Microbial Diversity
التنوع الميكروبـي

ما هو التنوع الميكروبي

ان التنوع الهائل، والحجم الصغير، وسهولة الاستنساخ للأحياء المجهرية الدقيقة ادت الى توضيح التنوع الكمي الكبير للاحياء المجهريه والذي يعتبر تنوعا كبيرا مقارنةً بالكائنات الحيه الاكبر حجما. ان الاحياء الدقيقة وفيرة ومتنوعة لدرجه انه لم يتم اكتشاف الا جزءا صغيراً من تنوعها البايولوجي، والتنوع المايكروبي في تزايد مستمر حيث انه في الوقت الحالي من الصعب احصائه في غرام واحد من التربه او لتر واحد من ماء البحر.

التنوع البكتيري Bacterial diversity

ان مناقشة التنوع البكتيري تعتمد بشكل اساسي على مكونات الأنواع البكتيرية و كيف يمكن التمييز بين نوعين مختلفين. وبسبب انه لا يمكننا ملاحظة البكتيريا في بيئتها بشكل مباشر، و لأن البكتيريا يمكن أن تتغير بسرعة من خلال اكتسابها جينات من كائنات بعيدة الصلة، لم يتمكن العلماء من تطوير نظام تصنيف للبكتيريا يعتمد على العمليات التطورية والبيئية كما هي الحال لأشكال أعلى من الحياة. بدلا من ذلك، قام علماء الأحياء الدقيقة بتصنيف الكائنات الحية الدقيقة على أساس الشكل والصفات الفسيولوجية، وخاصة تلك المهمة لصحة الإنسان. حديثاً ساعد ظهور التقنيات الجزيئية و فحص تسلسل الـ DNA في عملية تصنيف الاحياء المجهرية.

في السبعينيات، قبل أن يصبح تسلسل الحمض النووي متاحًا، تم استخدام تهجين الحمض النووي DNA لفحص ما إذا كان كان هناك كائنان متماثلان أو مختلفان. في هذه التقنية، كلا الاختلافات في محتوى الجينات والاختلافات في تسلسل النيوكليوتيدات في الجينات المشتركة تساهم في مقدار التهجين الذي يحدث. العيب الاساسي في عملية تهجين الـ DNA-DNA هو أنه يستغرق وقتاً طويلا لأنه يقارن بين اثنين فقط من الكائنات الدقيقة.

التنوع الميكروبي في التربة

ان عدد الانواع البكتيرية الموجوده في التربه يتراوح بين (100- 10000)، ومن الطرق المستخدمه في قياس التنوع البايولوجي في التربه:

اولاً: أعادة ارتباط DNA الكلي لعينه بيئيه: وتم تطبيق هذه التجربه لاول مره على مجتمع بكتيريا التربه في غابات النرويج، وتبين بان هناك 4000 نوع من DNA لكل واحد غرام من التربه الجافه، وفي مقارنه مع دراسة نوعيه ايضا في الحقول الزراعيه في المانيا تم استخدام تربه غير ملوثه مع تربه ملوثه بالمعادن فقد وجد بانه عدد انواع الجينوم المختلفه هي كالتالي: 16,000 للتربه الغير ملوثه، 6400 للتربه قليله المعادن و2000 للتربة العاليه التلوث بالمعادن، وهذه القياسات لكل واحد غرام من التربه.

ثانياً: أستخدام طريقة الاستنساخ والتسلسل للـ RNA: وفي هذه الطريقه تم الحصول على انواع بكتيريه اقل من الطريقه السابقه حيث تم تقدير الانواع البكتيريه في واحد غرام من التربه الطبيعيه وكانت حوالي 350- 6300.

المجتمعات البكتيرية في التربة

العلاقه بين التنوع الميكروبي للتربه والتنوع الوظيفي غير معروفه الى حد كبير لغايه الان، ان تنوع المجتمعات البكتيريه في التربه تؤدي الى تعزيز استقرار النظام البيئي وزيادة الانتاجيه والقدره على تحمل الضغوطات البيئيه. ان العديد من عوامل التربه تؤثر على بنية وتنوع المجتمع الميكروبي وتشمل:

1) عدم تجانس طبيعة التربة.
2) وفرة ونوعيه المياه المرتبطه بالتربة
3) درجه الحراره والرطوبه
4) وفرة مغذيات الاحياء الدقيقه في التربه
5) التغيرات المناخية والموسمية.

من الانواع البكتيريه الشائعه في التربه هي:-

Arthrobacter aurescens	*Bacillus cereus*
Agrobacterium tumefaciens	*Bacillus subtilis*
Myxococcus xanthus	*Mesorhizobium sp.*
Pseudomonas putida	*Shigella sonnei*
Xanthomonas campestris	

التفاعلات بين التربة والنبات والكائن المجهري

من المعروف ان اغلب انواع الترب الطبيعيه لا تحتوي على كميات كافيه من المغذيات الميكروبية وذلك كون ان المجتمعات الميكروبيه تستهلك كل انواع المغذيات المتاحه، وعلى النقيض من ذلك نلاحظ بان منطقه الـ Rhizoshere والتي تكون حول جذور النبات تكون غنيه بالمواد الغذائيه وذلك عن طريق تاثير النبات نفسه، ولذلك نجد بان هذه المنطقه تكون عاليه الفعاليه الميكروبيه وعاليه الاعداد المايكروبيه وبالتالي تعتبر من مناطق التنوع الميكروبي المهمه. وفي الحصيلة تعتبر منطقة

Rhizoshere منطقه مهمه للتفاعلات بين التربه والنبات والاحياء المجهرية. وبالتالي التعبير الجيني الميكروبي وكذلك التنوع في هذه المنطقه يتم السيطره عليها عن طريق هذه التفاعلات او التداخلات والتي بدورها تتاثر بالعوامل البيئيه. ان الاحياء المجهريه التي تستوطن الجذور نفسها او تعيش داخل نسيج الجذر تسمى Endophytes. ان اعداد البكتيريا تكون هائله في الرايزوسفير وتقل تدريجيا كل ما ابتعدنا عن هذه المنطقه.

هناك نوعين من الامثله على الاحياء المجهريه في Rhizoshere:

⇦ أولاً: البكتريا القادرة على تثبيت النيتروجين N_2

وهي البكتيريا التي تقوم بعملية تحويل غاز النيتروجين الموجود في الغلاف الجوي الى امونيا NH_3 ومن البكتيريا الحره المعيشه التي تقوم بهذه العمليه هي *Azotobacer* ، و *Azospirillium* واللتان تتواجدان ضمن منطقه الرايسوسفير والتي تزود النبات بمصدر النيتروجين عن طريق الامونيا.

⇦ ثانياً: فطر المايكورايزا:

وهي الفطريات التي تشكل نوعاً من العلاقه التكافليه مع النبات ويعتبر هذا النوع من الفطريات كأمتداد لنظام الجذر في النبات والتي تساعد في امتصاص اغلب العناصر الغذائيه وعلى وجه الخصوص الفسفور والذي يكون عاده قليل الذوبان ولذلك يكون محدود التوفر في مياه التربه. تقوم هذه الفطريات بمساعدة النبات على امتصاص العناصر الغذائيه من الماء عن طريق عمليه النقل الفعال. عندما تتحرر هذه الاغذيه من الهايفات الفطريه سوف تُمتص من قبل جذور النبات، وكذلك عندما يمتص الفطر هذه الاغذيه يمكن ان يقوم بخزن جزء منها كي يستفيد منه النبات مستقبلا.

التنوع الميكروبـي في البحار و المحيطات

تكون اعداد المجتمعات البكتيريه في البحار اقل بكثير من نظيراتها في التربه، فعلى سبيل المثال اعداد البكتيريا في المحيط الهادئ تتراوح بين (10^4- 10^5) خلية\1مل من الماء، مقارنه بنظيرتها في التربه حيث تتراوح بين (10^8- 10^{10}) خلية\1غم من التربة. ان التنوع البكتيري الكلي في المحيط تم تقديره ليساوي (2×10^6) نوع. لكن التنوع البكتيري في طن واحد من التربه يقدر بحوالي (4×10^6) نوع.

بصوره عامه تعتبر النواتج الطبيعيه (NP) مواد او مركبات تنتجها الكائنات الحيه وغالبا ما تكون من نواتج الايض الثانوي الطبيعية، وعاده تنتج الكائنات هذه المواد لغرض الدفاع عن انفسها او لمساعدة الكائن الحي على التلائم مع بيئته المحيطه.

تعتبر الاكتينومايسيتات والفطريات من الاحياء الدقيقه الغنيه بنواتج الايض التي لها اهميه بايولوجيه كبيرة، ومن اهم الامثله عليها هو المضاد الحيوي والذي ينتج من احياء دقيقه لقتل او تثبيط احياء دقيقه اخرى وهي تعتبر من النواتج الطبيعيه والتي تنتج في غالبيتها من احياء مجهريه التربه ومن اشهر واهم المضادات الحيويه التي تم اكتشافها هو البنسلين من فطر *Penicillium* ويعتبر مضاد مهم جدا في القضاء على العدوات الحاصله من بكتيريا *Staphylococcus* ، وبكتريا *Streptococcus pneumonia*. وبعد ذلك تم اكتشاف المضاد الحيوي ستربتومايسين من بكتيريا *Streptomyces grieseus* والتي تعتبر من الاكتينوماسيتات الواسعه الانتشار في التربة. وفي الحقيقه 50% من جميع انواع المضادات الحيويه المعروفه هي مشتقه من جنس *Streptomyces*. ومن الامثلة الاخرى على النواتج الطبيعية هو مضاد السرطان الذي تنتجه بكتيريا Endophytes مثل الباسيلتاكسيل. وكذلك مضادات الاكسده مثل مثل بيستاسين، وكذلك طارد الحشرات، وكذلك مضادات مرض السكري، و الادوية الرافعه للمناعه.

ان طرق الفحص الجزيئية التي احدثت ثورة في فهم التنوع الميكروبي في البكتيريا والبكتيريا القديمه تم توظيفها مؤخرا في دراسة التنوع في حقيقيات النواه. ومن المعروف ان الاعتماد على الانماط المظهريه قد يؤدي الى اخفاء معلومات كثيره عن التنوع الحيوي في حقيقيات النواه ، فعلى

2006- 1427

سبيل المثال عند دراسه جينات DNA للطلائعيات في برك ماء مختلفه وجد بان هناك العديد من السلالات لم تكن مسجله عالميا عن هذه الانواع، كذلك في الفطريات فان الانواع المثبته علميا هي بحوالي 1.5 مليون نوع عالميا لكن ما تم تشخيصه مظهريا منها لا يتجاوز الا 100,000. وهذا يؤكد بان الطرق الجزيئيه الحديثه والتي بدات تطبق فعلا بازدياد هي الاساس في اكتشاف تباين الانواع الفطريه التي عجز عنها التشخيص المظهري حيث ان ما تم اكتشافه من انواع الفطريه لا يشكل الا 5% من الانواع الفطريه المثبته علميا وعالميا.

التنوع الڤايروسي Viral Diversity

نظرا للتنوع الملحوظ في البكتريا، والبكتريا القديمة، والكائنات الدقيقة الحقيقيه النواه، تبين بان الڤايروسات التي تصيبهم ايضا تمتلك تنوعا وانواعا ضخمة جدا حيث تقدر بحوالي 10^{31} نوع، وغالبيتها تصيب

البكتريا والبكتريا القديمة. اذا اخذنا 1 كغم من الرواسب البحريه قد نلاحظ بانها تحتوي على حوالي مليون نمط وراثي genotype من الڤايروسات، وكذلك وجد بان 200 لتر من ماء البحر يحتوي على اكثر من 5000 genotype للفيروسات. بصوره عامه هناك علاقه جيده بين وفره الڤايروسات مع وفره البكتيريا وفي الحقيقه ان العاثيات قد تصيب وتقتل ما بين (4- 150) من البكتريا التي تُنتج يوميا في البيئات المائيه. ان مدى حقيقية ان التنوع الڤيروسي يختلف في اختلاف الموطن البيئي غير معروف لغايه الان بالرغم من ان بعض التجارب العلمية توصلت الى حقيقه ان التنوع الڤيروسي المحلي يعتبر مقياس او مؤشر للتنوع الفيروس العالمي.