وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم علوم الحياة

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية

لطلبة الدراسات الاولية – المرحلة الثالثة – الدرسة الصباحية للعام الدرسي 2024 – 2025

أ.م. د. بشرى علي كاظم

busraa.ali@tu.edu.iq

المحاضرة السادسة

علم الأحياء المجهرية في التربة soil microbiology

يهدف إلى الكشف عن التحولات المرتبطة بنشاطات هذه الأحياء ونتائجها المتبادلة من جهة وإلى دراسة تأثيراتها في النباتات والوسط الذي تعيش فيه من جهة أخرى.

تعرف التربة من قبل المختصين في بيولوجيا التربة بأنها الجزء العلوي للقشرة الأرضية والذي تكون بفعل مجموعة من العوامل والعمليات الخاصة أطلق عليها عوامل وعمليات تكوين التربة.

مكونات التربة

1- المادة المعدنية: الحبيبات الصخرية المفتتة بالإضافة الى العناصر المعدنية مثل الكربون والبوتاسيوم والفوسفور والحديد وغيرها.
2- المادة العضوية: الناتجة من تحلل المواد العضوية.
3- هواء التربة: الفراغات البينية بين حبيبات التربة.
4- مياه التربة بأنواعها.
5- الأحياء الدقيقة: يزيد في الأراضي الزراعية مقارنة بالأراضي البور لأنها تحتوي على نسب عالية من المواد العضوية ومن أمثلة الكائنات الحية الدقيقة الفطريات والبكتيريا والنيماتودا.

تحتوي التربة على أعداد كبيرة من الكائنات الحية المتباينة في حجمها الذي يراوح بين خلايا مجهرية مفردة يقل قطرها عن ميكرون واحد، وحيوانات صغيرة، كما تختلف هذه الأحياء في أشكالها وأنواعها وتبعيتها التصنيفية، ويحوي المتر المكعب الواحد من تربة خصبة نحو 10^{12} كائن حي لكل غرام.

أهمية أحياء التربة

تقوم أحياء التربة بتفكيك المواد العضوية الطبيعية جميعها، وتحسين خصوبة التربة بتحطيم أنسجة النباتات والحيوانات فيها، ودمج النواتج والمعادن المحررة مع التربة، كما أن لبعض أنواعها قدرة على حلّ بعض المنتوجات المصنعة من الإنسان. تحوّل أحياء التربة بشقيها الفلورا النباتية والفونا الحيوانية المواد المتحللة إلى معقد عضوي مهم في التربة يسمى الدبال humus يتركب من نحو 60٪ كربون ونحو 6٪ من الآزوت إضافة إلى مركبات فينولية وفسفاتية 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 الأحياء المجهرية.

تقوم الأحياء المجهرية بهدم الدبال وحلّه، ويتم هذا التحلل بصورة بطيئة محررة منه المغذيات النباتية بعد موت هذه الأحياء.

العوامل المؤثرة في أنواع الأحياء المجهرية وتوزعها في التربة.

اولا: عوامل غير حياتية Abiotic Factors منها:-

1- نوع التربة: تختلف أحياء التربة وأشكالها وأعدادها بحسب تركيب التربة الميكانيكي، وتكون الترب المتوسطة القوام أغنى بالأحياء المجهرية من الترب الرملية أو الطينية الثقيلة.

2- الضوء: يفضل معظم أحياء التربة الابتعاد عن الضوء ماعدا بعض الطحالب والأشنيات التي تفضل العيش على سطح التربة أو قربه.

3 ـ التهوية: معظم أحياء التربة من الأنواع الهوائية التي لا تنمو إلا بوجود الهواء aerobic وبعضها لاهوائي anaerobic يتوقف نموه بتوافر الهواء، وبعضها الآخر اختياري ينمو بوجود الهواء أو غيابه. وتختلف أعداد هذه الأحياء وأشكالها وتوزعها في الترب تبعاً لدرجة تهويتها.

4 ـ الرطوبة: يعد وجود الرطوبة ضرورياً لأحياء التربة، إلا أنها تختلف في مدى تحملها للجفاف. وتوجد علاقة وطيدة بين رطوبة التربة ودرجة تهويتها وتأثيرهما المشترك في الأحياء جميعاً.

5ـ الحرارة: توجد أحياء التربة وخاصة المجهرية منها في جميع ترب العالم، ويعد معظمها محباً للحرارة المنخفضة أو المتوسطة إلا أن الأنواع المحبة للحرارة العالية متوافرة في بعض الترب الغنية بالمواد العضوية، ويزداد دورها الفعّال بعد التعقيم الحراري الجزئي للترب.

6 ـ درجة الحموضة: إن الترب ذات pH (الباهاء) المتعادل هي الأغنى بالأحياء من حيث العدد والتنوع. وتختلف أنواع الأحياء المجهرية في التربة بحسب درجة حموضتها.

7 ـ نوع المغذيات وكميتها: تكون أحياء التربة إما مفترسة وإما متطفلة وإ ما رمّية ومتعايشة. وتوجد أنواع تكون تغذيتها الذاتية ضوئية أو كيمياوية أو متباينة الضوئية وترتبط كثافتها بمدى توافر غذائها الخاص بها.

ثانيا: عوامل حياتية Biotic Factors

العلاقات المشتركة بين أحياء التربة

1. افتراس حيوانات التربة بعضها بعضاً وافتراس جذور النبات، وافتراس الحشرات لحيوانات التربة ولبعضها بعضاً وافتراسها لجذور النبات وافتراس الأوليات للبكتريا وغيرها.
2. تطفل الفطريات بعضها على بعض وعلى جذور النباتات كما تتطفل الأوليات والبكتريا والفطريات على حيوانات التربة.
3. تعايش تكافلي لبعض الأحياء المجهرية مع بعضها الآخر أو مع جذور النبات في المحيط الجذري مكونة العقد الجذرية على البقوليات، وتعايش تكافلي لفطريات الميكوريزا Micorrhizae مع جذور الأشجار المختلفة والنباتات الحولية، وكذلك تعايش الأوليات في أمعاء النمل، وتعايش سرخس فيرن Fern والبكتريا الخضراء المزرقة Anabaena.

التوزيع في التربة

يشمل التوزعين الرأسي والأفقي

1 ـ التوزع الرأسي: تتوزع أحياء التربة بصورة غير متجانسة في قطاع التربة الرأسي نحو الأعلى والأسفل، إذ يتركز معظمها في طبقة البقايا العضوية، وهي السنتمترات الخمسة العلوية في أراضي الغابات أو الطبقة التي تلي السطح مباشرة في الأراضي الأخرى. وقد قدر أن نحو 90٪ منها تنتشر في الطبقة العلوية.

2 ـ التوزع الأفقي: يختلف هذا التوزع تبعاً لاختلاف محتوى التربة من المواد العضوية ولمستوى جفاف التربة أو غمرها بالماء كما يؤثر وجود النبات أو المحصول في أعداد الأحياء وأنواعها المنتشرة في المحيط الجذري rizosphere.

دور الأحياء المجهرية في التربة

التأثيرات النافعة

تحطم الأحياء المجهرية البقايا العضوية النباتية والحيوانية وتساعد على تحلّلها وتحويلها إلى الصيغة المفيدة في تغذية النباتات. تكون هذه الأحياء المجهرية أكثر عدداً ونشاطاً في ترب الغابات منها في ترب المروج والترب المفلوحة. وعموماً تتحقق الأدوار المفيدة للأحياء المجهرية في التربة عن طريق الدورات البيوجيوكيمياوية: دورة الكربون ودورة الآزوت تثبيته من الجو ودورة الكبريت والفسفور والحديد وغيرها.

التأثيرات الضارة للأحياء المجهرية في التربة

في التربة بعض الأحياء المجهرية التي يمكن أن تسبب أمراضاً للإنسان والحيوان، وتصل الجراثيم إلى التربة عن طريق مياه الري أو جثث الحيوانات المصابة، ومن أمثلتها البكتريا المسببة لمرض الجمرة الخبيثة والكزاز وغيرهما، ويسبب بعضها الآخر الأمراض النباتية، ومن أمثلتها البكتريا المسببة للتدرن التاجي Agrobacterium tumefaciens وجرب البطاطا Streptomyces scabis وعدد كبير من الفطريات التي تسبب تعفن الجذور وتتبع أجناس Fusarium وRhizoctonia pythium وغيرهما. كما يمكن أن تقوم أحياء بقضم جذور النباتات أو بالتطفل على جذور النباتات مسببة أضراراً كبيرة للمحصول. وقد يفرز بعضها الآخر بعض المواد السامة للنباتات أو لأحياء أخرى، وتظهر أهمية هذه الإفرازات في الظروف غير الهوائية ومن أمثلة هذه المواد الميثان وكبريت الهدروجين وغيرهما.

مجاميع الأحياء المجهرية وتوزيعها في التربة

1- -البروتوزوا (الابتدائيات) Protozoa :

البروتوزوا هي أبسط الحيوانات التي تتميز بكونها حيوانات بدائية وحيدة الخلية يتراوح حجم العديد من أنواعها بين عدة ميكرومترات الى سنتمتر أو أكثر وبصورة عامة الأنواع التي تعيش في التربة أصغر حجماً من الأنواع المنتشرة في المياه . تعتبر هذه الحيوانات حقيقية النواة eukaryote ، أما بالنسبة الى تغذيتها فهي متغايرة التغذية الكيميائية chemoheterotrophes باستثناء بعض الاجناس الحاوية على الكلوروفيل ، تتضمن دورة حياة العديد من البروتوزوا مرحلتين نشطة Trophozoite حيث تتغذى وتتكاثر أثنائها ومرحلة سكون Cyst يتكون فيها غلاف سميك يحيط بخلاياها ، الطور الساكن يتمكن من مقاومة الظروف البيئية غير المناسبة لسنوات في بعض الاحيان . تتكاثر البروتوزوا عادةً لاجنسياً بانقسام الخلية الأم طولياً أو عرضياً الى خليتين متشابهتين وتتبادل الصفات الوراثية وفي النهاية تتكون خليتان جديدتان ، تنتشر هذه الحيوانات في جميع الترب . تعتبر البروتوزوا مهمة للحفاظ على التوازن الميكروبي والتقليل من أعداد البكتريا السائدة وبذلك تعطي فرصة أفضل للبكتريا الأقل قدرة على التنافس ، كما تمتاز بعض الأجناس بأن لها القدرة على إحداث إصابات مرضية للنبات والحيوان والانسان تؤدي دوراً رئيسياً في التحولات البيوكيمياوية وتسهم في تحطيم المواد العضوية وإعادة العناصر المعدنية.

2.البكتيريا Bacteria

تعتبر البكتيريا أكثر المجموعات الميكروبية وجوداً فى التربة سواء من ناحية الإعداد أم عدد الأجناس والأنواع والنشاط كما تعتبر أكثرها أهمية فى التغيرات الحيوية التى تحدث فى التربة خاصة الترب المتعادلة والمائلة قليلاً للقلوية. ومن ناحية إعداد البكتيريا فى التربة فإن أعدادها تختلف كثيراً فى التربة الواحدة حسب الطريقة المستخدمة فى تقدير الإعداد، كما أن طريقة أخذ العينات والأعماق التى تؤخذ منها وأيضاً وقت أخذ العينات يؤثر كثيراً فى التقديرات الميكروبية لإعداد ونشاط بكتيريا التربة ونظراً لصعوبة الحصول على

صورة متكاملة للعلاقات والأنشطة المختلفة لبكتيريا التربة فلقد تعددت طرق الدراسة وتنوعت لتناسب الأغراض المختلفة وقد تتم الدراسات كالتالى:

أ- طرق تقوم بدراسة إعداد وأنواع ميكروبات التربة بصفة عامة مثل دراسة معدل تحلل المواد العضوية أو معدل تنفس الميكروب أو قياس النشاط الإنزيمى فى التربة.

ب-طرق تقوم بدراسة أعداد وأنواع ميكروبات التربة ومنها طرق ميكروسكوبية مباشرة وطرق مزرعية غير مباشرة ويمكن بالطرق المزرعية دراسة الأعداد الكلية للمجموعات الميكروبية أو يمكن دراسة المجموعات الفسيولوجية المتخصصة فى التربة وذلك باستخدام بيئات غذائية مختلفة.

جـ-طرق تعتمد على دراسة قدرة الميكروبات على إحداث تغيرات محددة مثل معدل المعدنة أو القدرة على تثبيت النتروجين الجوى وغيرها. أعداد البكتيريا وتوزيعها فى الأراضى: تختلف أعداد البكتيريا كثيراً فى التربة الواحدة حسب الطريقة المستخدمة فى التقدير، وعادة فإن الطرق الميكروسكوبية تعطى أعداداً أعلى بكثير من الطرق المزرعية، وذلك لعدة أسباب منها أن الطرق الميكروسكوبية عادة لا تميز بين الميكروبات الحية والميتة مما يعطى أعداداً أكبر من الواقع بينما الطرق المزرعية تعطى أعداداً أقل من الواقع بكثير وذلك لعدد من الأسباب من أهمها أنه من المستحيل فى المعمل تحضير بيئة غذائية تعطى كل الاحتياجات الغذائية لجميع الأنواع الموجودة فى التربة فهذه الميكروبات تختلف كثيراً فى احتياجاتها الغذائية فمنها ما يستطيع النمو على بيئات غذائية بسيطة ومنها ما له احتياجات غذائية شديدة التعقيد يصعب توفيرها، كما أن ظروف التحصين وظروف البيئة لا توفر أنسب الظروف لكل الميكروبات التى تعيش فى التربة، لذلك لا ينمو فى الدراسات المزرعية إلا الأنواع التى يناسبها الظروف المستخدمة فى الدراسة كذلك الطرق الميكروسكوبية عادة تتميز عن الطرق المزرعية فى أنها تعطى صورة أكثر وضوحاً لتوزيع البكتيريا فى التربة خصوصاً إذا استخدمت فى موقعها . in vivo وقد أوضحت الدراسات أن البكتيريا لا تتوزع بانتظام فى كتلة التربة ولكنها عادة ما تتركز بأعداد كبيرة مكونة مستعمرات حول الحبيبات الصغيرة وإن تركيز البكتيريا يكون أكثر حول الحبيبات العضوية عن الحبيبات المعدنية. كما وجد أن فى وجود جذور النباتات فإن البكتيريا تتركز بشدة حول الشعيرات الجذرية وسطوح الجذور. ومن الطرق الميكروسكوبية المباشرة ذات القيمة الكبيرة فى دراسة توزيع بكتيريا الأراضى تحت تأثير عوامل مختلفة طريقة الشريحة المدفونة Cholodny buried slide technique والطرق المعدلة عنه وتعتمد هذه الطريقة على دفن شرائح زجاجية نظيفة فى الجزء من التربة المراد دراسته وتركها لمدد محددة ثم سحبها ودراسة المجموعات الميكروبية عليها ميكروسكوبياً. وقد أظهرت الدراسات الميكروسكوبية المباشرة أن الأراضى الخصبة تحتوى على أعداد تصل الى (10^{9} cell\gm) وتعتبر هذه الأعداد كبيرة جداً إذا ما قورنت بالنتائج التى تحصل عليها بالطرق المزرعية مثل العد بالأطباق Plate Count ، وعند استخدام طريقة العد بالأطباق Plate Countتختلف النتائج المتحصل عليها حسب نوع الوسط الغذائى المستخدم وحسب الظروف المزرعية، لذلك فمن المهم أن يذكر فى مثل هذه الدراسات نوع البيئة الغذائية المستخدمة وتركيبها وظروف التحضين ومدته حتى يسهل مقارنته بالطرق الأخرى وعادة ما يستعمل مستخلص التربة فى البيئات المستخدمة فى تقدير العدد الكلى للبكتيريا نظراً لما يحويه من أملاح معدنية ومواد عضوية تشجع نمو الميكروبات – وهناك طرق مزرعية تستخدم فيها بيئات غذائية منتقية Selective Media وهذه تفيد فى دراسة مجموعات البكتيريا المتخصصة فسيولوجياً. وعموماً فإن إعداد البكتيريا المقدرة بطريقة الأطباق عادة ما تتراوح بين بضعة ملايين ومئات الملايين فى كل جرام من التربة الخصبة وأن الاختلافات تمثل انعكاساً لخواص التربة والعوامل البيئية السائدة فى هذه التربة والأعداد المتحصل عليها بالطرق المزرعية أقل من الواقع وقد بينت بعض الدراسات أنها لا تعطى أكثر من 10% من الميكروبات الموجودة فى التربة وعند حساب أعداد الميكروبات فى التربة فإنها تنسب الى التربة الجافة وذلك لتسهيل المقارنة.

ولغرض تسهيل دراسة البكتريا جرت عدة محاولات لتقسيمها الى مجاميع ومن هذه التقسيمات التقسيم المقترح من قبل العالم الروسي Winogradsky حيث إقترح تقسيم بكتريا التربة الى مجموعتين رئيسيتين هما:

أ- بكتريا مستوطنة Autochthonous Bacteria :

تضم البكتريا التي يكون موطنها الأصلي هو التربة وعادة تستطيع النمو والتكاثر في التربة .

ب- بكتريا دخيلة Allochthonous Bacteria :

هذا النوع من البكتريا يصل التربة عن طريق مياه الأمطار وعند إضافة المخصبات العضوية أو عند تلوث التربة بمياه المجاري . هذا النوع من البكتريا يبقى حياً لفترة من الزمن وعادة يكون في حالة سكون ، لذلك فهي لاتقوم بدور فعال في التحولات الكيميائية الحياتية في التربة.

ثانياً التصنيف إعتماداً على الحاجة الى الأوكسجين :

أ- بكتريا هوائية Aerobes Bacteria :

وهي بكتريا لاتستطيع النمو الابوجود الأوكسجين ومن الأجناس الهوائية السائدة في التربة *Nitrobacter* و *Thiobacillus* و *Nitrosomonas* .

ب- بكتريا لاهوائية Anaerobes Bacteria :

وهي بكتريا تنمو فقط في غياب الأوكسجين حيث تستطيع إختزال المركبات النتروجنية أو الكبريتية وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لها في عملياتها الحيوية فمثلاً تستطيع بكتريا *Pseudomonas denitrificans* إختزال النترات الى أمونيا وثاني أوكسيد النيتروز في حين تستطيع بكتريا *Pseudomonas desulfuricans* إختزال الكبريتات الى كبريتيت .

ج- بكتريا لاهوائية إختيارية Facultative Anaerobes Bacteria :

وهي بكتريا تستطيع النمو والحصول على الطاقة بوجود وبغياب الأوكسجين ويكون نموها عادة أكثر في الظروف الهوائية ومن أمثلتها بعض الأنواع التابعة لأجناس *Bacillus* و *Pseudomonas* .

ثالثاً التقسيم المعتمد على المتطلبات الحرارية :

الحرارة عامل أساسي يتحكم في العمليات الحيوية للبكتريا ولكل نوع من البكتريا درجة حرارة مثلى Optimum temperature كما أن لها مدى حراري معين تستطيع النمو ضمنه حيث يتوقف النشاط الحيوي للبكتريا خارج هذا النطاق ، وبصورة عامة يمكن تقسيم البكتريا الى ثلاث مجاميع رئيسية إعتماداً على متطلباتها الحرارية :

1- البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles Bacteria :

وتضم أغلب أنواع البكتريا وعادة تكون درجة الحرارة المثلى 25- 35 م° أما مدى النمو فيكون بين 15- 45 م° .

2- البكتريا المحبة للبرودة Psychrophiles Bacteria :

وهذه الأنواع من البكتريا تنمو بشكل جيد في درجات الحرارة التي تقل عن 20 م° وهي غير شائعة الوجود في التربة ويرجع نشاط بكتريا التربة في فصل الشتاء بالدرجة الأساسية للأنواع المتحملة للبرودة وليس للأنواع المحبة للبرودة .

3- البكتريا المحبة للحرارة العالية Thermophiles Bacteria :

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية أ.م.د. بشرى علي كاظم

هـذه الأنـواع مـن البكتريـا تنمـو بشـكل جيـد ضـمن درجـة حـرارة 45 – 65 م° وبعـض الأنـواع تستطيع العيش في درجات حرارة تتراوح بين 40 – 80 م° .

رابعاً : تقسيم البكتريا حسب مصدر الطاقة والكاربون :

على هذا الأساس يمكن تقسيم بكتريا التربة الى :

1- بكتريا ذاتية التغذية ضوئية Photoautotrophic Bacteria :

هـذه الأنـواع مـن البكتريـا بامكانهـا الاسـتفادة مـن غـاز Co_2 كمصـدر للكـاربون و الضـوء مصـدر للطاقـة ومثـال علـى هـذه البكتريـا البكتريـا الخضـراء green bacteria هـذا النـوع شـائع فـي الطحالـب .

2- بكتريا ذاتية التغذية كيميائية Chemoautotrophic Bacteria :

هـذه الأنـواع مـن البكتريـا تسـتعمل CO_2 مصـدراً للكـاربون ، أمـا الطاقـة فتحصـل عليهـا عـن طريـق أكسـدة المركبـات المعدنيـة ومـن الأمثلـة علـى ذلـك بكتريـا *Nitrosomonas* التـي تسـتطيع أكسدة الأمونيوم الى نتريت وبذلك تحصل على الطاقة .

$$NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O + 66\ cal$$

البكتريـا المسـؤولة عـن أكسـدة النتريـت الـى نتـرات للحصـول علـى الطاقـة ومنهـا بكتريـا *Nitrobacter* كما في المعادلة .

$$NO_2^- + 1/2\ O_2 \longrightarrow NO_3^- + 17.5\ cal$$

البكتريا التي تؤكسد مركبات الكبريت الى كبريتات مثل *Thiobacillus*

$$2S + O_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + energy$$

البكتريا المؤكسدة للحديدوز الى حديديك مثل *Ferrobacillus* .

$$Fe^{++} \longrightarrow Fe^{+++} + energy$$

3- بكتريا متغايرة التغذية الكيميائية Chemoheterotrophic Bacteria :

وهـي بكتريـا تسـتخدم المركبـات العضـوية كمصـدر للكـاربون والطاقـة فـي آن واحـد ، مثـال علـى ذلـك بكتريـا *Rhizobium* المثبتـة للنتـروجين تعايشـياً وبكتريـا *Azotobacter* المثبتـة للنتـروجين لاتعايشياً .

خامساً : التقسيم المعتمد على الأسس التصنيفية : (تصنيف بيرجي) Bergy's Manual

يعتمـد هـذا التصـنيف علـى أسـاس جمـع البكتريـا المتشـابهة فـي الصـفات إعتمـاداً علـى الفحوصـات الكيموحيويـة والجينيـة فـي مجـاميع خاصـة وحسـب هـذا التصـنف فـان أعلـى مستوى تصنيفي يطلق عليه Domain

المستويات (السلاسل التصنيفية) Taxonomic ranks

Domain	*Bacteria*
Phylum	شعبة
Class	صنف
Order	رتبة
Family	عائلة
Genus	جنس
Species	نوع
Subspecies	تحت النوع

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية أ.م.د. بشرى علي كاظم

ومن اشهر**الأجناس البكتيرية فى التربة**: من الممكن تقسيم التربة على أساس الأشكال المورفولوجية وذلك عن طريق فحص شرائح مصبوغة يجرى تجهيزها من المجموعات البكتيرية النامية على سطح منابت الأجار المغذى السابق تلقيحه بتخفيفات من معلق التربة. وباستخدام هذه الطريقة أمكن ملاحظة البكتيريا العصوية غير مكونة للسبورات ذات الأحجام المختلفة والعصويات المكونة للسبورات والبكتيريا الكروية والعصوية القصيرة التى تتحول بالوقت الى أشكال كروية واسعة الانتشار فى التربة. وتختلف الأشكال والأحجام فى العديد من أنواع البكتيريا عن أشكالها وأحجامها عندما تنمى على منابت مزرعية معملياً. وللحصول على مزارع بكتيرية نقية، فإنه يجرى تلقيح المنبت المنتقى للنوع المطلوب من البكتيريا بتخفيفات متتالية من معلق التربة، ومن المزارع الميكروبية الناتجة تلقح أطباق تحتوى على نفس المنابت الغذائية مجمدة بالأجار وبهذه الطريقة يمكن تحديد وعزل مجموعات ذات صفات كيميائية حيوية لها أهميتها الكبيرة فى مجال عضوية التربة وإنتاجية المحاصيل حتى وإن وجدت بأعداد قليلة فى التربة. ومن هذه الأنواع بكتيريا التأزت وبكتيريا النشدرة والبكتيريا المحللة لليوريا أو للسليولوز أو للبروتين .

دراسة بعض الأجناس البكتيرية الهامة الموجودة فى التربة:-

1- **البكتيريا التابعة لجنس Bacillus** من السهل عزل هذه الأنواع التابعة لجنس Bacillus عن طريق تسخين معلق التربة على درجة حرارة 80 م لمدة 10 – 20 دقيقة لقتل الخلايا الخضرية مع بقاء الجراثيم الداخلية حية، ومن خلال التنمية الهوائية يمكن استبعاد الأنواع المتجرثمة الأخرى الشائعة الانتشار والتى تتبع جنس Clostridium . وبكتيريا الـ Bacillus من الأجناس الموجودة بأعداد كبيرة فى التربة والتى من السهل تمييزها حيث إنها عصوية، مكونة للسبورات، هوائية حتماً أو اختيارياً وأعدادها فى التربة تتراوح بين 10^{6} – 10^{7} فى الغرام وقد تزيد على ذلك. تتواجد الـ Bacillusفى الأراضى الفقيرة فى المواد العضوية فى صورة سبورات تظل ساكنة لعدة سنوات، فإذا ما توافرت لها عناصر غذائية مناسبة فإنها تنبت وتبدأ فى النشاط كخلايا خضرية مرة أخرى.

2 – **البكتيريا التابعة لجنس Clostridium** توجد فى معظم الأراضى الخصبة على الرغم من وفرة الـ O_2وذلك رغم أنها بكتيريا لا هوائية ولكن التربة تحت الظروف الطبيعية لا تكون الظروف فيها هوائية كاملة. فنشاط الميكروبات الهوائية واللاهوائية اختيارياً والتى تستهلك O_2 وتنتج بدلاً منه CO_2 تعمل على خفض الضغط الجزئيى للأوكسجين الى الحد الذى يسمح بنمو الأنواع اللاهوائية حتماً. وعادة ما يحدث هذا داخل تجمعات حبيبات التربة وأيضاً فى المناطق السيئة الصرف – وتوجد البكتيريا من جنس Clostridiumبأعداد تتراوح من 10^{3} – 10^{7} فى الغرام فى التربة المختلفة، وذلك عن طريق التقدير باستخدام طريقة صب الأطباق Pour Plate وللحصول على مزارع Clostridium نقية فإنه يمكن استغلال هاتين الصفتين الفسيولوجيتين لهذا الغرض، وذلك عن طريق تسخين معلق التربة الى 80(م لمدة 10 دقائق ثم تنمية الجراثيم المتبقية فى المعلق ثم تنميتها وإكثارها تحت الظروف اللاهوائية.

3- **أجناس من البكتيريا المعنقة والمتجرثمة والتى تكون أجسام ثمرية:** عرف حديثاً أن التربة غنية بأنواع من البكتيريا تحمل خلاياها زوائد شبه صلبة تقل فى أقطارها عن قطر الخلية نفسها. مثل هذه الزوائد توجد فى أنواع البكتيريا المعنقة التابعة لجنس Caulobacter والبكتيريا التى تكون براعم Hyphomicrobiumوهناك مجموعة أخرى من بكتيريا التربة التى لم تتوفر عنها دراسات كافية تتميز بصغر خلاياها التى لا يزيد طولها عن 1.5 مم وتوجد على أسطحها صفوف من نتوءات مستديرة صغيرة الخلايا شكلها يشبه كيزان الذرة. يكثر وجود الأنواع التى تعرف Myxobacteria(تتحرك حركة زاحفة على الأسطح الصلبة تاركة مادة لزجة خلفها) فى كل من التربة ومخلفات الحيوان الصلبة، الخلايا الخضرية لهذه الأنواع عبارة عن عصويات مرنة متحركة تتحرك بالزحف، معظمها يدخل فى طور

السكون خلال دورة حياته، حيث تتكون الخلايا الساكنة فوق أجسام ثمرية متخصصة وتتم الحياة بخروج الخلايا العصوية من الأجسام الثمرية ثم تبدأ فى عمليات التحول الغذائى النشطة وأكثر هذه الأنواع انتشاراً هى Myxococcus, Chondroccus, Archangium, Polyangium :يمكن عزل الميكزوبكتريا بتلقيح أطباق بها منبت أجار غذائى بمعلق بكتيرى ثم وضع كمية قليلة من التربة فى وسط الطبق، بعد فترة من التحضين تظهر الأجسام الثمرية بوضوح للعين المجردة. تعتمد هذه الطريقة على قدرة Myxobacteriaعلى تحليل خلايا البكتيريا عن طريق إفراز إنزيمات خارجية تذيب الخلايا ثم تتغذى عليها. مثل هذه الظاهرة التى يحدث فيها قتل وتحليل للخلايا البكتيرية ثم التغذية عليها يمكن اعتبارها عاملاً مؤثراً على التركيب الميكروبى للتربة. وتوجد الـ Myxobacteria فى جميع أنواع الأراضى المنزرعة وتزيد كثافتها فى الأوساط البيئية الرطبة، حيث إنها لا تتحمل ظروف الجفاف. وهناك أنواع منها لها أهمية فى أكسدة مركبات الكبريت المختزلة تحليل السليلوز.

4- أجناس البكتيريا التى تتميز بنوع فريد من العلاقات بينها وبين أنواع أخرى من البكتيريا:

أ- توجد فى التربة أنواع من البكتيريا من جنس Bdellovibrio ولكن بأعداد قلية. وقد نالت اهتماماً كبيراً لما تتميز به من نوع فريد من العلاقات بينها وبين الأنواع الأخرى من البكتيريا خلايا هذه البكتيريا عصوية صغيرة منحنية، تعيش فى التربة طبيعياً فى حالة تطفل إجبارياً بأن تلتصق بخلايا بكتيريا أخرى أكبر حجماً وتتغذى عليها. عند تنمية هذه الأنواع فى مزارع ميكروبية، فإن تأثيرها يكون ضئيلاً عند وجود العائل بأعداد قليلة، ولكنها تتغذى بشراهة خلال مراحل نموها مما يتسبب فى خفض أعداد العائل لدرجة كبيرة. وحتى الآن لم يعرف بالضبط أهمية هذه الصورة من حالات التطفل تحت الظروف الطبيعية.

ب- الكائنات الممرضة للإنسان والحيوان والنبات: تحتوى التربة على أنواع عديدة من الميكروبات الممرضة للإنسان والحيوان أو لنباتات المحاصيل وللتعرف على وجود مثل هذه الميكروبات ولتقدير أعدادها فى التربة فإنه يلزم لذلك استخدام منابت غذائية منتقية ذات كفاءة عالية فى انتخاب الميكروب بالإضافة الى إتباع طرق خاصة لهذا الغرض وعن طريق ذلك أمكن التعرف على وجود البكتيريا الممرضة للنبات من أجناس Agrobacterium, Pseudomonas, Erwirnia فى أنواع مختلفة من الأراضى. وبعض أنواع هذه البكتيريا يعيش فى التربة بصفة طبيعية، بينما يعيش البعض الآخر لفترة زمنية محددة، ويكون وصوله الى التربة عن طريق التلوث الحديث للتربة بإفرازات وأنسجة النباتات المريضة. والأنواع التى يمكنها البقاء حية فى التربة لبعض الوقت من المحتمل أن يعيد إصابة المحاصيل العائلة مرة أخرى عند زراعتها فى المواسم التالية. أما عن أنواع البكتيريا التى تسبب أمراضاً للإنسان أو الحيوان مثل Clostridium botulinum, Clostridium tetani, Bacillus anthracis . وأن جراثيم هذه البكتيريا تبقى حية فى التربة لفترات زمنية طويلة، وعلى ذلك فوجودها كامنة فى داخل التربة يمكن أن يؤدى الى حدوث الإصابة بالتسمم البوتيولينى أو بالتيتانوسى أو بالحميرة الخبيثة. ونظراً لاستمرار تعرض التربة للتلوث بمخلفات الحيوان الصلبة ومخلفات المجارى بما تحمله من عوامل مسببة للأمراض بالإضافة الى التلوث بالأنسجة النباتية المريضة ونجد أن بكتيريا الـ Salmonella والأنواع الممرضة من جنس Streptococcus يمكن أن تتواجد فى التربة عقب إضافة الأسمدة العضوية. أما البكتيريا التى تهاجم النباتات كالتابعة للأجناس: فإنه يتكرر دخولها الى التربة عن طريق الأنسجة النباتية المصابة بالمرض. وكثير من هذه الميكروبات الدخيلة لا يتسبب إلا فى مشكلات قليلة، حيث إنها سرعان ما تختفى من التربة أما البعض الآخر الذى يبقى فى التربة لفترات طويلة فإنه يشكل بالفعل تهديداً للعوائل المناسبة له.

الواجب البيتي :

س1/ اذكر بإيجاز التأثيرات النافعة والضارة لاحياء مجهرية التربة .

س2/ تكلم عن الدور الفريد الذي تلعبه بكتريا Bdellovibrio في التربة .

س3/ اذكر اهم مجاميع البكتريا الموجودة في بيئة التربة .

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية- أ.م.د. بشرى علي كاظم