

الميكروبيولوجيا الزراعية |¹
الدكتور مظهر العيسوي الشريف
Agricultural microbiology

ميكروبات التربة

2 | (الميكروبيولوجيا الزراعية) الدكتور منظر العيسوي (الشريف)

Agricultural microbiology

تلعب ميكروبات التربة دوراً في تحلل المواد العضوية والغير قابلة للاستفادة بواسطة النبات بتحويلها الى صورة قابلة للاستفادة للنبات. كما تلعب دوراً رئيسياً في دورات العناصر. تصل مخلفات الانسان والحيوان والنبات الى التربة الزراعية بطرق مباشرة أو غير مباشرة ثم تتحلل لتصبح بعد فترة جزء من التربة ذاتها. وتشمل مكونات التربة الزراعية الميكروبات المختلفة من بكتريا وفطريات وفيروسات وطحالب وبروتوزوا.

البكتريا:

وهي من أكثر الميكروبات انتشاراً ونمواً في التربة الزراعية؛ فقد يصل عددها في الجرام الواحد لعدة بلايين بطريقة العد المباشر بالميكروسكوب وعدة ملايين بطريقة العد بالاطباق. وتحتوي التربة على اجناس وانواع عديدة منها الميكروبات المحللة للسليولوز والمحللة للبروتين وأخرى مؤكسدة للكبريت ومنها المثبت للنيتروجين ومنها المختزلة للنترات والكبريتات .. وغيرها.

وتختلف اعداد الميكروبات في التربة الواحدة باختلاف العمق، وتختلف كذلك حسب الظروف البيئية، وكذلك حسب فصول السنة والنبات النامي.

ومن الاجناس شائعة الانتشار في الأراضي:

Arthrobacter, Agrobacterium, Bacillus, Corynobacter

وكذلك الاكتينومييسيتات: والتي تتميز بالآتي:

لها القدرة على تحليل المواد الكيماوية المعقدة في التربة

لها القدرة على افراز المضادات الحيوية؛ مما يجعلها تؤثر على نمو وانتشار الميكروبات الأخرى.

اعدادها قد تصل الى مليون ميكروب لكل جرام خاصة في التربة الجافة.

الفطريات: Fungi

تسود الفطريات في لأراضي جيدة التهوية والغنية بالمادة العضوية، والأراضي الحامضية. وكما هو معروف ان الفطريات غير ذاتية التغذية Heterotrophs يتراوح عددها من 200000 الى مليون/ جرام تربة جافة عند تقديرها بطريقة الأطباق.

أكثر الفطريات انتشاراً الفطريات الناقصة Deutromycetes ثم الطحلبية Phycomycetes، أما الفطريات البازيدية Basidiomycetes فيندر وجودها ما عدا في أراضي الغابات.

ومن أكثر الأجناس انتشاراً:

Fusarium, Penicillium, Mucor, Alternaria, Trichoderma, Aspergillus, Rhizopus

أهمية الفطريات في التربة

1- تقوم بتحليل معظم البقايا النباتية مثل السليلوز واللجنين وغيرها

Agricultural microbiology

2- تحسين خواص التربة الطبيعية بواسطة هيفات الميسليوم المتشابكة والتي تعمل على تحسين بناء التربة الرخيفة عن طريق تجميع الحبيبات، وكذلك تهوية التربة الثقيلة.

3- بعد الفطريات تساعد على تيسير العناصر كالفوسفور مثل فطريات الميكوريزا، وفطر *Piriformospora indica* كما ان تلك الفطريات الداخلية Endophytic fungi تساعد جذور النبات في امتصاص الماء والعناصر الغذائية ويمكن اعتبارها كما لو كانت جذور اضافية.

4- بعض الفطريات تدخل في حالة معيشة تكافلية مع طحالب (او سيانوبكتريا) في المناطق القاحلة لتكون ما يعرف بالاشنات التي تمكن كل من الكائنين من الاستفادة من خصائص الآخر؛ فيكون دور الفطر توفير الحماية وامداد الطحلب بالماء والعناصر في حين يقوم الطحلب بتوفير المادة العضوية والسكر الى الفطر. وتكون نتيجة لذلك افادة للتربة وتحسين من خواصها نتيجة تحلل الصخور وتوفير بيئة رعية في تلك المناطق القاحلة.

الخمائر: Yeasts

عددها قليل في التربة باستثناء بعض الأماكن مثل مزارع العنب التي توفر بعض السكريات التي تشجع على نموها.

الطحالب: Algae

عددها أقل من البكتريا والفطريات وأغلبها طحالب خضراء أو خضراء مزرقة تنتشر على سطح التربة. أعدادها حوالي 100 ألف/ جم تربة. تقوم بعض السيانوبكتريا

بتثبيت النيتروجين الجوي وخاصة في مناطق زراعة الأرز والمناطق الرطبة. كما ان الطحالب تحافظ على التربة من الانجراف في المناطق الجرداء المعرضة لعوامل التعرية حيث تنمو وتكون قشرة متماسكة عنية بالمادة العضوية.

البروتوزوا: Protozoa

ومنها:

1- قسم السوطيات

2- قسم الاميبات

ويحتوى الجرام الواحد من التربة على نحو 5 آلاف الى مليون، ويتناسب عددها طردياً مع عدد البكتريا.

الفيروسات: Viruses

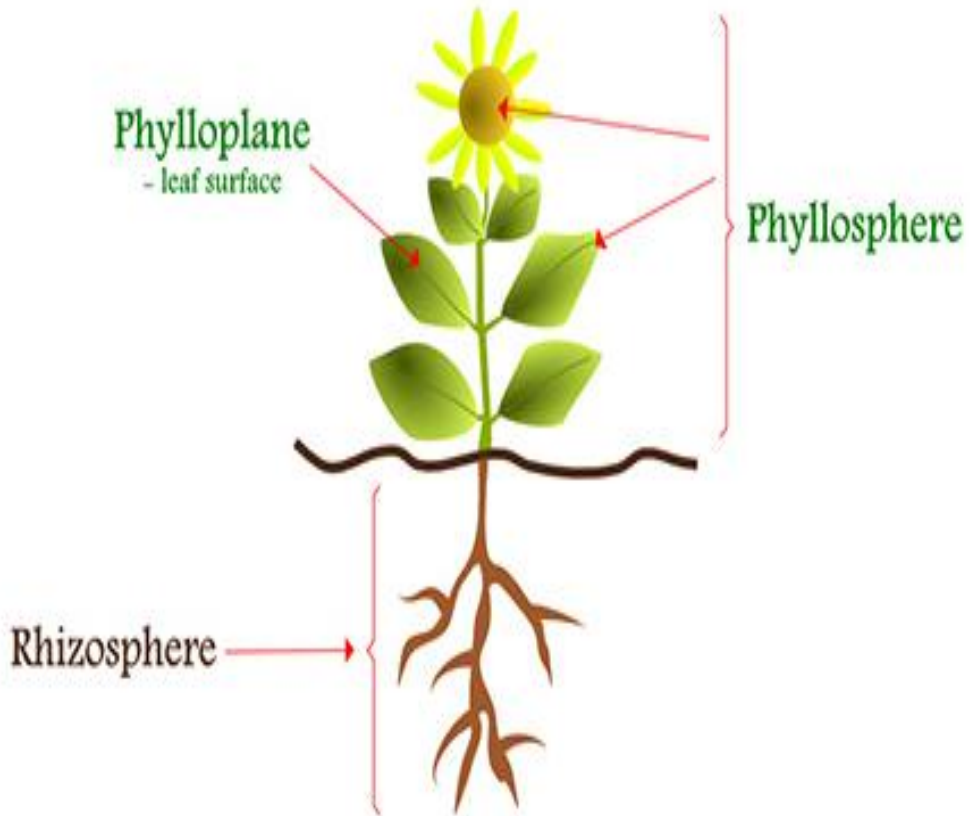
تحتوى التربة على العديد من الفيروسات المتطفلة على البكتريا وغيرها من فيروسات التربة.

ميكروبات سطح النبات

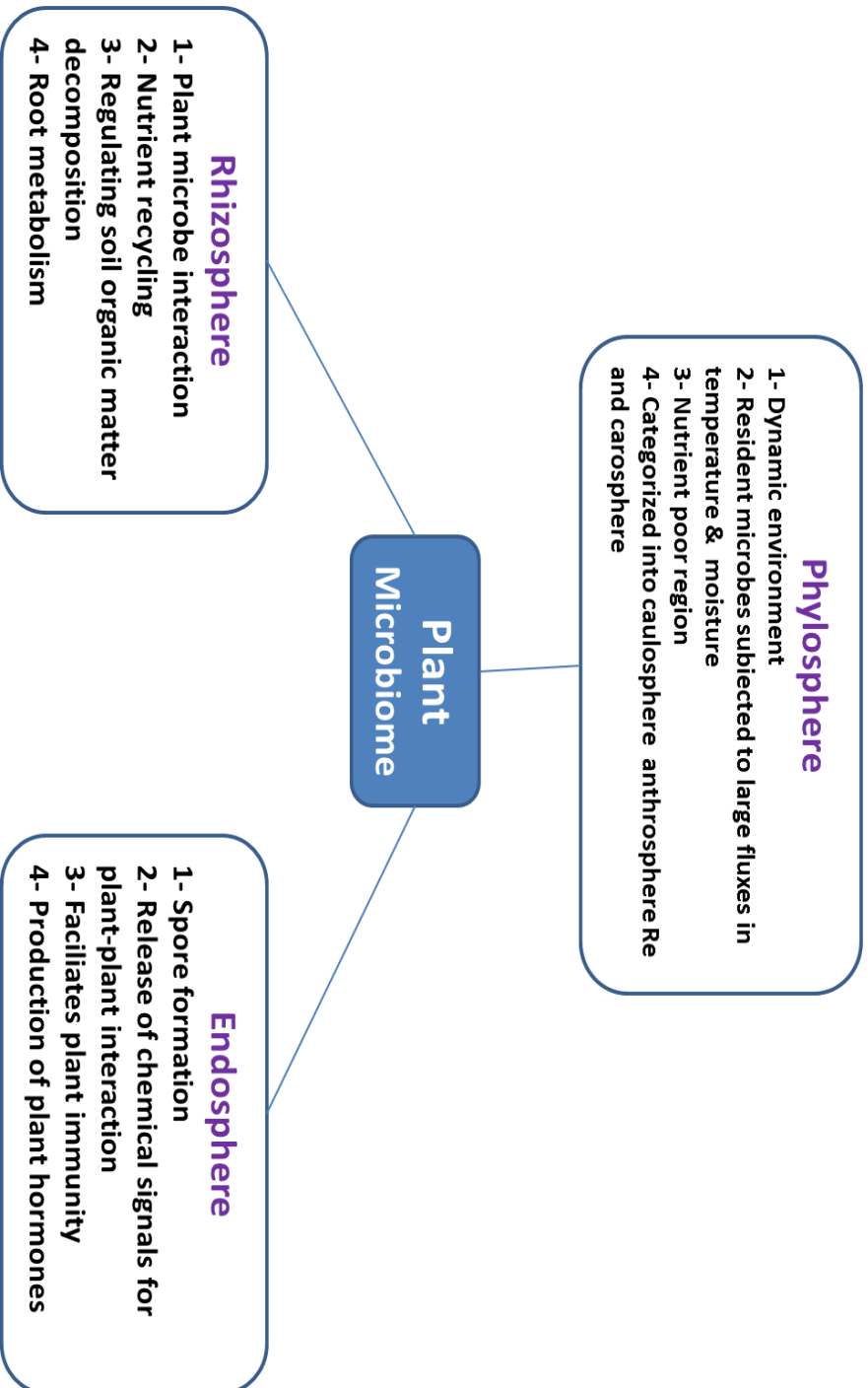
Plant Surface micro flora (Phytosphere)

Agricultural microbiology

سطح النبات سواء أعلى أو تحت سطح التربة يحتوي على كائنات متنوعة مجهرية منها المتطفل وغير المتطفل، ومنها ما ينمو علي أسطح النباتات السليمة أو غير السليمة أو تلك المتحللة وكل جزء يكون مناسب لمجموعة مميزة من الكائنات. وتغير الظروف البيئية المحيطة بالنبات أو حتى الفسيولوجية الخاصة به تؤدي لحدوث تغييرات عديدة ونوعية بالميكروبات المحيطة بالنبات ومن هذه العوامل المؤثرة: الرش بالمحاليل المغذية – الهرمونات – المثبطات – إفرازات النبات – استعمال المبيدات – الأمراض النباتية .. الخ.



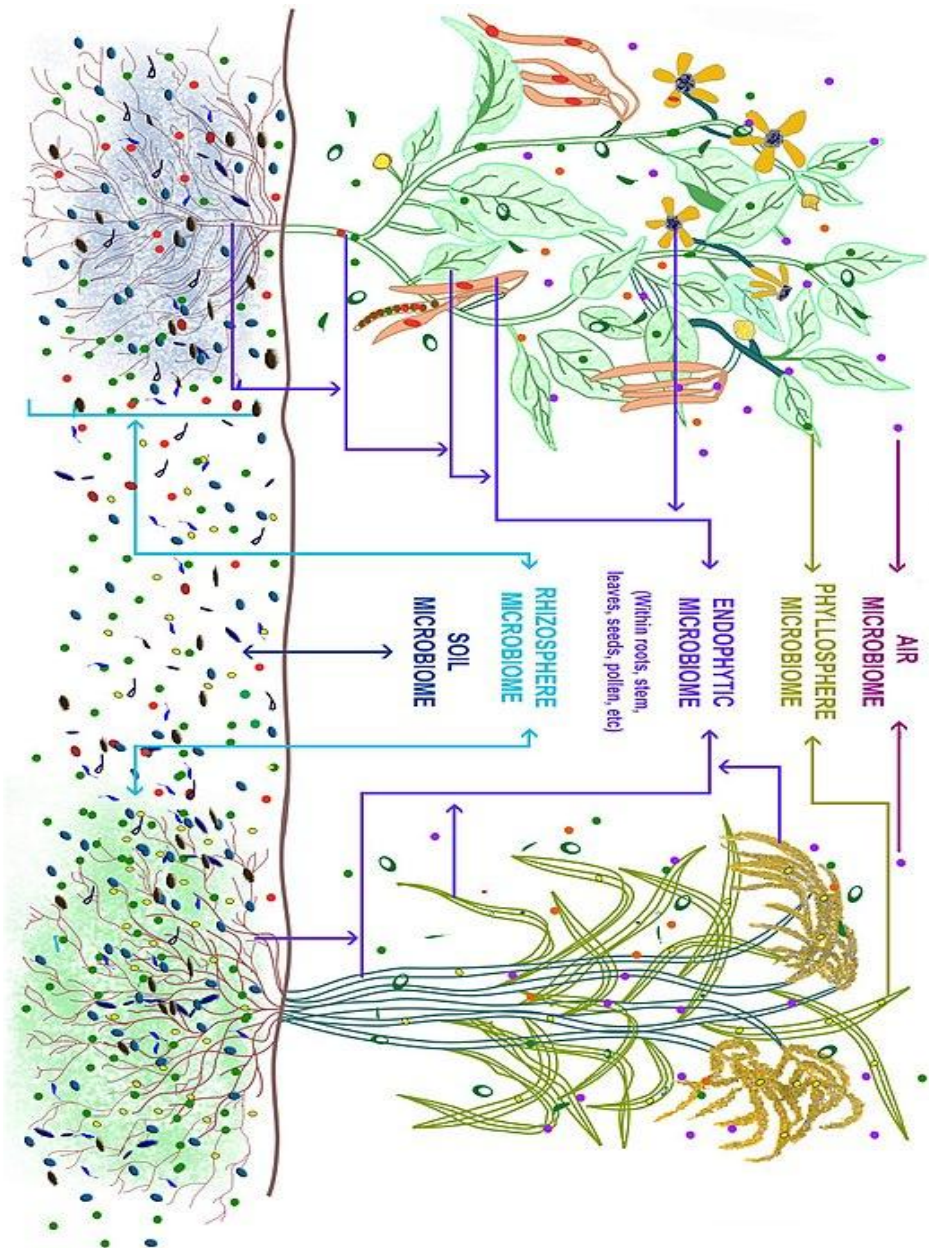
Agricultural microbiology



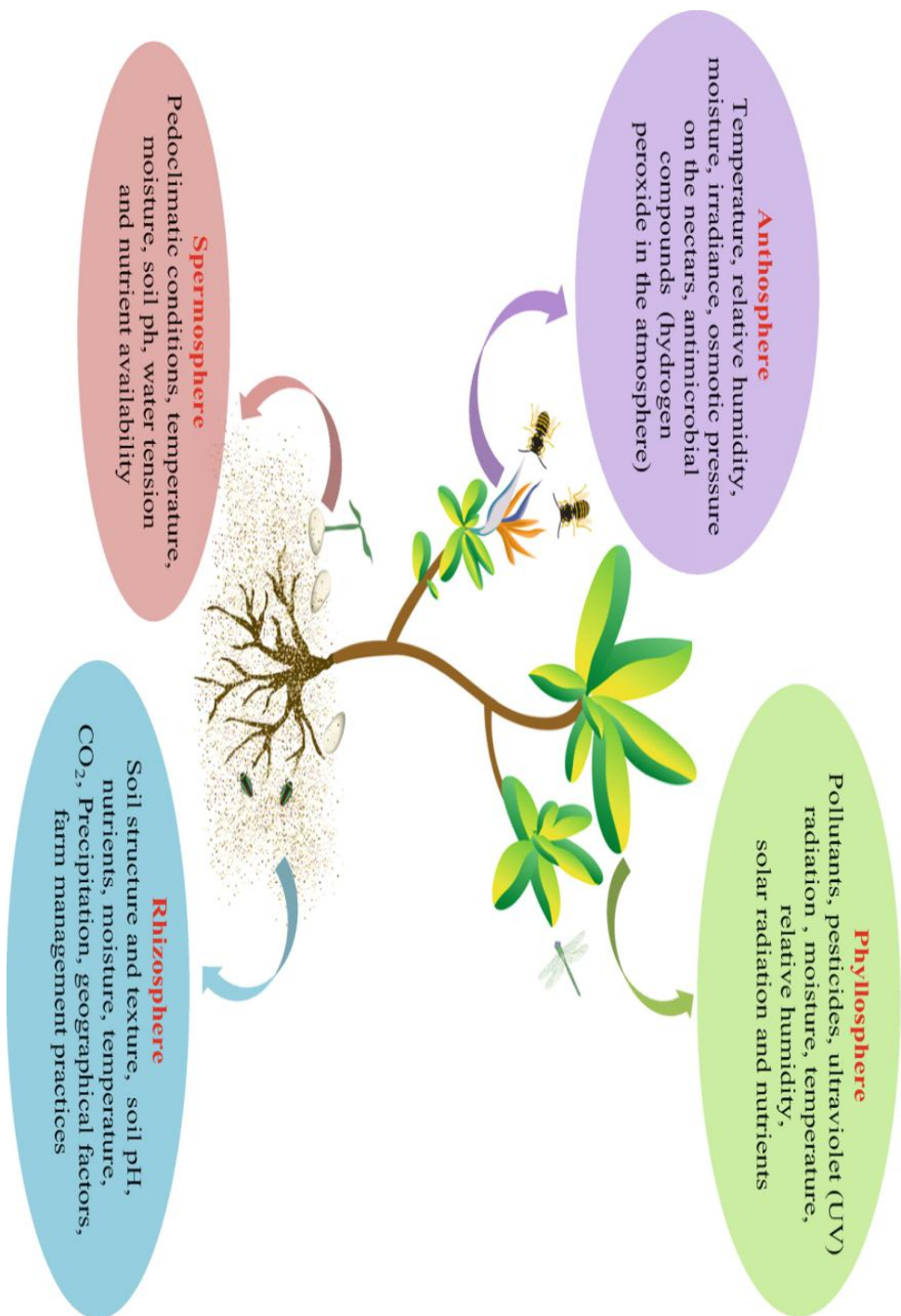
Agricultural microbiology

	Rhizosphere	Phyllospher
Definition	The region of soil that surrounds plant roots, which is under the influence of root exudates and root microbiome	Is the total surfaces of a plant inhabited by microorganisms
Region	In the vicinity of plant root	Mainly leaf surfaces
Microorganisms	Both aerobic and anaerobic	Aerobic
Exudates	Root exudates such as carbohydrates, amino acids, vitamins, etc.	Mainly plant leaf exudates such as amino acids, glucose, fructose and sucrose
Location	Lies below the soil surface	Lies above the soil surface
Subdivision	EXORHIZOSPHERE and endorhizosphere	Caulosphere, phylloplane, anthosphere, and carposphere
Biogeochemical Transformation	Has a role in biogeochemical transformation	No role in biochemical transformation

Agricultural microbiology



Agricultural microbiology



أولاً: ميكروبيولوجيا المنطقة المحيطة بالجذور

Rhizosphere microflora

الريزوسفير Rhizosphere هو منطقة انتشار الجذور، في حين أن سطح الجذور المباشر يطلق عليه (Root Surface) Rhizoplane وهو الذي تكون فيه الميكروبات ملتصقة بسطح الجذر وتكون بها اعداد ضخمة من الميكروبات. أما الادوسفير Edaphosphere عبارة عن ميكروبات التربة البعيدة عن الجذور والغير متأثرة بالجذر.

Area of the soil not influenced by the roots of plants,
beyond the rhizosphere

تأثير الريزوسفير علي أنواع الميكروبات:

تأثر الجذور علي المجموعات الميكروبية الهامة والمرتبطة بخصوبة التربة كالاتي:

- للريزوسفير تأثير مشجع علي الميكروبات السالبة لجرام Gram negative bacteric خاصة اجناس *Pseudomonas* , *Xanthomonas* , *Arthobacter*
- الميكروبات العسوية المتجرثمة الموجبة لجرام Positive bacteria Gram وخاصة التابعة لجنس *Bacillus* أعدادها أقل في ريزوسفير النبات عن التربة البعيدة عن الجذور، وهناك اختلاف كمي بين أنواع الميكروبات التابعة لهذا الجنس بين الريزوسفير والتربة. ووجد أن أنواع *Polgmyxa* , *B. circulans*, *B. brevis* تكون أكثر انتشاراً في الريزوسفير عن التربة البعيدة عن الجذور.
- جنس *Azotobacter* يلاحظ أن هناك تناقض بين العلماء؛ فمنهم من يؤكد التأثير المشجع للريزوسفير علي هذا الجنس ومنهم من يوضح التأثير المثبط للريزوسفير علي هذا الجنس أو أن أعداده لا تتأثر حول جذور النبات. ويبدو أن هذا الجنس مختلف في استجابته لتأثير الريزوسفير باختلاف النبات النامي وعمره.
- وعموماً فقد تبين أن ميكروبات اجناس *Azospirillum* , *Azotobacter*, *Polgmyxa* تغلب دوراً هاماً في تثبيت الأزوت الجوي في ريزوسفير النبات خاصة قصب السكر والذرة والقمح.
- من أكثر الميكروبات استجابة للتأثير المشجع للريزوسفير هي ميكروبات النشدرية *Ammonifying bacteria* حيث أن R/S ratio قد يصل إلي عدة مئات؛ ويرجع ذلك إلي وجود مركبات النيتروجين العضوية بنسبة عالية في هذه المنطقة التي

Agricultural microbiology

تقوم هذه الميكروبات بمعدنتها. ولوحظ أن كمية المعدنة للنتروجين العضوي في التربة المنزرعة أقل من التربة الغير منزرعة وذلك علي اعتبار النشاط الزائد للميكروبات في منطقة الريزوسفير والتي تقوم بدورها بعملية تمثيل N النتروجين

المعدني في احتياجها لبناء البروتوبلازم الخلوي Immobilization

— أعداد بكتريا التآزت لا تتأثر في منطقة الريزوسفير عكس ميكروبات انطلاق

الازوت الجوي والذي يحتوي ريزوسفير كثير من النباتات علي أعداد عالية منها

— للريزوسفير تأثير علي الميكروبات المحللة للسليولوز وأكثر الأنواع المنتشرة في

منطقة الريزوسفير هي الأنواع التابعة لجنس *Cytophaga* والميكروبات العسوية

القصيرة المحللة للسليولوز

— للريزوسفير تأثير مشجع علي الفطريات. وأثبتت التجارب أن الفطريات توجد في

منطقة الريزوسفير علي حالة ميسليوم نشط حيث تشجع إفرازات الجذور انبات

الجراثيم الفطرية ونمو الميسليوم الخضري بل أن جراثيم بعض الفطريات لا تنبت إلا

في وجود جذور نباتات معينة

— الطحالب لا تتأثر بالريزوسفير بدرجة واضحة؛ ففي الأراض الغدقة المنزرعة بالأرز

تلعب الطحالب الخضراء المزرقة دور أساسياً في تثبيت الآزوت الجوي.

— اشار العلماء أن بكتريا منطقة الريزوسفير تقوم بتثبيت الآزوت بكميات ملموسة وتم

عزل الأنواع الآتية المثبتة للأزوت من ريزوسفير نبات الأرز. كما تتأثر كمية

الازوت المثبتة في ريزوسفير نباتات الأرض الغدقة بمجموعة من العوامل أهمها

الضوء – نوع التربة – كمية أملاح الامونيوم بالتربة.

— البروتوزوا تزداد عددها في الريزوسفير حيث أنها تتغذي علي البكتريا والزيادة في

أعداد البكتريا في الريزوسفير يصحبه زيادة واضحة في اعداد البروتوزوا

Agricultural microbiology

- البكتريا المذيبة للفوسفات تزداد اعدادها في منطقة الريزوسفير مدرجة كبيرة.
- البكتريا المذيبة أو المؤكسدة للكبريت تزداد أعدادها في منطقة الريزوسفير

تأثير جذور النباتات علي ميكروبات الريزوسفير:

تؤثر جذور النباتات بطرق مباشرة وغير مباشرة علي ميكروبات الريزوسفير؛ فتتسبب الجذور وإخراجها كميات كبيرة من CO_2 يؤثر في pH حول الجذور. كما أن امتصاص الجذور للأيونات المعدنية يحدث تغيرات واضحة في المنطقة المحيطة بالجذور وخاصة الامتصاص الاختياري لبعض الأيونات بمعدلات أعلى من أيونات أخرى حسب حاجة النبات مما يحدث تغييرات في تركيب الأيونات في محلول التربة حول الجذور عن التربة البعيدة. ومن أهم العوامل التي تؤثر علي النشاط الميكروبي في هذه المنطقة هو دور الجذور في إمداد الميكروبات بكثير من مصادر الطاقة والعناصر الغذائية في صورة أجزاء الجذور المتقطعة والخلايا الميتة والممزقة وإفرازات الجذور؛ حيث أنه عند بدء الجذور الصغيرة في النمو في السمك ينفصل منها جزء كبير من خلايا المنطقة الخارجية، كما أن سطح هذه المنطقة يكون محاطاً بطبقة لزجة تكون ممتلئة بالميكروبات. أيضاً تكون الشعيرات الجذرية في نمو الجذر في الطول وتكون منطقة الشعيرات الجذرية الجديدة مواد عضوية تستخدمها الميكروبات كغذاء لها.

تقدير تأثير الريزوسفير Rhizosphere Effect:

- يقاس تأثير الريزوسفير بتقدير نسبة R/S. حيث:
- R: عدد الميكروبات في منطقة الريزوسفير في الجرام الواحد من التربة الجافة

Agricultural microbiology

- S: عدد الميكروبات في التربة البعيدة عن الجذور
 - إذا كانت نسبة R/S أكبر من (1) معناه أن للجذور تأثير مشجع (تأثير موجب) لنمو هذه المجموعة الميكروبية
 - إذا كانت نسبة R/S أقل من (1) معناه أن للجذور تأثير مثبط (سالبة)
 - كلما زادت قيمة R/S Ratio معناه أن التأثير المشجع أكبر
- كفاءة الريزوسفير R/S Efficiency:**

وذلك لتقدير تأثير معاملة ما علي ميكروبات الريزوسفير

$$R/S \text{ Efficiency} = \frac{RT-RC}{ST-SC}$$

- RT : عدد ميكروبات الريزوسفير المعامل
- RC : عدد ميكروبات الريزوسفير الغير معامل (الكونترول)
- ST : عدد ميكروبات التربة البعيدة عن الجذور المعاملة
- SC : عدد ميكروبات التربة البعيدة عن الجذور الغير معاملة.

تأثير ميكروبات الريزوسفير على النبات النامي

- أوضحت الدراسات أن التأثير المشجع للريزوسفير يظهر خلال 3 أيام من نمو النبات حيث وصلت نسبة R/S في هذا العمر إلي 12- 23 :1 ويزداد مع نمو البادرة ويرجع ذلك إلي إفرازات الجذور أساساً وليس للأنسجة النباتية الممزقة للجذور. ومع تقدم عمر النبات، تكون الأنسجة الممزقة هي التي تؤثر علي هذه النسبة، حتى يصل

Agricultural microbiology

النبات لطور النضج فتبدأ بعدها أعداد الميكروبات في التناقص الى حد معين حتى ترجع إلى مستواها العادي في التربة.

– النباتات البقولية لها تأثير ريزوسيفري مشجع أكبر من نباتات الحشائش والحبوب حيث تصل إلي 25 ضعف عددها في التربة العادية وتصل في بعض النباتات البقولية إلي 50 ضعف عددها.

– قيمة R/S Ratio تكون أكبر في التربة القليلة الخصوبة والفقيرة في العناصر الغذائية عن التربة الخصبة والغنية في العناصر الغذائية.

منطقة الريزوسفير هي منطقة انتشار الجذور؛ أي انها في تلامص مباشر مع الجذور مما يجعل للتغيرات التي تحدث في هذه المنطقة انعكاساً مباشراً وسريعاً على نمو النباتات. ومن ناحية أخرى وجود ميكروبات هذه المنطقة قريباً من الجذور يجعلها تتأثر بها؛ لذلك فالعلاقات بين ميكروبات الريزوسفير وجذور النباتات علاقات عديدة منها المفيدة ومنها الضارة. ولهذه الميكروبات علاقة كبيرة بأمراض النبات.

ويتم دراسة تأثير ميكروبات الريزوسفير على النباتات بزراعة النباتات في تربة معقمة واخرى غير معقمة للمقارنة.

أولاً: التأثيرات المفيدة لميكروبات الريزوسفير على النبات:

1- وجود الميكروبات بأعداد كبيرة حول الجذور تلعب دوراً رئيسياً

في تغذية النبات. فقد لوحظ أن النباتات التي تنمو في تربة معقمة في المعمل تعطي نمو خضري ومحصول أقل من النباتات النامية في تربة غير معقمة.

2- لميكروبات الريزوسفير دور هام في في اذابة مركبات الفوسفور الغير ذائبة في التربة ومنها الميكوريزا وفطر *Piriformospora indica* اللذان يسهمان ايضاً

Agricultural microbiology

في امتصاص الماء والعناصر الغذائية للنبات. كما تقوم بكتريا *Bacillus megeterium* بالمساهمة في تيسير الفوسفات.

3- ميكروبات الريزوسفير تزيد ايضاً من جهازية الحديد والمنجنيز للنبات. ويرجع ذلك نتيجة للمركبات العضوية التي تكونها أثناء عمليات التمثيل الغذائي. وهذه المركبات تكون مركبات معقدة مع العناصر المعدنية أو تعمل عمل المركبات المخلبية *chelating compounds* في تسهيل دخول هذه العناصر للنبات.

4- تكون ميكروبات الريزوسفير مواد بيولوجية لها تأثيرات مشجعة لنمو النباتات.

5- ميكروبات الريزوسفير تفرز العديد من الاوكسينات والهرمونات ومنظمات النمو وهذه المركبات تلعب دوراً مهماً في تشجيع انبات البذور وتكوين الشعيرات الجذرية في النباتات وزيادة قابليتها لامتصاص العناصر.

6- ميكروبات الريزوسفير لها تأثير مفيد على العلاقة التكافلية بين بكتريا العقد الجذرية وجذور النباتات البقولية. واتضح أن بعض سلالات الريزوبيا لا تكون فعالة في الظروف المعقمة ولكنها تكون فعالة في وجود ميكروبات الريزوسفير العادية.

ثانياً التأثيرات الضارة لميكروبات الريزوسفير على النبات:

1- أوضح العلماء أن هناك تنافس بين ميكروبات الريزوسفير والنبات في امتصاص العناصر من التربة؛ حيث تأخذ هذه الميكروبات جزء من النيتروجين المعدني في بناء بروتوبلازمها.

2- ميكروبات الريزوسفير تؤكسد المنجنيز وتحوله لصورة غير صالحة للنبات.

Agricultural microbiology

3- وجود علاقة تنافسية واضحة بين ميكروبات الريزوسفير وجذور النباتات على الفوسفور المعدني. وتكون علاقات التنافس تلك أكثر وضوحاً عند وجود العنصر بكمية محدودة في ظروف غير مناسبة للنبات مثل نقص التهوية.

4- المواد الحيوية التي تكونها ميكروبات الريزوسفير يكون لها تأثيرات ضارة على نمو النباتات في بعض الأحوال مثل تأثيرات التوكسينات والمضادات الحيوية.