد من خلال طبقة الأدمة (الكيوتكيل) يسمى بالنتح الأدمى أو الكيوتينى Cuticular transpiration.

☒ فوائد النتـــــح

1) يساعد على تبخير الماء الزائد عن النبات.
2) يساعد على تبريد النبات (التخلص من حرارة الشمس والحرارة الداخلية).

3) يعمل على امتصاص وانتقال الماء والعناصر المعدنية.

4) يعمل على تبادل الغازات.

☒ ميكانيكية النتح (ميكانيكية فتح وغلق الثغور)

يوجد احتمالين لميكانيكية فتح وغلق الثغور وهما :

أ) نتيجة قيام النبات بعملية البناء الضوئي يزداد تركيز المحلول داخل الخلايا الحارسة (الخلايا المحيطة بفتحة الثغر) و ينتقل الماء من الخلايا المجاورة للخلايا الحارسة (ذات ضغط اسموزى منخفض) إلى الخلايا الحارسة (ذات ضغط اسموزى عالي), ويزداد بذلك حجم الخلايا الحارسة وتتحرك الجدر الجانبية (الجدر العلوية والسفلية) إلى الخارج ويفتح الثغر. وفي الظلام يحدث العكس يستهلك السكر الناتج من عملية البناء الضوئي فى التنفس ويقل تركيز محلول الخلايا الحارسة ويخرج الماء منها إلى الخلايا المجاورة ويقفل الثغر.

وهناك اعتراضات على هذا الاحتمال لان عملية البناء الضوئي في بلاستيدات الخلايا الحارسة تكاد تكون متوقفة.

ب) امتصاص البوتاسيوم بواسطة الخلايا الحارسة حيث في الضوء يتحرك البوتاسيوم من الخلايا المجاورة للخلايا الحارسة إلى الخلايا الحارسة مما يؤدى إلى زيادة تركيز محلول الخلايا الحارسة عن الخلايا المجاورة وبالتالي ينتقل الماء إليها ويفتح الثغر. وفى الظلام يتحرك البوتاسيوم من الخلايا الحارسة إلى الخلايا المجاورة وبالتالي تصبح ذات ضغط اسموزى اعلي وينتقل الماء إليها وترتخي الخلايا الحارسة ويقفل الثغر.

عملية النتح مرتبطة بعملية امتصاص الماء وبالتي سوف نلقى نبذة مختصرة عن عملية امتصاص وانتقال الماء في النبات

أنواع الماء في التربة :-

1- **ماء الجاذبيـة الأرضـية Gravitational water**: وهـو عبـارة عـن المـاء الذي يتغلغل إلى أسفل التربة تحت تـأثير الجاذبيـة الأرضـية ولـيس لـه فائـدة للنبات بل يسبب بعض الضرر لجذور النباتات لأنه يحل محل الهواء.

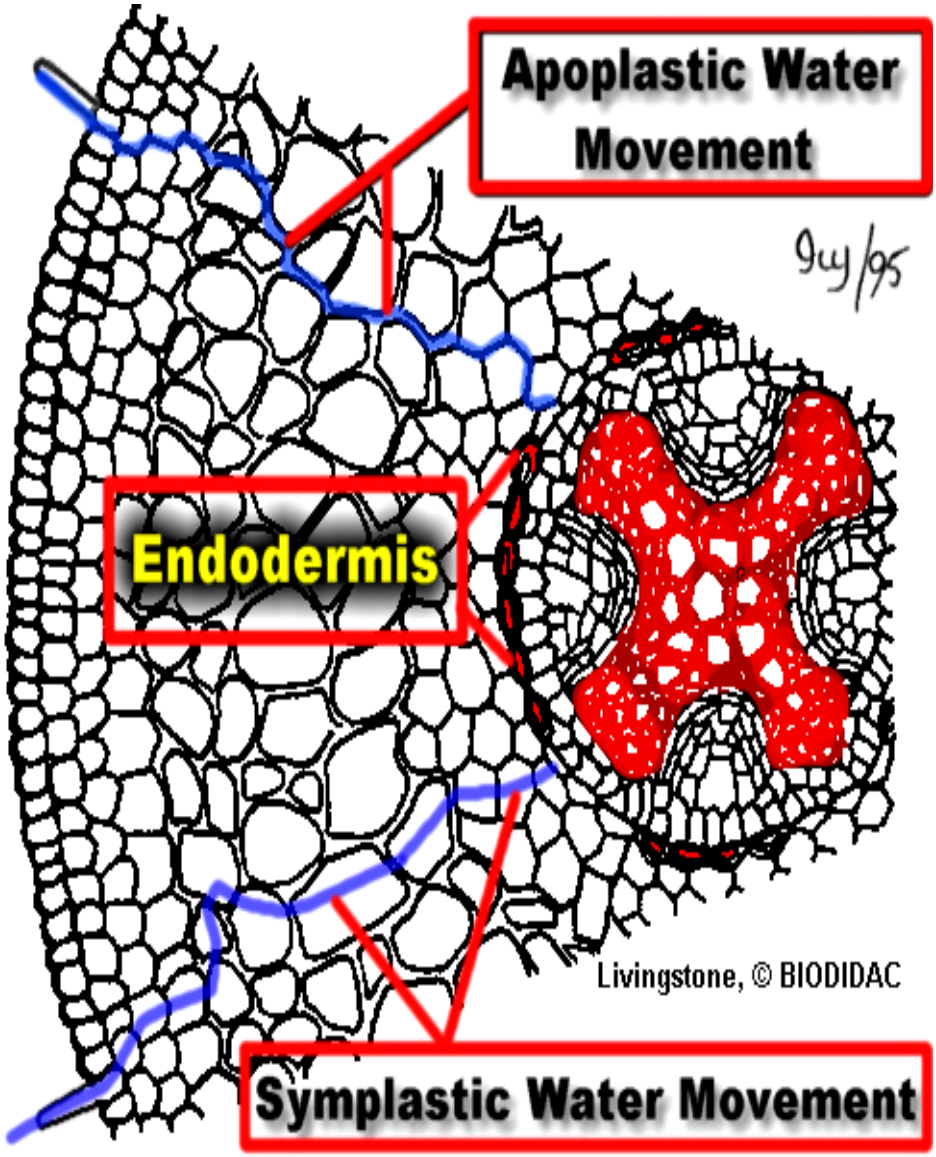
2-**المـاء الهيجروسـكوبى Hygroscopic water :** وهـو المـاء المـرتبط بحبيـة التربة ارتباطا وثيقا ولا يستفيد منه النبات.

3- **الماء الشعري Capillary water:** هو الماء المتاح للنبات ويمتص بسهولة بواسطة الجذور.

يمتص الماء من محلول التربة بواسطة الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة القريبة

من منطقة الشعيرات الجذرية ثم يتحـرك المـاء إلـى خلايـا القشـرة(إما بواسـطة Apoplastic movement or Symplastic movement) ثـم إلـى الانـدودرمس(عن طريـق خلايـا المـرور أو الأجـزاء غيـر المغلظـة) ثـم إلـى البريسيكل وفى النهاية إلـى نسـيج الخشـب. ويتصـل نسـيج خشـب الجـذر بنسـيج خشب الساق وبالتالي يتحرك الماء من الجذر إلى الساق. تمثـل الأوراق المرحلـة النهائية لحركة الماء في النبات حيث يتصـل نصـل كـل ورقـة بالسـاق فـي عقـدة الساق وفى العقدة يبرز النسيج الناقل الذي يغـذى الورقـة بالمـاء. يتـوزع النسـيج الناقل في كل ورقة باختلاف النبـات. ففـي نباتـات الفلقـة الواحـدة تكـون العـروق موازية للعرق الرئيسي وتتفرع من هذه العروق فروع صغيرة ليصل المـاء إلـى

كل منطقة في الورقة بينما في نباتات ذوات الفلقتين يختلف توزيع العروق فبعضها عروق راحية و البعض الأخر تكون عروقه ريشية.



شكل يوضح انتقال الماء خلال خلايا الجذر (8)

مقدمـــة

فـي عـام 1897 وجـد العـالم الألمـاني Buchner أن مسـتخلص الخميـرة يقـوم بـالتخمير Fermentation, وبعـد ذلـك عـام 1898 اسـتخدم العـالم Kuhne مصطلح الإنزيم Enzyme وهى كلمة يونانية تتكون من مقطعين الأول En = in والأخر zyme = Living والمقصود بكلمة Living الخميرة وبالتالي كلمة Enzyme تعنى ما في الخميرة.

تعرف الإنزيمات Enzymes على أنها مواد بروتينيـة بسيطة أو معقدة تعمل كعوامل مساعدة شديدة الحساسية لدرجات الحرارة المرتفعة وهى متخصصة.

و توجد الإنزيمات في الأماكن التي تعمل بها.

وهناك تشابه بين الإنزيمات (العوامل المساعدة الحيويـة) والعوامـل المسـاعدة غير العضوي في أنـها:

1- لا تتأثر بالتفاعل وتستخدم في تفاعلات متتالية مرارا.

2- تكون معقد مع مادة التفاعل لفترة قصيرة جدا.

3- تستخدم بكميات بسيطة.

4- لا تؤثر على التوازن بين المتفاعلات والنواتج.

يوجـد اختلافـات بـين العوامـل المسـاعدة الحيويـة (الإنزيمـات) والعوامـل المساعدة غير العضوي كما موضح بالجدول الاتى:

الإنزيمات	العوامل المساعدة غير العضوية
1- عبارة عن بروتينات.	1- جزيئات صغيرة أو عناصر معدنية.
2- متخصصة.	2- غير متخصصة.
3- لها نظام يحكمها.	3- لا يحكمها نظام.
4- حساسـة لدرجـة الحـرارة والـرقم	4- ليسـت حساسـة لدرجـة الحـرارة

الهيدروجيني.	والرقم الهيدروجيني.

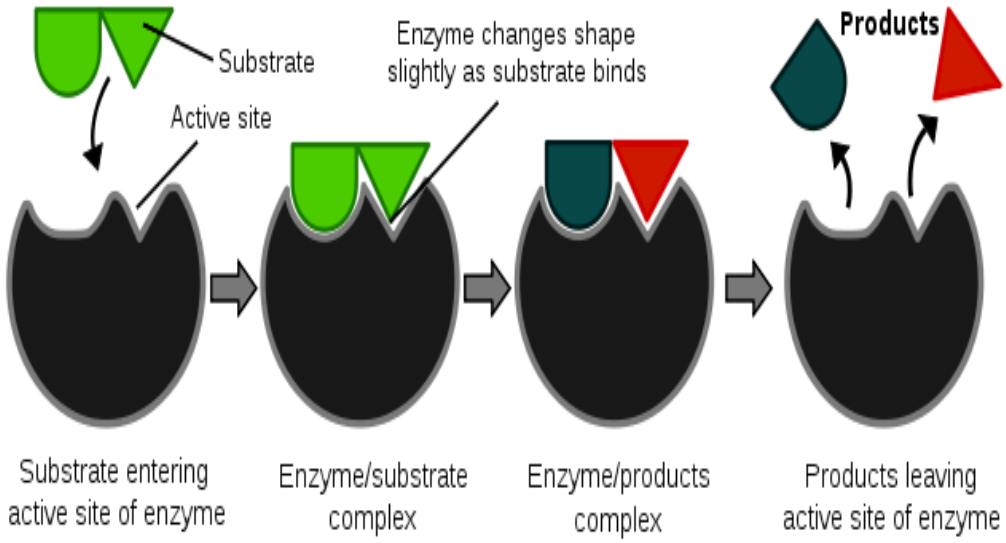
☒ ***تركيب الإنزيمات Structure of enzymes***

الإنزيمات تتكون من بروتينات ذات وزن جزئي عال. وقد تحتوى على جزء غير بروتينية. وعلى هذا الأساس قسمت الإنزيمات من حيث التركيب إلى مجموعتين الأولى الإنزيمات البسيطة Simple enzymes وهى التي تتكون من بروتينات فقط. والثانية الإنزيمات المرتبطة Conjugated enzymes وهى التي تحتوى بالإضافة إلى البروتينات على جزء غير بروتيني. الجزء غير البروتينى يسمى Cofactor إذا كان أيون غير عضوي مثل العناصر Mg, Ca, K , بينما يسمى Coenzyme إذا كان مادة عضوية مثل COA NAD (Nicotinamide adenine dinucleotide).

☒ ***ميكانيكية عمل الإنزيمات Mechanical of enzyme action***

تعمل الإنزيمات على تقليل طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل. ويتحد الإنزيم (E) مع مادة التفاعل (S) ويكون معقد Enzyme-substrate complex الذي يتفكك مكونا النواتج ويخرج الإنزيم بدون تغير ويدخل في تفاعل أخر.

وهناك نظرية تفسر عمل الإنزيم يطلق عليها نظرية القفل والمفتاح Key-lock theory حيث تشبه مادة التفاعل والإنزيم بالقفل ومفتاحه.



رسم تخطيطي يوضح عمل الإنزيم (9)

☒ ***تسمية الإنزيمات Nomenclature of enzymes***

كانت تسمية الإنزيمات في البداية عشوائية, على حسب الشخص الذي اكتشف الإنزيم. ولكن بعد زيادة عدد هذه الإنزيمات كان لابد من وضع قواعد للتسمية حتى يسهل التعرف عليها. فأصبحت التسمية على حسب المادة التي تؤثر عليها ويضاف مقطع ase- مثال لذلك إنزيم Proteinase (مادة التفاعل البروتين Protein). أو بحسب نوع التفاعل مثال Asparagine synthetase ونوع التفاعل هنا تخليق (Synthesis). وفي عام 1960 أعدت هيئة الإنزيمات Enzyme Commission (EC) نظام لتسمية وتقسيم الإنزيمات يسمى بالنظام الرقمي.

☒ ***تقسيم الإنزيمات Classification of enzymes***

تنقسم الإنزيمات إلى ستة أقسام هم:-

إنزيمات مؤكسدة ومختزلة- إنزيمات ناقلات- إنزيمات التحلل المائي- إنزيمات تحليلية(بدون ماء)- إنزيمات التشابه- إنزيمات التخليق.

1) إنزيمات مؤكسدة ومختزلة Oxido-reductases

الأكسدة هي عملية إضافة أوكسجين أو فقد هيدروجين (التعريف القديم) أو فقد إلكترون (التعريف الحديث), بينما عملية الاختزال عكس عملية الأكسدة, هي عملية فقد أوكسجين أو اكتساب هيدروجين (التعريف القديم)أو اكتساب إلكترون (التعريف الحديث).

يحث في هذا التفاعل الانزيمى أكسدة أو اختزال, ومن أمثلة ذلك:

- Dehydrogenases, e. g. $AH_2 \longrightarrow A + H_2$
- Oxidases, e.g. $AH_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow A + H_2O$
- Reductases, e. g. $NO_3^- + NADH_2 \longrightarrow NO_2^- + NAD + H_2O$

2) إنزيمات ناقلات Transferases

وهي الإنزيمات التي تساعد غلى نقل مجموعة من مركب إلى أخر. مثل إنزيمات نقل مجموعة الأمينو (NH_2) وتسمى مجموعة Transaminase, إنزيمات نقل الفوسفات التي تسمى Hexokinases.

3) **إنزيمات التحلل المائي Hydrolases**

وهي التي تحلل المركب إلى مركبين جديدين بإضافة الماء

$$AB + HOH \longrightarrow AH + BOH$$

ومن أمثلتها إنزيمات تحلل السكريات Carbohydratases (مثال لها إنزيم invartase) وإنزيمات تحلل البروتينات Proteases وإنزيمات تحلل الدهون Lipases.

4) **أنزيمات تحليلية Lyases**

وهى إنزيمات تحلل المركب إلى مركبين دون إضافة أو حذف شيء مثل إنزيم Aldolase .

$$\text{Fructose- 1,6- diphosphate} \xrightarrow{\text{Aldolase}} \text{dihydroxyactione phosphsate + phospoglyceradehyde}$$

5) **إنزيمات التشابه Isomerases**

وهي عبارة عن إنزيمات تحول المتشابهات من شكل إلى أخر كما في المعادلة الآتية:

$$\text{glucose-6- phosphate} \xrightarrow{\text{Isomerase}} \text{Fructose- 6- phosphate}$$

6) **إنزيمات التخليق Synthetases or Ligases**

وهى تساعد على تخليق روابط جديدة مثل C-O, C-C, C-N , مثال لذلك إنزيم Asparagine synthetase.

☒ ***تخصص الإنزيمات Specificity of enzymes***

يوجد أربعة أنواع من التخصص للإنزيمات

1- **تخصص التشابه الفراغي Stereo-chemical substrate specificity**

وهو أعلى درجة في التخصص. حيث يوجد في الخلية مركبات تتكون أثناء عملية الهدم والبناء, بعض هذه المركبات ذات تشابه فراغي أي منها المركبات اليمينية والمركبات اليسارية , وقد وجد إنزيمات متخصصة في التأثير على المركبات اليمنية(مثلا) دون التأثير على المركبات اليسارية, مثال ذلك إنزيم Lactic dehydrogenase .

2- **تخصص مطلق Absolute substrate specificity**

مثال لهذا التخصص إنزيم Urease وهو يؤثر فقط على اليوريا, حيث يختص الإنزيم بمادة تفاعل واحدة.

3- **تخصص مجموعة Relative group substrate specificity**

حيث يتخصص الإنزيم اتجاه رابطة معينة في مجموعة من المواد المتفاعلة. مثال لهذه المجموعة Pepsin and trypsen. وهذه الإنزيمات تخص الرابطة الببتيدية بين الأحماض الأمنية في عديد من البروتينات .

4- **تخصص نسبى Relative substrate specificity**

الإنزيمات التي تنتمي لهذه المجموعة لها تأثير على مواد التفاعل المختلفة في التركيب الكيميائي مثال لذلك إنزيم Cytochrom p_{450} الذي يشارك في Hydroxylation في حوالي 7000 مادة مختلفة كيميائيا.

☒ ***العوامل المؤثرة على التفاعل الانزيمى***

يوجد عدة عوامل تؤثر على نشاط الإنزيم منها تركيز الإنزيم, تركيز مادة التفاعل , درجة الحرارة, الرقم الهيدروجيني و المثبطات وسوف نتعرض لها بالتفصيل في السنوات الدراسية القادمة عمليا ونظريا إن شاء الله.

الأيض Metabolism

الأيـض (التحـول الغـذائى) يشـتمل علـى عملتـين أساسـتين همـا عمليـة النبـاء Anabolism والهدم Catabolism,و في عملية البناء يستخدم النبـات المركبـات البسيطة في بناء المركبات الأكثر تعقيدا مع استخدم الطاقة, عملية البناء تشمل بناء الكربوهيدرات وبنـاء البروتينـات و الـدهون. بينمـا عمليـة الهـدم يـتم فيهـا تكسـير المركبـات المعقـدة إلـى مركبـات أقـل تعقيـدا أو إلـى مكوناتهـا الأوليـة البسـيطة و يصحب هذه العملية إنتاج الطاقة التي كانت مختزنة في المركبات المعقدة.

☒ أولا : عملية البناء Anabolism

عملية البناء الضوئي Photosynthesis هي عمليـة بنـاء المـواد الكربوهيدرتيـة Carbohydrates.

تعرف عمليـة البنـاء الضـوئى علـى أنهـا العمليـة التـي تعمـل علـى تكـوين المـواد العضوية (المواد الكربوهيدرتية) من ثاني أوكسيد الكربون (من الهواء الجوى من خلال الثغور) والمـاء (مـن الوسـط الموجـود فيـه النبـات مثـل التربـة) فـى وجـود الضـوء (مصـدره الشـمس) والنبـات الأخضـر (مصـدر للكلوروفيـل) ويتصـاعد الأوكسجين.

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \uparrow$$

ويمكن كتابة معادلة البناء الضـوئي بطريقـة أخـرى تبـين أن الأوكسـجين مصـدره الماء والأوكسجين المكون للماء مصدره CO_2.

$$12\ CO_2 + 12\ H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O + 6\ O_2 \uparrow$$

- ***جهاز البناء الضوئي Photosynthesis apparatus***

تتم عملية البناء الضوئي في الأوراق الخضراء والتي يتلاءم تركيبها التشريحي للقيام بهذه العملية بكفاءة. وبالضبط في البلاستيدات الخضراء وسبق شرح تركيب البلاستيدات الخضراء في الفصل الأول.

- ***الأصباغ الضوئية Photosynthetic pigments***

الأصباغ الأساسية التي تشارك في البناء الضوئي هي الكلوروفيلات و الكاروتينيدات.

1- الكلوروفيلات Chlorophyll pigments

هى أهم الأصباغ لعملية التمثيل الضوئي, ويوجد حوالي ثماني أنواع من الكلوروفيلات أهمها كلوروفيل أ Chl. a و كلوروفيل ب Chl. b ويوجدان في بلاستيدات الخلايا النباتية بينما باقي الأنواع توجد فى الكائنات الدقيقة ذاتية التغذية مثل الطحالب الخضراء والبكتريا.

كلوروفيل أ Chl. a يعطى لون أخضر مصفر بينما كلوروفيل ب Chl. b يعطى لون أخضر مزرق.

تتركب هذه الكلوروفيلات من حلقة البروفيرين التى تتكون من أربعة من مركب البيرول الحلقي ويوجد في هذه الحلقة ذرة الماغنسيوم, وتتصل هذه الحلقة بمركب الفيتول. حيث يتركب الكلوروفيل من رأس (حلقة البروفيرين) وذيل (الفيتول).

تركيب جزىء كلورفيل أ يشبه تركيب جزيء كلوروفيل ب إلا في أن إحدى مجموعات المثيل تتأكسد إلى مجموعة الألدهيد. امتصاص الكلوروفيل للضوء يكون في مجال الضوء الأزرق والأحمر. ووجد أن كفاءة عملية البناء الضوئي تكون أعلى في الضوء الأزرق عن الضوء الأحمر.

2- الكاروتينيدات Carotenoid pigments

الكاروتينيدات تتبع مجموعة التربينيدات (مواد ليبديه), وتنقسم إلى قسمين الأول الكاروتيندات Carotenes وهى تحتوى فقط على الكربون والهيدروجين, والأخر زنثوفيلات Xanthophylls وهي تحتوى على الأوكسجين بالإضافة إلى الكربون والهيدروجين.

تمتص الكاروتينات Carotenes أساسا الطيف الأزرق من الضوء , وقد تمتص جزء من الطيف البنفسجي.

للكاروتينات دور هام يتمثل في:-

أ) تعمل على حماية الكلوروفيل من الإضاءة الزائدة المضرة.

ب) تعمل كأصباغ مساعد للكلوروفيل حيث تمتص الطاقة وتنقلها للكلوروفيل.

ج) مواد مضادة للأكسدة تعمل على حماية النبات من الإجهاد .

☒ ***ميكانيكية عملية التمثيل الضوئي Mechanism of photosynthesis***

عملية البناء الضوئي تتم في مرحلتين هم تفاعل الضوء وتفاعل الظلام.

أولا:- التفاعل الضوئي أو تفاعل هيل Light reaction or Hill reaction

يتم هذا التفاعل في الوحدات الضوئية التي تحتوى على جزيئات الكلوروفيل و الكاروتينات الموجودة على الثلاكويد في الجرانا في البلاستيدة الخضراء.

يتلخص هذا التفاعل في نقطتين هما:

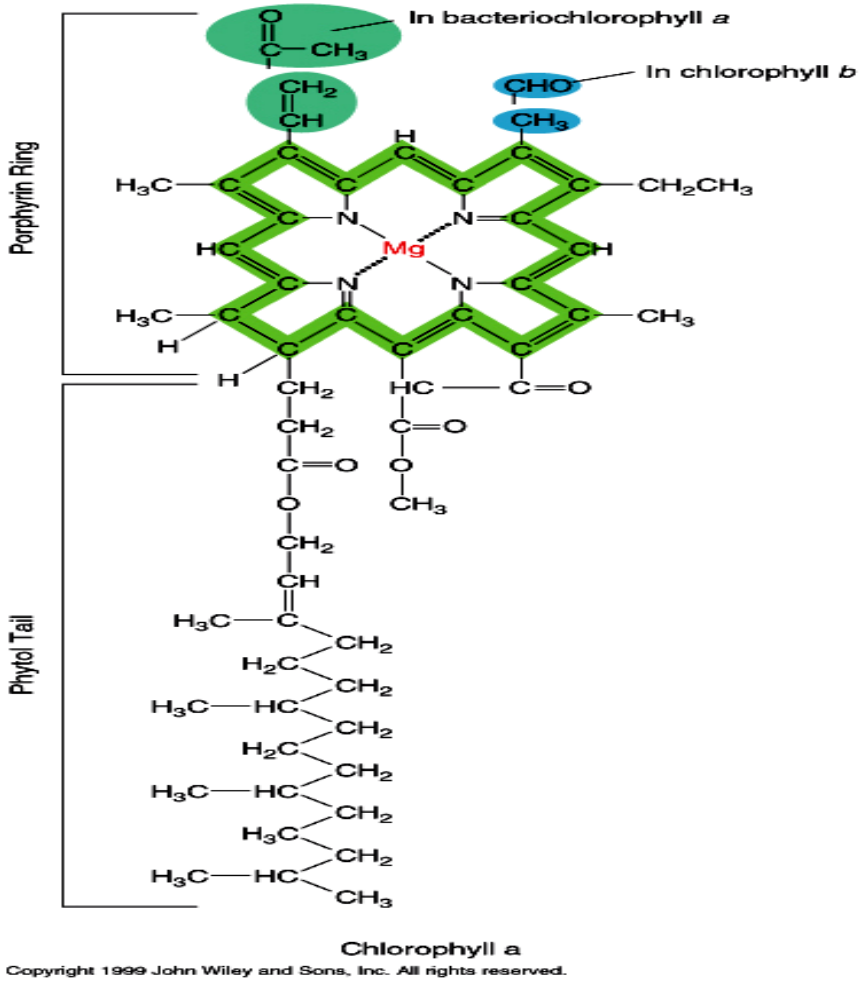
1- تجميع الضوء بواسطة جزيئات الكلوروفيل.

2- تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في صورة مركبات من (Adensoine triphosphate) ATP

(Nicotinamide adenine dinucleoide phosphate) NADP,

ويطلق على تكوين ATP بواسطة الضوء الفسفرة الضوئية **Photophosphorylation**.

$$ADP + Pi \xrightarrow{\text{light}} ATP$$



التركيب الكيميائي للكلوروفيل (10)

نظامان ضوئيان Two pigment System

يوجد نظامان ضوئيان هما النظام الضوئي الأول Pigment System I (PSI) والنظام الضوئي الثاني Pigment System II (PSII). النظام الضوئي الأول يمتص الضوء عند طول موجى 700 نانومتر بينما النظام الضوئي الثاني يمتص الضوء عند طول موجي 680 نانومتر.

النظام الضوئي يتكون من جزيئات من الكلوروفيل و الكاروتينات وبعض المركبات الأخرى التي تختلف من نظام إلى أخر.

إنتاج القوة البنائية (ATP and NADPH + H^+)

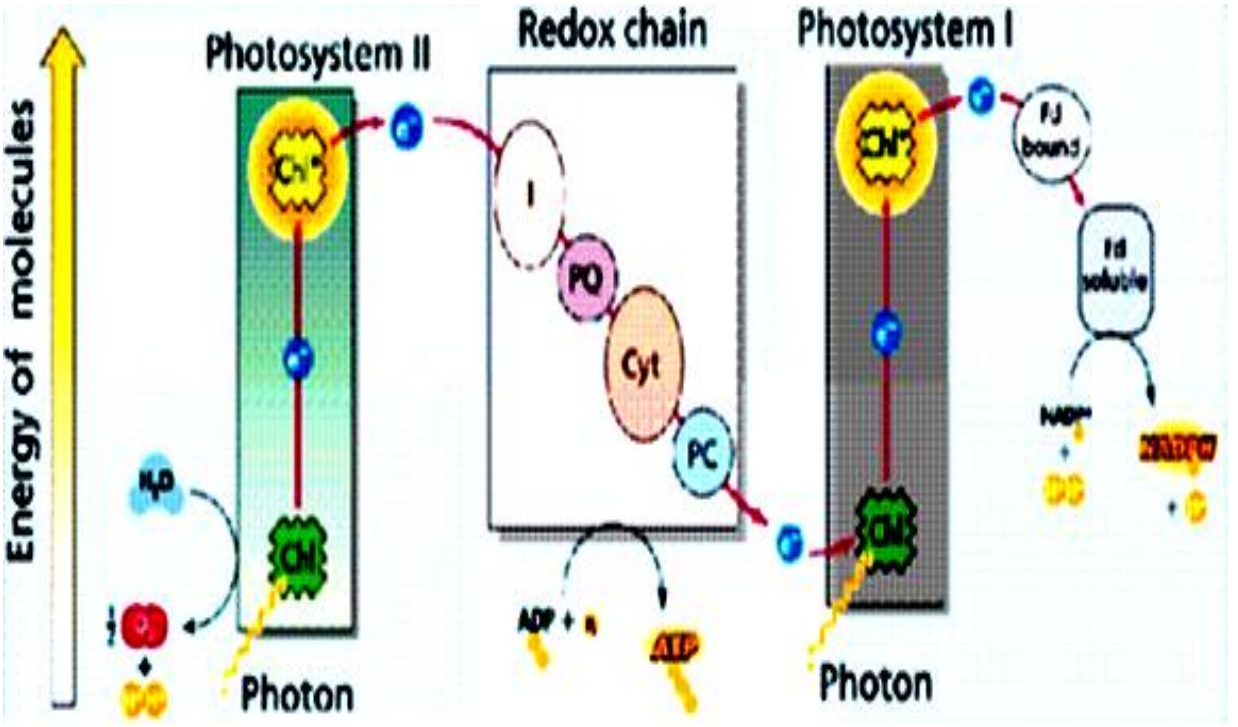
"Assimilatory power production"

تنتج القوة التمثلية في نوعين من الفسفرة الضوئية وهما الفسفرة الضوئية الغير دائرية Non-cyclic photophosphorylation و الفسفرة الضوئية الدائرية cyclic photophosphorylation.

1- الفسفرة الضوئية الغير دائرية Non-cyclic photophosphorylation

يشترك فيها النظامان الضوئيان PSI & PSII, حيث ينتقل الإلكترون الغنى بالطاقة من PSII إلى حوامل الالكترونات (PQ, Cyt b_6, Cyt f. PC) ثم إلى PSI ثم بعد ذلك إلى مادة Fd ومن Fd إلى NADP التى تتحد مع $2H^+$ (الناتج من تحلل الماء) وتتحول إلى $NADPH_2$ ويتكون ATP بين Cyt b_6, Cyt f.

إذا لم تستخدم الطاقة الناتجة من إثارة جزيء الكلوروفيل لفترة وجيزة أقل من الثانية فأنها تتبدد في صورة إشعاع Fluorescence.



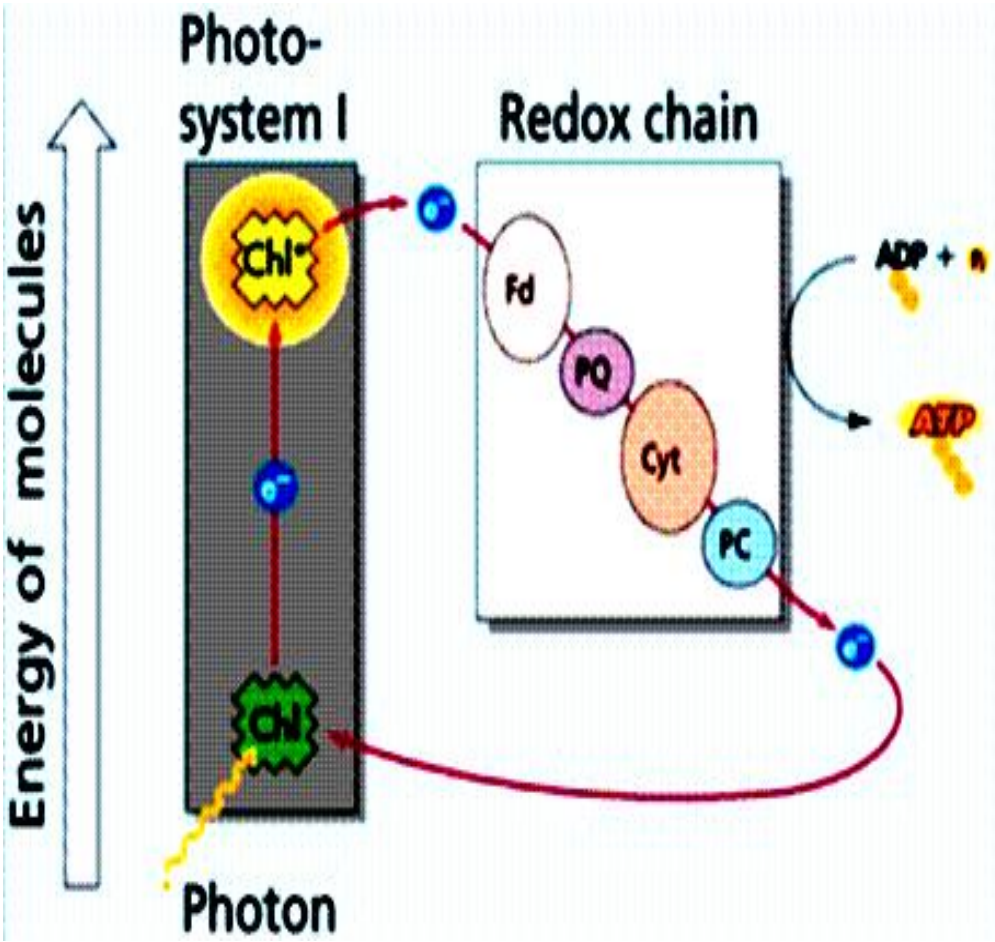
الفسفرة الضوئية الغير دائرية (11)

PQ: Plastoquinone, Cyt. b_6: Cytochrome b, Cyt. f: Cytochrome f, PC: plastocyanine, Fd: Ferredoxin.

2-الفسفرة الضوئية الدائرية Cyclic photophosphorylation

يعمل الضوء على خروج الإلكترون من PSI (700 نانومتر) ثم ينتقل الإلكترون الى حامل الالكترونات Fd ثم إلى الحوامل الإلكترونات (Cyt b_6, Cyt f. PC) بعد ذلك يعود الإلكترون مرة أخرى إلى PSI. يتكون هنا فقط ATP بين Cyt b_6, Cyt f.

هذه الفسفرة تؤثر بالسلب على قدرة البناء الضوئي. فعند الإضاءة أعلى من 680 نانومتر تتوقف الفسفرة غير الدائرية وهذا يؤثر بالسلب على تثبيت الكربون.



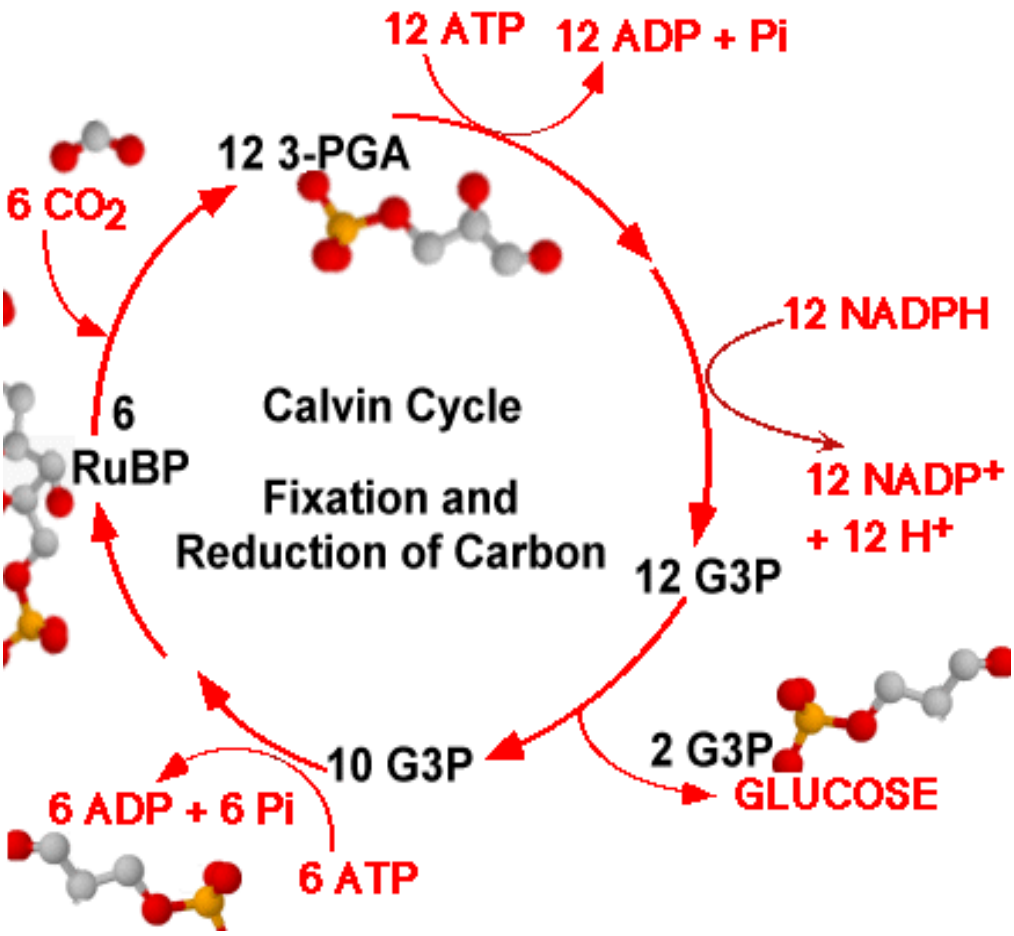
الفسفرة الضوئية الدائرية (12)

PQ: Plastoquinone, Cyt. b_6: Cytochrome b, Cyt. f: Cytochrome f, PC: plastocyanine, Fd: Ferredoxin.

ثانيـــا: تفاعل الإظلام أو تفاعل بلاكمان

Dark reaction or Blackman reaction

يسمى هذا التفاعل بتفاعل دورة كلفين والذي يتم بعديد من الخطوات التي تحفزها العديد من الإنزيمات. ويتم فيها اختزال ثاني أوكسيد الكربون إلى مواد كربوهيدراتية باستخدام $NADPH_2$ & ATP (نواتج تفاعل الضوء).



دورة كلفيـــــن (13)

العوامل المؤثرة على علمية البناء الضوئي

توجد عوامل داخلية (التي تختص بالنبات) وعوامل خارجية (التي تختص بالبيئية الخارجية).

العوامل الداخلية منها الكلوروفيل و الهرمونات وعمر الورقة. أما **العوامل الخارجية** سوف نذكر منها الضوء وتركيز ثاني أوكسيد الكربون و الماء ودرجة الحرارة والأوكسجين.

1- الضوء Light

ترتفع سرعة البناء الضوئي مع زيادة شدة الإضاءة. ولكن إلى مدى معين حيث يحدث ما يسمى بالتشبع الضوئي. وإذا زادت شدة الإضاءة عن هذا المدى يحدث ما يسمى بضربة الشمس Solarization.

من حيث الطول الموجى للضوء تصل كفاءة عملية البناء الضوئي إلى أقصاه عند موجات الضوء الأزرق و الأحمر.

2- تركيز ثاني أوكسيد الكربون CO_2 concentration

يمثل CO_2 أحد مداخلات عملية البناء الضوئي وبالتالي فان نقص تركيزه يؤدى إلى نقص في سرعة البناء الضوئي. يتأثر محتوى ثاني أوكسيد الكربون في الهواء الجوى بالرطوبة فعند ارتفاع مستوى الرطوبة في الجو يزداد تركيز ثاني أوكسيد الكربون.

3- الماء Water

يعتبر الماء أحد مداخلات عملية البناء الضوئي, ولكن مع وجود الماء بوفرة في النبات فان الماء ليس له دور مباشر في التأثير على البناء الضوئي. وإنما له دور غير مباشر حيث انه يمثل الوسط لتفاعلات الخلية كلها, فإذا حدث نقص في الماء تزداد لزوجة السيتوبلازم مما يؤدى إلى خفض سرعة التفاعلات. وعندما يكون الماء العامل المحدد للنبات فان النمو يتوقف بقلة الماء وتقفل الثغور (مكان دخول CO_2)وبالتالي تتأثر عملية البناء الضوئي.

4- درجة الحرارة Temperature

تختلف درجة الحرارة المثلى باختلاف النبات والبيئية التي يعيش فيها ومدى تأقلمه معها. أنسب درجات الحرارة للنباتات التي تعيش في المعتدل يكون مابين 10-35 درجة مئوية, ويلاحظ إن سرعة البناء الضوئي تزداد بارتفاع درجة الحرارة من 10الى 35 درجة مئوية لأغلب النباتات. ويؤدى رفع درجة الحرارة عن 35 درجة مئوية إلى انخفاض سرعة البناء الضوئي ويرجع ذلك إلى التأثير الضار للحرارة المرتفعة على البروتوبلازم وأيضا على الإنزيمات التي لها دور مهم في البناء الضوئي, وقد تؤثر الحرارة على عملية البناء الضوئي من خلال تحطيم بعض المركبات أو تراكم نواتج البناء الضوئي أو عدم نفاذية ثاني أوكسيد الكربون بالكمية الكافية أو زيادة التنفس.

5- الأوكسجين Oxygen

يمثل الأوكسجين أحد نواتج عملية البناء, ولابد من انطلاقه إلى الوسط الخارجي حتى لا يعوق عملية البناء الضوئي حيث أن الأوكسجين يمكن أن يتحد مع السكر الخماسي بدلا من ثانى أوكسيد الكربون فى وجود نفس الإنزيم الذي يعمل على اتحاد السكر الخماسي مع ثاني أوكسيد الكربون.

☒ثانيا: عملية الهدم Catabolism

عملية التنفس Respiration هي عملية من عمليات الهدم وهى عكس عملية البناء الضوئي, و تفاعلات التنفس تحكمها الإنزيمات وتؤدى في النهاية إلى إنتاج طاقة تثبت في مادة ATP. كما أن المركبات الوسطية لعملية التنفس يمكن إن يستفيد بها في تخليق مركبات أخرى لازمة للخلية مثل الدهون والبروتينات.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + energy$$

جهاز التنفس Respiration apparatus

الميتوكوندريا Mitachondria هي التي تحدث فيها عملية التنفس وقد سبق شرحها في الفصل الأول.

مراحل التنفـــــس

يوجد نوعين من التنفس هما التنفس اللاهوائي Anaerobic respiration (الذي يحدث في غياب الأوكسجين) والتنفس الهوائي Aerobic respiration (الذي يحدث في وجود الأوكسجين) .

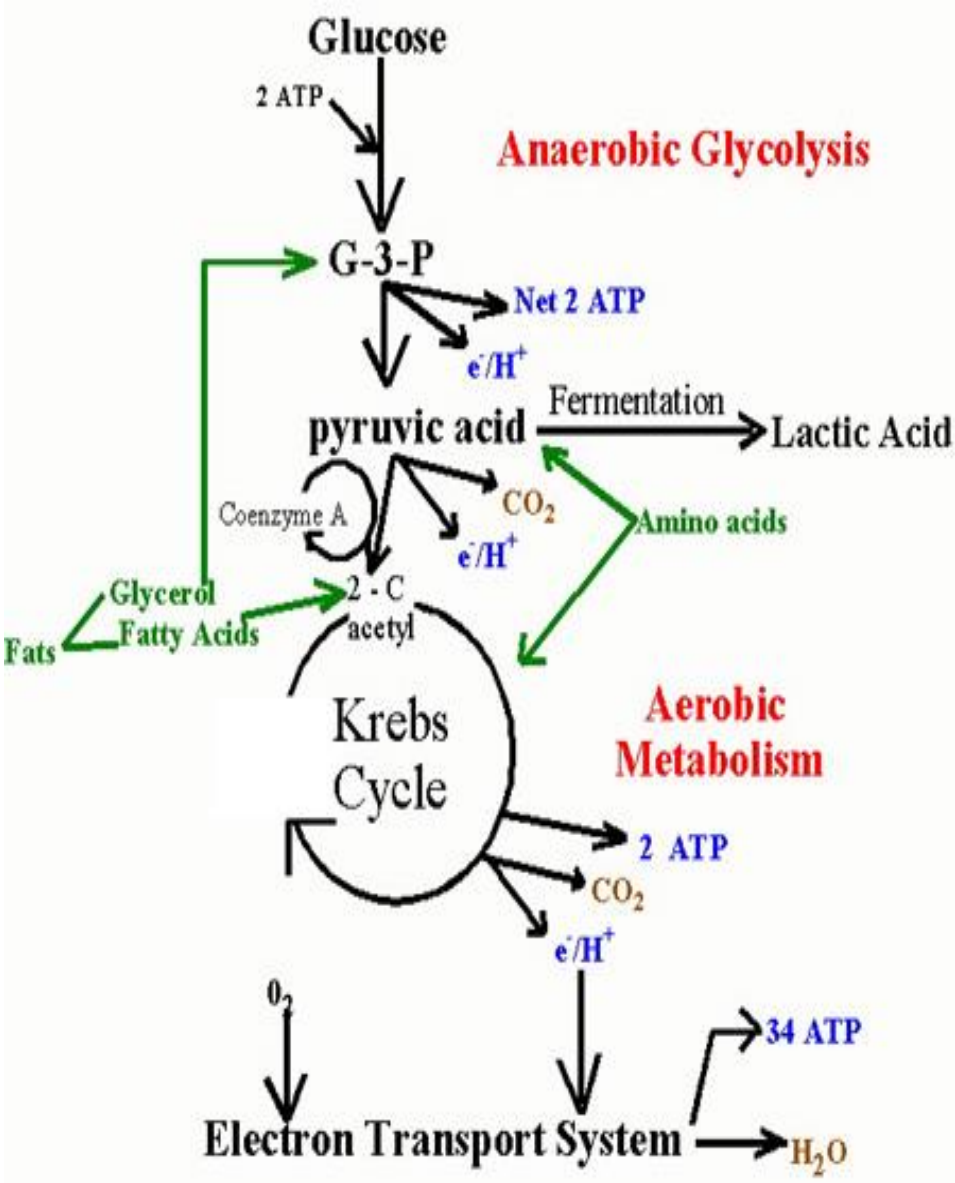
التنفس الهوائي يحتوى على ثلاثة مراحل هم:-

1-الجلكزة Glycolysis وتحدث فى السيتوبلازم.

2- دورة كربس Kerbs cycle تحدث فى الميتوكوندريا.

3-السلسلة التنفسية Respiratory chain تحدث فى الميتوكوندريا.

بينما التنفس اللاهوائى يحتوى على مرحلتين هما مرحلة الجلكزة Glycolysis وتحدث في السيتوبلازم (كما في التنفس الهوائي) ومرحلة التخمر Fermentation.



شكل يوضح عملية التنفس (14)

التنفس اللاهوائى Anaerobic respiration

أولا: مرحلة الجلكزة Glycolysis

مصطلح الجلكزة يعنى تحليل السكر وتحدث هذه المرحلة فى السيتوبلازم ويمكن تلخيص هذه المرحلة في المعادلة الآتية:

Glucose+2NAD+2ADP+2 iP ⟶ 2 pyruvate+ 2$NADH_2$+2ATP+ 2H_2O

iP= inorganic phosphate (فوسفات غير عضوي)

أهمية عملية الجلكزة Glycolysis

1- إنتاج جزيئان من كلا ATP & $NADH_2$, كل جزيء من NAD يتأكسد في وجود الأوكسجين إلى 3 جزيئات من ATP الغنى بالطاقة.

2- تكوين مركبات وسطية يمكن استخدامها في عمليات أخرى بنائية.

3- إنتاج حامض البيروفيك الذي يدخل في تحولات أخرى لتكميل تكسيره لينتج طاقة كبيرة.

ثانيا: مرحلة التخمر Fermentation

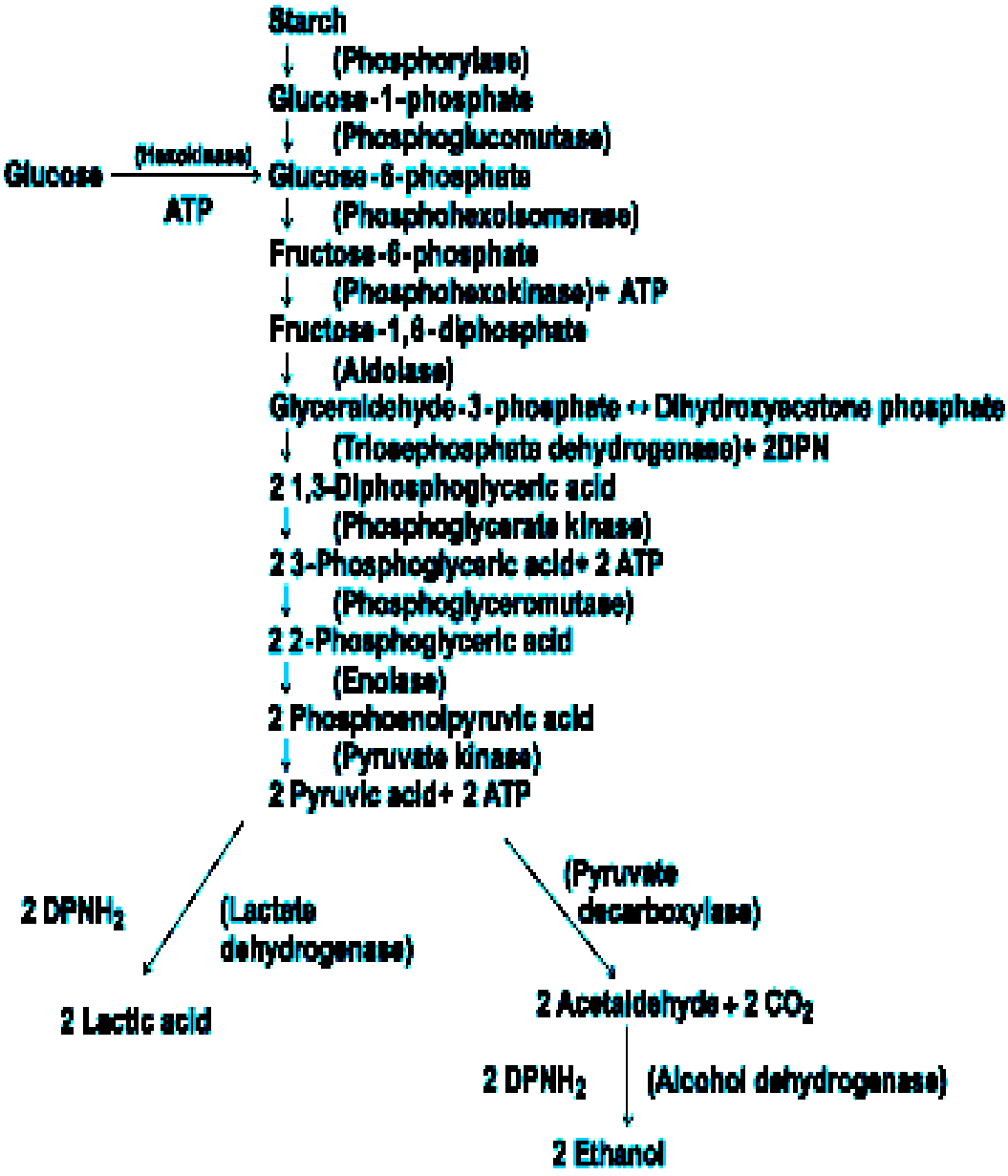
يوجد نوعين من التخمر هما:

أ- التخمر اللاكتيكى Lactic fermentation

هو أبسط أنواع التخمر حيث يتم تحويل حامض البيروفيك إلى حمض الاكتيك, هذا التخمر يوجد في الكائنات الدقيقة.

ب- **التخمر الكحولي Alcoholic fermentation**

وفي هذا التخمر يتم خروج جزيء ثاني الأوكسجين من حامض البيروفيك ويبقى الأسيتالدهيد الذي يختزل إلى كحول ايثلى في وجود $NADH_2$.

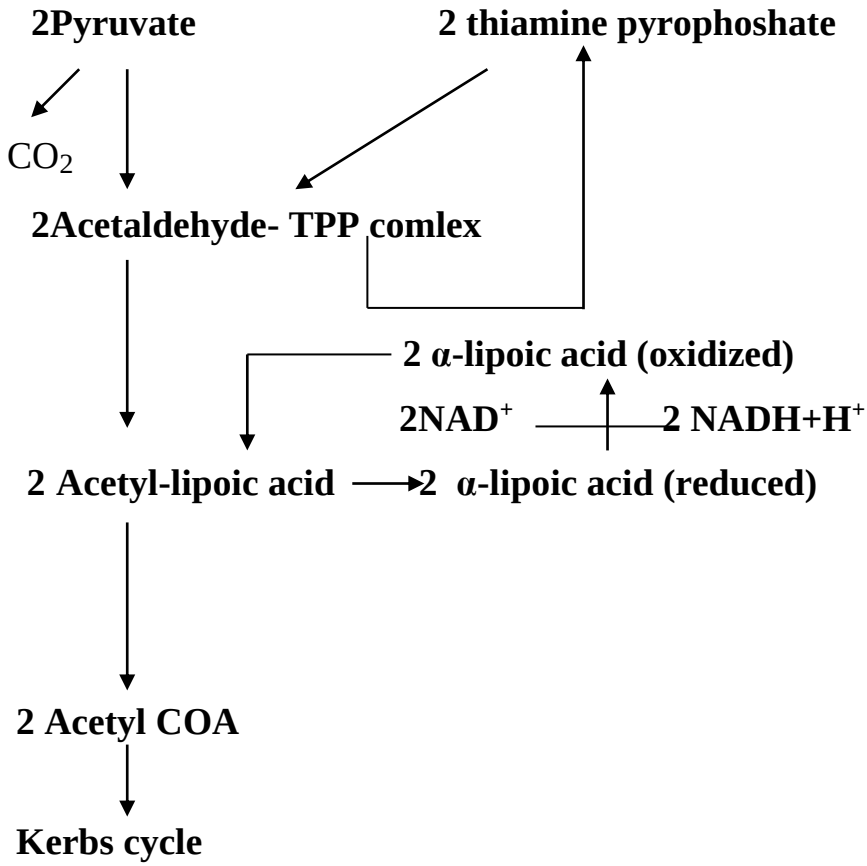


التنفس اللاهوائى (15)

التنفس الهوائى Aerobic respiration

تـتم فيـه **مرحلـة الجلكـزه** كمـا فـي التـنفس اللاهـوائى, وينـتج جزيئـان مـن حـامض البيروفيك اللذان يدخلان فى دورة كربس Krebs cycle.

قبـل دخـول حـامض البيروفيـك فـي **دورة كـربس** يـتم تحويلـه إلـى أسـيتايل المسـاعد الانزيمى أ Acetyl-COA كما هو مبين في الشكل التالي.



تحويل حامض البيروفيك (Pyruvic acid) إلى أسيتايل المساعد الانزيمى أ (Acetyl-COA) (16)

تبدأ **دورة كربس** Krebs cycle بتكاثف Acetyl-COA مع Oxaloacetic acid لتكوين حامض الستريك Citric acid وفي النهاية يعاد تكوين Oxaloacetic acid بعد المرور فى سلسلة من التفاعلات تحفزها العديد من الإنزيمات.

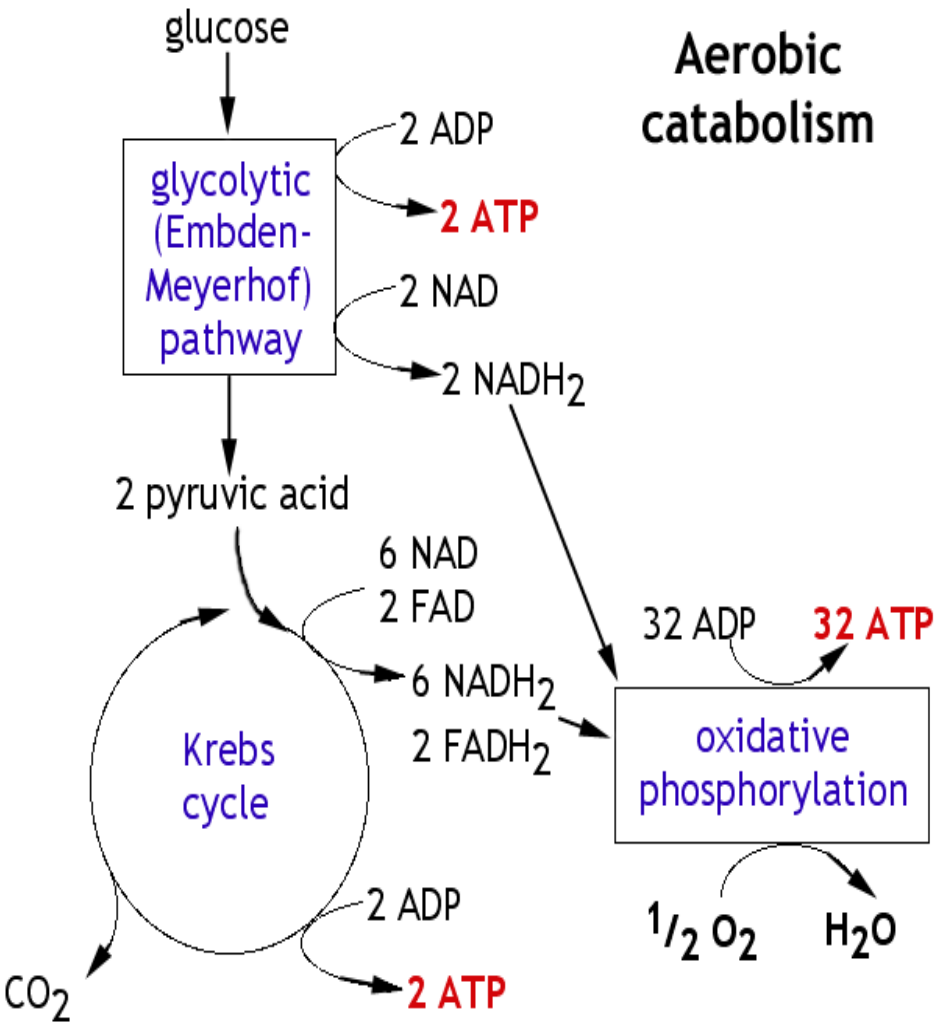
وظيفة دورة كربس Krebs cycle

1- إنتاج 4 جزيئات من $NADH_2$, جزيء من $FADH_2$, جزيء من GTP و تحرير جزيء من CO_2 لكل جزيء من حامض البيروفيك.

2- تكوين مركبات وسطية يمكن سحبها من الدورة واستخدامها في تخليق مركبات أخرى يحتاجها النبات.

السلسلة التنفسية Respiratory chain

هي المرحلة الثالثة والأخيرة من عملية التنفس الهوائي . حيث يتم تحويل كلا من $NADH_2$, $FADH_2$ إلى FAD,NAD وتنطلق الطاقة في شكل جزيء ATPالغنى بالطاقة, ويتحد الهيدروجين الناتج مع الأوكسجين مكونا الماء يتم ذلك كله أثناء انتقالات الالكترونات.



التنفس الهوائى (17)

☒ **العوامل المؤثرة على معدل التنفس**

1- الأوكسجين Oxygen

تقل سرعة التنفس عندما تقل كمية الأوكسجين, وإذا قل الأوكسجين بكمية أكثر تحول التنفس الهوائي إلى تنفس لاهوائى. و لا يعتبر الأوكسجين عاملا محددا لعملية التنفس تحت الظروف الطبيعية حيث أن تركيزه بالجو كافيا للتنفس الهوائي.

2- درجة الحرارة Temperature

مع ارتفاع الحرارة تزداد سرعة التنفس ولكن إلى حد معين وبعدها تبدأ السرعة فى الانخفاض. وترجع انخفاض سرعة التنفس إلى تأثير درجة الحرارة المرتفعة على الإنزيمات حيث يحدث لهذه الإنزيمات عملية Denaturation.

3- إتاحة مادة التفاعل Substrate availability

توجد أولويات في مادة التفاعل حيث يبدأ التنفس باستخدام السكريات ثم الدهون ثم البروتينات. ويعتبر هدم البروتينات ضار بالخلايا. مع استمرار هذا الهدم تفقد الخلايا الحياة.

4- الضوء Light

يؤثر الضوء على عملية التنفس تأثيرا مباشرا بزيادة حرارة الأنسجة النباتية مما يؤدى إلى زيادة التنفس. أو بطريق غير مباشر بتشجيع عملية البناء الضوئي الذي ينشأ عنها تكوين السكريات التي تعمل كمادة تفاعل لعملية التنفس.

أيض الدهون Lipid metabolism

المركبات الدهنية لها أهمية في النبات حيث أنها تمثل مخزونا للطاقة, كما أن بعض هذه المركبات تمثل طبقات واقية للأجزاء الخضراء للنبات ووجد لهذه المركبات دورا في حماية النبات من التغيرات البيئية الغير ملائمة لحياته.

تقسيم الدهون Lipid division

تقسم الدهون حسب تركيبها الكيميائي إلى

1- الليبدات البسيطة Simple lipids

هي استرات الأحماض الدهنية مع كحوليات مختلفة وتنقسم إلى

أ) الدهون و الزيوت Fats&Oils: وهى استرات الأحماض الدهنية مع الجليسرول.

ب) الشموع waxes: وهى استرات الأحماض الدهنية مع كحوليات أخرى غير الجليسرول.

2- **الليبدات المركبة compound lipids**

هي عبارة عن دهون مرتبطة مع مركبات أخرى وتشمل الأتي:

أ) الفسفوليبدات Phospholipids

وهى مشتقات من الجليسرول الذي يستبدل أحد الأحماض الدهنية فيه بحمض الفوسفوريك الذى يربط بمركبات ازوتية مثل اللشين Lecithin.

ب) الجليكوليبيدات Glycolipids

وهى مركبات دهنية مرتبطة بمواد كربوهيدراتية. ولم يتأكد من وجودها في النبات.

ج) الكيوتين والسوبرين Cutin & suberin

مركبات متشابهة إلا في الأحماض الدهنية التي تكون كل منهما.

الدهون و الزيوت Fats &Oils

هي مركبات متجانسة كيميائيا ولكنها مختلفة فيزيائيا. حيث أن الزيوت سائلة بينما الدهون متصلبة تحت درجات الحرارة العادية. وكل من الزيوت والدهون يتكون من أحماض دهنية ذات سلاسل طويلة من ذرات الكربون حيث تحدث أسترة لثلاثة من هذه الأحماض مع ثلاث مجموعات من الهيدروكسيل للجلسيرول Glycerol.

وتسمى الدهون والزيوت غالبا مركبات ثلاثية الجليسريد Triglycerides. و يشملها تركيب عام واحد. الفوارق المختلفة بين الدهون والزيوت يحكمها شكل وتركيب الأحماض الدهنية الداخلة في تركيب الدهون والزيوت.

وفى الطبيعة تتم غالبا الأسترة مع ثلاث أحماض دهنية مختلفة, وقد يحث أن يكون حامضان متشابهان والثالث مختلف (0.9%) وقد تكون مع ثلاث أحماض متشابهة (0.1 %). وهذا يسمى بقانون عدم التجانس Law of heterogeneity أما فى الصناعة فانه يمكن أن تتم الأسترة للمواقع الثلاثة مع حامض دهني واحد فقط.

الدهون تحمل دائما أحماض دهنية متشبعة (تحمل روابط فردية) لذلك الدهون تكون متصلبة بينما الزيوت تحتوى على أحماض دهنية غير مشبعة (تحمل روابط زوجية) لذلك تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة.

التحويلات الأيضية للدهنية Lipid metabolism

الدهون لا تذوب فى الماء ولكنها تذوب فى المذيبات العضوية مثل الكورفورم, و المكونات الأساسية للدهون هي

1- الجليسرين Glycerol وهو يحتوى على ثلاث مجموعات من الهيدروكسيل.

2- الأحماض الدهنية Fatty acids وتتكون من سلسة من ذرات الكربون تبدأ بالعدد ثمانية ثم تزداد زوجيا, ويوجد ما هو فردى ولكنه في النبات فقط.

أولا : تخليق الدهون (عملية البناء) Synthesis of fats

تخليق الدهون يحتوى على:

1- تخليق الأحماض الدهنية.

2- تخليق الجليسرين.

3- الأسترة بين الجليسرين والأحماض الدهنية.

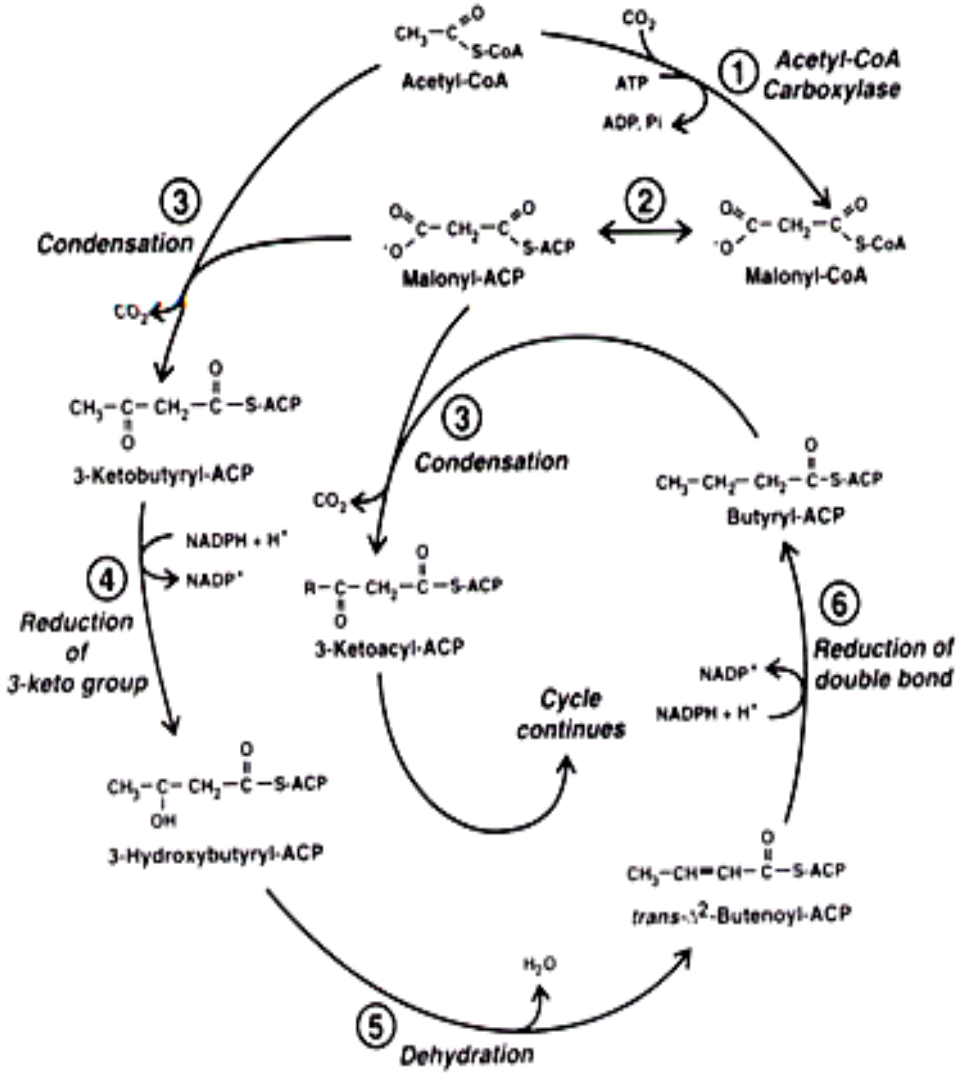
1- تخليق الأحماض الدهنية Synthesis of fatty acids:-

تبنى الأحماض الدهنية من Acetyl COA الذي يتكون أثناء عملية التنفس . حيث يحدث أن يتكاثف عدد من Acetyl COA (الذي يحتوى على ذرتين من الكربون) على التوالي حتى يتكون الحامض الدهنى المطلوب. في وجود العديد من الإنزيمات, وثاني وأكسيد الكربون ,وفى وجود ATP, وعنصر المنجنيز, ومعقد الإنزيم البيوتين و وجود $NADPH_2$.

عملية تخليق الأحماض الدهنية أسرع كثيرا في الضوء عن الظلام, حيث يتكون في الضوء $NADPH_2$&ATP.

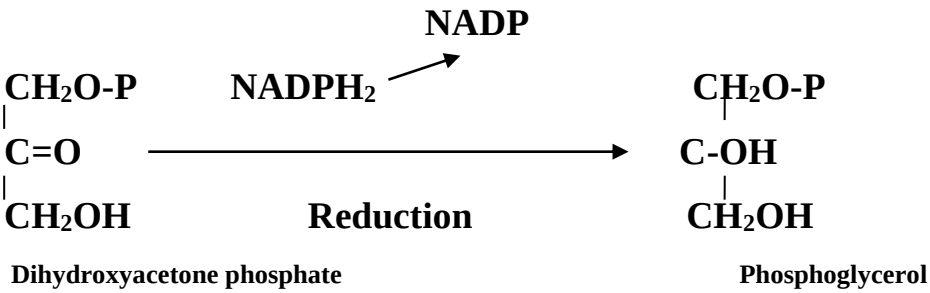
2- تخليق الجليسرين Synthesis of glycerol

يتم بناء الجليسرول من عدة طرق منها تخليق الجليسرول من Dihydroxyacetone phosphate (DAP) الذي يتكون أثناء عملية البناء الضوئي وعملية التنفس .



ACP = acyl carrier protein

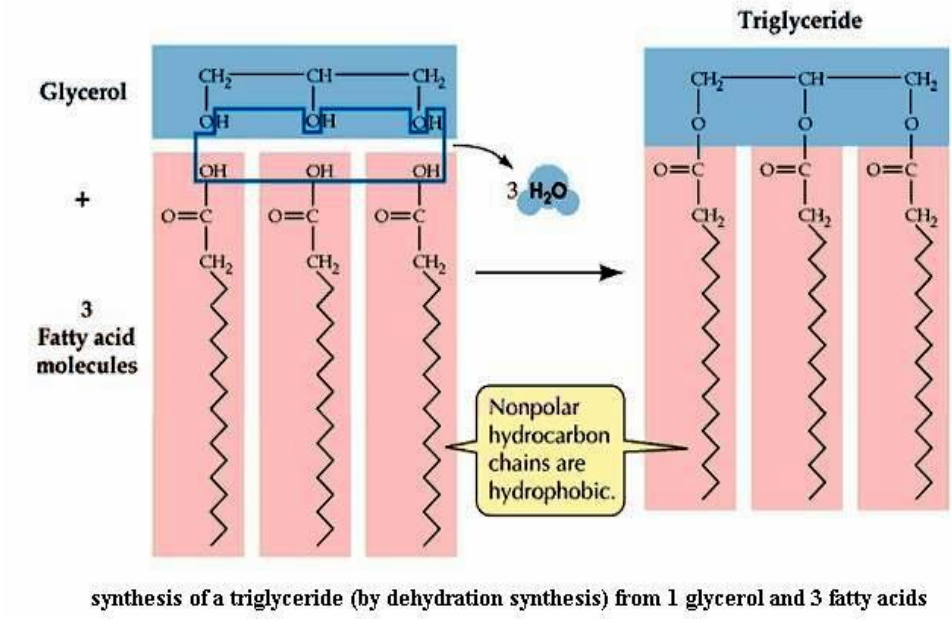
تخليق الأحماض الدهنية من أستيل المساعد الانزيمى أ (18)



تخليق الجليسرول من DAP

3- الأسترة بين الجليسرين والأحماض الدهنية Esterfication.

تتم الأسترة بين الجليسرين وثلاثة من الأحماض الدهنية لتعطى الدهون وذلك بفقد جزيء الماء.



synthesis of a triglyceride (by dehydration synthesis) from 1 glycerol and 3 fatty acids

تخليق مركبات ثلاثية الجليسرايد (19)

ثانيا : تحلل الدهون (عملية الهدم) Degradation of fats

تحلل الدهون للحصول على الطاقة في صورة جزيئات من ATP الغنية بالطاقة.

و يبدأ تحلل الدهون بتكسيره إلى جليسرول وأحماض دهنية بواسطة إنزيم Lipase. ثم يدخل الجليسرول في بناء السكريات أما الأحماض الدهنية فتهدم من خلال عملية الأكسدة.

أكسدة الأحماض الدهنية Oxidation of fatty acids

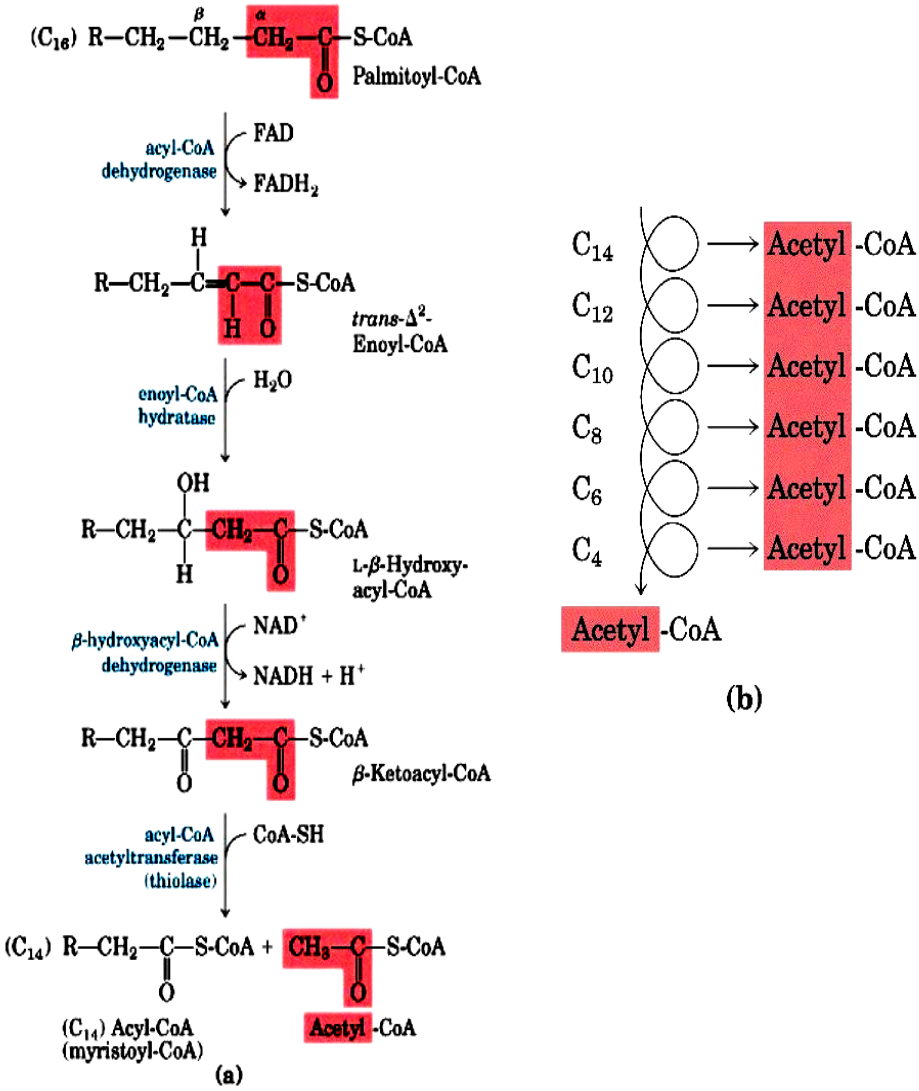
يوجد نوعان من أكسدة الدهون هما أكسدة بيتا β- oxidation & ∞- oxidation

أكسدة بيتا الأحماض الدهنية β- oxidation

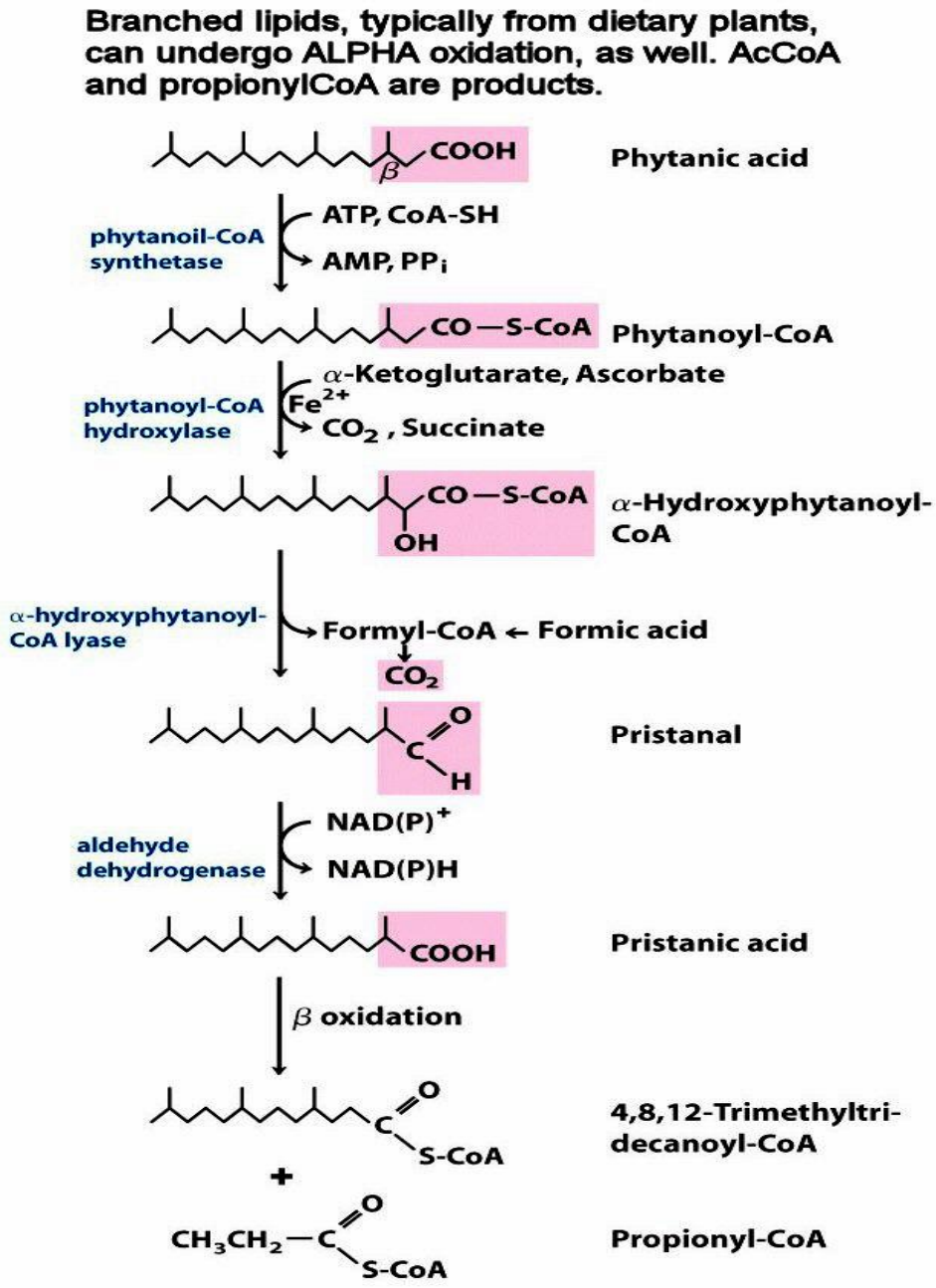
في هذه الأكسدة يتم أكسدة ذرة الكربون رقمβ في كل مرة تتم هذه الأكسدة. وذرة الكربون β (هي ذرة الكربون رقم3). ومع عدد من الإنزيمات المعينة تتحول السلسلة في النهاية الى عدد من أستيل المساعد الانزيمى أ .

أكسدة ألفا الأحماض الدهنية ∞- oxidation

هذه الأكسدة توجد فقط فى النبات. لأن النبات هو الذي قد يحدث فيه أن يكون أحد الأحماض الدهنية أحادى الكربون (Odd-numbered). وبالتالي لابد من تحويله إلى حامض دهني زوجي الكربون(Even-numbered). في هذه الأكسدة يتم سحب جزيء من CO_2 من الحامض الدهنى أحادى الكربون وبالتالي يتحول إلى حامض دهنى زوجي الكربون وبعد ذلك تتم أكسدة بيتا β- oxidation.



أكسدة بيتا للأحماض الدهنية (20)



أكسدة ألفا للأحماض الدهنية (21)

التحولات النيتروجينية Nitrogen metabolism

يمثل النيتروجين (N) العنصر الرابع من حيث تكوين النبات بعد C, H, O . لأنه أحد مكونات البروتينات و الأحماض النووية و الهرمونات و الكلورفيللات و الفيتامينات و الكثير من المركبات الأولية و الثانوية المهمة فى النبات.

تثبيت النيتروجين Nitrogen Fixation

يمثل النيتروجين أكثر من 78% من الهواء الجوى ويوجد في شكل نيتروجين جزيئي (N_2) وهو خامل وليس للنبات قدرة على كسر الرابطة القوية بين ذرتي النيتروجين .

في الغالب يحصل النبات على النيتروجين في صورة أمونيا, بالتالي يجب اختزال النيتروجين الجوى إلى أمونيا (NH_3). يطلق على عملية اختزال النيتروجين الجوى إلى أمونيا بعملية تثبيت النيتروجين Nitrogen Fixation

ويثبت النيتروجين الجوى عن طريق:

1- حوادث الجو الطبيعية مثل البرق حيث تقوم الطاقة المنطلقة بتحويل النيتروجين إلى أكاسيد النيتروجين و التي تنزل مع المطر إلى التربة في صورة حامض النيتريك (HNO_3), وتمثل 10% سنويا من الكمية التي تثبت على سطح الأرض.

2- الصناعة وتمثل حوالى 15%, وهى مكلفة وتحتاج إلى طاقة عالية وضغط عال جدا.

3- الكائنات الدقيقة, وتمثل حوالى 75%.

تثبيت النيتروجين بيولوجيا Biological nitrogen Fixation

الكائنات التي تثبت النيتروجين تسمى بمثبتات النيتروجين Nitrogen fixers ومنها ما يعيش متحررا ومنها ما يعيش في تكافل مع النباتات الرقية. وتحتوى هذه الكائنات إنزيم Nitrogenase الذى يحول النيتروجين الجوى إلى أمونيا.

أ) مثبتات النيتروجين الحرة Free nitrogen fixers

هذه المثبتات منها ما يعيش هوائيا مثل Azotobacter . وغالبيتها لا هوائية ومنها بكتريا البناء الضوئي.

وكذلك تقوم الطحالب الخضراء المزرقة مثل النوستوك بتثبيت النيتروجين الجوى, وتسمى هذه العملية بتثبيت النيتروجين لا تكافليا Asymbiotic nitrogen fixation .

ب) مثبتات النيتروجين التكافلية Symbiotic nitrogen fixers

تقوم هذه عملية بواسطة البكتريا التي تعيش في العقد البكتريا (هذه العقد توجد فى النباتات الرقية). مثال للعلاقة التكافلية هو التكافل بين البكتريا (بكتريا Rhizobia) و البقوليات.

تثبيت النيتروجين تكافليا في البقوليات

تبدأ عملية التثبيت بهجوم من البكتريا على جذر النبات وتنتهي بتكوين العقد.

ومحصلة اختزال النيتروجين إلى أمونيا موضح في المعادلة الآتية

$$8H + 8\,e^- + N_2 + 16\,ATP \longrightarrow 2NH_3 + H_2 + 16\,ADP + 16\,Pi$$

ويساعد على عملية التثبيت إنزيم Nitrogenase وهو معقد انزيمى.

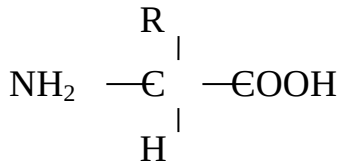
بناء النيتروجين المثبت Nitrogen Assimilation

تتحول الأمونيا الناتجة من تثبيت النيتروجين الى نيتروجين عضوي بعد انتقالها من العقد إلى العائل في العديد من المركبات العضوية. وكل النباتات تستطيع أن تبنى NO_3^- في مركبات عضوية وتستهلك هذه العملية طاقة حتى تتحول النيترات إلى أمونيا ثم تدخل الأمونيا في بناء المواد العضوية.

$$NO_3^- \xrightarrow{\text{Nitrate reductase}} NH_3$$

تحولات الأحماض الأمنية Amino acids metabolism

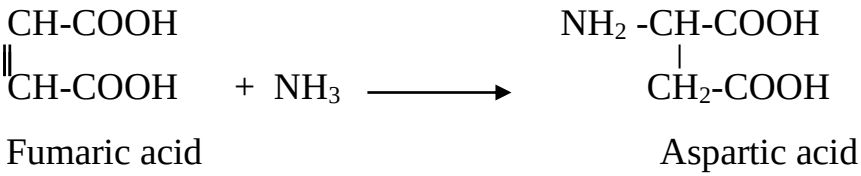
الصيغة العامة للأحماض الأمنية هي



-R تتغير على حسب الحامض الأمينى

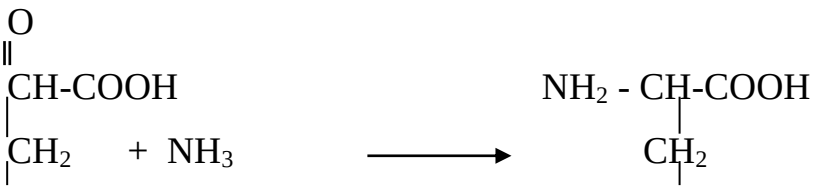
بناء الأحماض الأمنية Assimilation of amino acids

1- عن طريق إضافة الأمونيا إلى أحماض غير مشبعة



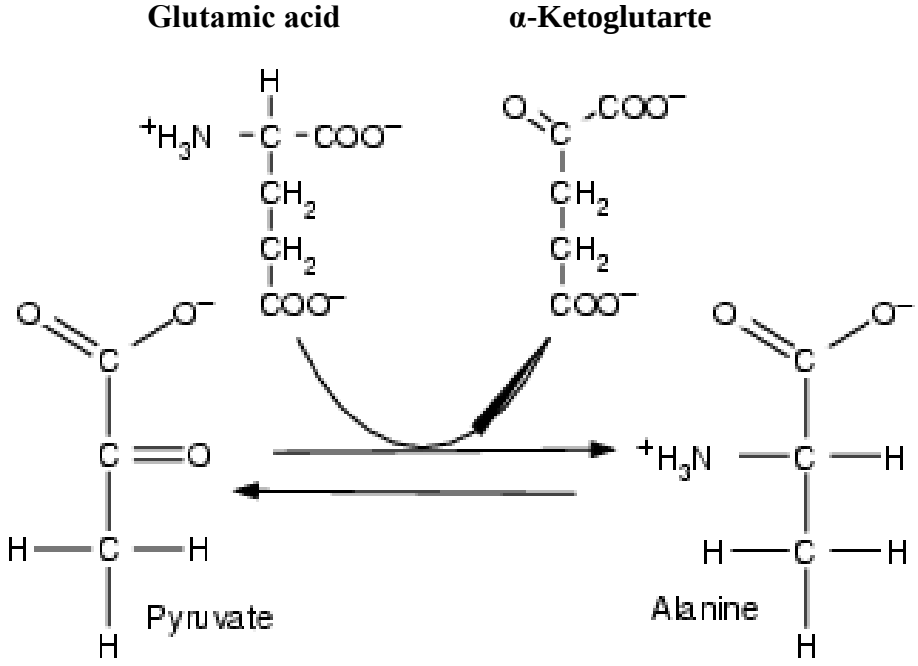
Fumaric acid Aspartic acid

2- تفاعل الأمونيا مع أحماض عضوية وتسمى Reductive amination



α-Ketoglutarte Glutamic acid

3- النقل الأمينى Transamination



هدم الأحماض الأمنية Degradation of amino acids

يحدث هدم للأحماض الأمنية تحت الظروف الغير طبيعية لإنتاج الطاقة. مثال لذلك تكسير alanine .

Alanine + H_2O $\xrightarrow{\text{amino acid oxidase}}$ **Pyruvic acid + NH_3**

البروتينات Proteins

تتكون البروتينات من تكرارية أحماض أمنية مختلفة ذات أوزان جزئية عالية جدا. والأحماض الأمنية التي تدخل في بناء البروتينات عبارة عن 20 حمض أميني, وهذه الأحماض يوجد لها تكرارات لذلك تتكون أعدد من البروتينات غير محدودة.

تركيب البروتين Structure of protein

يوجد أربعة أنواع من البروتين وهى التركيب الأولى Primary structure و التركيب الثانوي Secondary structure التركيب من الدرجة الثالثة Tertiary structure والتركيب من الدرجة الرابعة Quaternary structure.

نمو وتكشف النبات Plant growth and development

النبات يبدأ بخلية واحدة وهى الزيجوت Zygote التي تنمو وتتشكل إلى أنسجة كثيرة ومتباينة في الوظيفة.

البذرة هي أساس نشأة النبات وهى عبارة عن نتاج عملية الإخصاب بين المشيج المذكر و البويضة, **وتتكون البذرة من:-**

أ- غطاء البذرة Seed coat (القصرة Testa).

ب- الجنين Embryo ويحتوى الجنين إما على فلقة Monocotyledonous أو فلقتين Dicotyledonous.

ج- الاندوسبيرم Endosperm هو عبارة عن مخزون المواد الغذائية التي تغدي الجنين,ولا يوجد الاندوسبيرم في جميع البذور, حيث بذور الفلقة الواحدة بها اندوسبيرم بينما بذور الفلقتين بعضها يوجد بها اندوسبرم والبعض الأخر لا يوجد بها.

الإنبات Germination

الإنبات هو عملية اختراق الجذير أغلفة البذرة ثم امتداد الخلايا في السويقة حتى تخرج من أغلفة الجنين ويمر ذلك في ثلاثة أطوار:-

1- الطور الطبيعي Physical phase

هذه المرحلة غير **ذاتية التغذية لأن المصدر الغذائي هو المواد المختزنة في البذرة, ويحدث هذا الطور عندما تنقع البذور في الماء أو وضعها في تربة رطبة مناسبة للإنبات.**

2- الطور البيوكيميائى Biochemical phase

مرحلة وسطية بين التغذية الغير ذاتية و التغذية الذاتية, حيث تنتقل المواد المختزنة الذائبة من الاندوسبيرم إلى الجنين و يتم ذلك في وجود الإنزيمات و الأوكسجين التي تحول المواد المختزنة المعقدة إلى مواد بسيطة ذائبة.

3- **الطور الفسيولوجي Physiological phase**

في هذا الطور تتمزق القصرة وتظهر الريشة فوق سطح الأرض وينمو الجذير إلى أسفل, وتبدأ التغذية الذاتية بعد استنزاف المواد المختزنة.

يوجد نوعان من الإنبات هما:-

أ- **الإنبات الأرضي Hypogeal germination**

وفيه تبقى الفلقات تحت سطح الأرض, مثال لذلك الإنبات في نبات الفول.

ب- **الإنبات الهوائي Epigeal germination**

فيه ترتفع الفلقات فوق سطح الأرض وتبقى خضراء (أوراق خضراء) وتساعد في عملية التمثيل الضوئي. مثال لذلك الإنبات في نبات الخروع.

وقد يحدث للجنين كمون, هذا الكمون يرجع أما لأسباب داخلية ومن هذه الأسباب وجود قصرة غير منفذة للماء, صلابة القصرة , نقص الهرمونات والإنزيمات في الجنين. أولأسباب خارجية (عوامل بيئية) منها عدم توافر الأوكسجين , عدم وجود الماء الكافيء للإنبات, وجود تركيز عال من ثاني أوكسيد الكربون و الأملاح.

بعد عملية النمو تبدأ مرحلة النمو والتكشف التي تحكمها كثير من الجينات و الهرمونات.

النمو Growth

هو الزيادة الغير رجعية فى حجم أو وزن النبات نتيجة انقسام واستطالة الخلايا وبالتالي وزن النبات الكامل ويمكن الاستدلال على النمو من خلال:-

تقدير عدد الخلايا number of cell - تقدير مساحة الأوراق Leaves area - الوزن الطازج Fresh weight - الوزن الجاف Dry weight.

الوزن الطازج لا يعبر دائما عن النمو الحقيقي لأنه يحدث تغير في المحتوى المائي في الأوقات المختلفة لاختلاف سرعة النتح.

قد يحدث زيادة في الحجم دون الاستمرار في الانقسامات في الخلايا لفترة معينة وبعدها تبدأ الانقسامات في الاستمرار لذلك فان الزيادة في الحجم ليس دائما مناسبة لقياس النمو.

التشكيل والتمايز Differentiation

هو عبارة عن التمييز الذي يؤدى إلى تغير شكل ووظيفة الخلايا داخل الأنسجة لتكوين تراكيب مميزة في الوظيفة, وهو ملازم للنمو . ويطلق مصطلح التمييز عند التحدث عن كل حالة تحدث للخلايا المرستيمة عند تميزها إلى أنواع من الخلايا التي تدخل في تكوين أنسجة مختلفة.

التكشف Development

هو المحصلة الكلية للنمو والتمايز في تسلسل محدود أو الانتقال من مرحلة إلى مرحلة أخرى من مراحل التطور.

ويمكن دراسة التكشف من خلال طريقتين هما:-

1- الدراسة المورفولوجية Morphological study : يتم فيها دراسة التغيرات التركيبة والتشريحية.

2- الدراسة الفسيولوجية Physiological study: يتم فيها دراسة العمليات الحيوية والكيميائية.

ولكي نصل إلى الفهم الصحيح لابد من استخدام الطريقتين في الدراسة.

خطوات نمو الخلايا وتكشفها

المسئول عن الزيادة في النمو هي المناطق المرستيمة الأولية Primary meristem التي توجد في القمم النامية للنبات.

نمو وتكشف الخلايا يتم في ثلاثة مراحل هما:-

انقسام الخلايا Cell division- زيادة حجم الخلايا Cell enlargement – تمايز الخلايا Differentiation.

العوامل التي تؤثر في النمو

يتأثر النمو بالعديد من العوامل منها ما يكون فسيولوجي يخص النبات نفسه ومنها ما يكون بيئي (عوامل خارجية), سوف نذكر بعض العوامل البيئية.

1- **الماء Water**

له تأثير واضح على عملية النمو حيث يمثل الوسط المناسب لإتمام التفاعلات الحيوية التي تحدث في الخلايا. كما أنه يساعد على امتصاص الأملاح المعدنية التي يحتاجها النبات وانتقالها في الخلايا.

2- **الأوكسجين Oxygen**

الأوكسجين عامل أساسي في عملية التنفس التي يتم من خلالها إنتاج الطاقة. كما يمكن سحب من عملية التنفس مركبات تدخل في بناء كثير من المواد مثل البروتينات.

3- **الضوء Light**

يؤثر الضوء على النمو من حيث شدته Light intensity وطوله الموجى Light quality ومدة إضاءته Light periodicity.

شدة الضوء Light intensity:- لابد أن تكون شدة الضوء مناسبة لعملية البناء الضوئي. أما إذا زادت أو انخفضت فتؤثر بالسلب على البناء الضوئي وبالتالي يتأثر النمو.

الطول الموجى للضوءLight quality:- عملية البناء الضوئي تكون أعلى ما تكون في وجود الضوء الأزرق والأحمر عن ألوان الضوء الأخرى. الضوء الفوق بنفسيجى والتحت الأحمر ضارين بالنبات.

مدة الضوء Light periodicity:- تؤثر مدة الإضاءة على النمو وتكوين الأزهار.

ضبط النمو و التكشف Regulation of growth and development

يحكم عملية ضبط النمو والتكشف ثلاثة عوامل هي العوامل لجينية والعوامل الهرمونية و العوامل البيئية. ولا يمكن فصل أي من هذه العوامل حيث كلها مرتبطة معا.

أولا:- الضبط الجيني Genetic regulation

تحتوى كل خلية على منظومة من المعلومات الخاصة بها, وهذا يعنى أنه يوجد العديد من الجينات في الخلية التي تعمل وتعبر عن دورها عند اللزوم وتوافر الظروف لها. وبالتالي يمكن لهذه الخلية أن تنقسم بالتوالي. وتتشكل الخلايا الجديدة في أشكال مختلفة وفى النهاية تكون النبات كاملا ويتم ذلك من خلال عملية النسخ Transcription (تخليق RNA من تتابع من DNA) ثم ترجمة المعلومات التي يحملها RNA المخلق (Translation) ثم بناء البروتين.

لا تعمل كل الجينات معا في نفس الوقت ولكنها تعمل على حسب عملية التكشف.

2- الضبط الهرموني Hormonal regulation

تلعب الهرمونات دور المراسل الكيميائي الذي يحمل المعلومات من الخلايا. كما تعمل على تنظيم سرعة التفاعلات في الخلايا.

3- الضبط البيئي Environmental regulation

بعض العوامل لها دور واضح في ضبط التكشف مثل الضوء ودرجة الحرارة و الرطوبة والعناصر المعدنية. يؤدى التغير البيئي إلى تخليق بعض الهرمونات وتعديل دور الجينات.

الهرمونات النباتية Plant hormones

كلمة هرمونات Hormones هى كلمة يونانية تأتى من كلمة Harmao بمعنى ينشط To stimulate.

الهرمونات عبارة عن مواد عضوية طبيعية , تتخلق فى موقع (Site of synthesis) وتعمل في موقع أخر (Site of action) والتي عند تركيزات منخفضة جدا تعطى أثرا واضحا على بعض العمليات الفسيولوجية.

الكالسيوم البوتاسيوم لهما تأثير واضح مثل الهرمونات على النبات ولكنها ليست هرمونات لأنها مواد غير عضوية. كما أن بعض المواد العضوية مثل السكروز له تأثير يشبه الهرمونات لكن لا يعتبر هرمونا لان لكي يظهر تأثيره لابد من وجوده بتركيز عال.

تعمل الخلايا الموجودة فيها الهرمونات على ربط الهرمون بالبروتين المستقبل حيث تسمى هذه الخلايا بالخلايا الهدفية Target cells (التي يهدف الهرمون التأثير عليها), قد يتغير شكل البروتين عند ارتباطه بالهرمون مما يؤدى إلى زيادة التأثير الهرموني ويطلق على هذه الزيادة Amplification.

يوجد خمس مجموعات من الهرمونات:-

1- الأكسينات Auxins.

2- الجبريلينات Gibberellines.

3- السيتوكينينات Cytokinines.

4- حامض الأبسيسك Abscisic acid.

5- الاثيلين Ethylene.

الأكسينات Auxins:-

يمثل أندول حامض الخليك Indol-3-acetic acid الأكسين الأساسي في النبات. وهو يتخلق من التربتوفان Tryptophane.

دور الأكسينات Auxins role

تلعب الأكسينات دور كبير في السيادة القمية Apical domince , انقسامات الخلايا وزيادة حجم الخلايا Cell division and cell enlargement, تعطيل سقوط الأوراق Delay of leaf abscission, تكوين الثمار البذرية Parthenocarpy, النمو الخضري و النمو الجذري Shoot growth and root.

الجبريلينات Gibberellins

تسمى أيضا حامض الجبريليك (GA).يوجد نوعان هما :- C_{20}- gibberellins , C_{19}-gibberellins.

دور الجبريلينات Gibberellins role

الجبريلينات له دور في زيادة لدونه جدر الخلية Cell wall plasticity, الإزهار Flowering, تكوين الثمار Fruiting , الإنبات Seed germination.

السيتوكينينات Cytokinines

عبارة مشتقات من الأدينينات Adenine .

دور السيتوكينينات Cytokinines role

تساعد السيتوكينينات على انقسامات الخلايا وزيادة حجم الخلايا Cell division and cell enlargement , تعطيل الشيخوخة Delay of senescence , زيادة تخليق البروتينات Protein synthesis.

حامض الأبسيسك Abscisic acid

يسمى بهرمون الإجهاد Stress hormone حيث يتكون تحت ظروف الإجهاد. يعمل هذا الهرمون كمادة مضادة للنتح Antitranspirant material أى يعمل على غلق الثغور, وهذا يجعل النبات يتحمل الإجهاد المائي الذي يحدث عند نقص الماء.

دور حامض الأبسيسك Abscisic acid role

هـذا الهرمـون لـه دور سـلبي علـى النبـات, حيـث لـه دور فـي سـقوط الأوراق Abscission of leaves, ظهـور الشـيخوخة senescence, كمـون البـراعم Bud dormancy.

الاثيلين Ethylene

يطلق عليه هرمون النضوج , و توجد مـادة الاثيلـين فـي صـورة غـاز عنـد درجـة حرارة النبات وتنتج من الأزهار والثمار والأوراق و السوق و الجذور و الدرنات و البذور.

دور الاثيلين Ethylene role

هذا الهرمون له دور ايجابي وأيضا دور سلبي , يتمثل الدور الايجـابي فـي سـرعة النضج الطبيعـي Natural ripening, كسـر كمـون البـذور Seed dormancy, تكوين الأزهار المؤنثة في بعض النباتات Formation of Female flower . بينما يتمثـل الـدور السـلبي فـي سـقوط الأوراق Abscission of leaves, زيـادة إنزيم Chlorophyllase وبالتالي يتكسر الكلوروفيل ويفقد اللون الأخضر.

المراجـــــــع References

- **المراجـــــــع العربية**

1- أحمد مصطفى حمد (2001): فسيولوجيا النبات. جامعة أسيوط.

- **المراجـــــــع الأجنبية**

1- Devlin, R.M (1975): Plant physiology (3rd Ed). D. Van Nastrand Co. New York.

2- S.K. Verma and Mohit Verma (2007): Plant physiology, Biochemistry and Biotechnology (sixth Ed). Rajendra Ravindra printers (Pvt.) Ltd., 7361, Ram Nagar, New Delhi-110 o55 and published by S. Chand & Company Ltd. 7361, Ram Nagar, New Delhi-110 055.

- **مراجـــــــع الأشكال**

1-http://www.biologyreference.com/Ma-Mo/Membrane-Structure.html

2- http://www.cbs.dtu.dk/staff/dave/roanoke/bio101ch06.htm

3- student.nu.ac.th/u46410288/chloplast.htm

4- www.cartage.org.lb/.../Mitochondria.htm

5- micro.magnet.fsu.edu/.../golgiapparatus.html

6- en.wikibooks.org/.../The_Cell

7- أحمد مصطفى حمد (2001): فسيولوجيا النبات. جامعة أسيوط

8- www.emc.maricopa.edu/.../BIOBK/BioBookCELL2.html

9- www.botany.hawaii.edu/.../Transpiration.htm

10- ilovebacteria.com/testenzymes.htm

11- www.kensbiorefs.com/cellchem.html

12- 202.141.137.162/.../photoynthesis/Faqs.html

13- bioweb.wku.edu/pix/Pix.htm

14- www.answers.com/topic/plant-respiration

15- http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/eckhardt/chap4.html

16- أحمد مصطفى حمد (2001): فسيولوجيا النبات. جامعة أسيوط
17-http://pharyngula.org/~pzmyers/MyersLab/teaching/Bi104/l13/aerobic.html
18- http://www.uky.edu/~dhild/biochem/19/lect14.html
19- http://pirate.shu.edu/~rawncarr/molmodel/molmodels.htm
20- http://courses.cm.utexas.edu/jrobertus/ch339k/overheads-3.htm
21- http://courses.cm.utexas.edu/jrobertus/ch339k/overheads-3.htm

الجزء العملى

المحاليل وانواعها

المحاليل الغروية

اثبات خاصية التجمع السطحى فى الغرويات (الادمصاص الميكانيكى)

المواد والادوات المطلوبة:

محلول ازرق الميثيلين – دورق مخروطى – كاس زجاجى سعة 250 مل – ورق ترشيح – قمع ترشيح – فحم حيوانى – كحول ايثيلى

خطوات العمل :

1-رشح حوالى 40 مل من محلول ازرق الميثيلين المخفف خلال ورقة الترشيح ولاحظ لون الرشيح.

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

2-اضف حوالى من 10-15 جرام من مسحوق الفحم الحيوانى الى 40 مل اخرى من محلول ازرق الميثيلين دورق مخروطى ورج لمدة 5 دقائق ثم ؤشح المخلوط ولاحظ ما يحدث.

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

3-قم بغسل الراسب المتبقى م التجربة السابقة بكمية من الكحول الايثيلى المطلق حوالى 40 مل ثم رج المخلوط جيدا لمدة 5 دقائق ورشح المخلوط بعد الرج ولا حظ لون الرشيح.

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

اثبات الادمصاص الكيميائى بين محلول غروى (النشا) واليود

المواد والادوات المطلوبة:

نشا – يود مخفف – ماصة 10 مل – انابيب اختبار – ماء مقطر

خطوات العمل :

1-خذ 5مل من محلول النشا الى انبوبة اختبار

2-اضف اليها بضع قطرات من محلول اليود المخفف ولاحظ مايحدث .

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

اثبات وجود شحنات كهربية على الدقائق الغروية (الادمصاص الكهربى)

المواد والادوات المطلوبة:

محلول ازرق الميثيلين المخفف – محلول اخضر خفيف – اطباق بترى – ورق ترشيح – حامل معدنى

خطوات العمل :

1-ضع من 15-20 مل من محلول ازرق الميثيلين فى طبق بترى

2-قص ورقة ترشيح لتصبح مستطيلة ثم لامس طرف الورقة بمحلول ازرق الميثيلين وثبت الطرف الاخر فى حامل معدنى بحيث يكن عموديا على المحلول

3- لاحظ مايحدث من معدل انتشار او صعود محلول ازرق الميثيلين على ورقة الترشيح.

4- كرر نفس الخطوات مع محلول اخضر الخفيف ولاحظ ما يحدث.

المشاهدة:

.....

.....

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

اثبات ظاهرة الفصل الغشائى

اولا: باستخدام ورقة الترشيح

المواد والادوات المطلوبة:

محلول نشا1% – محلول كلوريد الصوديوم 10% – محلول يود مخفف – ورق ترشيح – محلول نترات الفضة – ورق سيلوفان – خيط – كاس زجاجى سعة 100 مل – انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-اخلط حوالى 30 مل من محلول نشا1% مع 30 مل من محلول كلوريد الصوديوم 10% فى كاس زجاجى.

2-رشح المخلوط خلال ورقة الترشيح

3- اكشف فى الرشيح عن وجود ايونات الكلور باستخدام محلول نترات الفضة وعن جزيئات النشا باستخدام محلول اليود.

المشاهدة:

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

ثانيا: باستخدام ورقة السيلوفان

4-ضع الرشيح فى كيس من السيلوفان ثم اربط الكيس جيدا بواسطة خيط وعلقه فى كاس زجاجى يحتوى على ماء مقطر كاف لغمر الكيس حتى موضع ربط الخيط

5-انتظر لمدة ساعة او اكثر ثم اكشف ع ايونات الكلور فى الماء الموجود خارج الكيس باستخدام محلول نترات الفضة وعن جزيئات النشا باستدام محلول اليود وذلك بنقل 2 مل من الماء الموجود خارج الكيس فى انبوبة اختبار واضافة قطرات من محلول اليود اليها وكذلك 2 مل اخرى من نفس الماء الموجود خارج الكيس فى انبوبة اختبار واضافة قطرات من محلول نترات الفضة.

المشاهدة:

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الانتشار

انتشار الجزيئات خلال اغشية الجيلاتين المتماسكة

المواد والادوات المطلوبة:

محلول نشا1% – جيلاتين – محلول يود– كاس زجاجى– انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-جهز محلول الجيلاتين 10% وذلك باذابة 10 جم من الجيلاتين فى 100 مل ماء ساخن

2- جهز انبوتى اختبار وضع فى كل منهما حوالى 20 مل من محلول الجيلاتين الساخن

3-اضف الى احدى الانبوبتين 3مل من محلول اليود والاخرى 3 مل من محلول النشا ورجهما جيدا واتركهما فى الثلاجة حتى يتماسك الجيلاتين

4-اضف الى الانبوبة الاولى (المحتوية على الجيلاتين والنشا) 2 مل من محلول اليود والى الاخرى (المحتوية على الجيلاتين واليود) 2 مل من محلول النشا.

5- اترك الانبوبتين مدة م الزمن فى الثلاجة مع ملاحظة انتشار كل من اليود والنشا خلال الجيلاتين المتماسك

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

انتشار الايونات خلال اغشية الجيلاتين المتماسكة

المواد والادوات المطلوبة:

محلول هيدروكسيد الصوديوم 10% – جيلاتين – محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم3%– دليل الفينول فيثالين – كلوريد الحديديك - كاس زجاجى– انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-جهز محلول الجيلاتين 10% وذلك باذابة 10 جم من الجيلاتين فى 100 مل ماء ساخن

2- ضع فى انبوبة اختبار حوالى 20 مل من محلول الجيلاتين الساخن ثم اضف اليه 1مل من محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم وكذلك 1 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم.

3-اضف الى الانبوبة قطرات من دليل الفيول فيثالين ثم رج جيدا ولاحظ تلون المخلوط باللون الوردى واتركهما فى الثلاجة حتى يتماسك المخلوط

4-اضف على سطح مخلوط الجيلاتين المتماسك 2 مل من كلوريد الحديديك ثم اترك الانبوبة فترة من الزمن 2-3 يوم فى الثلاجة .

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الاسموزية

مقدمة عن الاسموزية

- هي انتقال الماء (المذيب النقي) من المحلول الأقل تركيز الى المحلول الأعلى تركيز خلال غشاء شبه منفذ
- ويستمر دخول الماء او المذيب حتى يتولد ضغطا بالمحلول الأعلى تركيز يمنع دخول المزيد من الماء اليه ويسمى هذا بالضغط الأسموزي .
- والضغط الأسموزي هو القوة التي تعمل على سحب الماء من المحلول المخفف الى المحلول المركز خلال غشاء شبه منفذ او يمكن تعريفه بأنه اقصي ضغط يتولد على محلول ما لمنع دخول المزيد من الماء اليه من الوسط الخارجي بعد الاتزان خلال غشاء شبه منفذ .

اولا-اثبات الخاصية الاسموزية بالبلزمة والشفاء من البلزمة

المواد والادوات المطلوبة:

محلول مركز من كلوريد الصوديوم – ماء مقطر – اطباق بترى– محلول اليود او ازرق الميثيلين – قواعد اوراق البصل –شريحة زجاجية – غطاء شريحة

خطوات العمل :

1-افحص سلخة من قواعد اوراق البصل بعد صباغتها باليود او ازرق الميثيلين تحت الميكرسكوب ولاحظ الشكل الطبيعى لبروتوبلازم الخلية

2-اغمر سلخة من قواعد اوراق البصل فى محلول مركز من كلوريد الصوديوم واتركها لمدة ساعة تقريبا ثم افحصها تحت الميكروسكوب وذلك بعد صباغتها باليود او ازرق الميثيلين ولاحظ ما يحدث لبروتوبلازم الخلايا.

3- اغمر نفس السلخة المتبلزمة فى ماء مقطر واتركها حوالى نصف ساغعة او اكثر ثم افحصها مرة اخرى تحت الميكروسكوب ولاحظ ما يحدث لبروتوبلازم الخلايا.

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ثانيا-اثبات الخاصية الاسموزية بواسطة الشجرة الاسموزية

المواد والادوات المطلوبة:

محلول كبريتات نحاس مخفف 5% – بلورات من حديدو سيانيد البوتاسيوم – انابيب اختبار– حامل معدنى

خطوات العمل :

1-ضع فى انبوبة اختبار حوالى 5 مل من محلول كبريتات النحاس المخفف 5% وعلقها باحكام فى حامل معدنى

2- اسقط بلورة من حديدو سيايد البوتاسيوم فى انبوبة الاختبار

3-اترك الانبوبة لمدة 5 دقائق مع مراعاة عدم الرج او تحريك الانبوبة ولاحظ ما يحدث

المشاهدة:

.....

.....

.....

التعليق:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ثالثا: اثبات الخاصية الاسموزية بطريقة تقوس (إنحناء) اعناق الخروع الغضة

المواد والادوات المطلوبة:

اعناق أوراق الخروع الغضة – عدد 6 اطباق بتري – ماء مقطر – محلول كلوريد الصوديوم 1 جزيئي – ماصة 10 مل – شفرة موس حاد .

خطوات العمل :

1-جهز عدد 6 اطباق بتري وضع بها احجام متساوية (من 30 – 40 مل بحيث تكفي لغمر شرائح اعناق الخروع المستخدمة) من محلول كلوريد الصوديوم مختلفة التركيزات ولتكن (صفر، 0.2 ، 0.4 ، 0.6 ، 0.8 ، 1 جزيئي).

2-خذ اعناق الخروع الغضة الطرية (طولها من 3-4 سم) وشقها طوليا الى جزأين او اربع أجزاء ، نلاحظ بعد القطع مباشرة ان الاعناق تتقوس ناحية البشرة تقوس بسيط وذلك نتيجة لزوال قوي الشد الذي كان واقعا بين خلايا البشرة والنخاع .

3-ضح حوالى 2-3 من اعناق الخروع المشقوقة طوليا (بشرط ان تكون متماثلة في الطول والسمك) في كل تركيز من التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم والمجهزة مسبقا .

4-لاحظ التغيير في انحناء اعناق الخروع بعد مرور ساعه او اكثر .

5-عين تركيز المحلول الخارجي من كلوريد الصوديوم الذي لا يحدث أي تغيير في انحناء اعناق الخروع ، ومنه يمكن حساب قوة الامتصاص الأسموزي لخلايا اعناق الخروع .

المشاهدة

.....

.....

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الانزيمات

1-انزيمات التحلل المائى

- **مجموعة انزيمات التحلل المائى للكربوهيدرات (carbohydrases)**

1-الكشف عن انزيم الانفرتيز

المواد والادوات المطلوبة:

محلول سكروز 1% – محلول فهلنج أ, ب– انزيم السكريز – انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-جهز انبوبتى اختبار وضع فى كل منهما 5 مل من محلول السكروز

2-اضف الى احدى الانبوبتين 2 مل من انزيم السكريز بينما تترك الثانية بدون اضافة

3- ضع الانبوبتين فى حمام مائى عند درجة حرارة 38 درجة مئوية لمدة نصف ساعة ثم يضاف اليها 5 مل من محلول فهلنج أ, ب وتترك لمدة ربع ساعة فى حمام مائى عند 100 درجة مئوية ولاحظ ما يحدث.

المشاهدة

.....

.....

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2- الكشف عن انزيم الدياستيز

المواد والادوات المطلوبة:

محلول نشا 1% – محلول فهلنج أ, ب– انزيم الدياستيز – انابيب اختبار- طبق صينى ذو تجاويف- محلول اليود

خطوات العمل :

1-جهز انبوبتى اختبار وضع فى كل منهما 5 مل من محلول النشا و اضف اليهما 2 مل من انزيم الدياستيزو ضع الانبوبتين فى حمام مائى عند درجة حرارة 38 درجة مئوية

2- جهز طبق صينى ذو تجاويف وضع به قطرات من اليود المخفف فى عدة تجاويف منه

3- بعد 5 دقائق اكشف عن وجود النشا فى احدى الانبوبتي على احد التجاويف المحتوية على محلول اليود ونكرر ذلك كل 3 دقائق الى ان يتلاشى ظهور اللون الازرق وهذا يعنى ان النشا قد تم تحلله تماما

4- اهمل الانبوبة التى كان يتم فيها الكشف وانقل الانبوبة الثانية الى حمام مائى عند 100 درجة مئوية بعد ان يضاف اليها 5 مل من محلول فهلنج أ, ب وتترك لمدة ربع ساعة ولاحظ ما يحدث.

المشاهدة

.....

.....

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- **مجموعة انزيمات التحلل المائى للبروتينات (proteases)**

1-الكشف عن انزيم الببسين

المواد والادوات المطلوبة:

زلال البيض – حمض الهيدروكلوريك 0.4%– انزيم الببسين – انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-خذ حوالى 5 مل من زلال البيض و اضف اليهما 5 مل من حمض الهيدروكلوريك 0.4%

2- اضف الى الانبوبة 1 مل من انزيم الببسين واحفظ الانبوبة فى حمام مائى عند درجة حرارة 38 درجة مئوية لمدة نصف ساعة ولاحظ تحول محلول زلال البيض العكر.

المشاهدة

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-الكشف عن انزيم التربسين

المواد والادوات المطلوبة:

زلال البيض – محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.4%– انزيم التربسين – انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-خذ حوالى 5 مل من زلال البيض و اضف اليهما 5 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.4%

2- اضف الى الانبوبة 1 مل من انزيم التربسين واحفظ الانبوبة فى حمام مائى عند درجة حرارة 38 درجة مئوية لمدة نصف ساعة ولاحظ تحول محلول زلال البيض العكر.

المشاهدة

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2- انزيمات الاكسدة والاختزال

مجموعة الديهيدروجينزاتDehydrogeneses

1-الكشف عن انزيم شاردنجر

المواد والادوات المطلوبة:

لبن طازج – محلول الفورمالدهيد- ازرق الميثيلين – انابيب اختبار- زيت البرافين

خطوات العمل :

1-خذ انبوتين اختبار وضع فى احداهما 5 مل من اللبن الطازج وفى الاخرى 5مل من اللبن المغلى

2-اضف الي كل انبوبة 1 مل من محلول الفورمالدهيد متبوعة بقطرات من ازرق الميثيلين بحيث يكون اللون الازرق متماثل فى الانبوبتين

3- غطى سطح الانبوتين بطبقة من زيت البرافين لمنع اتصال المحاليل بالهواء الجوى

4- ضع الانبوبتين فى حمام مائى عند درجة حرارة 38 درجة مئوية ولاحظ ما يحدث.

المشاهدة

.....

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مجموعة الاوكسيديزاتoxidases

1-الكشف عن الكاتيكول اوكسيديز

المواد والادوات المطلوبة:

درنات البطاطس – جواياكم كحولى

خطوات العمل :

1-جهز مجموعة من اقراص درنات البطاطس وجفف سطحها بواسطة ورق الترشيح

2-ضع على سطحها قطرات من محلول الجواياكم الكحولى المحضر حديثا

3- انتظر بضع دقائق ثم لاحظ التغير فى لون الجواياكم المضاف

المشاهدة

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مجموعة البيروكسيديزات

-الكشف عن انزيم البروكسيديز

المواد والادوات المطلوبة:

جذور فجل – جواياكم كحولى- فوق اكسيد الهيدروجين

خطوات العمل :

1-جهز مجموعة من اقراص جذور الفجل واطحنها فى هون

2- خذ انبوتين اختبار وضع فى كل واحدة منها جزء من اقراص جذور الفجل المطحونة

3-اضف الى الانبوتين 5مل من محلول الجواياكم الكحولى المحضر حديثا

4- اضف الى احدى الانبوتين 1مل من فوق اكسيد الهيدروجين بينما تضاف للثانية 1مل من الماء المقطر

5- انتظر بضع دقائق ثم لاحظ التغير فى اللون

المشاهدة

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الكشف عن انزيم الكاتاليز

المواد والادوات المطلوبة:

معلق خميرة حى – انبوبة اختبار- فوق اكسيد الهيدروجين

خطوات العمل :

1- ضع فى انبوبة اختبار5مل من معلق الخميرة الحى

2-اضف الى الانبوبة 2مل من فوق اكسيد الهيدروجين

3- سد فوهة الانبوبة باصبعك واحفظها فى درجة حرارة 38 درجة مئوية ولاحظ ما يحدث

5-كرر الخطوة السابقة مع استخدام معلق الخميرة المغلية ولاحظ ما يحدث

المشاهدة

.....

.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....