Science Science Science

التغذية في الكائنات الحية

التغذية :- هي الدراسة العلمية للغذاء والطرق المختلفة التي تتغذى بها الكائنات الحية .

١- التغذية الذاتية :-

كما في النباتات الخضراء حيث تستطيع تكوين غذائها ذو الطاقة العالية كالسكر والنشا

والبروتينات والدهون من مواد بسيطة منخفضة الطاقة كالماء والأملاح المعدنية

وثاني أكسيد الكربون في وجود الضوء **ويسمى ذلك** عملية البناء الضوئي.

٢- التغذية غير الذاتية:-

وفيها تحصل الكائنات الحية على المركبات الغذائية عالية الطاقة من النباتات الخضراء بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

ويمكن تقسيم الكائنات غير ذاتية التغذية كما يلي:-

١- غير ذاتية أساسية:- مثل آكلات العشب و آكلات اللحوم ومتنوعة الغذاء.

٢- غير ذاتية طفيلية:- مثل البلهارسيا.

٣- غير ذاتية رمية :- مثل البكتيريا الرمية والفطريات .

Mr.Taha Hamdy 01008143860

التغذية الذاتية في النباتات الخضراء

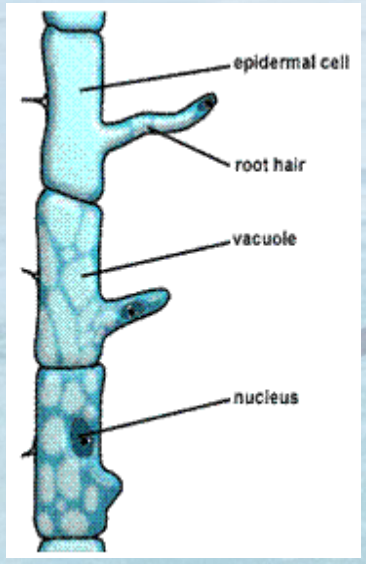
تتم هذه العملية من خلال مرحلتين هما :-

١ - امتصاص الماء والأملاح ٢ - البناء الضوئي

أولاً:- عملية امتصاص الماء والأملاح

يتم امتصاص الماء والأملاح المعدنية في النباتات الخضراء الراقية من التربة عن طريق الشعيرات الجذرية في المجموع الجذري للنبات ثم تنتقل من خلية الى أخرى في اتجاه الأوعية الناقلة .

تركيب الشعيرة الجذرية :-



تمثل الشعيرة امتداد لخلية واحدة من خلايا البشرة ويصل طولها الى حوالى ٤ مم .

وتبطن من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم بها نواة وفجوة عصارية كبيرة .

لا يتجاوز عمر الشعيرة الجذرية بضعة أيام أو أسابيع

لأن خلايا البشرة في الجذر تتمزق بين حين وآخر وتعوض

باستمرار من منطقة الاستطالة بالجذر.

ملاءمة الشعيرات الجذرية لوظيفتها :-

١ - **جدرها رقيقة** .....لتسمح بنفاذ الماء والاملاح خلالها

٢ - **عددها وامتدادها خارج الجذر كبير** ... لزيادة مساحة سطح الامتصاص

٣ - **تركيز محلول فجوتها العصارية أكبر من تركيز محلول التربة**

حتى ينتقل الماء إليها من التربة بالخاصية الأسموزية

٤ - **تفرز مادة لزجة** لتساعدها على

التغلغل والانزلاق بين حبيبات التربة والالتصاق بها مما يساعد على تثبيت النبات في التربة

Science Science Science

دراسة ق.ع. في جذر حديث ذات فلقتين

١ – البشرة (الطبقة الوبرية) :-

هي صف واحد من الخلايا البرانشيمية المتلاصقة رقيقة الجدر .

ولا تغلف بمادة الكيوتين وتحتوى على شعيرات جذرية .

٢ – القشرة :-

تتكون من عدة صفوف من الخلايا البرانشيمية رقيقة الجدر .

صفاتها :-

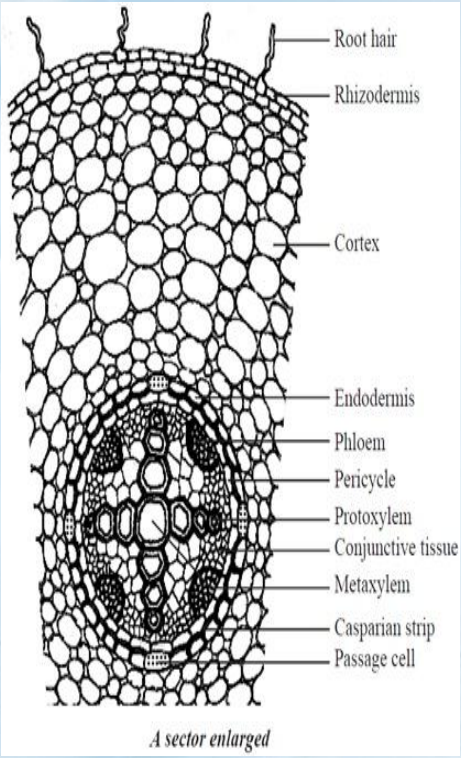
ا– خلاياها رقيقة الجدر ليسهل خلالها انتقال الماء والاملاح .

ب– تحتوى مسافات بينية يتخللها الهواء اللازم للتنفس.

ج– تخزين المواد الغذائية عالية الطاقة.

د– اخر صف منها **يسمى البشرة الداخلية (الإندودرمس)**

وتمتلئ بجزيئات النشا عالية الطاقة لتساعدها في عملية النقل النشط.



٣ – الإسطوانة الوعائية :-

تقع في مركز الجذر لمقاومة الشد الواقع على الماء لأسفل بالجاذبية.

وتتكون من:-

ا– البريسيكل :- صف واحد من الخلايا البرانشيمية المتلاصقة رقيقة الجدر.

الوظيفة :- تكوين الجذور الثانوية بعد حدوث التغلظ الثانوي للجذر .

ب– الخشب :- ويتكون من البروتوزيلم (الأولي) والميتازيلم (الثانوي).

الوظيفة :- ١ – توصيل الماء والاملاح من الجذر الى الساق والاوراق .

٢ – تدعيم النبات نظراً لصلابته و تغلظه باللجنين.

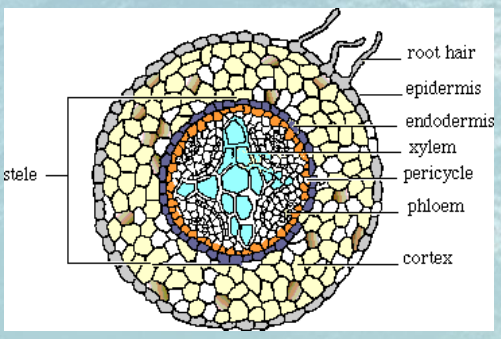
ج– اللحاء :- عبارة عن مجموعة متبادلة الوضع مع مجموعات الخشب.

الوظيفة :- توصيل العصارة الناضجة من الاوراق الى كل اجزاء النبات .

د– النخاع :- يوجد في مركز الجذر ويتكون من خلايا برانشيمية رقيقة الجدر بينها مسافات بينية .

و قد لا يوجد فتحل محله أوعية الخشب.

الوظيفة:- تخزين الغذاء والتهوية.



Mr.Taha Hamdy 01008143860

آلية امتصاص الجذر للماء

تعتمد هذه الآلية على عدة ظواهر فيزيائية هي:-

١ – خاصية الانتشار :-

هي تحرك الجزيئات أو الأيونات من منطقة ذات تركيز عالي إلى منطقة ذات تركيز منخفض وذلك بسبب الحركة الذاتية المستمرة لجزيئات المادة المنتشرة.

٢ – خاصية النفاذية :- تقسم جدر الخلايا وأغشيتها حسب قدرتها على النفاذية إلى :-

ا- أغشية منفذة :- هي التي تنفذ كل من الماء والأملاح مثل الجدر السليلوزية.

ب- أغشية غير منفذة :- مثل الجدر المغطاة بالسيوبرين أو اللجنين أو الكيوتين.

ج- أغشية شبه منفذة :- هي أغشية رقيقة فيها ثقوب دقيقة جداً لها خاصية تحديد مرور المواد ببطء بينما تمنع نفاذ مواد أخرى ويعرف ذلك بالنفاذية الاختيارية .

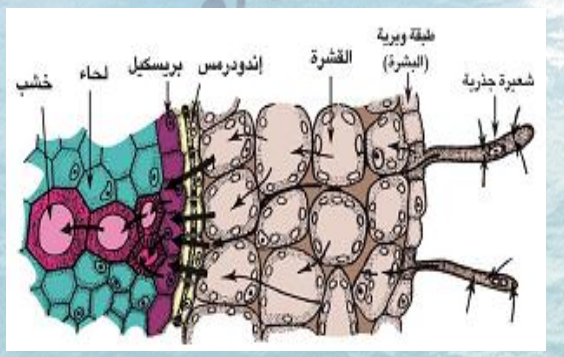
مثال:- الأغشية البلازمية :- تنفذ الماء وتحدد نفاذ كثير من الأملاح وتمنع نفاذ السكر والأحماض الأمينية ذات الجزيئات كبيرة الحجم .

٣ – الخاصية الأسموزية :- هي انتشار الماء خلال الغشاء شبه المنفذ من منطقة ذات تركيز عالي للماء إلى المنطقة ذات التركيز المنخفض. وذلك تحت تأثير الضغط الأسموزي الذى يزداد كلما زاد تركيز المواد المذابة في المحلول.

٤ – خاصية التشرب :- هي قدرة الدقائق الصلبة وخاصة الغروية على امتصاص الماء فتزداد في الحجم وتنتفخ مثل جدر خلايا النبات . ومن المواد الغروية المحبة للماء السليلوز والمواد البكتينية وبروتينات البروتوبلازم .

تفسير امتصاص الجذر للماء

يمتص الجذر الماء من التربة عن طريق الشعيرات الجذرية حتى الخشب كالآتي :-



١ – من التربة الى سطح الشعيرة الجذرية **بالتشرب**

لأن جدار الشعيرة غروي ويتركب من السليلوز ولذلك تلتصق به حبيبات التربة بما عليها من أغشية مائية وذائبات.

٢ – من سطح الشعيرة الجذرية الى داخل الفجوة العصارية **بالأسموزية**

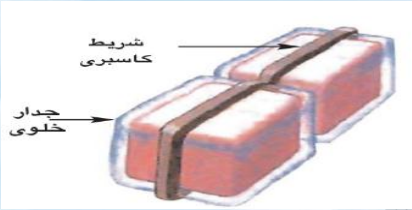
لأن تركيز محلول الفجوة العصارية أكبر من تركيز محلول التربة نظراً لوجود السكر ذائبا في العصير الخلوي .

٣– من محلول البشرة الى القشرة الى الإندودرمس حتى أوعية الخشب **بالأسموزية**

تتميز الشعيرات الجذرية في النباتات الصحراوية والأراضي الملحية بضغوط أسموزية عالية لامتصاص أكبر قدر من الماء من البيئة المحيطة بها . فقد يصل الضغط الأسموزي فيها من ٥٠ إلى ٢٠٠ ض.ج. بينما يتراوح في النباتات العادية من ٥ إلى ٢٠ ض.ج.

دور الإندودرمس في تنظيم مرور الماء والذائبات إلى خلايا الخشب :-

١ - خلايا الإندودرمس المواجهة للخشب تكون جدرانها ناقصة التسوبر حيث يوجد السيوبرين فى شكل شريط كاسبر . ولذلك لا يمر الماء والذائبات خلال تلك الجدر بخاصية الانتشار أو التشرب . وإنما يمر خلال الغشاء البلازمي للجدارين غير المغلظين بالخاصية الأسموزية والنقل النشط تحت سيطرة البروتوبلازم . وتسمى هذه الخلايا بخلايا المرور .



® **خلايا المرور :-** هي .....

٢ - لا يمر الماء خلال الإندودرمس إلى خلايا اللحاء لأن .....

الطرق التي يمر فيها الماء الممتص عبر خلايا الجذر حتى يصل إلى الأوعية الخشبية:-

١ - **الفجوات العصارية :-** بالخاصية الأسموزية ويتطلب ذلك انحداراً أسموزياً خلال خلايا الجذر .

٢ - **السيتوبلازم :-** حيث يتدفق الماء من خلية إلى أخرى خلال خيوط البلازموديزما التي تربط الخلايا ببعضها .

٣ - **على جدران الخلايا وخلال المسافات البينية الصغيرة :-** حيث يتدفق الماء بخاصية التشرب.

امتصاص الأملاح المعدنية

العناصر الغذائية الضرورية للنباتات الخضراء :-

هي عناصر غير الكربون والهيدروجين والأكسجين يحتاج إليها النبات ويمتصها عن طريق الجذور . **ويؤدي نقصها إلى** :-

١ - اختلال نموه الخضري أو توقفه

٢ - عدم تكوين الأزهار و الثمار

٣- عدم حدوث التفاعلات التي تحتاج إلى هذه العناصر كمنشطات للإنزيمات .

- تقسم هذه العناصر إلى:-

١ - **المغذيات الكبرى :-** عناصر يحتاجها النبات بكميات غير قليلة وهى ٧ عناصر :-

Fe , S , Mg , Ca , K , P , N

٢ - **المغذيات الصغرى :-** هي عناصر يحتاجها النبات بكميات صغيرة جداً لا تزيد على بضع مليجرامات في اللتر .

ولذلك تسمى بالعناصر الأثرية وهي ٨ عناصر:-

Mn , Zn , B , Al , Cl , Cu , Mo , I

وقد ثبت أن بعض العناصر تعمل كمنشطات للإنزيمات .

آلية امتصاص الأملاح

١ – تنتشر الأملاح الذائبة مستقلة عن الماء وعن بعضها البعض على صورة أيونات موجبة (كاتيونات)
وأيونات سالبة (أنيونات) وتنتقل هذه الأملاح من محلول التربة إلى داخل الجدر السليلوزية بخاصية الانتشار.

– قد يحدث تبادل للكاتيونات فمثلاً يخرج أيون Na^+ من الخلية ويدخل أيون K^+ بدلاً منه .

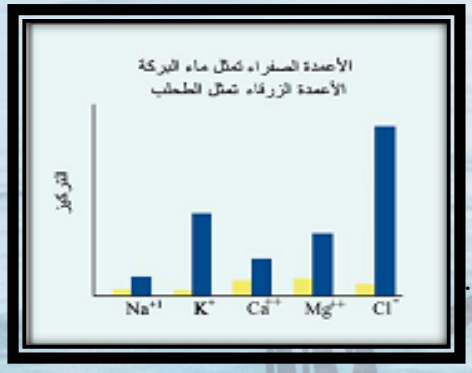
٢ – عندما تصل الأيونات إلى الغشاء البلازمي يسمح لبعضها بالمرور ولا يسمح للبعض الآخر حسب حاجه النبات
بصرف النظر عن حجم الأيونات أو تركيزها أو شحنتها **ويسمى ذلك بالنفاذية الاختيارية** .

٣– في بعض الأحيان تنتشر الأيونات إلى داخل الخلية ضد تدرج التركيز أي من التركيز الأقل (التربة) إلى
التركيز الأعلى (داخل الخلية) وهذا يتطلب طاقة **ويسمى ذلك النقل النشط**.

النقل النشط :– حركة أي مادة خلال غشاء الخلية عندما يلزمها طاقة كيميائية.وتنتج هذه الطاقة عن تنفس أنسجة الجذر.

☜**وقد ثبت أن** الأكسجين والسكر مواد ضرورية لامتصاص الأملاح وللتنفس الهوائي

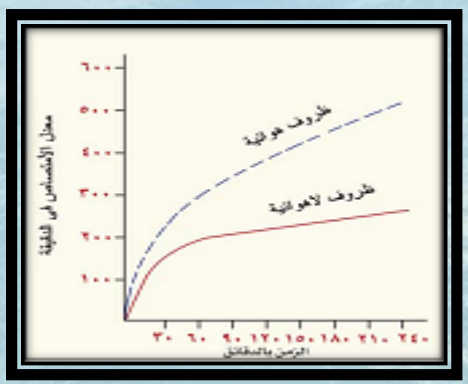
✍من خلال تجربة أجريت على طحلب نيتلا اتضح ما يلي :–



١ – تركيز الأيونات داخل خلايا الطحلب أكبر من تركيزها في ماء البركة التي
يعيش فيها ولذلك تستهلك الخلية طاقة لامتصاص هذه الأيونات.

٢ – تركيز بعض الأيونات المتراكمة داخل خلايا الطحلب أكبر من تركيز بعض
الأيونات الأخرى مما يدل على ان الأيونات تمتص اختياريا حسب حاجه النبات.

✍تجربة :– لبيان تأثير الحرمان من الأكسجين على امتصاص نبات الشعير لأيونات SO_4:–



الخطوات :– أعطيت للنبات أملاح الكبريتات وبها الكبريت المشع (S).
مع تعريض الجذر للظروف الهوائية ثم الظروف اللاهوائية

المشاهدة :– يزداد الامتصاص في وجود الأكسجين والعكس في حالة غيابة

الاستنتاج :– في وجود الأكسجين يزداد معدل أكسدة المواد الغذائية وتنطلق
كمية كبيرة من الطاقة فيزداد معدل النقل النشط وبالتالي
يزداد معدل الامتصاص والعكس في حالة غياب الأكسجين.

☝أي أن أيونات الأملاح تتراكم في خلايا النبات بواسطة استهلاك الطاقة المنطلقة خلال التنفس الهوائي

Science Science Science

ثانيا :- البناء الضوئي في النباتات الخضراء

أهمية البناء الضوئي:-

١ – انتاج غذاء الانسان من مواد كربوهيدراتية ، بروتينية ، دهنية ، فيتامينات .

٢ – تعتمد عليها حياة الإنسان الاقتصادية حيث أن الألياف النباتية والحيوانية المستعملة في صناعة الانسجة و الأخشاب ما هي إلا نتاج لعملية البناء الضوئي بعد تغيرات كيمائية على المواد الوسيطة أو النهائية لهذه العملية.

٣– الوقود والفحم والبترول والغاز الطبيعي منشأه النباتات التي خزنت الطاقة الشمسية خلال عملية البناء الضوئي في العصور الجيولوجية القديمة.

٤ – مصدر الأكسجين في الهواء الجوي

وبالتالي الحياة ما هي إلا ظاهرة كيميائية:- لأن عملية البناء الضوئي هي قاعدة الحياة الأساسية لإنتاج الغذاء وتحرير الأكسجين فلولاها لما استمرت الحياة على الأرض.

المواد الخام اللازمة للبناء الضوئي:-

١ – **الماء :-** مصدر الهيدروجين اللازم لاختزال ثاني أكسيد الكربون وهي أول خطوة في بناء الكربوهيدرات.

٢ – **ثاني أكسيد الكربون:-** مصدر الكربون الوحيد للنبات .

٣ – **أملاح النترات والفوسفات و الكبريتات :-** مهمة لتحويل الكربوهيدرات إلى بروتينات.

٤ – **الفوسفور :-** هام في تكوين المركبات الناقلة للطاقة أثناء عملية البناء الضوئي.

٥ – **الماغنسيوم:-** يدخل في بناء الكلوروفيل للاعتقاد بقدرته على امتصاص الضوء.

٦ – **الحديد :-** لازم لتكوين بعض الإنزيمات المساعدة في تكوين الكلوروفيل لإتمام العملية.

نواتج البناء الضوئي:-

١ – **الناتج الرئيسي :-** هو سكر أحادي التسكر (الجلوكوز).

ويمكن أن يبنى منه البروتينات اللازمة للنمو أو يهدم في عملية التنفس لإنتاج الطاقة أو يحول الى نشا للتخزين.

٢ – **الناتج الثانوي :-** هو الأكسجين الذى يتصاعد الى الهواء الجوي.

يمكن قياس معدل البناء الضوئي عن طريق :-

١ – قياس كمية الكربوهيدرات المتكونة في وحدة من الزمن (اجم/ ساعة/ م٢)

٢ – عدد فقاعات الأكسجين المتصاعدة في وحدة زمنية أو قياس حجم الغاز المتكون

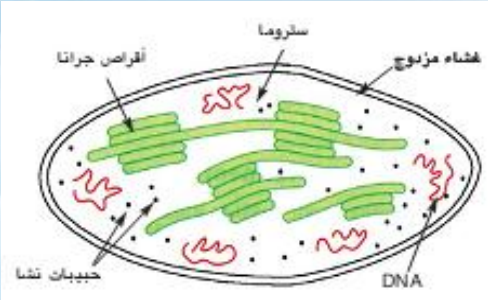
Mr.Taha Hamdy 01008143860

مكان حدوث البناء الضوئي:-

١ - المكان الأساسي هو الأوراق الخضراء لأنها تحتوى على بلاستيدات خضراء في النباتات الراقية.

٢ - السيقان العشبية لاحتوائها على أنسجة كلورنشيمية بها البلاستيدات الخضراء.

تركيب البلاستيدة الخضراء :-



١ - **غشاء مزدوج خارجي رقيق** سمكة حوالى ١٠ نانومتر

٢ - **الستروما " النخاع " :-** تتركب من مادة بروتينية عديمة اللون ينتشر فيها حبيبات دهنية ، نشا و حبيبات الجرانا.

٣ - **الجرانا :-** قرصية الشكل ويبلغ قطر الحبيبة الواحدة حوالي ٠.٥ ميكرون وسمكها ٠.٧ ميكرون وتنظم في عقود تمتد داخل جسم البلاستيدة وتتركب الحبيبة الواحدة من ١٥ قرصا أو أكثر متراصة بعضها فوق البعض . والقرص مجوف من الداخل وتمتد حوافه خارج حدود الحبيبة لتلتقي بحواف قرص آخر في حبيبة أخرى مجاورة وهذا التركيب يزيد من مساحة السطح المعرض للأقراص التي تختص بحمل الأصباغ التي تمتص الطاقة الضوئية.

٤ - **الأصباغ :-** تحتوى البلاستيدة على ٤ أصباغ أساسية وهى :-

كلوروفيل أ :- لونه أخضر مزرق ، كلوروفيل ب:- أخضر مصفر ونسبتهم ٧٠٪ .

زانثوفيل:- أصفر ليمونى ٢٥ ٪ ، كاروتين :- أصفر برتقالى ٥٪

ولذلك يغلب اللون الأخضر على ألوان الأصباغ في البلاستيدة.

تتكون حبيبات النشا داخل البلاستيدات بأعداد كبيرة وتكون صغيرة الحجم :-
لأنها لا تلبث ان تتحلل الى سكر لنقله الى اعضاء اخرى تحت ظروف معينه.

القانون الجزيئي لكلوروفيل (أ) هو $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ حيث توجد ذرة Mg في مركز الجزيء **ويعتقد أن** قدرة الكلوروفيل على امتصاص الضوء له علاقة بوجود ذرة Mg في تركيبه.

Science Science Science

تركيب الورقة وملاءمتها لعملية البناء الضوئي

ملائمة الشكل الخارجي للورقة للقيام بوظائفها :-

١ – تنتشر الأوراق على الساق و الأفرع في نظام يعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس.

٢ – نصل الورقة دقيق ومفلطح مما يساعده على استقبال الضوء.

٣– يدعم النصل عرق وسطى يتفرع إلى أفرع أصغر فأصغر مكوناً شبكة تتخلل النصل وذلك يسمح بتزويد الورقة بالماء والأملاح الممتصة من الجذر ونقل المواد الغذائية عالية الطاقة التي تجهزها الورقة.

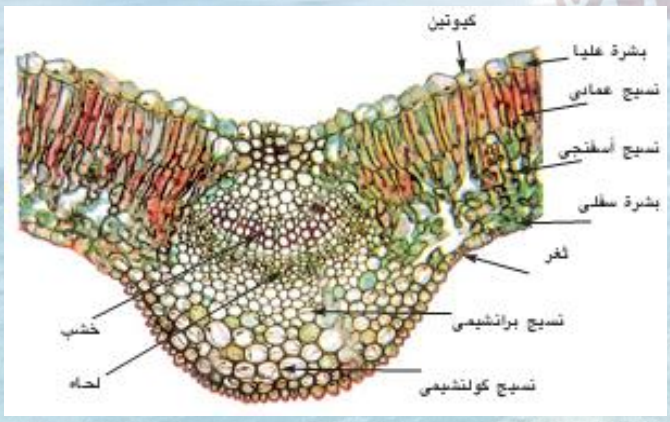
٤ – السطح العلوي والسفلي مغطى بالكيوتين عدا الثغور وذلك لحماية الورقة.

٥ – تحتوى الثغور التي تعتبر المكان الرئيسي لتبادل الغازات داخل جسم الورقة وهي غالباً تفتح في الضوء وتغلق في الظلام كما تتأثر برطوبة الجو ولذلك تتحكم الورقة في كمية تبخر الماء من النبات.

ملاءمة التركيب الداخلي لورقة نبات ذات فلقتين لوظيفتها:-

تتركب الورقة من ٣ أنسجة أساسية هي :-

١ – البشرتان العليا والسفلى :-



تتركب كلا منها من صف واحد من الخلايا البرانشيمية المتلاصقة برميلية الشكل خالية من الكلورفيل عدا الخلايا الحارسة ومغطاه من الخارج بطبقة من الكيوتين عدا الثغور.

- الملائمة الوظيفية:-

أ – الخلايا متلاصقة :- لوقاية الانسجة الداخلية من الجفاف.

ب– الخلايا برميلية الشكل :- لتجميع أشعة الشمس على الأنسجة الداخلية.

ج– الخلايا مغطاة بالكيوتين :- للتقليل من النتح ومنع دخول الآفات والحشرات.

Mr.Taha Hamdy 01008143860

٢- **النسيج المتوسط (الميزوفيللي) :-** يقع بين البشرتين وتخترقه العروق **ويتكون من** :-

I- **الطبقة العمادية:-**

صف واحد من الخلايا البرنشيمية مستطيلة الشكل عمودية على سطح البشرة العليا و مزدحمة بالبلاستيدات الخضراء.

الملائمة الوظيفية:-

أ- الخلايا مستطيلة :- لتتيح للبلاستيدات الابتعاد أو الاقتراب من سطح الورقة العلوى حسب شدة الضوء .

ب- ترتب البلاستيدات نفسها ناحية الجزء العلوى :- حتى تستقبل أكبر قدر من الضوء ولذلك يكون السطح العلوى للورقة أخضر داكن

II- **الطبقة الإسفنجية:-**

عدة خلايا برانشيمية غير منتظمة الشكل مفككة تفصلها مسافات بينية واسعة وتحتوى خلاياها على بلاستيدات خضراء بنسبة أقل من الخلايا العمادية.

٣- **النسيج الوعائي :-** يتكون من حزم وعائية عديدة ممتدة داخل العروق والعريقات ويحتوى العرق الوسطى على الحزمة الوعائية الرئيسية **وتتكون الحزمة من:-**

أ- غلاف الحزمة (نسيج برانشيمي)

ب- أوعية الخشب :- ناحية البشرة العليا في عدة صفوف تفصلها خلايا برانشيمة الخشب.

جـ- اللحاء :- ناحية البشرة السفلى ويقوم بتوصيل المواد الغذائية العضوية الذائبة التي تكونت في النسيج المتوسط الى أجزاء النبات.

آلية البناء الضوئي

يعتبر **فان نيل** أول من أوضح دور الضوء في عملية البناء الضوئي. وقد توصل إلى ذلك بدراسة البناء الضوئي في بكتيريا الكبريت الخضراء و الأرجوانية التي تعتبر ذاتية التغذية لأنها تحتوى على كلوروفيل بكتيري أبسط تركيبيا من الكلوروفيل العادي وهى تعيش في طين البرك و المستنقعات حيث يتوفر H_2S كمصدر للهيدروجين.

- **وقد افترض نيل أن** الضوء يعمل على تحليل **كبريتيد الهيدروجين** إلى هيدروجين وكبريت ثم يستعمل الهيدروجين فى تفاعلات لا ضوئية لاختزال CO_2 إلى كربوهيدرات مع تحرر الكبريت كالاتي :-

$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{كلوروفيل بكتيري}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S\downarrow$$

على هذا الأساس افترض نيل أن التفاعلات الضوئية في النباتات الخضراء تتم كالآتي :-

يحلل الضوء الماء الى هيدروجين وأكسجين ثم يستعمل الهيدروجين لاختزال CO_2 إلى كربوهيدرات من خلال تفاعلات لا ضوئية **ولذلك افترض نيل أن** الأكسجين المتحرر يأتي من الماء كما هو حال الكبريت الذي يتحرر من H_2S

وبالتالي يمكن كتابة المعادلة الكيميائية العامة لعملية البناء الضوئي في النباتات الخضراء كما يلي :

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2\uparrow$$

تجارب إثبات صحة نظرية فان نيل:- قام بها علماء من جامعة كاليفورنيا.

الخطوات :- وفر العلماء لطحلب الكلوريلا جميع الظروف المناسبة لعملية البناء الضوئي ولكن الماء المستعمل كان به نظير الأكسجين O_{18} بدلا من O_{16} أما CO_2 فكان الاكسجين فيه O_{16}

المشاهدة:- وجدوا أن الأكسجين المتصاعد من البناء الضوئي O_{18} وليس O_{16}

الاستنتاج:- مصدر الأكسجين المتصاعد هو الماء وليس CO_2

$$6C\,^{16}O_2 + 12H_2\,^{18}O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}\,^{16}O_6 + 6H_2\,^{16}O + 6\,^{18}O_2\uparrow$$

ولزيادة التأكيد استخدم العلماء الماء العادي مع CO_2 يحتوي على O_{18} فتحرر أكسجين عادياً كما يلي :

$$6C\,^{18}O_2 + 12H_2\,^{16}O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}\,^{18}O_6 + 6H_2\,^{18}O + 6\,^{16}O_2\uparrow$$

التفاعلات الضوئية واللاضوئية:-

درس **العالم بلاكمان** العوامل المحددة لمعدل عملية البناء الضوئي **وأوضح أن** عملية البناء الضوئي تنقسم الى :-

١ - التفاعلات الضوئية :-

هي تفاعلات حساسة للضوء ويكون فيها الضوء هو العامل المحدد لسرعة التفاعل وتحدث في الجرانا.

٢ - التفاعلات اللاضوئية (تفاعلات الظلام أو التفاعلات الانزيمية) :-

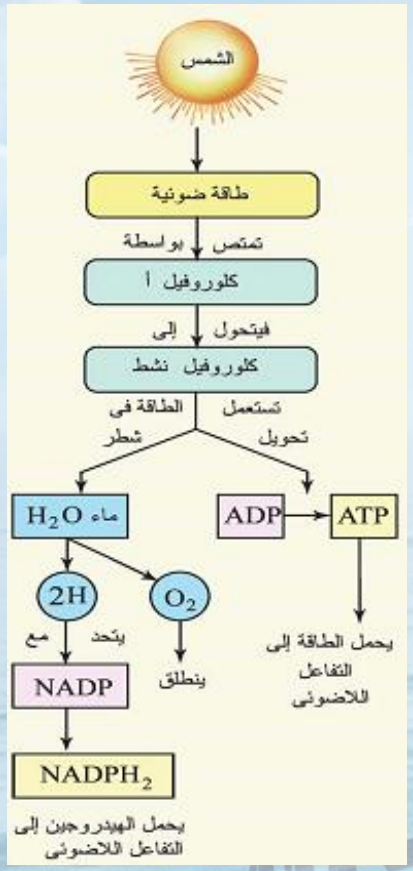
هي تفاعلات حساسة لدرجة الحرارة ولا تتأثر بالضوء وتكون درجة الحرارة هي العامل المحدد لسرعة التفاعل.

ويمكن أن تحدث في الضوء أو الظلام. وتحدث في الستروما .

أولا :- التفاعلات الضوئية

١ – عندما يسقط الضوء على الكلوروفيل الموجود في البلاستيدات فإن الكترونات ذرات جزئ الكلوروفيل تكتسب الطاقة وتتحرك من مستوياتها الأقل في الطاقة إلى مستوى أعلى في الطاقة **وتسمى عندئذ** جزيئات الكلوروفيل **بالمنشطة أو المثارة** وبذلك:-

تختزن طاقة الضوء الحركية كطاقة وضع كيميائية في الكلوروفيل.



٢ – عندما تتحرر الطاقة المختزنة تهبط الالكترونات مرة أخرى إلى مستوى الطاقة ويصبح الكلوروفيل غير منشط ويمكنه امتصاص الضوء مرة اخرى ليصبح منشط

وهذه الطاقة المتحررة من الكلوروفيل المنشط :-

أ- يستخدم جزء منها في شطر جزئ الماء إلى هيدروجين وأكسجين

ب- يختزن جزء منها فى جزئ ATP باتحاد جزئ ADP الموجود في البلاستيدة مع مجموعة فوسفات (P) بواسطة رابطه ذات طاقة عالية

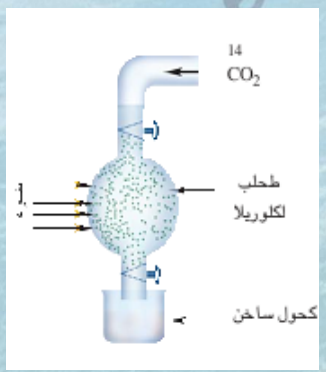
$$ADP + P \longrightarrow ATP$$

٣- يتحد الهيدروجين الناتج من انشطار جزئ الماء مع مساعد إنزيم في البلاستيدة وهو NADP ويتكون مركب $NADPH_2$ وبذلك لا يهرب هذا الهيدروجين.

٤ – ينطلق الأكسجين المتحرر من انشطار الماء كناتج ثانوي.

ثانيا:- التفاعلات اللاضوئية

- تحدث فى الستروما (أرضية البلاستيدة الخضراء) خارج الجرانا.
- يتم فيها تثبيت CO_2 باتحاده مع الهيدروجين المحمول على مركب $NADPH_2$ وبمساعدة الطاقة المختزنة في جزئ ATP وبذلك تتكون المواد الكربوهيدراتية .



تمكن العالم ميلفن كالفن ومساعدوه من الكشف عن طبيعة التفاعلات اللاضوئية بعد اكتشاف نظير الكربون المشع ^{14}C واجراء التجارب الآتية :

التجربة :- ١ – وضعوا طحلب الكوريلا في الجهاز الموضح بالرسم

٢ – امدوا الطحالب بغاز CO_2 به كربون مشع ^{14}C ثم اضئ المصباح لعدة ثواني حتى يقوم الطحلب بالبناء الضوئي . ثم وضعوا الطحلب في كحول ساخن لقتل الخلية ووقف التفاعلات البيو كيميائية.

٣- فصلوا المركبات التي تكونت خلال البناء الضوئي بطرق خاصة وكشفوا فيها عن الكربون المشع بعداد جيجر .

Science Science Science

- وقد أوضحت نتائج التجارب أنه:-

١ – عندما استمرت عملية البناء الضوئي لمده ثانيتين فقط تكون مركب ثلاثي الكربون **يسمى فوسفو جليسر الدهيد** PGAL وهو المركب الأول الثابت كيميائيا الناتج عن البناء الضوئي . **ويمكن أن يستعمل** لبناء الجلوكوز والنشا والبروتينات والدهون كما يمكن أن يستعمل كمركب عالي الطاقة فى التنفس الخلوى.

٢ – أوضح كالفن أن تكوين مركب سداسي الكربون لا يتم فى خطوة واحدة بل من خلال عدة تفاعلات وسطية حفزتها إنزيمات خاصة .

التغذية غير الذاتية

الهضم :- هو تحويل جزيئات الطعام الكبيرة الى جزيئات صغيرة بواسطه التحلل المائي في وجود بعض الانزيمات .

الانزيمات :- هي مواد بروتينية لها خصائص العوامل المساعدة نتيجة قدرتها على التنشيط المتخصص .

- خصائص الإنزيمات :-

١ – **الإنزيمات متخصصة في عملها** لأن كل انزيم يحفز احدى التفاعلات الكيميائية المعينة ويعتمد هذا التفاعل على تركيب الجزيء المتفاعل وشكل الانزيم بحيث يتطابق الانزيم مع الجزيء الذى يؤثر عليه مثل تطابق القفل مع مفتاحه.

٢ – **لا تؤثر على نواتج التفاعل بل تعمل فقط كعامل حفاز** يعمل على زيادة معدل التفاعل حتى يصل الى حالة الاتزان وعندما يتم التفاعل تنفصل الجزيئات الناتجة عن الانزيم تاركة إياه بالصورة التي كان عليها قبل التفاعل .

٣ – **بعض الانزيمات قد يكون لها تأثير عكسي** بمعنى أن الانزيم الذي يساعد في تكسير جزئ معقد إلى جزيئين أبسط يستطيع أن يعيد ربط الجزيئين الصغيرين إلى نفس الجزيء المعقد.

٤ – **بعض الانزيمات تفرزها الخلية في حالة غير نشطة ولذلك لابد من وجود مواد خاصة لتنشيطها** فمثلا إنزيم الببسينوجين في المعدة يحتاج الى HCl حتى ينشط ويتحول الى انزيم الببسين البسيط.

٥ – **تعتمد درجة نشاط الانزيم على** درجة الحرارة ودرجة حرارة الاس الهيدروجيني PH .

- وضح آلية عمل الإنزيم باختصار

انزيم + مادة التفاعل ⟵⟶ مركب وسطى غير ثابت ⟵⟶ نواتج التفاعل + الانزيم

Mr.Taha Hamdy 01008143860

Science Science Science

الهضم في الإنسان

يتركب الجهاز الهضمي في الإنسان من :-

١ – **قناة هضمية:** – الفم والمريء والبلعوم والأمعاء الدقيقة و الأمعاء الغليظة و الشرج.

٢ – **الغدد الملحقة:** – الغدد اللعابية و الكبد و البنكرياس.

تتم عملية الهضم كما يلي :-

أولاً :- الهضم في الفم :-

يهضم في الفم النشويات فقط.

ملائمة الفم لعملية الهضم :- يحوي الفم ما يلي :-

١- **الأسنان** :- تتميز الى قواطع في مقدمة الفك لتقطيع الطعام ويليها الانياب لتمزيق الطعام ثم الاضراس لطحن الطعام .

٢- **اللسان** :- يقوم بتذوق الطعام وتحركية وخلطه باللعاب.

٣- **ثلاث ازواج من الغدد اللعابية** :- تفتح بقنوات في التجويف الفمي لتصيب اللعاب **الذى يحتوي على** :-

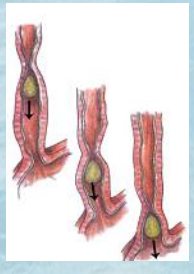
ا – المخاط الذي يلين الطعام ويسهل انزلاقه.

ب_ إنزيم الأميليز (التيالين) يحلل النشا مائيا الى سكر ثنائي المالتوز (سكر الشعير) ويعمل في وسط قلوي ضعيف.

– **يوجد في مؤخرة الفم البلعوم** الذى يمتد منه أنبوبتان هما المريء والقصبة الهوائية التي تعتبر جزء من الجهاز التنفسي.

– **تعتبر عملية البلع فعل منعكس منسق :-** لأنها تدفع الطعام من الفم الى المريء أثناء ذلك

ترتفع القصبة الهوائية و الحنجرة أمام لسان المزمار لتقفل فتحتها.



ثانياً :- المريء :-

يمر في العنق والتجويف الصدري ويمتد محاذيا للعمود الفقري بطول ٢٥ سم.

لا يحدث فيه هضم للطعام: – لأنه لا يحتوي على غدد تفرز الإنزيمات ولكن ببطانته غدد تفرز المخاط.

الوظيفة :-

توصيل الطعام للمعدة بواسطه مجموعه من الانقباضات و الانبساطات العضلية **والتي تسمى الحركة الدودية** .

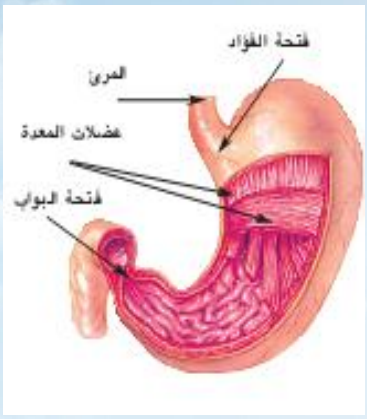
الحركة الدودية :- هي مجموعه من الانقباضات و الانبساطات العضلية المستمرة على طول القناة الهضمية

وهي المسئولة عن دفع الطعام فيها وخضه وعجنه مع العصارة الهاضمة.

Mr.Taha Hamdy 01008143860

ثالثا :- الهضم في المعدة :-

المعدة :- كيس منتفخ يفصلها عن المريء عضلة حلقية تتحكم في فتحة الفؤاد كما يفصلها عن الامعاء الدقيقة عضلة حلقية عاصرة تتحكم في فتحة البواب.



البروتينات هي المواد الغذائية الوحيدة التي يؤثر عليها العصير المعدي.

العصير المعدي :- هو سائل حمضي عديم اللون **يتكون من :-**

١- **ماء** بنسبة ٩٠ ٪

٢- **حمض الهيدروكلوريك** يجعل وسط المعدة حامضياً (PH = 1.5 – 2.5) .

الوظيفة :- ا- يوقف عمل انزيم التالين.

ب- يعمل على قتل الميكروبات التي تدخل مع الطعام .

ج- يعمل على تنشيط إنزيم الببسنوجين ويحوله إلى الببسين.

٣- **انزيم الببسين** :- يفرز في صورة غير نشطة تسمى الببسينوجين والذى ينشط في وجود HCl .

ويعمل على التحلل المائي للبروتين بكسر روابط ببتيدية معينة من سلال البروتين الطويلة

ويحولها إلى سلاسل قصيرة من عديدات الببتيدات (ببتونات).

لا تؤثر العصارة المعدية على الخلايا المبطنة للمعدة بسبب :-

١ – الافرازات المخاطية لجدار المعدة الداخلي تحمي المعدة من العصارات الهاضمة.

٢ – يتواجد إنزيم الببسينوجين في صورة غير نشطة ولا ينشط إلا بعد خروجه من المعدة إلى تجويفها بفعل HCl .

اذا حدث اختلال في افراز المخاط في جزء من جدار المعدة :-

تتعطل الالية الواقية فتهضم العصارة المعدية جزء من بطانة المعدة فتحدث القرحة المعدية

ملائمة المعدة لوظيفتها :-

١ – يعمل الجدار العضلي للمعدة على خض وعجن الطعام مع عصارتها بواسطة انقباضاتها العضلية.

٢ – تخزين الطعام فترة من الوقت تسمح بعملية الهضم حتى يصبح الطعام على شكل كتلة كثيفة القوام تسمى الكيموس.

٣ – التحكم في مرور الكيموس منها إلى الأمعاء الدقيقة على دفعات عن طريق ارتخاء العضلة الحلقية لفتحة البواب.

٤ – .....

® **الكيموس :-** كتلة كثيفة القوام من الطعام المهضوم جزئياً ذات قوام مناسب للدخول على دفعات إلى الأمعاء الدقيقة عن طريق ارتخاء العضلة الحلقية لفتحة البواب.

رابعاً :- الهضم في الأمعاء :-

الأمعاء الدقيقة:- طولها حوالى ٨ م وقطرها يتراوح بين ٣.٥ في بدايتها و ١.٢٥ سم فى نهايتها. تنثني على نفسها ويربط بين التوائها غشاء المساريقا. وتتكون من الاثني عشر واللفائفي.

العصارات التي تعمل على هضم الطعام فيها هي:-

ا – العصارة الصفراوية:-

– تفرز من الكبد على الغذاء أثناء مروره في الاثني عشر.

– تعمل على تحويل الدهون الى مستحلب دهني . أي تجزئ الحبيبات الكبيرة الى قطرات دهنية دقيقة مما يسهل التأثير الإنزيمي على الدهون التي لا تذوب في الماء.

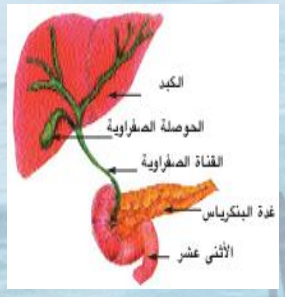
ب- العصارة البنكرياسية :-

– تفرز من البنكرياس على الطعام في الاثني عشر **وتحتوي على :-**

١- **بيكربونات الصوديوم :-** تعادل HCl وتجعل الوسط قلوي (PH = 8) .

٢- **إنزيم الأميليز البنكرياسي :-** يحلل النشا والجليكوجين إلى سكر مالتوز ثنائي.

٣- **إنزيم التربسينوجين :-** وهو غير نشط ومتى وصل إلى الاثني عشر فإنه يتحول إلى الصورة النشطة وهى التربسين وذلك بفعل إنزيم الانتروكينيز الذي يفرزه الجدار الخلوي للأمعاء الدقيقة.



ويساعد انزيم التربسين على تكسير البروتينات إلى عديدات الببتيدات حيث أنه أقوى من الببسين.

٤- **انزيم الليبيز :-** يحلل الدهون مائياً إلى أحماض دهنية وجليسرين بعد تجزئتها بالصفراء.

ج- العصارة المعوية:-

– تفرزها خلايا خاصة في جدار الامعاء الدقيقة.

– **تحتوى على الانزيمات التالية** والتي تكمل عمل الانزيمات السابقة في عملية الهضم النهائي لمكونات الغذاء:-

١- **مجموعة إنزيمات الببتيديز :-** وهى عدة أنواع يختص كل منها بتكسير الروابط الببتيدية بين أنواع معينة من الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد لتكون في النهاية الأحماض الأمينية المختلفة.

٢- **مجموعة الإنزيمات المحللة للسكريات الثنائية إلى أحادية وهي :-**

إنزيم المالتيز :- يحلل المالتوز (سكر الشعير) إلى جزيئين من الجلوكوز.

إنزيم السكريز :- يحلل السكروز (سكر القصب) إلى جلوكوز وفركتوز.

إنزيم اللاكتيز :- يحلل اللاكتوز (سكر اللبن) إلى جلوكوز وجالاكتوز.

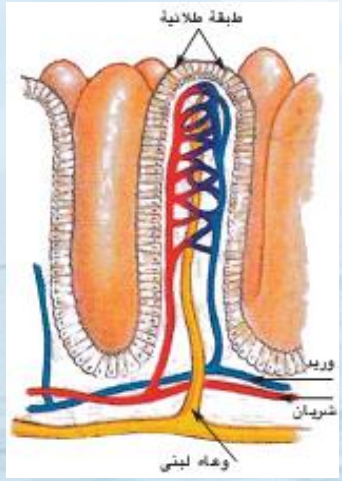
٣- **إنزيم انتيروكينيز :-** ليس من الانزيمات الهاضمة بل هو منشط فقط لإنزيم التربسينوجين .

الامتصاص

الامتصاص :- هو عبور المركبات الغذائية المهضومة إلى الدم أو الليمف خلال الخلايا المبطنة للفائفي في الأمعاء الدقيقة . بخاصية الانتشار الغشائي والنقل النشط .

يلاحظ وجود انثناءات عديدة في جدار اللفائفي تسمى الخملات وهى تزيد من سطح الأمعاء الدقيقة المعرض لامتصاص الغذاء حيث تبلغ مساحة هذا السطح حوالى ٢٠ م٢ أي خمسة أضعاف مساحة سطح جسم الانسان.

تركيب الخملة :-



١- **طبقة طلائية بداخلها وعاء لبنى (ليمفاوي)** يحيط به شبكة من الشعيرات الدموية الشريانية و الوريدية

٢- **الخميلات الدقيقة (الخميلات الميكروننية)**

وهي امتدادات دقيقة جدا لخلايا الطبقة الطلائية . **وتعمل على** زيادة سطح الامتصاص.

هناك طريقات للمواد الممتصة في كل خملة هما :-

١- الطريق الدموي:-

- يبدأ بالشعيرات الدموية داخل كل خملة.
- يمر فيه الماء والأملاح المعدنية والسكريات الأحادية والأحماض الأمينية والفيتامينات الذائبة في الماء . وتصب هذه المواد في الوريد البابي الكبدي ثم تدخل إلى الكبد ومنه إلى الوريد الكبدي لتصب في الوريد الاجوف السفلى فالقلب.

٢- الطريق الليمفاوي:-

- يمر فيه الجلسرين والأحماض الدهنية وما يذوب فيها من فيتامينات **K , D , A , H .**
- يعاد اتحاد بعض الجلسرين والأحماض الدهنية لتكوين دهن داخل خلايا الطبقة الطلائية للخملات . كما أن هذه الخلايا تمتص قطيرات الدهن التي لم تحلل مائيا بالإنزيمات بطريقة البلعمة . ثم تتجه الدهون الى الأوعية اللبنية داخل الخملات ومنها إلى الجهاز الليمفاوي الذي يحملها ببطء ليصبها في الوريد الأجوف العلوي فالقلب.

✍ الأمعاء الغليظة والتخلص من الفضلات

١ – تندفع فضلات الطعام غير المهضومة من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة عن طريق صمام يفتح في الأعور . حيث يتم امتصاص الماء وجزء من الأملاح خلال بطانة الأمعاء الغليظة التي يوجد بها الكثير من التحززات تساعد على ذلك.

٢ – تصبح فضلات الطعام شبه صلبة ويحدث لها تعفن بسبب وجود بعض أنواع من البكتيريا ثم تطرد الفضلات على شكل براز من فتحة الشرج نتيجة تقلصات شديدة في عضلات المستقيم وارتخاء العضلتين العاصرتين على جانبي الشرج وتفرز الأمعاء الغليظة المخاط الذى يسهل مرور فضلات الطعام للخارج.

التمثيل الغذائي

✍ **التمثيل الغذائي (الأيض) :-** هي العملية التي يستفيد منها الجسم بالمواد الغذائية المهضومة والتي يتم امتصاصها.

– تشمل عملية التمثيل الغذائي على عمليتين متعاكستين هما :-

١- عملية البناء :- يتم فيها تحويل المواد الغذائية البسيطة إلى مواد معقدة تدخل في تركيب الجسم.

مثال :-أ- السكر يتحول إلى مواد نشوية تخزن على هيئة جليكوجين في الكبد والعضلات.

ب- الأحماض الأمينية تتحول إلى أنواع البروتينات في الجسم.

جـ- الأحماض الدهنية والجلسرين تتحول إلى مواد دهنية تخزن في الجسم تحت الجلد.

٢- عملية الهدم:- يتم فيها أكسدة للمواد الغذائية الممتصة وخاصة السكريات لإنتاج الطاقة اللازمة لأداء الجسم لوظائفه الحيوية.