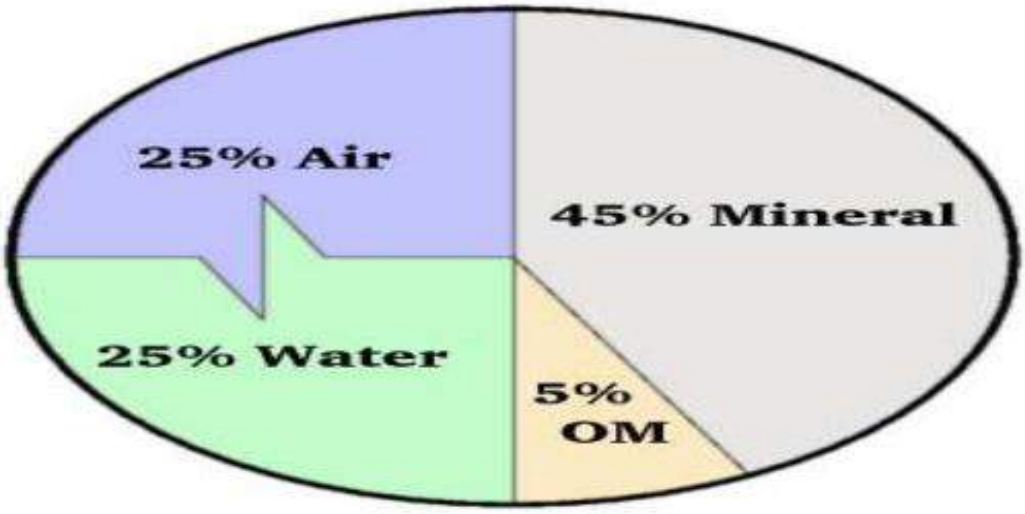
المحاضرة الثانية

التربة بيئة الاحياء المجهرية

soil is a habitat for organism

تتكون التربة من خليط من المادة المعدنية والعضوية والماء والهواء اضافة الى الكائنات الحية ، وان حجم هذه المكونات في تربة سطحية مزيجية مثالية لنمو النبات هو 45 % مادة معدنية ، 5% مادة عضوية، 25% ماء ، 25% هواء . شكل (2)



شكل (2) : النسبة المئوية الحجمية لمكونات التربة الرئيسية في تربة سطحية ملائمة لنمو النبات

تتكون بيئة التربة Soil Ecosystem من :

١- Organic Part
٢- inorganic Part
٣- Biological Part

يشكل الجزء(inorganic and Organic)المصدر الرئيس للكربون والطاقة والنتروجين والعناصر الأخرى الضرورية اللازمة لنمو الجزء Biological وتكاثره في التربة .

يتكون الجزء Biologicalمن مجاميع رئيسة من الأحياء التي قسم منها :

١- Microorganisms وتشمل Bacteria(بضمنها Protozoa, (Actinomycetes , Algae ,Fungi
٢- Macroorganisms ويشمل الديدان الأرضية ، النيماتودا ، النمل الأبيض والخنافس - ---- الخ .

تعرف التربة بايولوجيا : بأنها بيئة أو نظام مليء بمجاميع مختلفة من الأحياء المجهرية المسؤولة عن العديد من الفعاليات التي تحدث في التربة وهي تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في حياة الإنسان واقتصاده . هذه التفاعلات تقسم إلى قسمين :

١- قسم ذات تأثير ايجابي مثل تحلل المخلفات العضوية والحيوانية ومخلفات الإنسان مع تحرير العناصر الغذائية المختلفة بشكل جاهز للنبات .
٢- قسم ذات تأثير سلبي في حياة الإنسان منها الفعاليات التي تحول العناصر الغذائية الجاهزة إلى غير جاهزة ، إضافة إلى الامراض المختلفة التي تسببها .

تقوم الاحياء المجهرية بتفكيك المادة العضوية الطبيعية جميعها ، وتحسين خصوبة التربة بتحطيم انسجة النباتات والحيوانات فيها ، ودمج النواتج والمعادن المحررة مع التربة .

تحول احياء التربة بشقيها الفلورا النباتية flora الفونا الحيوانية fauna المواد المتحللة الى معقد عضوي مهم في التربة يسمى الدبال Humus يتركب من نحو 60% كربون ونحو 6 % نتروجين اضافة الى مركبات فينولية وفوسفاتية عضوية وسكريات معقدة وغيرها .

تمزج حيوانات التربة بحركتها الدبال مع التربة ، مما يساعد على تحسين خواص التربة بتفتيت حبيباتها وتهويتها وحركة الماء فيها ، وتجعل الدبال المتكون في متناول الاحياء المجهرية ، وهذه تقوم بهدم الدبال وحله ، ويتم هذا التحلل بصورة بطيئة محررة منه المغذيات النباتية .

يمكن التعبير عن نشاط الأحياء بصورة عامة والمجهرية خاصة أحيانا :

١- بقياس أعدادها على أساس عدد الخلايا الحية بالأطباق وهذه قد لا تعطي العدد الحقيقي لما هو موجود أصلا في التربة .

٢- باستعمال مصطلح **الكتلة الحية للتربة Soil Biomass** التي يمكن اعتبارها مؤشرا لمدى خصوبة التربة.

٣- وهناك طرقا اخرى مبنية على اساس قياس كمية الـ ATP او الكتلة الحية biomass او العدد المجهري يمكن ان تعطي قيما كبرى .

إن أكثر الأحياء المجهرية عددا في التربة هي البكتريا وتليها البكتريا الخيطية ثم الفطريات والطحالب ثم الابتدائيات ، بغض النظر عن الفايروسات التي تكون اكبر بكثير ، وعلى الرغم من تغلب البكتريا على الفطريات بالعدد في بعض الترب الا ان الكتلة الحيوية للفطريات تكون اكبر من كتلة البكتريا بسبب التفرعات الكثيرة للهايفات الفطرية .

جدول يبين الأعداد التقريبية للأحياء الشائعة في التربة

مجموعة الأحياء المجهرية	العدد التقريبي / غم تربة جافة
البكتريا	$٣\times ١٠^{٦} - ٥\times ١٠^{٨}$
الاكتينومايسيتات	$١\times ١٠^{٦} - ٢\times ١٠^{٧}$
الفطريات	$٥\times ١٠^{٣} - ٩\times ١٠^{٥}$
الخمائر	$١\times ١٠^{٣} - ١\times ١٠^{٥}$
الطحالب	$١\times ١٠^{٣} - ٥\times ١٠^{٥}$
الابتدائيات	$١\times ١٠^{٣} - ٥\times ١٠^{٥}$
النيماتودا	٥٠ - ٢٠٠

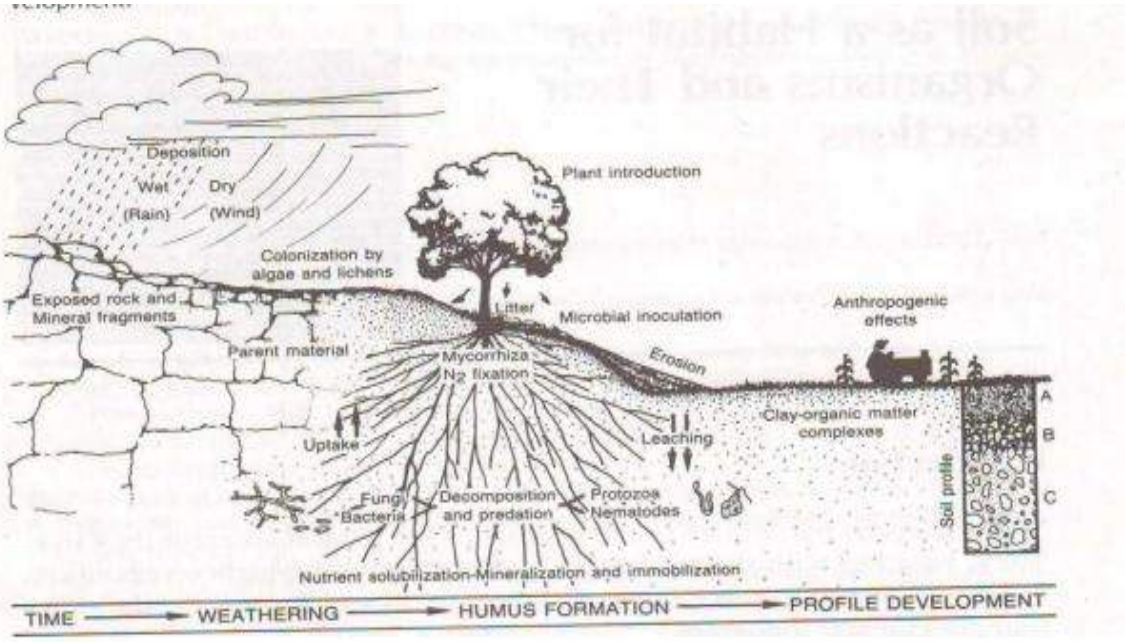
دور الاحياء المجهرية في تكوين التربة

Role of microorganisms in soil formation

تلعب الاحياء المجهرية organism دورا مهما في تكوين بيئة التربة اضافة الى عوامل تكوين التربة الاخرى، المناخ climate والطوبوغرافيةtopography والمادة الام parent materials والوقت time خاصةعند توفر غطاء نباتي جيد .

التحلل الفيزياوي والكيمياوي للصخور يؤدي الى تكوين دقائق ناعمةتحمل مساحة سطحية عالية وبعملية التجوية سوف تؤدي تكوين دقائق التربة الرئيسية الرمل sand والغرين slit والطين clay اضافة التحرير العناصر الغذائية واكاسيد الحديد والالمنيوم والسليكا مؤدية الى تكوين التربة. شكل (3) .

عمليات تحرير النتروجين والكربون في المراحل الاولى من تجوية مادة الام تكون ضعيفة لذلك فان المحتل الاول لاجزاء مادة الام هو الاحياء المجهرية التي تعمل على تثبيت النتروجين في التربة . ومن هذه الاحياء السيانوبكتريا cyanobacteria والطحالب الخضراء المزرقة bluegreen algae

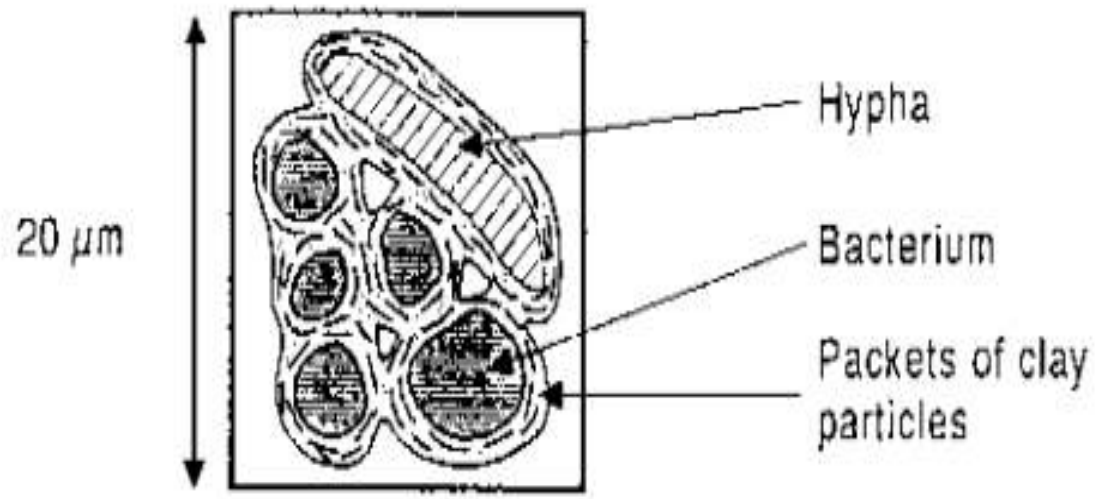


شكل (3) : التداخل بين الاحياء المجهرية والمادة العضوية ومادة الام لتطوير التربة

جذور النبات تنمو في التربة الى اعماق معينة ويرافقها نمو الاحياء المجهرية الى ذلك العمق مما يؤدي الى تحلل المخلفات العضوية وتكوين الدبال humus، عند وجود الغطاء النباتي فان تداخلات الاحياء المجهرية والخلايا الميتة والمادة العضوية ودقائق التربة تؤدي الى تكوين clay organic matter complex.

تلعب الفطريات دورا مهما في ربط دقائق التربة مع بعضها البعض مكونة تجمعات جيدة للتربةsoil aggregates الشكل (4) .تعمل الفطريات ايضا على ربط دقائق النربة والمادة العضوية معا مكونة تجمعات تسمى التجمعات الصغيرة microaggregates اصغر من 250 مايكرون) ، تقوم الفطريات بانتاج glycoprotein glomalin لها القابلية على ربط دقائق التربة وتقليل احتمال تدمير تجمعات التربة خلال فترات الترطيب والتجفيف .

شكل (4) : دور الفطريات والبكتريا في تكوين تجمعات التربة



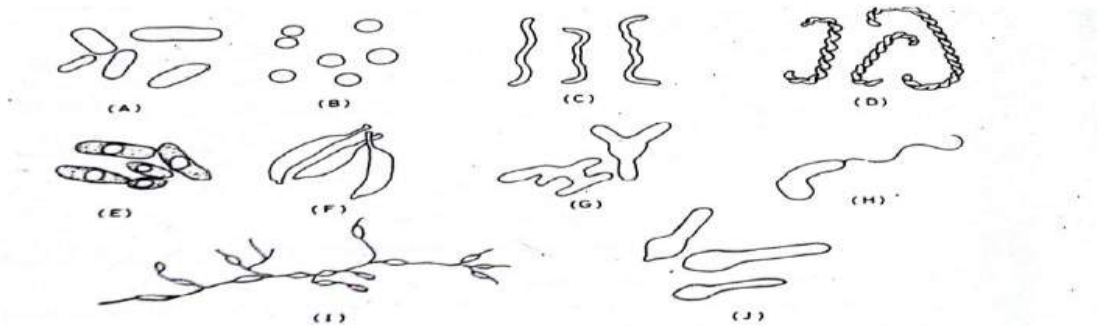
المحاضرة الثالثة

مجموعة بكتريا التربة Soil Bacteria

البكتريا كائنات حية مجهرية بدائية النواة وهي موجودة في كل مكان كالهواء والتربة والمياه وغيرها من البيئات ، منها متحرك ومنها غير متحرك ، تتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط، تحتوي على جدار خلية سميك ، تختلف بالشكل والحجم من كروية لا يزيد قطرها على ٢ ميكرونين الى عصوية قصيرة لا يزيد طولها الميكرون الواحد الى عصوية كبيرة قد يصل طولها بضع ميكرومترات .

تصنيف بكتريا التربة

حسب ما ورد في كتيب Bergey's Manual
Kingdom : planta or protista
Class : Schizomycetes
تحت هذا الصنف عشرة رتب ، ليست كلها موجودة في التربة ، لذا سوف نركز على الرتب التي توجد اجناسها في معظم الترب .



شكل٥: الاشكال المختلفة للبكتريا . A : عصوية rods ، B : كروية cocci ،C :حلزونية Spirilla ،D: Spirochaetes ، E : باسلا مع سبور with spore Bacilli ،G: خلايا متفرعة وبشكل حرف Y branched cells and Y-shaped cells ، H :الفابرو Vibrio ، I : الخلايا المتبرعمة budding ،J: Club-like cells .

Order 1 : Pseudomonadales

تتميز البكتريا التابعة لهذه الرتبة بانها عصوية ، غير مكونة للسبورات ، سالبة لصبغة كرام ، متحركة بواسطة سوط واحد (Monotrichous) او اكثر من طرف واحد (Lophotricous) او من طرفي الخلية (Amphitrichous) ، قسم منها Chemoautotrophs وقسم اخر Chemohetrotrophs وقسم ثالث Photoautotrophs . تحت هذه الرتبة توجد عوائل التالية :

Family 1 : Pseudomonadaceae

مثل الاجناس *Acetobacter* , *Pseudomonas,Xanthomonas* جميعها Chemohetrotrophs ، معظمها هوائية ووظيفتها اكسدة وتحليل المركبات العضوية ، قسم من الانواع لا هوائية اجبارية مثل *P.denitrificans* التي تختزل النترات الى غاز النتروجين .

Family 2 : Nitrobacteriaceae

متمثلة بالجنس *Nitrosomonas* التي تؤكسد الامونيوم NH_4^+ الى نتريت NO_2^- والجنس *Nitrobacter* التي تؤكسد النتريت الى نترات NO_3^- وكلاهما Chemohetrotrophs .

Family 3 :Thiobacteriaceae

متمثلة بالجنس *Thiobacillus* وخاصة *T.thiooxidans* التي تؤكسد الكبريت S الى كبريتات SO_4^{--} و *T.ferrooxidans* التي تؤكسد الحديدوز الى حديديك ، كلا النوعين Chemoautotrophs .

Family 4 :Caulobacteriaceae

متمثلة بالجنس *Caulobacter* والجنس *Gallionella* يؤكسدان الحديدوز الى حديديك .

Order 2: Hyphomicrobiales

متمثلة بالجنس *Hyphomicrobium* الذي يتكاثر بالتبرعم .

Order 3:Eubacteriales

أو البكتريا الحقيقية ، معظم بكتريا التربة تابعة لهذه الرتبة ، جميعها Chemohetrotrophs وقسم منها طفيلية . تقسم إلى المجاميع التالية :

المجموعة الأولى : العوائل التي تكون الأجناس التابعة لها عصوية الشكل ، سالبة لصبغة كرام ، غير مكونة للسبورات ، متحركة بواسطة اسواط محيطية Peritrichous ، تشمل العوائل التالية :

Family 1: Rhizobiaceae مثل جنس *Rhizobium*

Family 2 : Azotobacteriaceae مثل جنس *Azotobcter*

Family 3 : Achromobacteriaceae مثل جنس *Flvobacterium , Alcaligenes, Achromobacter*

Family 4: Enterobacteriaceae مثل الاجناس *Escherichia, Proteus, Enterobacter, Erwinia , Salmonella , Shigella , Klebsiella*

وهذه الاجناس التابعة للعائلة الرابعة تدخل التربة عن طريق مياه المجاري او فضلات الانسان وتبقى بالترب و لفترة مؤقتة .

المجموعة الثانية : العوائل التي تكون الأجناس التابعة لها عصوية الشكل ، موجبة لصبغة كرام ، غير مكونة للسبورات ، غير متحركة وتشمل العوائل التالية :

Family 1: Lactobacillaceae مثل جنس *Lactobacillus*

Family 2 **:** Corynebacteriaceae مثل جنس *Corynebacterium* , *Arthrobacter*

كلا الجنسين لهما دور مهم في تحليل المخلفات العضوية

المجموعة الثالثة : العائلة التي تكون الأجناس التابعة لها عصوية الشكل ، موجبة لصبغة كرام ، مكونة للسبورات ، متحركة ، تشمل عائلة واحدة :

Family :Bacillaceae مثل جنس *Bacillus* (هوائية) , *Clostridium* (لا هوائية اجبارية)

المجموعة الرابعة : العائلة التي تكون الأجناس التابعة لها كروية الشكل ، موجبة لصبغة كرام ، غير مكونة للسبورات ، غير متحركة ، تشمل عائلة واحدة :

Family **:** Micrococcaceae مثل جنس *Micrococcus* , *Sarcina* , *Staphylococcus*

Order 4 : Actinomycetales (تشمل مجموعة Actinomycetes الاكتينومايسيتات)

جميعها Chemohetrotrophs وتضم ثمانية عوائل :

Family 1 : Streptomycetaceae

Family 2 : Micromonosporaceae

Family 3 : Nocardiaceae

Family 4 : Actinomycetaceae

Family 5: Dermatophilaceae

Family 6 : Frankiaceae

Family 7 : Actinoplanaceae

Family 8 : Mycobacteriaceae

Order 5 : Myxobacteriales

تسمى البكتريا اللزجة slime bacteria ،.توجد على سطح التربة او المخلفات العضوية ، اذ وظيفتها تحليل كل من السليلوز والكيتين . من الاجناس التابعة لها :

Myxococcus, Polyangium , Archangium

الاكتينومايسيتات : قديما كانت تصنف ضمن الفطريات ولكن حاليا تصنف ضمن البكتريا

العومل التي تؤثر في نمو البكتريا

١- توفر المادة العضوية او الاسمدة العضوية معظم بكتريا التربة بحاجة الى الاسمدة العضوية كمصدر للكاربون والطاقة كذلك توفر المادة العضوية يزيد من هذه الانواع من البكتريا .

٢- التهوية : التربة الجيدة التهوية تكون فيها اعداد البكتريا اكبر بكثير من التربة رديئة التهوية .
٣- الرطوبة : زيادة الرطوبة عن السعة الحقلية تقلل من اعداد البكتريا الهوائية وتزيد من اعداد البكتريا اللاهوائية الاجبارية والاختيارية ،نقصان الرطوبةعن السعة الحقلية يقلل ايضا من اعداد البكتريا .
٤- درجة الحرارة: ارتفاع درجة الحرارة في التربة عن ٢٥م˚ او ٣٠م˚ يقلل من اعداد البكتريا في التربة وكذلك انخفاضها عن هذا الحد.
٥- درجة تركيز ايون الهيدروجين في التربة (PH) : بكتريا التربة وكذلك الاكتوماسيتات تحتاج الى تربة متعادلة و مائلة قليلا الى قاعدية ،ارتفاع او انخفاض الـPH عن المتعادل (٧) يقلل من اعداد البكتريا
٦- توفر العناصر المعدنية : البكتريا كأي كائن حي أخر بحاجة إلى عناصر معدنية الضرورية اللازمة للنمو
٧- حراثة التربة : الحراثة تزيد من تهوية التربة وعند توفر الظروف الملائمة الأخرى سوف تزداد أعداد البكتريا
٨- نوع المحصول المزروع في التربة : تتغلب أحيانا أجناس معينة من البكتريا في تربة مزروعة محصول معين .
٩- عمق التربة : كلما تعمقنا في بروفايل التربة كلما قلة المواد الغذائية والتهوية وبالتالي سوف تقل أعداد بكتريا التربة .

وظائف البكتريا

١- خصوبة التربة عن طريق تحلل المادة العضوية و تحرير العناصر الغذائية .
٢- إنتاج المضادات الحيوية .
٣- تحسين بناء التربة عن طريق السكريات المتعددة Polysaccharades .
٤- تحلل المبيدات .
٥- تثبيت النتروجين الحيوي في التربة .
٦- تحويل العناصر الغذائية في التربة .

المجاميع البكتيرية في التربة

تختلف نسبة تواجد البكتريا حسب نوع التربة وفي إحدى الدراسات تم ملاحظة النسب التالية :

1- *Arthrobacter* : 5 – 60 %

يتواجد هذا الجنس بنسبة عالية نتيجة لمقاومته للطروف القاسية فترة طويلة ، وله دور كبير في تحليل المخلفات العضوية .

2- *Bacillus* : 7 – 67 %

يقوم بتكوين endospores وذلك للظروف غير الملائمة مثل نقص الغذاء والرطوبة والاوكسجين وعدم ملائمة درجة الحرارة ووجود مواد كيميائية سامة .

3-*Agrobacterium* : Less than 20 %

معظمها يكون مثبت للنتروجين بصورة حرة بالتربة .

4- *Pesudomonas* : 3 – 15 % معظمها هوائية وظيفتها اكسدة وتحليل المركبات العضوية ، قسم منها لا هوائي اجباري مثل *P. denitrificans* التي تختزل النترات الى غاز النتروجين .

5- *Alcaligenes* : 2 – 12 % تعيش رمية معتمدة على تحليل المخلفات العضوية .

6- *Flavobacterium* : 2 – 10 %

تعيش رمية ايضا معتمدة على تحليل المخلفات العضوية .

7-others : 5 % or less

Xanthomonas, Staphylococcus, Micrococcus, *Corynebacterium, Sarcina* , *Mycobacterium*

اعداد البكتريا وتوزيعها في التربة

ان اعداد البكتريا في الارض تختلف كثيرا في الارض الواحدة حسب الطريقة المستخدمة في تقدير الاعداد ، كما ان طريقة اخذ العينات والاعماق التي تؤخذ منها ووقت اخذها تؤثر كثيرا في التقديرات الميكروبية لأعداد ونشاط بكتريا التربة ، ونظرا لصعوبة الحصول على صورة متكاملة للعلاقات والانشطة المختلفة لبكتريا التربة فلقد تعددت طرق الدراسة وتنوعت لتناسب الاغراض المختلفة وقد تتم الدراسات التالية :

1- طرق تقوم بدراسة اعداد وانواع احياء التربة بصفة عامة ، مثل دراسة معدل تحلل المواد العضوية او معدل تنفس الميكروبات او قياس النشاط الانزيمي .

2- طرق تقوم بدراسة اعداد وانواع احياء التربة ومنها طرق ميكروسكوبية مباشرة وطرق مزرعية غير مباشرة .

١- طرق تعتمد على دراسة قدرة الميروبات على احداث تغيرات محددة مثل المعدنة او القدرة على تثبيت النتروجين الجوي وغيرها .

ان الطرق الميكروسكوبية تعطي اعدادا اعلى بكثير من الطرق المزرعية ،لان الطرق الميكروسكوبية عادة لا تميز بين الميكروبات الحية والميتة مما يعطي اعدادا اكبر من الواقع ، بينما الطرق المزرعية تعطي اعدادا اقل من الواقع بكثير ، لعدة اسباب من اهمها ، انه في المختبر من المستحيل يمكن تحضير بيئة غذائية تعطي كل الاحتياجات الغذائية لجميع الانواع الموجودة في التربة ، فالميكروبات تختلف كثيرا في احتياجاتها الغذائية ، فمنها ما يستطيع النمو على بيئات غذائية بسيطة ومنها ما يحتاج الى اجتياجات معقدة يصعب توفرها ، كما ان ظروف التحضين وظروف البيئة لا توفر انسب الظروف لكل الميكروبات التي تعيش في التربة ، لذلك لا تنمو في الطرق المزرعية الا الانواع التي تناسبها الظروف المستخدمة في الدراسة .

ان الطرق الميكروسكوبية عادة تتميز عن الطرق المزرعية ، بانها تعطي صورة اكثر وضوحا لتوزيع البكتريا في التربة، وهناك دراسات بينت ان البكتريا لا تتوزع بانتظام في كتلة التربة ، ولكنها عادة ما تتركز بعداد كبيرة مكونة مستعمرات حول الحبيبات الصغيرة ويكون

تركيزها اكثر حول الحبيبات العضوية عن المعدنية ، ووجد ايضا ان البكتريا تتركز بشدة حول الشعيرات الجذرية وسطوح الجذور بوجود النبات .

ومن الطرق الميكروسكوبية المباشرة ذات القيمة الكبيرة في دراسة توزيع بكتريا التربة هي طريقة الشرائح المدفونة Cholodny buried slide technique .

اظهرت الدراسات الميكروسكوبية ان الترب الخصبة تحتوي على اعداد هائلة مقارنة بالطرق المزرعية كالعد بالأطباق Plate Countوعند استعمال هذه الطريقة تختلف النتائج حسب نوع الوسط الغذائي والظروف المزرعية لذا يجب نوع البيئة الغذائية وتركيبها وظروف الحضن ومدته حتى يسهل مقارنته بالطرق الاخرى ،وعادة ما يستعمل مستخلص التربة في البيئات المستخدمة في تقدير العدد الكلي للبكتريا بسبب ما يحتويه من املاح معدنية ومواد عضوية تشجع نمو البكتريا .

<u>طرق عد البكتريا :</u>

هناك عدة طرق لعد البكتريا وهي :

١- العد المباشر بالمكرسكوب : Direct microscopic count

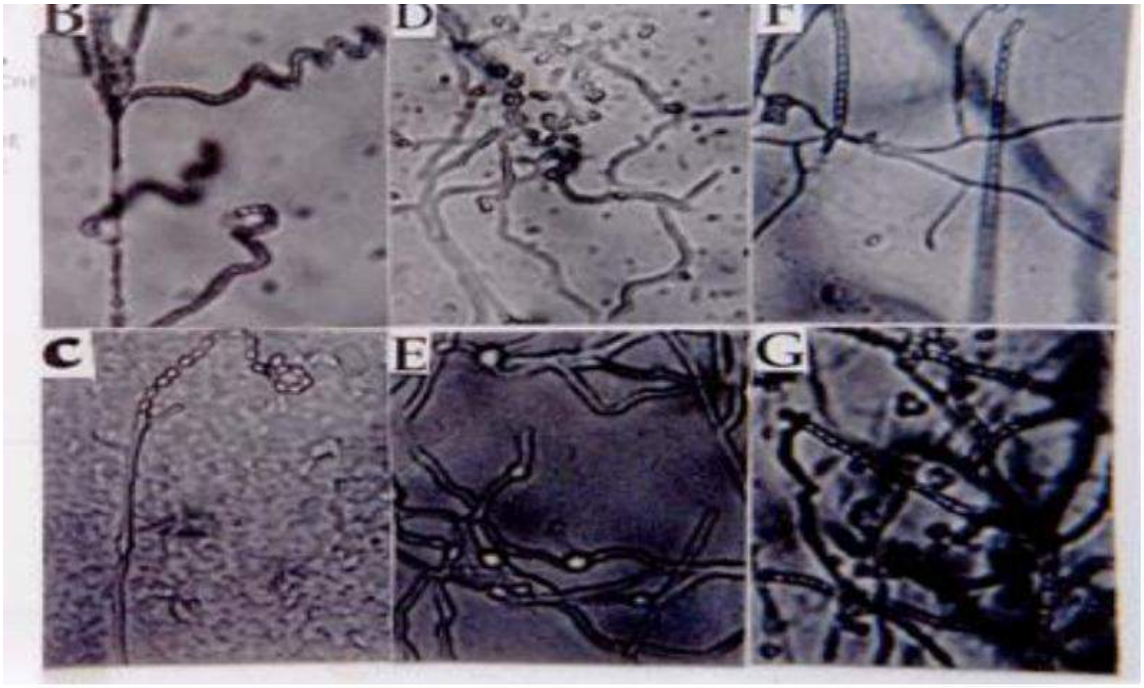
٢- العد بالأطباق : Plate count method (تعطى بالعملي)

٣- العد الأكثر احتمالا (M.P.N) The Most Probable Number.
وهي طريقة لتقدير كثافة المجاميع الميكروبية بدون عد المستعمرات النامية أوعد الخلايا
المفردة .
أساس هذه الطريقة يعتمد على :
أ- تحديد تواجد أو عدم تواجد نمو الميكروبات في سلسلة من تخافيف تربة وغيرها والتي تلقح بها الأوساط الغذائية .
ب- الميكروبات تحدث تغيرات معينة في الوسط الغذائي كتغير لون الوسط ، او تكون غازات
معينة ، هذه التغيرات يطلق عليها الفحص الموجب وبعكسه الفحص السالب .

٤- طريقة الشرائح المدفونة : (تعطى بالعملي)

مجموعة اكتينومايسيتات التربة :Soil Actinomycetes

وهي أحياء مجهرية وحيدة الخلية هوائية (عدا الجنس *Actinomyces*)،في الوقت الحاضر تشكل الرتبة Actinomycetales احد الرتب العشر التي تصنف لها البكتريا .
تكثر في التربة وفي خليط المخلفات العضوية وفي الأنهار ، أعدادها في التربة تأتي بعد أعداد البكتريا الأخرى وأحيانا تكونان متكافئتين في العدد .
معظمها رمية التغذية Saprophyte تعيش على الأنسجة العضوية الميتة ولكن قسما قليلا من الأنواع تسبب أمراض للإنسان والحيوان والنبات .



ومن حيث توزيعها هناك بعض النقاط :

- تقل أعدادها في الترب الرطبة عن الترب الجافة .
- أعدادها في الأراضي العشبية وأراضي المراعي أكثر من الأراضي الزراعية .
- أعدادها في الأراضي المزروعة أكثر من الأراضي البكر المجاورة .

أوجه الشبه بين Actinomycetes والفطريات

اعتقد سابقا ان الاكتينومايسيتات هي فطريات للتشابه الكبير بين الاثنين من خلال :

1- تتكون الفطريات من الماسيليوم الذي هو عبارة عن مجموعة من الهايفات وكذلك الاكتينوماسيتات .

2- تتكاثر الفطريات لا جنسيا بواسطة الكونديا والسبورانجيا سبور وقسم من الفطريات تتكاثر بتجزؤ الهايفا وكذلك الاكتينوماسيتات

3- نمو مستعمرات الاكتينوماسيتات على الأوساط الغذائية الصلبة المتشابهة لنمو مستعمرات الفطريات .

ولكن الدراسات اثبتت بما لايقبل الشك بان الاكتينوماسيتات هي بكتريا بسبب أوجه التشابه التالية :

أوجه الشبه بين Actinomycetes والبكتريا

1- خلية بكتريا prokaryote خلية عديمة الغشاء النووي وكذلك الاكتوماسيتات .

2- التركيب الكيمياوي لجدار خلية الاكتوماسيتات مشابهة للتركيب الكيمياوي لجدار خلية البكتريا .

3- ماسيليوم الاكتنوماسيتات ذو قطر رفيع جدا ارفع بكثير من قطر ماسيليوم الفطريات وبذلك نمو مشابهة للبكتريا الخيطية .

4- جميع الاكتوماسيتات تكون G+Ve وبذلك تشابه البكتريا G+Ve .

5- الاكتوماسيتات تفضل التربة المتعادلة والمائلة للقاعدية وكذلك البكتريا .
6- حاسية الاكتوماسيتات للمضادات الحيوية مشابهة لحاسة البكتريا لذلك تضيف الاكتوماسيتات في الوقت الحاضر في البكتريا .

المحاضرة الرابعة

٢- مجموعة فطريات التربة Soil Fungi

الفطريات كائنات حية حقيقية النواة ، تقسم الى قسمين هما :

١- الاعفان Molds متعددة الخلايا

٢- الخمائر Yeasts وحيدة الخلية

يتكون العفن من المايسيليوم Mycelium وهو عبارة عن تكتل خيوط رفيعة تسمى الهايفات hyphae

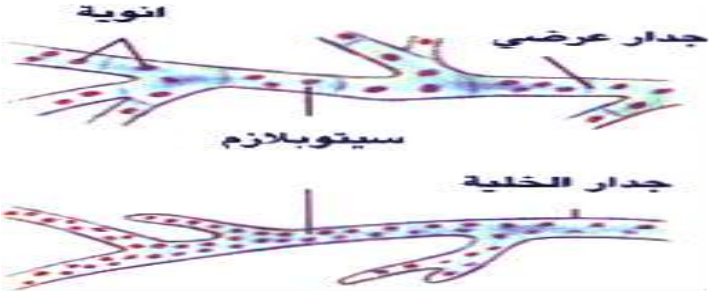
وتقسم الهايفات إلى قسمين :

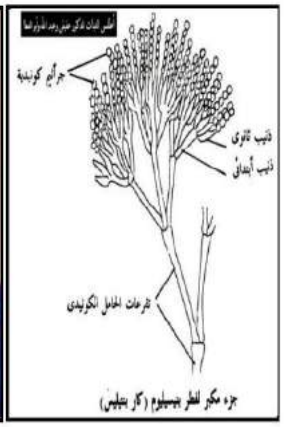
١- الهايفات الخضرية Vegetative hyphae : أهميتها إنها تمتد داخل الوسط الغذائي للحصول على الغذاء .

٢- الهايفات التكاثرية أو الهوائية Fertile or Aerial hyphae: أهميتها إنها تحمل الأعضاء التكاثرية وتقسم إلى قسمين :

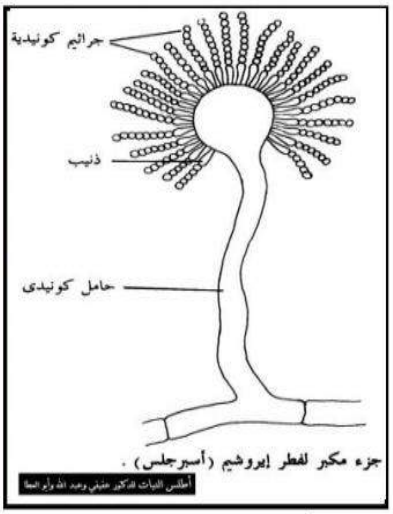
- Conidiophore تحمل الكونيديات
- Sporangiophore تحمل السبورات داخل السبورانجيوم

جميع الفطريات عديمة الكلوروفيل تحتاج الى غذاء عضوي جاهزمتباينة التغذية كيميائية chemoheterotrophs. ويتركب غلاف الخلية الفطرية كيمياويا من الكيتين او الكيتوسان او السليلوز . والهايفات بصورة عامة قد تكون مقسمة أحادية النواة و متعددة النواة وقد تكون غير مقسمة لتكون خلية واحدة متعددة الانوية .





***Penicillum* spp** **_____** ***Rhizopus* spp**



***Mucor* spp** **_____** ***Aspergillus* spp**

تتكاثر الفطريات لا جنسيا بتكوين الكونيديات Conidia المحمولة على حامل الكونيديات Conidiophore او بتكوين السبوراجيوسبورات Sporangiospores الموجودة داخل Sporangium المحمولة على الـ Sporangiophore أو بالتبرعم Budding بالنسبة للخمائر. ويمكن لقسم من الفطريات إن تتكاثر جنسيا بتكوين سبورات جنسية مختلفة الأنواع حسب جنس الفطر .

تصنيف فطريات التربة

Kingdom : plant or protista or fungi
Division : Mycota
Subdivision : 1- Eumycotina الفطريات الحقيقية

2- Myxomycotina الفطريات اللزجة

Myxomycotina (الاعفان اللزجة) : هي كائنات حية رمية التغذية Saprophyte لها طورين من الحياة ، الطور الأول : عبارة عن خلايا اميبية عديمة الجدران تتغذى بنفس طريقة تغذية الاميبا ، وعندما يقل المصدر الغذائي تمر الطور الثاني الذي تتجمع الخلايا الاميبية لتكون تراكيب شبيهة بالسبورانجيوم Sporangium الذي يحوي بداخله على خلايا شبيهة بالسبورانجيوسبورات يسمى هذا التركيب Pseudoplasmodium

أمثلة :

Dictyostelium
Acytostelium
Acrasis

الفطريات الحقيقية Eumycotina :

تقسم الفطريات الحقيقية (الاعفان والخمائر) إلى :

Class 1: Deuteromycetes or (Hyphomycetes) الناقصة الفطريات

تتميز بأنها لا تتكاثر جنسيا و إنما تتكاثر لا جنسيا فقط بتكوين الكونيديات ، والهايفات مقسمة. معظم فطريات التربة والتي تنمو على بيئة مارتن تابعة لهذا القسم منها :

Penicillum , Aspergillus , Alternaria , Verticillium , Helminthosporium , Fusarium , Botrytis , Trichoderma , Gliocladium , Monilia , Culvularia , Cladosporium , Humicola , Rhizoctonia , Stemphylium .

Class 2 : Zygomycetes الزايكومايسيتات

تتكاثر جنسيا بتكوين سبورات جنسية تسمى السبورات الزيجية (الزايكوسبور) Zygospores الناتجة من اتحاد اثنين من الهايفات احدهما ذكري والأخر أنثوي (+ و –) ، وتتكاثر لا جنسيا بتكوين السبورانجيوسبورات الموجودة داخل السبورانجيوم والمحمولة على Sporangiophore . الأمثلة :

Rhizopus , Mucor , Cunninghamella , Mortierella .

Class 3: Ascomycetes or (Pyrenomycetes) الفطريات الكيسية

يمكن تقسيمها إلى قسمين : **الأول** : الفطريات الكيسية الحقيقية Euascomycetidae التي تتكاثر لا جنسيا بالكونيديات أو سبورانجيوسبور وجنسيا بتكوين سبورات كيسية ascospores كل ثمانية داخل كيس يسمى ascus ، وتتميز في ان الاكياس السبورية تكون داخل تراكيب متخصصة تسمى ascocarps مثل : *Chaetomium , Sordaria , Neurospora , Thielavia* .

القسم الثاني : يشمل الفطريات الكيسية الشبيهة Hemiascomycetidae أو الخمائر yeasts التي تتكاثر لا جنسيا بالتبرعم او الانقسام وجنسيا بتكوين الأكياس السبورية التي لا تكون داخل تراكيب الـ ascocarps . اي في حالة الخميرة تكون الاكياس السبورية مكشوفة مثل : *Candida* , *Hansenula* , *Torula* , *Sporobolomyces* , *Torulopsis* , . *Zyg osaccharomyces*

Class 4 : Basidiomycetes or (Hymenomycetes) **الفطريات الباسيدية**

تتكاثر جنسيا بتكوين سبورات جنسية تسمى basidispores كل أربعة منها تكون محمولة تراكيب متخصصة تسمى باسيديوم basidium ، ولا جنسيا بالكونيديا أو سبورانجيوسبور.
أمثلة :

Pucciuia , Agaricus , Marasmius , Pistillaria , Glomus (Endogen)

Class 5 : Oomycetes **الفطريات البيضية**

تتكاثر جنسيا بتكوين سبورات جنسية تسمى السبورات البيضية Oospores الناتجة من اتحاد الانثريديوم الذكري مع الاووكونيوم الأنثوي ، ولا جنسيا بتكوين سبورات لا جنسية تسمى Zoospores كل منها يتحرك باثنين من الاسواط . امثلة :

Pythium , Phytophthora , Aphanomyces ,

Class 6 : Chytridiomycetes **الكتريديومايسيتات**

تشابه سابقتها ما عدا تحرك Zoospores بواسطة سوط واحد فقط . مثل :

Chytridium , Chytriomyces , Olpidium , Rhizophidium .

الطرق المستعملة في عد الفطريات في التربة

١- العد بالأطباق
٢- طريقة الشرائح الزجاجية المدفونة .

ضعف طريقة الأطباق هي :

1- صعوبة معرفة ما إذا كانت المستعمرة نامية من سبور او جزء من مايسيليوم أو من مايسيليوم كامل .
2- اثناء عملية الرج لتحضير تخافيف التربة قد يتكسر المايسيليوم او تتكسر كتلة الكونديات المتجمعة مع بعضها وكل منها سوف ينمو الى مستعمرة جديدة

بصورة عامة كتلة الفطريات اكثر من كتلة البكتريا ، اذ تتراوح كتلة الفطريات بين ٥٠٠ ـ ٥٠٠٠ كغم / هكتار ، إما البكتريا فتتغلب على الفطريات بالعدد .

الأشكال التي توجد عليها فطريات التربة :

١- الهايفات Hyphae : اقل الأشكال مقاومة للظروف الغير ملائمة ..

٢- السبورات الجنسية واللاجنسية : جميع الفطريات تكون سبورات لا جنسية وقسم كبير منها يكون سبورات جنسية تقاوم الظروف غير الملائمة .

٣- تكوين الـ Sclerotia : قسم من الفطريات تكون هذه التراكيب التي هي عبارة عن مجموعة من الهايفات محاطة بغطاء سميك تقاوم الظروف غير الملائمة / ومن الفطريات التي تكون هذه التراكيب هي :

Botrytis , Sclerotium , Rhizoctonia , Verticillium

٤- تكوين الـ Rhizomorphs وهي أيضا تراكيب تتكون من مجموعة من الهايفات محاطة بجدار سميك تقاوم الظروف غير الملائمة ايضا ، تكونها قسم من الفطريات ومنها :

Rhizoctonia

٥- تكوين Chlamydospores : وهي عبارة عن سبورات لا جنسية سميكة الجدران تقاوم الظروف غير الملائمة تنتج من قبل بعض الفطريات كما في : Fusarium , Phytophthora , Thielavia

مدى مقاومة قسم من هذه الأشكال للظروف غير الملائمة توضح بالرسم البياني التالي :

جدول يوضح مدى مقاومة الأشكال المختلفة للفطريات للظروف غير الملائمة

Structure	Fungus	Persistance (years)
5 >Chlamydospore	*Tilletia*	
1- Oospore	*Aphanomyces*	> 10
2- Sclerotium	*Phymatotrichum*	> 12
3- Microsclerotium	*Verticillium*	14

العوامل التي تؤثر على أعداد فطريات التربة

١- المادة العضوية : جميع الفطريات هي Chemoheterotrophs ، تستخدم المادة العضوية كمصدر للطاقة والكربون ، لذلك فان زيادة المادة العضوية تؤدي إلى زيادة أعداد الفطريات في التربة وخصوصا الأجناس : *Trichoderma* , *Fusarium* , *Penicillium* , *Aspergilus* , *Mucor* .

٢- توفر العناصر الغذائية : إضافة أملاح الامونيوم يزيد من أعداد فطريات التربة لسببين :

الأول : ان النتروجين عنصر ضروري لبناء الخلية .

الثاني هو ان أكسدة الامونيوم تزيد من حموضة التربة وبالتالي توفر ظروفا ملائمة لنمو الفطريات ، إضافة إلى ذلك تحتاج الفطريات إلى جميع العناصر الغذائية الاخرى اللازمة لنمو أي كائن حي .

٣- الرطوبة : أحسن رطوبة ملائمة هي السعة الحقلية ، زيادة الرطوبة لحد التشبع او نقصانها تؤدي إلى تقليل أعداد الفطريات بالتربة .

٤- التهوية : فطريات التربة بصورة عامة هوائية تتركز في الطبقات العليا من التربة ، لذلك أي عامل يؤدي إلى تقليل التهوية سوف يقلل من أعداد الفطريات .

٥- pH التربة : بصورة عامة الفطريات تفضل الـ pH الاقل من ٧ (تتغلب على البكتريا في الترب الحامضية) ولكن ممكن ان توجد باعداد لاباس بها بالترب ذات الـ pH اكثر من ٧ .

٦- درجة الحرارة : معظم الفطريات تعتبر Mesophiles (متوسطة) الحرارة الملائمة لنموها ٢٥ ـ٣٠ م° . وهناك بعض الاجناس تلائمها الحرارة العالية Thermophiles (تعيش في المواد العضوية المتخمرة Composts)التي قد ترتفع درجة حرارتها الى ٥٥ م° منها بعض الانواع التابعة للاجناس : *Aspergillus* , *Mucor* , *Humicola* , *Chaetomium* ، وهناك بعض الفطريات تنمو في درجة حرارة ٦ م° مثل بعض الانواع التابعة للاجناس : *Cyllindrocarpon* . *Penicillium* , *Cladosporium* , *Mucor* .

٧- العمليات الزراعية : الحراثة ، نوع المحصول كلها عوامل تؤثر على فطريات التربة ، اي ان اية عملية تزيد من تهوية التربة وتوفر غذاءا سوف تزيد من اعداد الفطريات ، وكذلك قسم من الفطريات تتاثر بنوع المحصول المزروع ، فقد وجد ان الحقول المزروعة بالشوفان تحوي أعداد كبيرة من الفطريات مقارنة بالحقول المزروعة بالذرة او الحنطة ، كذلك تغلب الفطر Aspergillus fumigatus في حقول الشوفان ، إما في حقول الذرة فيتغلب القطر Penicillium funiculosum ، وسبب ذلك يعود إلى افرازات معينة من جذور بعض النباتات التي تشجع نمو أنواع معينة دون الأنواع الاخرى .

٨- عمق التربة : بصورة عامة تتواجد الفطريات قريبا من سطح التربة وربما تتواجد أعداد كبيرة منها في الافق الثاني من قطاع التربة (B) وسبب ذلك قد يرجع الى تكيف بعض الأنواع لظروف قلة الأوكسجين وزيادة Co_2 كلما تعمقنا في التربة . تقسم الفطريات الى ثلاثة أقسام بالنسبة الى تأثير Co_2 عليها :

أ- الفطريات المتواجدة في جميع طبقات التربة (لا يؤثر تركيزCo_2 عليها) .

ب- الفطريات المتواجدة في الطبقات السطحية من التربة (حساسة لتركيزCo_2) .

جـ- الفطريات التي لا توجد قريبة من سطح التربة وتزداد كلما تعمقنا في التربة (غير حساسة لتركيزCo_2) .

٩- فصول السنة : يزداد عدد فطريات التربة في فصلي الربيع والخريف ويقل في فصلي الشتاء والصيف .

جدول يوضح تأثير العمق على أعداد الفطريات في مواسم مختلفة .

Fungi / g dry soil × 10^3

Depth(cm)	Herizen	May	June	July	Aug. Sept.
	Cultivated field	حقل محروث			
0-7	A	35	6	10	15 22
7-14	A	30	6	6	4 5
14-28	A	3	2	3	3 6
33-52	A	2	2	1	5 5
52-68	B	1	6	0	3 5
68-84	B	0	0	1	2 5
	Grass Soil	تربة حشائش			
0-7	A	19	15	38	44 7
7-14	A	12	7	13	10 4
14-28	A	13	4	5	5 4
33-52	A	6	19	7	19 21
52-68	B	4	18	17	12 25
68-84	B	9	18	37	21 14

جدول يوضح تأثير المادة العضوية على أعداد الفطريات

Soil treatment	Fungi / g soil × 10^3 7 days	21 days	35 days	49 days
Non	7.90	7.55	4.06	4.74
Clover root	70.0	68.0	64.4	43.2
Clover tops	-	-	48.0	43.0
Alfalfa root	70.0	61.0	60.5	47.0
Alfalfa tops	-	-	72.5	30.8

وظائف فطريات التربة

١- تحليل الأسمدة العضوية المضافة للتربة وتحرير العناصر الغذائية المختلفة :
معظم فطريات التربة تقوم بهذه الوظيفة ، اي لها دور كبير في تكوين الـ Humus التربة .

٢- قسم من الفطريات تكون تراكيب معقدة شبيه بـ Humus التربة تسمى Melanine ومنها الأجناس التالية :

Aspergillus *Helminthosporium* *Fpicoccum* *Alternaria* *Humicola* *Cladosporium*

٣- قسم من الفطريات تفيد في المكافحة البايولوجية ، اذ تعمل على القضاء على الكثير من المسببات المرضية .

٤- يفيد قسم من الفطريات في انتاج المضادات الحيوية كفطر *Penicillium* .

٥- تفيد في تحسين تركيب التربة عن طريق ربط حبيبات التربة بواسطة الهايفات .

٦- يفيد قسم منها في تحويل الفسفور الغير جاهز للنبات الى فسفور جاهز كفطريات المايكورايزا Mycorrhizae والتي منها الجنس Glomus .

٧- قسم من الفطريات تسبب أمراض للنبات ومنها :

Fusarium *Pythium* *Rhizoctonia* *Phytophthora*

٨- قسم منها يسبب أمراض للانسان والحيوان .

١- مجموعة طحالب واشنات التربة Soil Algae and Lichens

الطحالب هي عبارة عن كائنات حية تتبع المملكة النباتية او مملكة البروتيستا Protista وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا (خيطية) ، جميعها تحتوي على الكلوروفيل لذلك تعتبر Photoautotrophs أي تصنع الغذاء بعملية التركيب الضوئي باستعمال ضوء الشمس وCo_2 كمصدر للضوء والكربون . جميع خلايا الطحالب هي Eukaryote ما عدا الطحالب الخضراء المزرقة هي Prokaryote . بالرغم من ان طحالب التربة توجد على سطح او على عمق التربة (٥ـ ١٠ سم) من سطح التربة لأنها Photoautotrophs الا أنها وجدت في أعماق التربة (حتى عمق متر من سطح التربة) وتعليل ذلك هو : إما إنها انتقلت إلى أعماق التربة بواسطة مياه الأمطار أو الحشرات وتبقى ساكنة او انه هناك طحالب ممكن ان تعيش اعتمادا على المادة العضوية كمصدر للطاقة والكربون Chemoheterotrophic .

أقسام الطحالب

تضم طحالب التربة الأقسام التالية :

١- الطحالب الخضراء Chlorophyta : معظمها وحيدة الخلية ولكن هناك القليل منها خيطية ، صبغة الكلوروفيل والكاروتين والزانثوفيل تكون موجودة داخل الكلوروبلاست . بصورة عامة تفضل الترب الحامضية . من أمثلتها :

Chlorella *Protococcus* *Chlamydomonas* *Ulothrix* *Hormidium* *Scenedesmus* *Dactylococcus* *Chlorococcum* *Stichococcus*

٢- البنية الذهبية (الدايتومات Bacilarophyta (Diatoms : ممكن ان تكون وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا (خيطية) ، وحيدة الخلية تتكون من نصفين متشابهين محاطين بغشاء سميك من السليكون ، سميت بالبنية الذهبية لتغلب صبغة بنية الشكل تسمى (Fucoxanthin) إضافة إلى صبغة الكلوروفيل ، بصورة عامة تفضل الترب المتعادلة الى القاعدية . من أمثلتها :

Synedra *Fragilaria* *Navicula* *Surirellaa* *Pinnularia* *Cymbella* *Achnanthes*

٣- الطحالب الخضراء المزرقة Cyanophyta : هي أهم قسم من طحالب التربة ، تصنف ضمن البكتريا لان خليتها من نوع بدائية النواة Prokaryote ، وهي أيضا إما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ، تحتوي علة صبغات متخصصة هي : Phycocyanin , Phycoerythrin اضافة الى صبغة الكلوروفيل والكاروتينويد ، بصورة عامة تفضل الترب المتعادلة الى القاعدية . من أمثلتها :

Anabaena *Nodularia* *Calothrix* *Nostoc* *Chroococcus* *Lyngbia* *Oscillatoria* *Microcoleus* *Cylindrospermum* *Tolypothrix* *Phormidlum*

٤- الطحالب الخضراء المصفرة Xanthophyta : وحيدة الخلية متحركة بسوط واحد أو مجموعة من الاسواط . من أكثر الأجناس المعروفة الجنس Euglena (اليوغلينا) ، هناك بعض الأجناس يمكن أن توجد في بعض الترب منها :

Botrydiopsis *Bumilleriopsis* *Bumilleria*

Heterothrix *Heterococcus*

العوامل التي تؤثر على طحالب التربة

إن جميع العوامل التي تؤثر على أعداد البكتريا والفطريات سوف تؤثر على أعداد الطحالب . فالمادة العضوية تؤدي الى زيادة أعداد الطحالب والسبب هو إن تحلل المادة العضوية في التربة يؤدي الى تحرير Co_2 الذي تستعمله الطحالب في عملية التركيب الضوئي ولكون قسم من الطحالب يحتمل أن تعيش على المادة العضوية كمصدر للكربون والطاقة .

وظائف طحالب التربة

1- تقوم بعملية التمثيل الضوئي وتحول CO_2 الجوي إلى كربون عضوي ولذلك فهي المسؤولة عن زيادة الكربون العضوي في التربة .

2- يتم تجوية الصخور Weathering حيويا بتكوين حامض الكربونيك من CO_2 الناتج من تنفس الطحالب أو من نواتج تحليل البكتريا والفطريات إنزيميا للطحالب.

3- تفيد الطحالب الخيطية في تحسين تركيب التربة عن طريق ربط حبيبات التربة مع بعضها حيث تعمل النموات السطحية على تجميع حبيبات التربة (إما عن طريق خلاياها او المواد اللزجة التي تفرزها) فتقلل من عمليات اجرافها ، فعند سقوط الأمطار على الأراضي الصحراوية تنمو الطحالب بغزارة على سطح التربة متزيد من صلابة القشرة السطحية وتمنع انجرافها .

4- تفيد بعض الطحالب الخضراء المزرقة في زيادة نتروجين التربة ، إذ إن لها دور كبير في تثبيت النتروجين بايولوجيا بصورة حرة بالتربة مثل *Nostoc , Chroococcus*، إذ تلقح بها حقول الرز .

٥- تفيد الطحالب في تزويد الأوكسجين للنباتات وبصورة خاصة نباتات الرز لقيامها بعملية التركيب الضوئي وتخزين الأوكسجين .

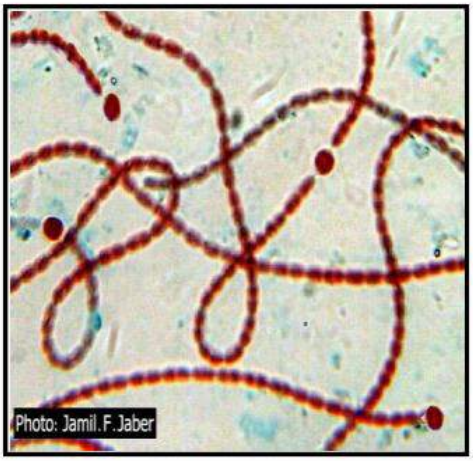
6- توجد بعض الأبحاث التي تدل على ان وجودها ينشط او يزيد من سرعة تثبيت النتروجين الجوي عن طريق تنشيط ومساعدة بكتريا الازوتوباكتر Azotobacter بزيادة الأوكسجين .

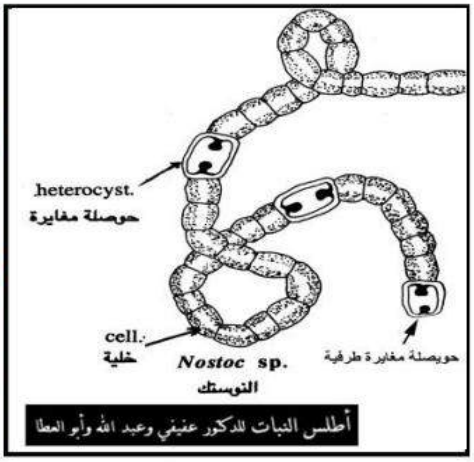
دراسة أعداد طحالب التربة

١- العد المباشر بالميكرسكوب : كما في البكتريا

٢- العد الأكثر احتمالا The most probable Number technique : وهي تعتبر أحسن
طريقة لعد الطحالب

الطحالب الخضراء المزرقة :





Nostoc

الاشنات Lichens

هي كائنات حية ليست كائنات مفردة و لكنها كائنات مركبة تتكون من تجمع طحلب (الطحالب الخضراء أو الخضراء المزرقة) و فطر (يعود إلى احد أجناس الفطريات البازيدية أو الكيسية) والطحالب يمكنها ان تعيش بصورة مستقلة وحدها . أما الجزء الفطري لا يمكن أن يعيش مستقلا وحده ، والاثنان مع بعضهما يعيشان تكافليا ، اذ يقوم الطحلب (الجزء العلوي) بتكوين الكاربوهيدرات بعملية التركيب الضوئي لكي يوفرها للفطر(الجزء السفلي) الذي تمتد هايفاته إلى أسفل التربة لكي يقوم بتزويد الطحلب بالعناصر الغذائية الضرورية التي يحصل عليها من تحليل المركبات العضوية الموجودة في التربة .

٤- مجموعة ابتدائيات التربة Soil Protozoa

كائنات حية وحيدة الخلية تابعة للمملكة الحيوانية أو ضمن مملكة البروتستا ، خليتها من نوع Eukaryote، تتغذى بصورة رئيسية على المركبات العضوية وعلى بكتريا التربة فهي تصنف بالنسبة لمصدر الكربون والطاقة بـ Chemoheterotrophs ، قسم من البروتوزوا ممكن أن تقاوم الظروف الغير ملائمة عن طريق التكيس Cyst .

أقسام البروتوزوا

تصنف ابتدائيات التربة بالنسبة لطريقة الحركة الى أربعة أقسام :

1- Mastigophora السوطيات

وهي التي تتحرك بالاسواط وتقسم الى قسمين :

a- Phytomastigophora

وهي التي تعتبر مرحلة وسطية بين الطحالب والبروتوزوا ، إذ إن جميعها تحتوي على الكلوروفيل كما في الجنس *Euglena* .

b- Zoomastigophora

وهي تشمل باقي البروتوزوا التي لا تحتوي على الكلوروفيل ومنها الأجناس :

Bodo *Cercobodo* *Tetramitus* *Monas*

2- Sarodina الاميبيات

وهي تتحرك بواسطة الأقدام الكاذبة Pseudopodia ومنها الأجناس :

Amoeba *Trichamoaba* *Biomyxa* *Nuclearia*

3- Ciliophora الهدبيات

وهي البروتوزوا التي تتحرك بواسطة الأهداب ومنها :

Paramecium *Colpoda* *Balantiophorus* *Vorticella*

4- Sporozoa الطفيلية

وهي البروتوزوا الطفيلية التي لا تحتوي على أعضاء للحركة (غير متحركة)

طريقة دراسة بروتوزوا التربة

١- يمكن دراسة البروتوزوا بواسطة الفحص الميكرسكوبي المباشر.

٢- استعمال طريقة العد الأكثر احتمالا The most probable Number technique لاجراء عملية عد ابتدائيات التربة وعزلها يتبع طريقة العد الأكثر احتمالا المستعملة في عد الطحالب وبعض أجناس بكتريا التربة ما عدا اختلافين :

أ- بما إن البروتوزوا تتغذى على البكتريا لذلك يجب تحضير وسط غذائي خاص لنمو بكتريا معينة ، يلقح الوسط الغذائي بتلك البكتريا وتترك بالحاضنة لمدة ٢٤ ـ ٤٨ ساعة لنمو وتكاثر البكتريا ،تلقح الأنابيب الحاوية على البكتريا بتخافيف معينة من التربة ($١٠^{-٢}$ ، $١٠^{-٣}$ ، $١٠^{-٤}$) ، تترك الأنابيب الملقحة بالحاضنة لمدة خمسة أيام إلى أسبوع .

ب- لمعرفة الأنابيب الموجبة (الحاوية على البرتوزوا) يمكن الفحص تحت الميكرسكوب وذلك بتحضير سلايد بالطريقة الرطبة ، فإذا كان هناك برتوزوا سوف تظهر أشكالها وحركتها تحت الميكرسكوب وتعتبر الأنبوبة المحضر منها السلايد أنبوبة موجبة . تحسب الأنابيب الموجبة من كل تخفيف وباستعمال الجداول الخاصة يمكن معرفة اعداد البرتوزوا لكل غرام تربة .

أهمية البرتوزوا

بما إن البروتوزوا تتغذى على البكتريا لذلك قد تكون مفيدة (تقضي على البكتريا الضارة)، أو قد تكون ضارة (تقضي على البكتريا المفيدة .كذلك قد تفيد في قيامها بعملية تحليل المادة العضوية المضافة للتربة وتحرير العناصر الغذائية المختلفة .

العوامل التي تؤثر في ابتدائيات التربة

١- المادة العضوية : تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في أعداد ابتدائيات التربة ، إذ قسما منها يتغذى على المادة العضوية والقسم الأخر يتغذى على البكتريا التي بدورها تنمو وتتكاثر على حساب المادة العضوية .

٢- الرطوبة والتهوية : مهمة للقيام بالعمليات الحيوية ، معظمها هوائية اجبارية .

٣- الـ pH : يمكن وجودها في مدى واسع من الـ Ph .

٤- درجة الحرارة : أحسن درجة حرارة ملائمة تكون بين ١٨ ـ٣٢ م° .

المحاضرة السادسة

٥- مجموعة فايروسات التربة Soil Viruses

الفيروسات Viruses : عبارة عن طفيليات غير خلوية إجبارية داخلية ، ولا يمكن أن تعيش إلا على أنسجة حية (خلية مضيف كان يكون نباتا أو إنسانا أو حيوانا أو بكتريا أو فطرا أو طحلبا) ، وهي اصغر الكائنات الحية المعروفة وأكثرها عددا (في حالة اعتبار الفيروس كائن حي) ، بلغت من الصغر حجما لا يمكن مشاهدتها إلا بالمجهر الالكتروني . لا يتجاوز قطر الكبيرة منها على ٠.٣ ميكرون والصغيرة منها حوالي ٠.٠٥ ميكرون .

يتركب الفايروس من حامض نووي واحد (RNA أو DNA) وليس كلاهما محاط بغلاف من البروتين يسمى Capside الذي يتكون من وحدات فرعية بروتينية تسمى كل منها بالكابسوميرات Capsomeres ، واحيانا يحاط الغلاف البروتيني بغلاف آخر يسمى Envelope .

الذي يهمنا من فايروسات التربة هي الفايروسات التي تقضي على بكتريا التربة والتي تسمى بكتريوفاج **Bactriophage** ، إذ إن هناك **Bactriophage** خاص لكل نوع من البكتريا .

هناك نوعان من بكتريوفاج : النوع الأول يسمى Lytic bacteriophage الذي يدخل داخل الخلية البكتيرية ويؤدي إلى موتها . النوع الثاني من بكتريوفاج يسمى Lysogenic bacteriophage هذا النوع لا يقضي على الخلية البكتيرية في المراحل الأولى من دخوله ، وإنما تبقى الخلايا البكتيرية حاملة الفيروس بداخلها وتنقله إلى الأجيال الأخرى مع خروج جزيئات من الفيروس بين فترى وأخرى من دون تحلل الخلية البكتيرية ويسمى هذا النوع ايضا باسم البكتريوفاج المؤقت temperate وتسمى هذه الظاهرة باسم Lysogenicity والخلية البكتيرية الحاملة للفيروس تسمى المحللة Lysogenic bacteria .

أطوار حياة الـ Bactriophage

١- الادمصاص Adsorption : ادمصاص ألياف ذيل الفايروس على سطح جدار خلية المضيف .

٢- الاختراق Penetration : حدوث شق في جدار الخلية البكتيرية بواسطة أنزيم معين (Lysozyme) مستقر في ذيل الفايروس ، فيدخل الحامض النووي إلى داخل خلية المضيف .

٣- التضاعف Replication : بعد أن يدخل الحامض داخل خلية المضيف يحصل :
أولا : تحول الحامض النووي الفايروسي (RNA) إلى حامض مستنسخ mRNA فايروسي
ثانيا : تخليق بروتين الفايـــــروس (الكابسد) .

٤- النضج Maturation أو إنتاج Production : تتضمن تجميع للعديد من جزيئات الحامض النووي للفيروس وكثير من البروتين للفايروس لتكوين الفايروس .

٥- التحرر Release : تتشقق الخلية البكتيرية وخروج الفايروسات نتيجة لتكن أعداد كبيرة من الفايروسات داخل الخلية .

طريقة دراسة الـ بكتريوفاج Bactriophage

كما قلنا سابقا بان البكتريوفاج تتكاثر على حساب البكتريا ، ولعزل البكتريوفاج خاص لبكتريا الرايزوبيوم نتبع الخطوات التالية :

١- نحضر وسط غذائي خاص ببكتريا الرايزوبيوم .
٢- يلقح هذا الوسط ببكتريا الرايزوبيوم ، وتترك الأنابيب بالحاضنة لمدة ٢٤ ــ٤٨ ساعة (سوف يتحول الوسط الغذائي من الرائق إلى عكر كنتيجة لوجود الرايزوبيوم) .
٣- يلقح الوسط الغذائي الحاوي على الرايزوبيوم بكمية قليلة من التربة أو بتخافيف من التربة وتترك الأنابيب بالحاضنة لمدة ٢٤ ــ٤٨ ساعة (وجود الفيروس بالتربة سوف يؤدي إلى تحول الوسط الغذائي العكر إلى وسط رائق كنتيجة لمت الرايزوبيوم) .

الوسط الغذائي الرائق سوف يحتوي على أعداد كبيرة جدا من البكتريوفاج الخاصة بالرايزوبيوم مع عدد قليل من البكتريوفاج الخاصة ببكتريا أخرى .ولعزل البكتريوفاج الخاص بالرايزوبيوم على مزرعة نقية نقوم بتحضير وسط غذائي صلب في اطباق بتري يلقح هذا الوسط ببكتريا الرايزوبيوم بطريقة التخطيط وتترك بالحاضنة لمدة ٢٤ ــ٢٨ ساعة لنمو الرايزوبيوم . بعدها تلقح الأطباق بكمية قليلة جدا (٠.١ مل من الوسط الغذائي الرائق) تترك بالحاضنة لمدة ٢٤ ــ٢٨ ساعة ، بعها تفحص الأطباق لمشاهدة مناطق خالية من النمو البكتيري (بكتريا ميتة) تسمى Plagues التي هي مزرعة نقية من الفيروس .

أهمية فايروسات التربة

الفايروسات بصورة عامة تتكاثر على حساب بكتريا التربة ، لذا فهي قد تقضي على البكتريا الضارة أو النافعة (الاقتصادية) كالرايزوبيوم .

إلى حد ألان نكون قد انتهينا من أحياء التربة المجهرية Microfona لتي لا ترى بالعين المجردة ، إضافة إلى ذلك تحتوي التربة على أحياء كبيرة نوعا ما التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة والتي تسمى حيوانات التربة Macrofona التي يكون أن يكون لها دور مهم جدا في عمليات تحسين التربة والتهوية ونفاذية الماء أثناء حركتها داخل التربة وتحليل المخلفات .ومن حيوانات التربة ديدان الأرض Erthworms والنمل الأبيض termites والنمل الاعتيادي ants . اضافة الى الديدان الخيطية Nematodes التي هي عبارة عن ديدان صغيرة مدورة يتراوح طولها بين ٠.٥ ــ ٤ ملم ، تتغذى على حساب بكتريا التربة لذلك فهي قد تكون ضارة أو نافعة .

الفطريات الجذرية (المايكورايزا Mycorrhizae)

فطريات المايكورايزا هي فطريات من نوع Soil born ، تعيش وتولد وتنمو وتنشا وتتكاثر في التربة ، بدأ تاريخ المايكورايزا منذ عام ١٨٨٥ حيث قدم العالم الألماني ألبرت برنارد فرانك Albert Bernard Frank (Frank، ١٨٨٥)، في دراسته حول علاقات التربة الميكروبية - النبات مصطلح يوناني ‘mycorrhiza’ والذي يعني حرفيا "جذور الفطريات،اي تتكون من مقطعين Myco وتعني فطر و rhiza وتعني جذر، ولهذا يعد هذا العالم أول من استعمل مصطلح المايكورايزا (Mycorrhizae) لوصف العلاقة التعايشية التبادلية غير المرضية بين هذه الفطريات وجذور نباتات من العائلة البلوطية Cupuliferace، ولكنها اهملت دراستها من قبل العلماء لاسباب عديدة منها :

أ- إن الإصابة infection بفطريات المايكورايزا لا تترك تأثيرا واضحا على العائل المصاب .

ب- الاستجابة للاصابة respon for infection : ان الاصابة بالمايكورايزا تحدث استجابة بالنمو وهذا يتطلب وجود مقارنة control حيث تكون الاستجابة ضعيفة في المنطقة الخالية من المايكورايزا ، هذه الامور جعلت الباحثين يعزفون عن دراسة المايكورايزا ، اذ لا يوجد نبات Control مع المنطقة المصابة للمقارنة .

المايكورايزا هي شكل من اشكال العلاقات التعايشية تبادل المنفعة (mutualism) بين جذور النباتات ، وتتشكل هذه العلاقات بطريقة مشابهة لتلك التي تكونها بكتريا العقد الجذرية في البقوليات. وهي علاقات مفيدة وغير مرضية وقد نالت المزيد من الاهتمام للفوائد البيئية والفسلجية الكبيرة التي تقدمها للنباتات المصابة بها ولدورها المهم والايجابي في تغذية النبات من خلال تحسين امتصاص معظم المغذيات الكبرى والصغرى من قبل العائل النباتي ، فضلاعن ان النباتات المصابة بها تكون اكبر حجما وافضل نموا وانتاجا من النباتات غير المصابة بها وبالمقابل فان فطريات المايكورايزا تعتمد على اخذ مصدر للطاقة من العائل النباتي ، حيث ان النباتات تعطي الكربوهيدرات للمايكورايزا.

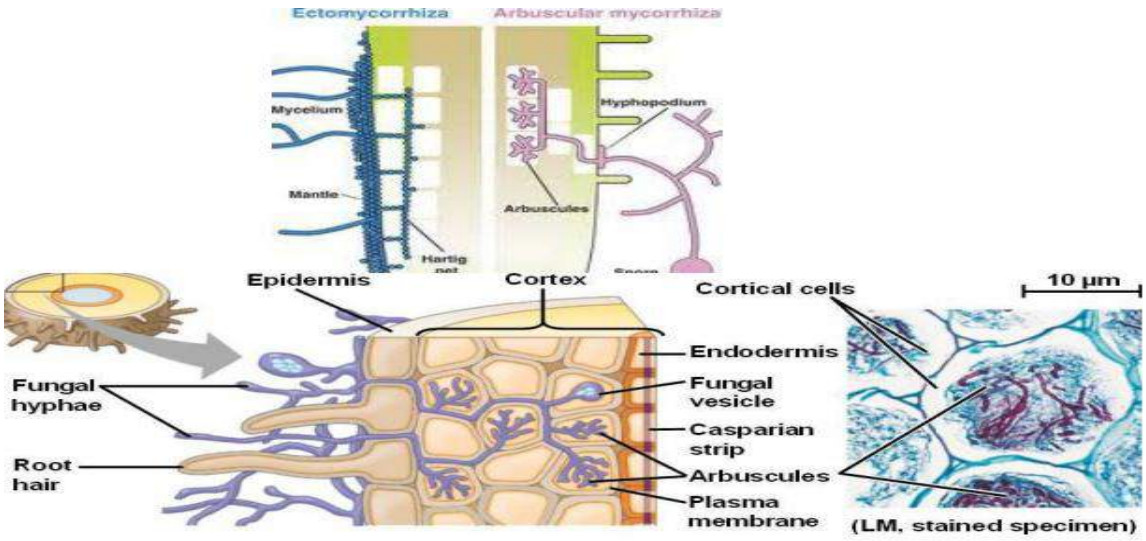
وتقسم فطريات المايكورايزا الى ثلاثة أنواع رئيسية هي :

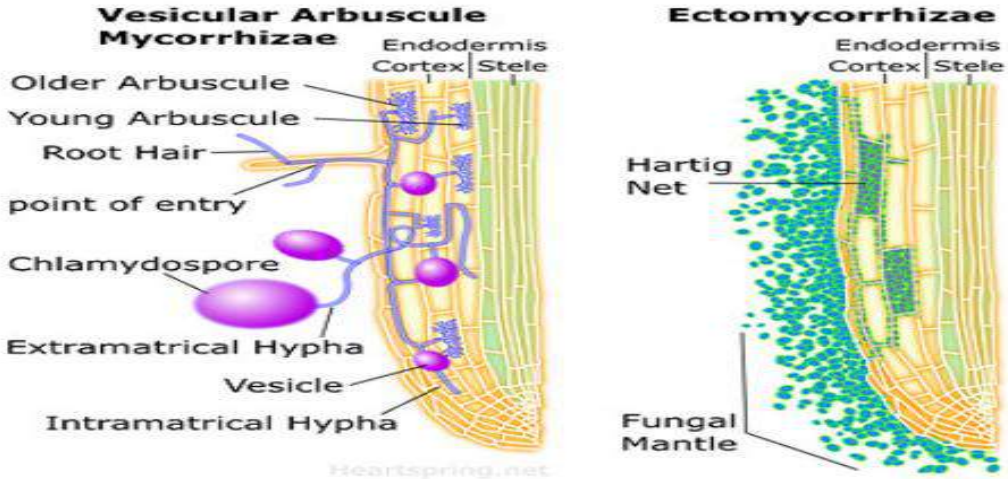
1-المايكورايزا الخارجية (Ectomycorrhiza) وتكون غلاف فطري خارجي يطوق الجذر والعائل النباتي لها اشجار الغابات كاليوكالبتوس والبلوط والصنوبر .

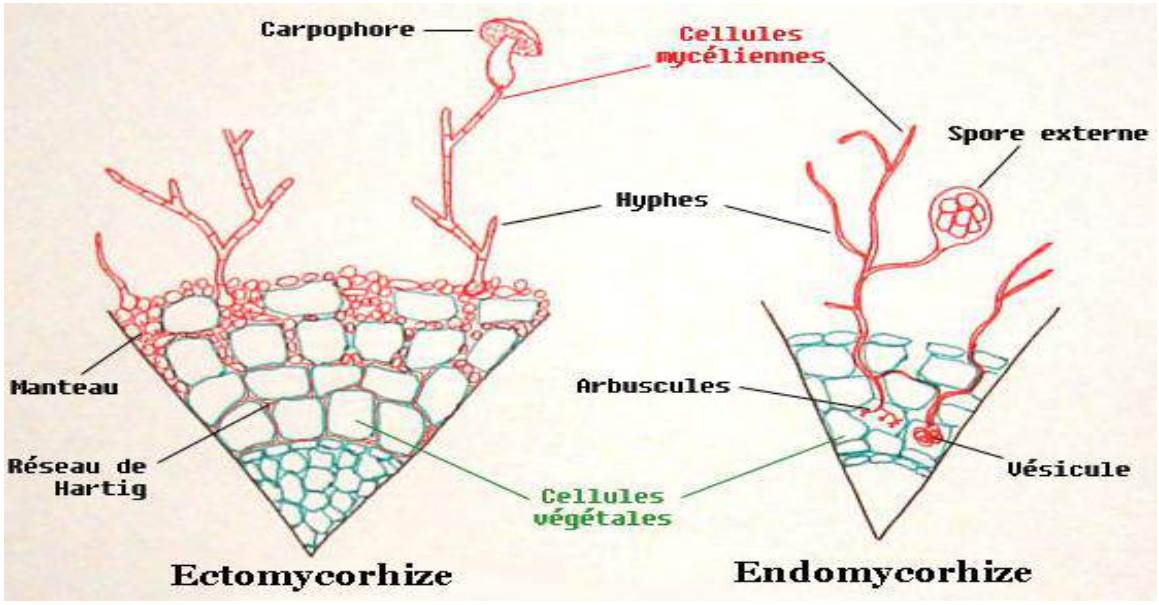
2-المايكورايزا الداخلية (Endomycorrhiza) أو الفطريات الحويصلية الشجيرية وتتميز بعدم تكوينها غلاف فطري خارجي ولكنها تمتاز باختراقها لانسجة قشرة الجذر وتكون تراكيب تدعى الشجيرات (Arbuscules) وتراكيب اخرى منتفخة تدعى الحويصلات (Vesicles) لذا تسمى المايكورايزا الحويصلية الشجيرية (VAM)

3-المايكورايزا الخارجية الداخلية (Ectoendomycorriza) وتتميز بانها تحمل صفات مشتركة للمايكورايزا الداخلية والخارجية فهي تكون غلاف فطري خارجي وتخترق أنسجة قشرة الجذرالداخلية .

وتعد فطريات المايكورايزا الداخلية (VAM)اهمها من الناحية الاقتصادية وذلك لكونها تصيب أغلب المحاصيل الاقتصادية مثل الحنطة ، الشعير ، الذرة ، القطن ومحاصيل الخضر ، ومن اهم محددات انتشارها في مجال تصنيعي واسع هو أنعدام مقدرتها على النمو في الاوساط الصناعية لكونها اجبارية التغذية على المادة الحية ، كما أنها غير تخصصية لنبات معين ويشمل فطر المايكورايزا أجناس عديدة أهمها (*Glomus* , *Gigaspora* , *Acaulospora* , *Sclerocystis*) ويعد الجنس *Glomus* اهمها واكثرها انتشارا ويعود اليه مجموعة من الأنواع منها (*G.mosseae*، *G.leptoticum* , *G.etunicatum* , *G.fasciculatum*). وان الجنس (*Glomus*) يسود في الترب العراقية بسبب ملائمة التربة له من حيث درجة الـ(pH) القاعدي وظروف الحرارة العالية .







مقارنة بين المايكورايزا الداخلية والخارجية

تأثير المايكورايزا في نمو النبات

إن فطريات المايكورايزا تصيب العائل النباتي مسببة زيادة واضحة في الأوزان الجافة للمحاصيل ،إي إن إضافة اللقاح يتسبب في حصول تسارع في معدل النمو النسبي للنبات وبذلك تكون العلاقة بين منحنى النمو وبين لقاح المايكورايزا علاقة موجبة في الغالب .

يعتمد هذا المنحنى على عدة عوامل أهمها :

١- كمية الفسفور الجاهز للنبات .
٢- قدرة التربة على امتزاز الفسفور .

ان منحنى الاستجابة للمايكورايزا يظهر لنا مقارنة أفقية :

أولا: دور المايكورايزا في تشجيع امتصاص العناصر الغذائية:

1- تأثير المايكورايزا الداخلية في امتصاص الفسفور

الآليات التي تفسر زيادة امتصاص الفسفور في النباتات الملقحة بفطريات المايكورايزا هي :

أ- استكشاف مناطق بعيدة عن متناول الجذور .
ب- تحوير بيئة الجذر.
جـ - تقليل المسافة التي يقطعها الفسفور بالانتشار .

د- السرعة العالية لانتقال الفسفور خلال الهايفا مقارنة بانتقاله في الجذور.

هـ- القدرة العالية للخيوط الفطرية على امتصاص الفسفور من التراكيز الواطئة للفسفور من محلول التربة.

و- قدرتها المتوقعة على استغلال مصادر الفوسفات غير الجاهزة كصخر الفوسفات وفوسفات الكالسيوم الثلاثية ومسحوق العظام .

ز- إن للجذور المصابة ألفة عالية للفوسفات مقارنة بالجذور غير مايكورايزيـــة.

2- تأثير المايكورايزا الداخلية في امتصاص العناصر الأخرى .

مقدرتها على زيادة تركيز عناصر أخرى في أنسجة النبات مثل النتروجين والبوتاسيوم والمغنسيوم والنحاس والحديد .

ثانيا :التأثيرات المحفزة للنمو

1- منظمات النمو .

2- تحسين العلاقات المائية وزيادة مقاومة النبات للجفاف .

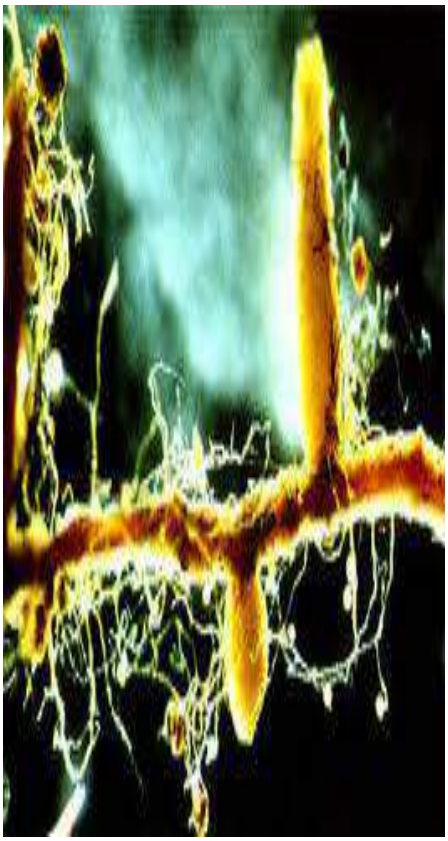
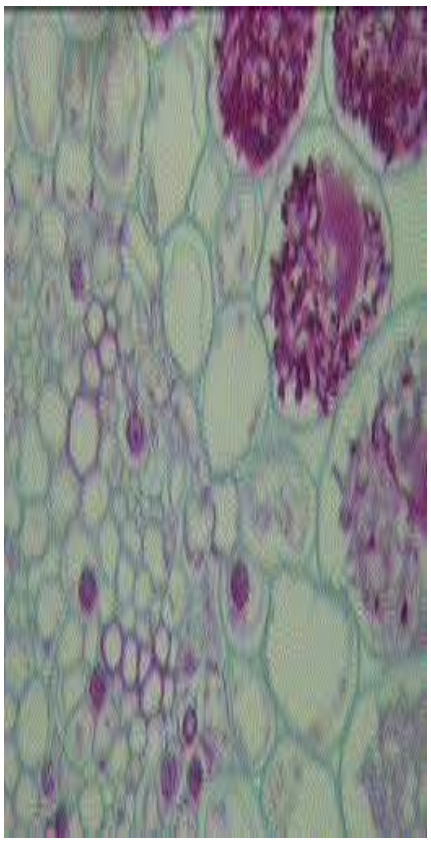
3 - زيادة مقاومة النبات لتحمل الدرجات العالية من الملوحــة .

4- تحسين بناء التربة وتجميع حبيباتها .

5- السيطرة الحيوية .

٦- يعد التأثيرها الأكثر أهمية هو مقدرتها على تحسين عملية التثبيت الجوي للنتروجين بنوعيه ألتعايشي وغير ألتعايشي.

Mycorrhizae

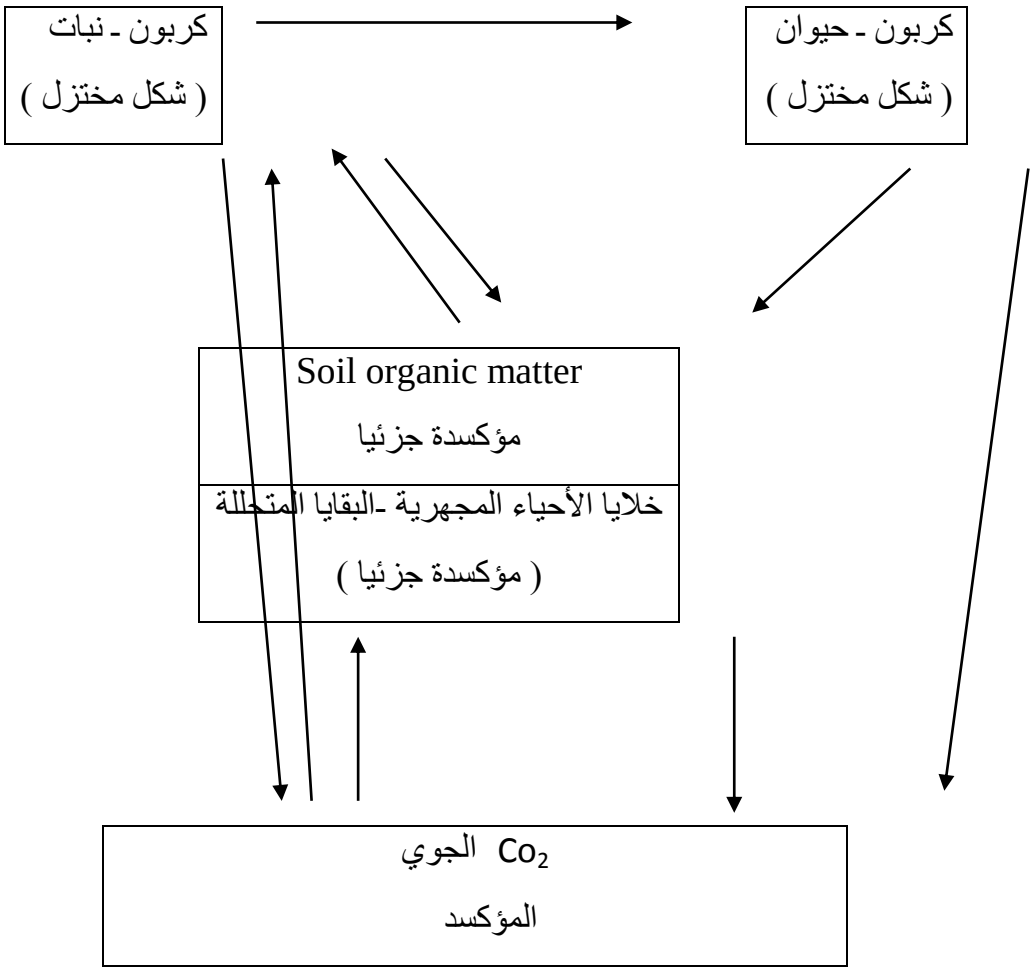
المحاضرة السابعة

دورة الكربون Carbon cycle

يعد الكربون من العناصر المهمة في بناء الخلية ، اذ كعنصر مهم في تركيب البروتوبلازم وتتراوح نسبته في خلايا الكائنات المجهرية حوالي (٤٠% ــ ٥٠%) من الوزن الجاف . اذ تحصل عليه من غاز Co_2 الموجود بكمية محدودة تبلغ حوالي (٠.٠٣ %) من مكونات الهواء الجوي .

تتمثل دورة الكربون في الطبيعة بتحويل غاز Co_2 اللاعضوي الى الحالة العضوية بفعل الكائنات الذاتية التغذية الضوئية (النباتات الخضراء ، الطحالب) ثم يعاد تكوينه مرة أخرى الى حالته المعدنية (Co_2) الذي ينطلق مرة اخرى الى الهواء الجوي لضمان استمرار الحياة للكائنات الراقية .

إن قسما من النباتات يرجع الى التربة كمخلفات نباتية والقسم الأخر يؤكل من قبل الحيوانات وهذا أيضا يرجع الى التربة ، إضافة الى ذلك فالأحياء المجهرية التي تموت بسبب قلة الغذاء أو لأسباب أخرى أيضا تكون مصدرا من مصادر المادة العضوية في التربة .، جميع هذه المواد مصيرها التحلل الميكروبي الى مكوناتها المعدنية الأصلية ومنها Co_2 .



شكل : دورة الكربون في الطبيعة .

قبل الدخول في التفاعلات الكيميائية التي لها علاقة بفعل الأحياء المجهرية ، نعطي بعض الاعتبارات الفسلجية في تغذية هذه الأحياء . فالعناصر الغذائية التي تستهلكها بصفة أساسية تؤدي ثلاث وظائف منفصلة هي :

١- تجهيز الكائنات الدقيقة العناصر اللازمة لتكوين بروتوبلازم الخلية .

٢- تجهيز الطاقة اللازمة لنمو الخلية وتفاعلات البناء الحيوية .

٣- تعمل العناصر الغذائية كمستقبلات للالكترونات المنطلقة من التفاعلات المنتجة للطاقة في الكائن الحي . ففي الكائنات الهوائية يستعمل الأوكسجين كمستقبل نهائي للالكترونات ، أما في الكائنات اللاهوائية فإنها تستعمل :

أ- مركبات عضوية كمستقبل للالكترونات مثل حامض البيروفيك Pyruvic acid الذي يتحول الى ايثانول ethanol بواسطة الخمائر أو الى حامض اللاكتيك Lactic acid بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك .

ب- مركبات معدنية كمستقبل للالكترونات كعملية التنفس بدلا من الأوكسجين ، مثلا تستعمل No_3 كمستقبل للالكترونات بدلا من الأوكسجين اذ تختزل الى آمونيا كما في حالة بكتريا E.coli ، *Bacillus subtilis* ، او تختزل الى نتروجين كغاز كما في حالة بكتريا *Pseudomonas denitrificans* . أحيانا تستعمل الكبريتات كمستقبل للالكترونات في عملية التنفس بدلا من الأوكسجين ، إذ تختزل إلى H_2S كما في حالة البكتريا اللاهوائية *desulfovibrio derulforicans* .

النشاط الأنزيمي في التربة

أي تفاعل كيميائي بايولوجي لا يمكن أن يتم إلا بواسطة الأنزيمات ، وجميع التفاعلات المايكروبايولوجية لا تتم إلا بوجود أنزيمات خاصة بها ،ولكل تفاعل أنزيم خاص به يفرزه كائن حي متخصص . من الممكن تقسيم الأنزيمات الى قسمين :

1- Constitutive Enzymes

وهي الأنزيمات الموجودة في كل وقت داخل الخلية كأنزيمات الكلايكوليس glycolysis وأنزيمات دورة الحامض الكاربوكسيلي الثلاثي (T.C.A) .

2- Inducible Enzymes

وهي تشمل الانزيمات غير الموجودة بصورة طبيعية داخل الخلية ، وإنما تحفز وتتكون وتفرز خارج الخلية ، اذ تكونها الخلية كنتيجة لوجود مادة غذائية معينة (مركبات عضوية) داخل التربة ، فعند إضافة السليلوز الى تربة ما سوف تقوم البكتريا الخاصة بتحليل السليلوز بإنتاج أنزيمات السيليوليز cellulases ، اذ يتحلل السليلوز إلى كلوكوز :

Cellulose ⟶ n glucose

وإضافة بروتين مثلا إلى تربة ما سوف يحفز البكتريا الخاصة بتحليل البروتين على إنتاج أنزيمات البروتينيز Protieneses : :

Protieneses

Protien ⟶ Amino acid

من الممكن تقسيم الأنزيمات بطريقة أخرى :

١- أنزيمات داخلية Entracellular Enzymes

وهي الأنزيمات التي تفرز على المواد الغذائية داخليا فقط .

٢- أنزيمات خارجية Extracellular

وهي الأنزيمات التي تفرز خارج الخلية في التربة كالأنزيمات التي تحلل السليلوز والبروتين .

طريقة دراسة أنزيمات التربة

لدراسة نشاط أي أنزيم بالتربة نضيف المادة الغذائية التي يحللها ذلك الأنزيم بكمية من التربة مع وجود مادة مثبطة للقضاء على أحياء التربة المجهرية ومن ثم يدرس كمية ناتج التحلل .

فلدراسة نشاط أنزيم Urease في تربة ما نقوم بأخذ كمية قليلة من التربة (٢غم مثلا) ونضيف لها تركيز معين من اليوريا مع كمية قليلة من مادة مثبطة كالتلوين مثلا ، وتترك لمدة من الزمن ومن ثم تقاس كمية الامونيا الناتجة من تحلل اليوريا .

هناك عوامل عديدة تؤثر في النشاط الإنزيمي في التربة منها :

1- تركيز ايون الهيدروجين

2- الحرارة

3- ملوحة التربة

المادة العضوية Organic matter

يقصد بها بقايا النباتات والحيوانات غير المتحللة التي تضاف إلى التربة أو تقلب في التربة لغرض الإفادة منها سمادا عضويا . لذا فان مصادر المادة العضوية متعددة منها :

١- بقايا النباتات ومخلفاته .
٢- أنسجة الحيوان ومخلفاته .
٣- خلايا الأحياء المجهرية الميتة .

يمكن تقسيم المركبات العضوية النباتية إلى :

1- Cellulose 15 – 60 % of dry weight
2- Hemicellulose 10 – 30 % of dry weight
3- Proteins 5- 10 % of dry weight
4- Lignins 5- 30 % of dry weight
5- Starch 5- 30 % of dry weight
6- Simple sugars ,Amino acids , Aliphatic acids 5- 30 % of dry weight
7- Fats , Oil , waxes Less then 2 %

النسب أعلاه تختلف حسب النبات

طرق قياس درجة تحلل المادة العضوية .

١- قياس كمية Co_2 المتحررة من المادة العضوية .
٢- قياس كمية الأوكسجين المستهلكة لأكسدة المادة العضوية .
٣- تقدير النقص الحاصل في كمية المادة العضوية إما كيميائيا أو بالوزن .
٤- تتبع اختفاء المكونات العضوية كالسليلوز والهميسليلوز أو اللكنين وغيرها .

تحلل المادة العضوية

أهم وظيفة تقوم بها أحياء التربة المجهرية هي تحليل المادة العضوية إلى عناصرها المعدنية الأصلية من S,N , C وعناصر صغرى . ان تحلل المادة العضوية في التربة يخدم فعاليتين أساسيتين للاحياء المجهرية وهما تجهيز :

ا- الطاقة اللازمة للنمو . ب- الكربون ، لتكوين مكونات الخلية الجديدة.

ان المراحل النهائية من التحلل هي :

١- توفير عناصر غذائية جاهزة للنبات (Co_2 وماء) .
٢- خلايا ميكروبية .
٣- مواد سوداء تعرف بدبال التربة Soil humic .

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow Co_2 + H_2o + energy$$

تحلل المادة العضوية في التربة هو صفة لجميع الأحياء المتباينة التغذية Hetrotrophs ، وبصورة عامة ان تحلل المادة العضوية يستعمل كمؤشر لمستوى الفعالية المايكروبية ، ولذلك تختلف المجاميع المايكروبية في كفاءتها باستعمال الكربون العضوي وكما يلي :

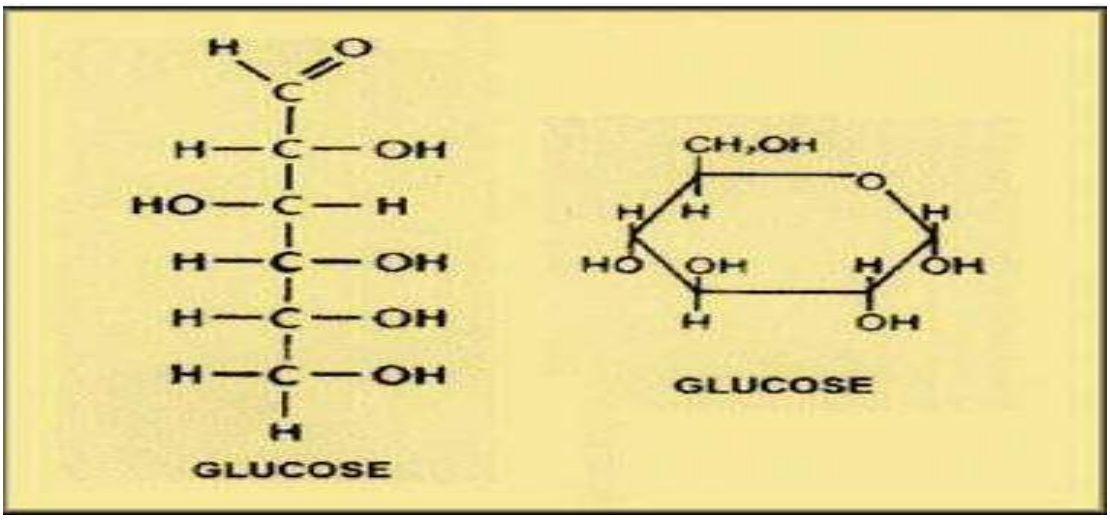
١- الفطريات والفطريات الشعاعية : ٣٠ % ـ ٤٠ % من الكربون المستعمل .
٢- البكتريا الهوائية : يمثل من ٥ % ـ ١٠ % من الكربون العضوي .
٣- البكتريا اللاهوائية : يمثل حوالي ٢% ـ ٥ % من الكربون العضوي .

بعض الأساسيات

ان دراسة ميكانيكية تحلل المركبات العضوية النباتية يحتاج إلى فهم واسع بأساسيات الكيمياء الحياتية ، سوف نبدا بالتحلل الحيوي لابسط المركبات النباتية وهي السكريات الأحادية متمثلة بتحلل الكلوكوز ثم ننتقل الى المركبات الأكثر تعقيدا . وقبل دراسة تحلل أي مركب يجب ان نفهم التركيب الكيمياوي لكل مركب ، ابسط وحدة تتكون منها السكريات المتعددة هو الكلوكوز .

١- السكريات الأحادية : Monosaccharides : وتشمل كل من الكلوكوز ، الكالكتوز ، المانوز والسكريات الامينية .

تركيب الكلوكوزGlucose



- الفرق بين &- glucose و B- glucose هو إن الـ OH في ذرة الكربون رقم ١ في &- glucose تكون للاعلى وفي B- glucose تكون للأسفل .
- الكالكتوز هو كلوكوز ما عدا الـ OH بدل H وH بدل OH في ذرة الكربون رقم ٤ .
- المانوز هو كلوكوز ما عدا الـ OH بدل H وH بدل OH في ذرة الكربون رقم ٢ .

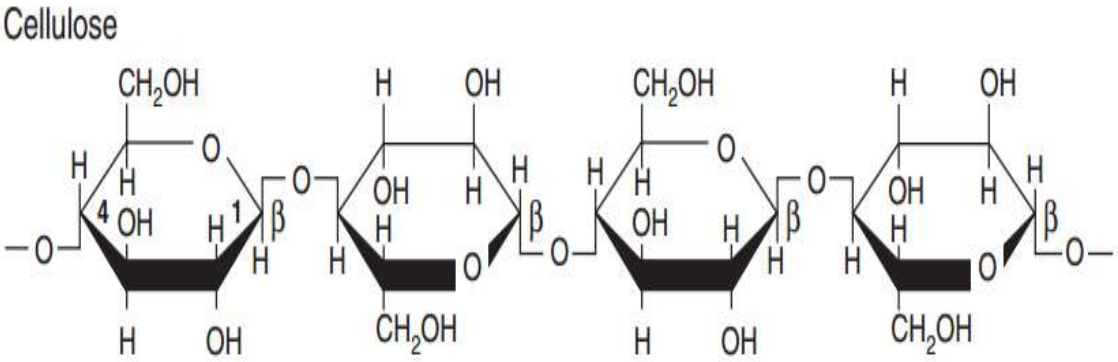
تركيب السكريات الامينية

- لو رفعنا الـ OH من الكلوكوز في ذرة الكربون رقم ٢ وحل محله NH_2 فيتكون Glucoseamine .
- لو رفعنا الـ OH من المانوز في ذرة الكربون رقم ٢ وحل محله NH_2 فيتكون Mannoseamine .
- لوتاكسدت CH_2OH إلى مجموعة COOH (في الكلوكوز) يسمى المركب الناتج Glucuronic acid .
- لو حل محل CH_2OH ذرة هيدروجين (في الكلوكوز) يسمى المركب الناتج السايلوز Xylose .
- Arabinose عبارة عن الكالكتوز ماعدا CH_2OH يحل محل H .

٢- السكريات المتعددة Polysaccharides : وتشمل السليلوز ، الهيميسيليلوز، النشا ، الكايتين

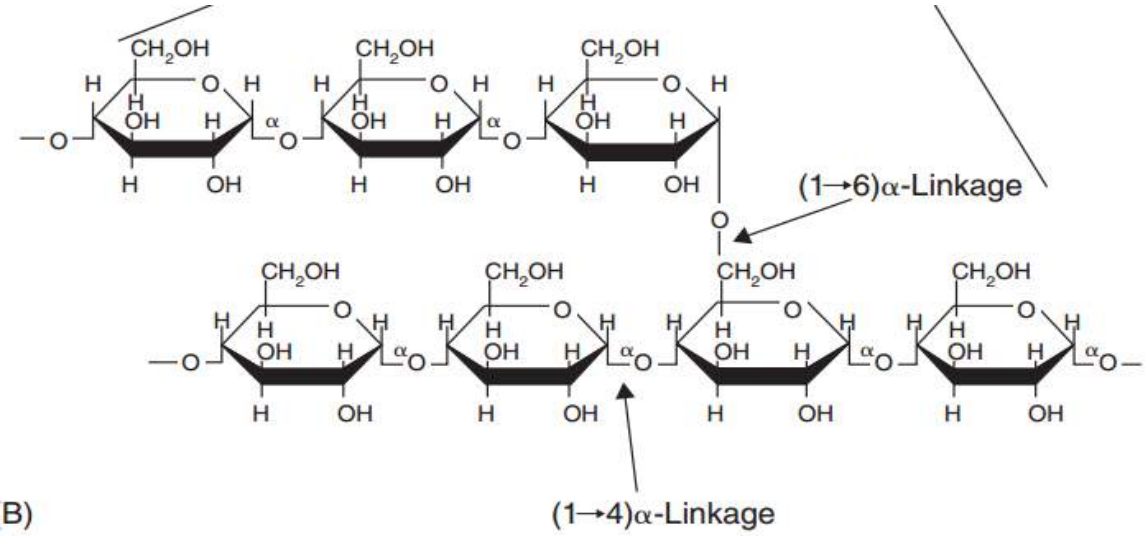
تركيب السليلوز Cellulose

السيليلوز عبارة عن مادة كربوهيدراتية تتكون من مجموعة كبيرة من جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها برابطة B- 1,4 ، الآصرة تسمى كلايكوسيدية glycosidic bond ، يوجد السيليلوز في النباتات البذرية والطحالب وكثير من الفطريات وأكياس عدد من الابتدائيات .



تركيب النشا Starch

النشا عبارة عن مركب كاربوهيدراتي يدخل في تركيب أنسجة الخشب وسيقان النباتات والدرنات والبصلات والكرومات والثمار والبذور . ويتكون من جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها بروابط
1,4 -& و 1,6 - & ونفس الآصرة .



B)

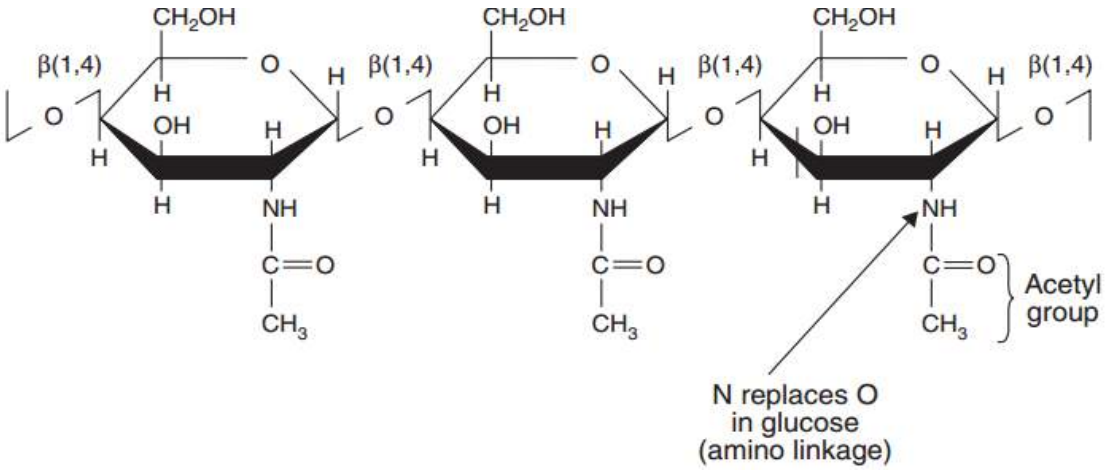
تركيب الهيميسيليلوز Hemicellulose ويسمى كلايكان glycan

يوجد في الجدران السميكة من خلايا السيقان والجذور والأوراق ويقسم إلى قسمين :

١- الكلايكان المتشابه Homoglycan (يتركب من سكريات أحادية متشابهة) مثل :
أ- Glucan : عبارة عن جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها .
ب-Galactan : عبارة عن جزيئات الكالكتوز مرتبطة مع بعضها .
جـ- Xylan : جزيئات السايلوز مرتبطة مع بعضها .
د- Araban : جزيئات الارابينوز مرتبطة مع بعضها .
٢- الكلايكان المختلف Heterroglycan : يتركب من سكريات أحادية مختلفة مع حوامض مختلفة من الـ uronic acid ، أسمائها عبارة عن مركب ينتهي باسم السكر الأكثر وجودا فيه مثل :
Glucomannan ، arabinoxylan ، arabinogalactan .

تركيب الكايتين Chitin

يوجد في التركيب الكيمياوي لغلاف الفطريات وأغلفة بعض الحشرات . يعتبر من أكثر أنواع السكريات المتعددة ذات الوحدات الأساسية المكونة من السكريات الامينية وجودا في الطبيعة، يتركب الكايتين من سلسلة من وحدات الـ N-acetylglucosamine مرتبطة ببعضها بروابط B- 1,4 ، الآصرة تسمى كلايكوسيدية .

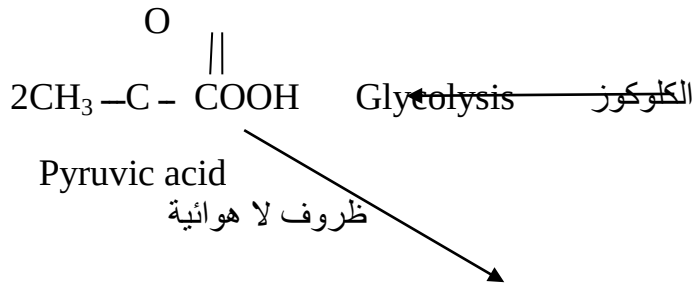

CH2OH
β(1,4)
O
H
OH
NH
C=O
CH3
β(1,4)
Acetyl group
N replaces O in glucose (amino linkage)

المحاضرة الثامنة – أحياء التربة المجهرية

تحلل الكلوكوز في التربة

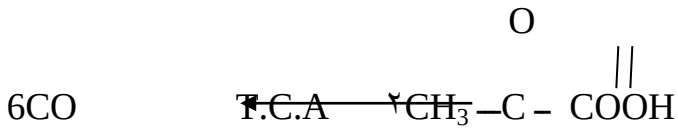
بعد ان يؤخذ الكلوكوز الى داخل الخلية يمر بدورة الكلايكوليسز Glycolysis (مجموعة من التفاعلات) تنتهي بتكوين حامض البيروفك Pyruvic acid .

في الظروف اللاهوائية : يتحول هذا الحامض بواسطة بكتريا لاهوائية الى احماض عضوية مختلفة وكحول يطرح الزائد منها عن حاجة الخلية الى التربة .



Acetic acid , lactic acid , formic acid , proponic acid , Butyric acid , Ethanol

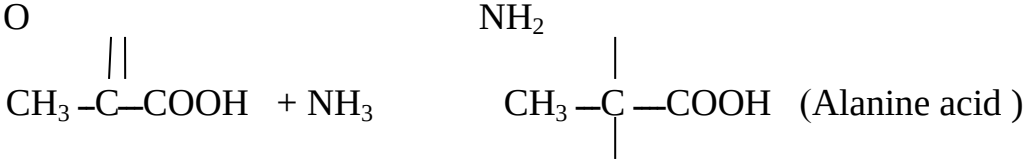
اما في الظروف اللاهوائية : يدخل حامض البيروفك داخل جسم الخلية البكتريا او الفطريات الهوائية في دورة حامض الكربوكسيل الثلاثي T.C.A ويكون ناتج التحلل النهائي هو CO_2 .



يتحول الكلوكوز أو مركباته الوسطية إلى أجسام الخلايا المحللة ؟ (معظم البكتريا والفطريات تحلل الكلوكوز .

١- الكلوكوز نفسه ممكن أن يرتبط مع بعضه ويستعمل لبناء بعض مكونات الخلية .

٢- Pyravic acid ممكن أن يأخذ الامونيا ويتحول إلى الأنين Alanine



٣-اوكزال إستك أسد : هو احد المركبات الوسطية الناتجة من تحلل الكلوكوز ، وهو ممكن أن ياخذ الامونيا وينتج اسبارتك اسدAspartic acid وهذا ممكن ان يأخذ الامونيا ويتحول إلى Aspargin .

أيضا ketoglutaric acid & يعتبر من المركبات الوسطية الناتجة من تحلل الكلوكوز مع الامونيا

من الممكن إن تتحول الأحماض الامينية من شكل إلى أخر بعملية تسمى Transammination وهذه الأحماض الامينية ممكن إن ترتبط مع بعضها لتكون بروتين الخلية وبالتالي بناء خلايا جديدة .

كذلك المركبات الوسطية الناتجة من تحلل الكلوكوز داخل أجسام الكائنات المحللة ممكن ان تطرح او ان يطرح الزائد منها الى التربة ، وفي التربة سوف تبقى هذه المركبات الوسطية (أحماض مختلفة) إما بصورة منفردة بالتربة او مرتبطة مع الطين او الـ Humus التربة .

تحلل السليلوز

لا يمكن للاحياء المجهرية المحللة للسليلوز من بكتريا وفطريات ان تاخذ جزيئة السليلوز الكبيرة إلى داخل الخلية ، فلا بد من ان تتكسر إلى أجزاء صغيرة فاصغر كالكلوكوز الذي يؤخذ إلى داخل الخلية لكي يستعمل مصدرا للكربون والطاقة لبناء كتلة حيوية جديدة .

١- ليس كل البكتريا والفطريات تحلل السليلوز فقط التي تملك أنزيمات الـ Cellulases .
٢- بما ان جزيئة السليلوز كبيرة لذلك لا تستطيع الخلية سحبها ، بل سوف تفرز انزيمات خاصة لذا هي Extracelluler وكذلك هي Inducible أي ليس في كل الأوقات تفرزه .
٣- السليلوز لا يتحلل مباشرة ، بل ان هناك Lag phase أي فترة تطبع وذلك لان الأنزيمات Inducible أي تحتاج فترة حتى تتكون .

تتم عملية التحلل بإفراز الخلية المحللة انزيمات خارجية محفزة تسمى بانزيمات Cellulases وبفعلها وبوجود الماء تتكسر جزيئة السليلوز الى n cellotrioses (وهي عبارة عن ثلاث وحدات من الكلوكوزمرتبطة مع بعضها) ثم الى n cellobioses (وهي عبارة عن وحداتين من الكلوكوز مرتبطة مع بعضها) .

هل كل من السليلوز المضافين للتربة يتحللان إلى Co_2 وماء ؟ .
حوالي (٦٠ ـ٦٥ %) من السليلوز المضاف للتربة يتحول الى Co_2 وحوالي (٤٠ ـ٤٥ %) من كربون السليلوز سوف يتحول الى أجسام الخلايا المحللة او يرتبط بحبيبات التربة او دبال التربة . وهذه النسبة تتوقف على عوامل كثيرة منها :
١- نوع التربة
٢- نوع النبات وعمره .
٣- توفر النتروجين الجاهز في التربة : أي كائن حي يشارك في تحليل السليلوز لاستعماله مصدرا للطاقة والكربون بحاجة الى نتروجين لتكملة بناء الخلية ، لان السليلوز خالي من النتروجين .

٤- تهوية التربة (كلما زادت التهوية كلما كان التحلل أسرع ولكن هناك تحلل حتى في الظروف اللاهوائية) ، لانه في الظروف الهوائية يتم التحلل بواسطة عدد كبير من اجناس البكتريا بضمنها الاكتينومايسيتات والفطريات الهوائية ، اما عند الظروف اللاهوائية فيتم التحلل بصورة رئيسية بواسطة البكتريا اللاهوائية فقط .
٥- رطوبة التربة : أحسن رطوبة هي السعة الحقلية ، وكلما زادت الرطوبة او قلت سوف تؤثر على عملية التحلل .
٦- درجة الحرارة : أحسن درجة حرارة لتحلل السليلوز هي ٢٥ ــ ٣٠ م˚ .اي افضل حرارة ملائمة للتحلل هي القريبة من تلك التي تحتاجها الاحياء المجهرية المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles .
٧- pH التربة : أحسن pH هو المتعادل ، وهناك تحلل في الترب الحامضية وتحلل في الترب القاعدية ولكن بصورة اقل .
٨- حراثة التربة
٩- توفر البكتريا والفطريات التي تملك الأنزيمات الخاصة بتحلل السليلوز .
١٠- توفر مركبات عضوية سهلة التحلل بالتربة تزيد من سرعة تحلل السليلوز .يتبين ان السليلوز المتحلل في التربة المضاف لها كلوكوز يكون أعلى من تحلل السيليلوز عند إضافته وحده للتربة ، وهذا قد يرجع الى نمو وتكاثر الاحياء المجهرية على حساب الكلوكوز أولا وعند نفاذه سوف تضطر الاحياء المجهرية الى استعمال السليلوز مصدرا للكربون والطاقة لانه يكون مصدرها الوحيد المتوفر .

كيفية ارتباط حبيبات التربة او الـ Humus بالسليلوز او بمركباته الوسطية .

١- الارتباط بواسطة أواصر هيدروجينية بين المجاميع الكثيرة من الهيدروكسيلات الداخلة في تركيب السليلوز مع الطين او الدبال .
٢- ممكن ان تؤكسد بكتريا متخصصة مجاميع الـ CH_2OH إلى مجاميع كاربوكسيل COOH وتتاين الى COO^- ذات شحنة سالبة ثم يرتبط بـالكالسيوم او المغنيسيوم ومن ثم يرتبط به حبيبات الطين او الدبال والمركب الناتج يسمى Polyglucuronic acid .

الأحياء المحللة للسليلوز

هناك عدد من الأجناس البكتيرية التي تحلل السليلوز :

Bocillus *Cellulomonas* *Cytophaga*
Sporocytophaga *Corynebacterium* *Pseudomonas*

وهناك عدد من أجناس الفطريات التي تحلل السليلوز ومنها :

Asperigillus *Penicillium*
Helminthesporium
Fusarium *Trichothecium*
Trichoderma

إن الفطريات من المحتمل تكون هي العامل الأساس في تحليل السليلوز في الترب الرطبة ، بينما تكون البكتريا أكثر أهمية في المناطق شبه الجافة .

المحاضرة التاسعة – أحياء التربة المجهرية

تحلل النشا

يتحلل النشا بواسطة مجموعة أنزيمات الاميليز amylases إلى n من وحدات الكلوكوز وهذا يدخل في داخل الخلية . تحلل النشا في التربة أسرع من تحلل السليلوز والسبب هو إن كسر روابط ١,٤-& أسهل من كسر روابط من نوع ١,٤ – B . حوالي ٦٥ – ٧٥ % من كربون النشا المضاف للتربة سوف يتحلل إلى CO_2 والباقي سوف يكون في أجسام الخلايا المحللة .

تحلل الهميسليلوز

يكون تحلل الهميسليلوز في التربة أسرع من تحلل السليلوز ولكنه أبطا من تحلل النشا ، ونفس الأجناس من البكتريا والفطريات التي تحلل السليلوز لها القابلية على تحليل الهميسليلوز . تتم عملية التحلل بواسطة مجموعة من الأنزيمات تسمى مجموعة الهيميسيليوليز Hemicellulases .

Hemicellulases
Xylan ⟶ n Xylose
Galactan ⟶ n Galactose

Hemicellulases
Heteroglycan ⟶ n glucose
n Galactose
n Glucuronic acid …..etc.
n Galacturonic acid

تحلل الكايتين

التحلل الحيوي للكايتين يكون بطريقين :

الأول : الأحياء المجهرية المتخصصة تفرز أنزيمات (Chitinases) لتحليل الكايتين إلى :

Chitinases
Chitin ⟶ n Chitinotrioses ⟶ n Chitinobioses

⟶ N- acetyglucosamine ⟶ n Glucosamine + n Acetic acid

Glycolysis T .C .A

T .C. A CO_2 H_2O

الثاني : تفرز البكتريا والفطريات أنزيمات Chitinases لكسر الآصرة الموجودة بين كلوكوز أمين و n Acetic acid وينتج :

Chitosan ⟶ n Glucosamine ⟶ ~~Clycolysis~~
T.C.A
N acetic acid

ارتباط الكايتين بالتربة

ما طبق على ارتباط السليلوز يطبق على ارتباط الكايتين ما عدا ارتباط جديد واحد هو : إضافة بروتون (H) إلى مجاميع الـ NH_2 في الكيتوسان بعملية Protonation لتكوين مجاميع جديدة موجبة الشحنة $-NH_3^+$ وهذه ترتبط مباشرة مع الشحنات السالبة للطين والدبال .

تحلل الكايتين يتوقف على جميع العوامل المذكورة سابقا ، وبصورة عامة حوالي ٥٠ % أو اقل من كاربون الكايتين المضاف إلى التربة سوف يتحلل إلى CO_2 والباقي يبقى في التربة أو في أجسام البكتريا والفطريات المحللة .

الأحياء المحللة للكليتين

معظم الأحياء المجهرية المحللة للكايتين تقع ضمن مجموعة الاكتينومايسيتات وقليل جدا من البكتريا ، أما الفطريات فتمثل اقل من ١ % من المجموع الكلي للكائنات المجهرية المحللة للكايتين . من الاكتينومايسيتات :

Streptomyces *Nocardia* *Micromonospora*
Actinopianes
Streptosporangium

أما الفطريات فهي

Mortierella *Trichoderma* *Verticillium*
Paecilomyces
Gliomastix

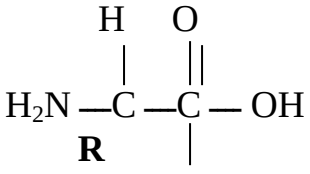
أما أجناس البكتريا فهي :

Pseudomonas *Bacillus* *Micrococcus*
Clostridium
Flavobacterium *Cytophaga* *Chromobacterium*

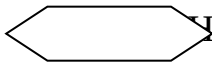
تركيب البروتينات في التربة (أساسيات)

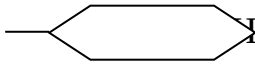
البروتينات هي عبارة عن مجموعة من الأحماض الامينية المرتبطة مع بعضها بواسطة أواصر ببتيدية .

الأحماض الامينية :



١- لو كانت R = H فيسمى الحامض الاميني Glycine
٢- لو كانت R = CH فيسمى الحامض الاميني Alanine

٣- لو كانت R = CH_2  يسمى Phenylalanine

٤- لو كانت R = CH_2  OH يسمى Tyrosine

٥- لو كانت R = $CH_2 - OH$ يسمى Serine
٦- لو كانت R = $CH_2 - SH$ يسمى Cysteine
٧- لو كانت R = $CH_2 - CH_2 - S - CH_3$ يسمى Methionine

٨- لو كانت R = $CH_2 - CH(CH_3)_2$ يسمى Leucine

٩- لو كانت R = $CH_2 - C(=O) - O$ يسمى Aspartic acid

١٠- لو كانت R = $CH_2 - CH_2 - C(=O) - O$ يسمى glutamic acid

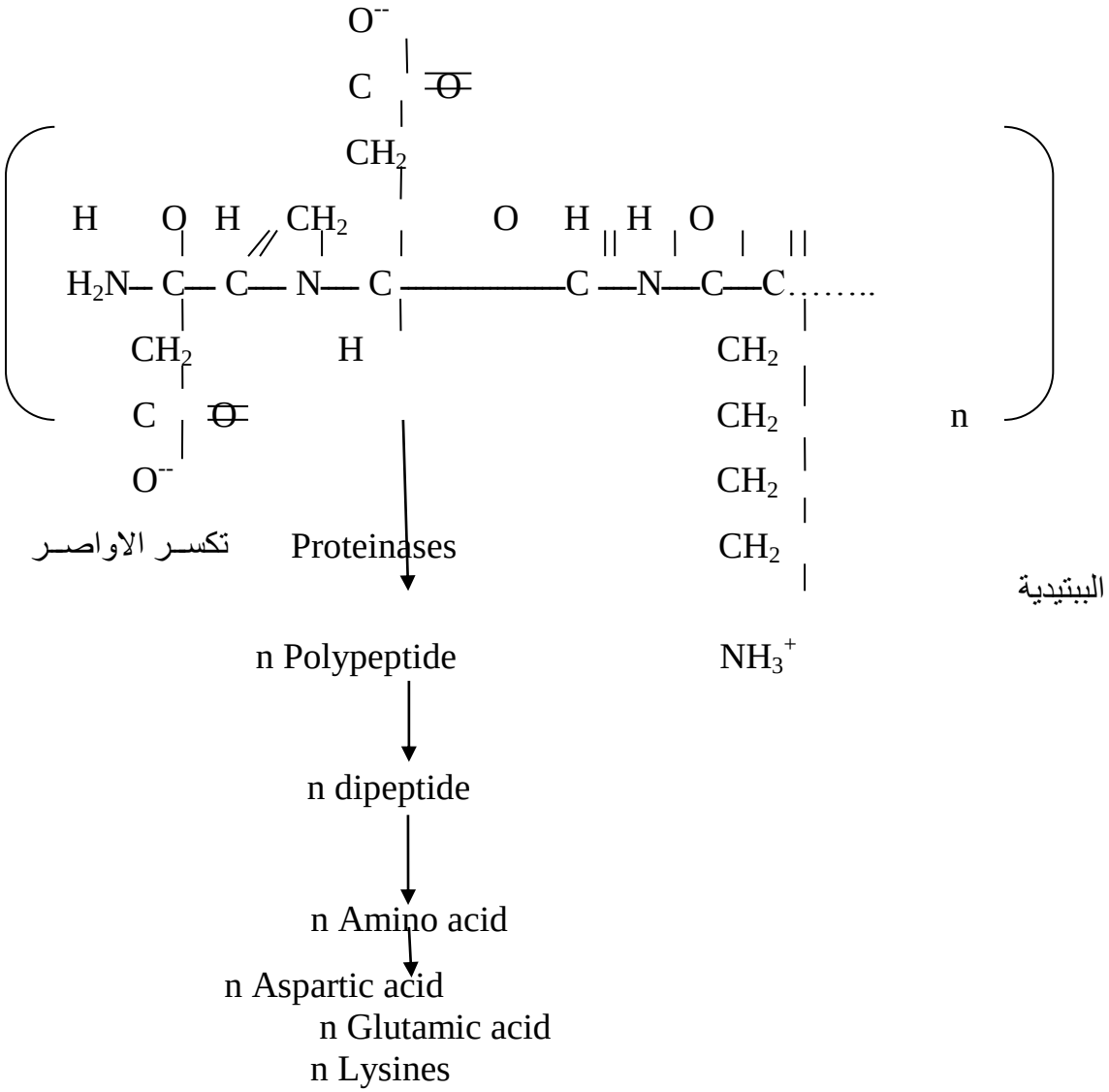
١١- لو كانت R = $CH_2 - C(=O) - NH_2$ يسمى Aspargine

١٢- لو كانت R = $CH_2 - CH_2 - C(=O) - NH_2$ يسمى glutamine

١٣- لو كانت R = $CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - NH_2$ يسمى Lysine

١٤- لو كانت R = $CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ يسمى Isoleucine

تحلل البروتينات في التربة

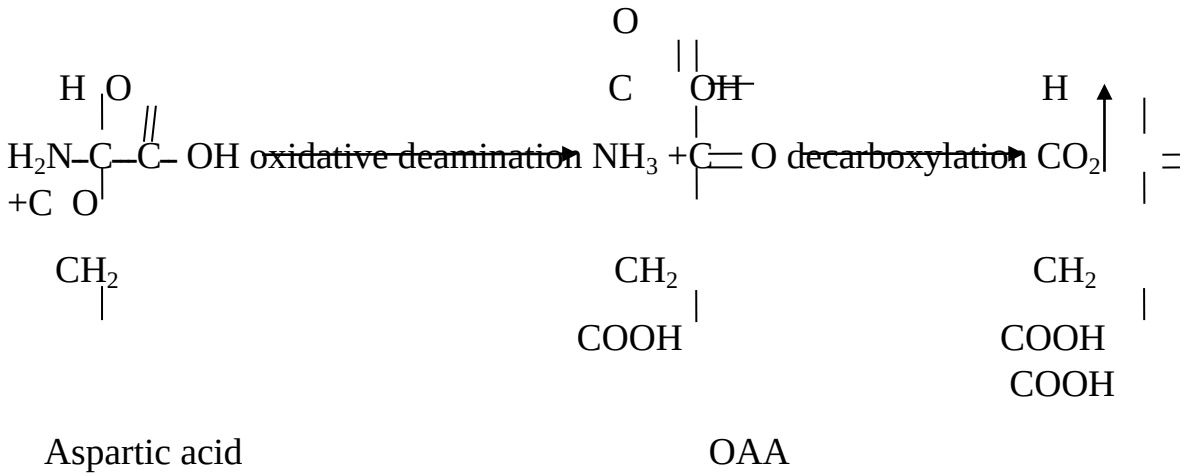


ملاحظة : هناك ثلاثة أنواع من الأحماض الامينية :

1- Postive amino acid (Lysines)
2- Nagative amino acid (Aspartic acid , Glutamic acid)
3- Neutrol amino acid (السيستيين ، التايروسين ،الكلايسين ، والالانين ، والسيرين ،الليوسين)

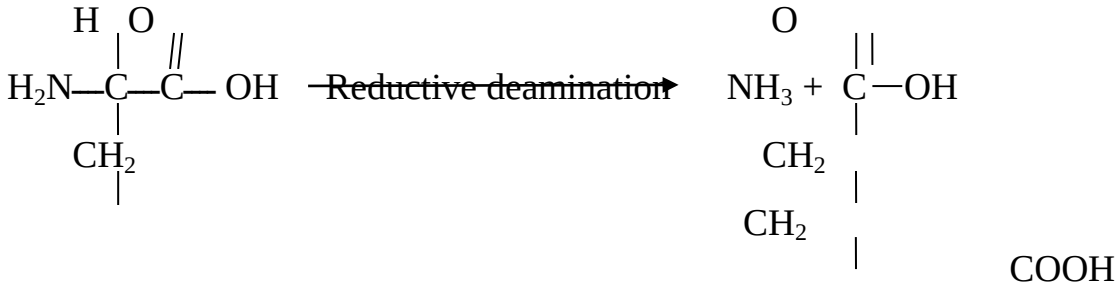
في الظروف الهوائية بوجود O_2

عندما تاخذ الخلية الأحماض الامينية السابقة تجري عليها عملية إزالة الامونيا deamination وتسمى هذه الحالة oxidative deamination لتكوين أحماض عضوية (مثلا يتحول الالانين الى حامض البيروفك ويتحول الاسبارتك أسد الى اوكزال استك أسد) ، بعدها إزالة مجموعة الكاربوكسيل على شكل CO_2 بعملية تسمى decarboxylation .



أما في الظروف اللاهوائية بوجود H_2

في الظروف اللاهوائية تسمى في هذه الحالة reductive deamination فتنتج حوامض ثنائية الكاربوكسيل dicarboxylic acid



هل كل البروتين المضاف سوف يتحلل الى CO_2 و آمونيا ؟

كلا : حوالي ٥٥ – ٦٠ % من البروتين المضاف سوف يتحلل ، أما الباقي (سواءا كان بروتين أو مركباته الوسطية الزائدة عن حاجة الخلية سوف تبقى بالتربة أو تبقى في أجسام الأحياء المجهرية القائمة بالتحلل) .

ارتباط البروتين مع حبيبات الطين او الدبال بواسطة مجموعة الامين وهذه ترتبط بالشحنة السالبة للطين او الدبال ، كذلك الاحماض الامينية التي تحمل شحنة سالبة ممكن ان ترتبط بالطين او الدبال عن طريق وجود الكالسيوم او المغنيسيوم .

اضافة الى هذا ممكن للطين او الدبال ان يحول الانزيمات التي تنتجها الخلايا المحللة (مجموعة انزيمات proteinases) من انزيمات نشطة الى انزيمات غير نشطة وبالتالي تؤخر عملية التحلل .

اي ان الارتباط يكون :طين او الدبال

١- مع مجموعة الامين + الطين او الدبال السالبة .
٢- مع احماض امينية موجبة + الطين او الدبال السالبة .
٣- مع احماض امينية سالبة + Ca^{+} او Mg^{+} + الطين او الدبال السالبة .

اللكنين : كميتة داخل الأنسجة النباتية بعد كميات السيليلوز والهيميسليلوز . وهو مركب معقد (Polymer) من مجموعة من الكحول :

Syringyl alcohol , Coniferyl alcohol , Coumaryl alcohol

وهذه تكون مرتبطة مع السكريات الاخرى كالسليلوز مثلا .

تقوم البكتريا والفطريات بانتاج انزيمات خارجية محفزة تسمى Lignases التي تقوم بتحليل اللكنين الى :

n Coumaryl alcohol
n Coniferyl alcohol
n Syringyl alcohol

وهذه المركبات سوف تؤخذ داخل خلية الكائنات الدقيقة المحللة كي تستعمل مصدرا للطاقة والكربون .

كيف يرتبط اللكنين أو مركباته الوسطية بحبيبات التربة أو الدبال ؟

١- الارتباط الأول بواسطة الرابطة الهيدروجينية .
٢- أو بواسطة مجاميع الكربوكسيل بوجود Mg , Ca كجسر رابط .

الأحياء المجهرية التي تحلل اللكنين

أجناس الفطريات التي تحلل اللكنين تقع بصورة رئيسية ضمن الفطريات البازيدية Basidiomycetes ومنها :

Agaricus *Armillaria* *Clavaria* *Ganoderma* *Poria*
Collybia *Polyporus* *Clitocybe* *Ustulina* *Mycena*

كما لبعض أجناس البكتريا الهوائية أن تحلل اللكنين ولكن بدرجة محدودة منها :

Flavobacterium *Pseudomonas* *Xanthomonas*
Arthrobacter *Micrococcus*