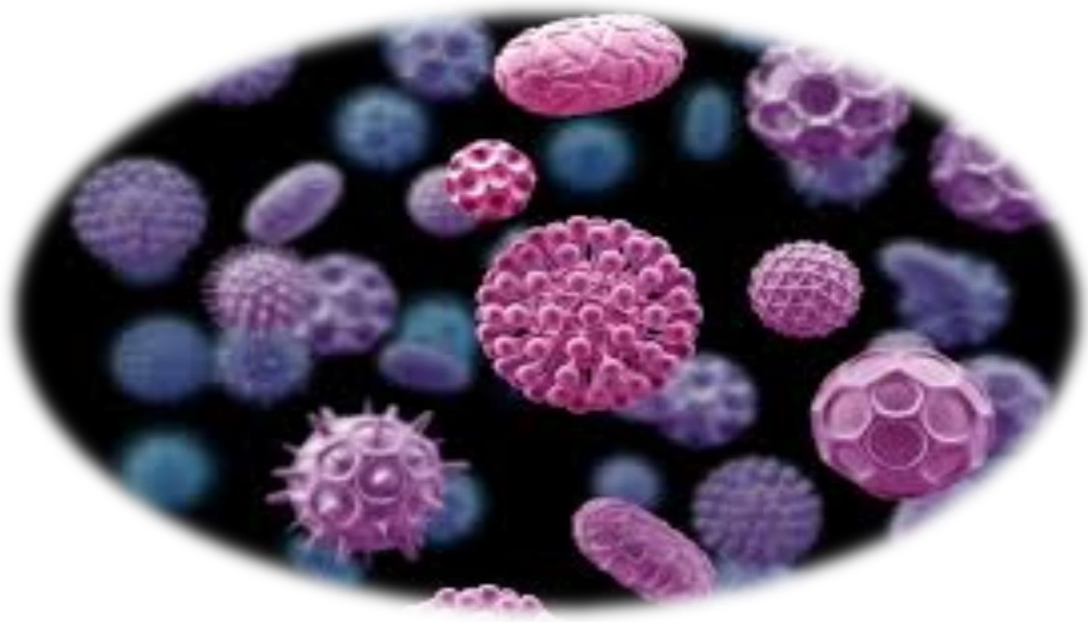


## بيئة الأحياء الدقيقة والتلوث



## الباب الخامس :

---

### الفصل الرابع

## تثبيت النتروجين الجوي

## تثبيت النتروجين الجوي

### • تثبيت النتروجين الجوي لاتكافلياً

يؤدي نشاط ميكروبات انطلاق الأزوت و الزراعة ورشح المياه وتسربها إلى إزالة المركبات النتروجينية الموجودة في التربة. كما تعمل الزراعة الكثيفة على شدة فقد مركبات النتروجين بكميات محدودة في التربة ولهذا السبب كان الاتجاه لتصنيع الأسمدة الكيميائية في السنوات الأخيرة والتي لاتفي حتى الآن إلا بقدر محدود من الاحتياجات الزراعية من عنصر النتروجين. تساهم عمليات الترسيب إلى إضافة العديد من الكيلوجرامات لكل هكتار سنوياً على صورة مركبات الذشادر أو النترات. كما تؤدي الشحنات الكهربائية الطبيعية التي تكون على صورة صواعق و رعد و أمطار إلى إعادة كميات قليلة من مركبات النتروجين المثبتة كيميائياً في التربة. كما يتم تثبيت النتروجين حيويًا بواسطة الكائنات الحية مما يعمل على معادلة ميزان النتروجين. وبذلك يكون من الضروري تشجيع الميكروبات المسؤولة عن النشاط الحيوي حتى يعود إلى التربة جزءاً من كمية النتروجين الغازي الموجود في الغلاف الجوي.

### • ميكروبيولوجيا تثبيت النتروجين :

تقوم أنواع من البكتيريا و البكتيريا الخضراء المزرقة بعملية تثبيت النتروجين وذلك أثناء استخدامها النتروجين الغازي أو أثناء معيشتها تكافليا ( والتي تنشأ بين النباتات البقولية و بكتيريا الريزوبيوم أو بين الميكروبات وبعض النباتات غير البقولية ) أو لاتكافليا مع أحد النباتات الراقية. ويمكن الحصول على أحد السلالات البكتيرية المثبتة للنتروجين الجوي لاتكافليا بسهولة.

- ومن الميكروبات التي تقوم بعملية تمثيل النتروجين الجوي : العديد من الأكتينومييسيتات و كذلك سلالات

من أجناس الفطريات *Penicillium, Aspergillus*

- يتم تثبيت النتروجين الجوي بمعدلات ضئيلة بطريقتين :

**الطريقة الأولى :** يستخدم فيها نظير النتروجين  $N_2^{15}$  حيث تقوم الميكروبات المثبتة للنتروجين باستخدام الغاز

و إدماجة في بروتوبلازم الخلايا .

**الطريقة الثانية :** هي لقياس قدرة الميكروبات على تكوين غاز الايثيلين  $H_2C=CH_2$  من غاز الأستيلين

( $HC=CH$ ) وذلك لأن الميكروبات التي لها القدرة على أختزال غاز النتروجين الذي يحتوي الجزئ منه على

رابطة ثلاثية يمكنها أيضا أختزال جزئ الأستيلين الذي يحتوي كذلك على نفس الرابطة ولكن الأختلاف الوحيد

بينهما هو تكون الأمونيا في العملية الأولى نتيجة لاختزال النتروجين الغازي واختزال الأستيلين الى إيثيلين

فقط في العملية الثانية.

### • تثبيت النتروجين الجوي الموجود في جذور النباتات

- تعتبر قدرة الميكروبات غير ذاتية التغذية على تثبيت النتروجين الجوي محدودة نتيجة لوجود مصادر الكربون العضوي بكميات قليلة.

- تدعم جذور النباتات بما تفرزه من مواد عضوية بسيطة نشاط اعداد كبيرة من البكتيريا المثبتة للنتروجين الجوي.

للميكروبات المثبتة للنتروجين الجوي دورا هاما في تدعيم نمو المحاصيل المختلفة وهذه الميكروبات لاتستطيع تكوين العقد الجذرية وهذا ما يجعلها تختلف عن بكتيريا الريزوبيوم ولكنها تنمو ملاصقة لأسطح الجذور النباتية فتستفيد من المواد الكربوهيدراتية التي تفرزها جذور النباتات والتي تستخدمها كمصادر للطاقة. وهذه الميكروبات تتبع الجنس *Azotobacter*

### • تشجيع عملية تثبيت النتروجين لا تكافيا

في بعض الأحيان تضاف الى التربة أو الى بذور النباتات لقاحات تحتوي على ميكروبات الأزوتوباكتر أو البكتيريا الخضراء المزرقة بهدف تشجيع تثبيت النتروجين الجوي حيويا. وذلك بسبب قلة أعداد الميكروبات المثبتة للنتروجين الجوي في الحقول الزراعية مع الحاجة الزائدة الى سد العجز في الأسمدة النتروجينية اللازمة لإنتاج الزراعي .

### • تثبيت النتروجين الجوي تكافليا

من المعروف ان النباتات و الحيوانات الراقية لاتحتوي على الإنزيمات اللازمة لعملية تثبيت النتروجين الجوي حيويا. وقد تنشأ علاقة تكافلية بين نوع من النباتات و أحد أفراد الكائنات الحية الدقيقة والذي يكون من أهم نتائجها استخدام النتروجين الجوي والاستفادة منه. ومن أهم الأمثلة لهذه العلاقة هي العلاقة التكافلية التي تنشأ بين النباتات البقولية و البكتيريا التابعة لجنس الريزوبيوم وتمثيل النتروجين الغازي. النباتات ذوات الفلقتين التابعة لعائلة leguminosae من النباتات البقولية التي تعد من أهم المجموعات النباتية في مجال تثبيت النتروجين الجوي تكافليا.

### بكتيريا تثبيت النتروجين

يعتبر جنس بكتيريا *Rhizobium* هو المسئول عن تكوين العقد على جذور النباتات البقولية مع استخدام النتروجين الجوي .

### و الأنواع البكتيرية التابعة لهذا الجنس :

عسوية، سالبة لجرام ، غير متحركة و هوائية ويمكنها استخدام العديد من الكربوهيدرات منتجة أحماضا في بعض الأحيان ولكن دون تكون أي غاز. وتنشأ بكتيريا *Agrobacterium* مع بكتيريا الريزوبيوم ولكنها تختلف عنها في عدم قدرتها على إصابة جذور النباتات البقولية وتكوين عقد جذرية.

## طريقة تكوين العقد الجذرية

تحدث إصابة النباتات البقولية عن طريق الشعيرات الجذرية التي قد يظهر عليها بعض التشوهات نتيجة إصابتها بالبكتيريا العقدية ( الريزوبيوم ) التي توجد بالقرب من جذور النباتات و التي تفرز بدورها بعض المركبات.

وتبدأ **بالخطوة الأولى** في تكوين العقد بافراز جذور النباتات للمواد المنشطة لنمو البكتيريا و التي لا يقتصر فعلها فقط على البكتيريا المكونة للعقد الجذرية بل تنشط أيضا مجموعات ميكروبية مختلفة عندئذ تتجمع ميكروبات الريزوبيوم بالقرب من أسطح الجذور .

تليها **الخطوة الثانية** تغلغل البكتيريا الى الجذور فتبدأ المرحلة الأولى لعملية العدوى. ثم تلتوي الجذور الشعرية ويستمر هذا الالتواء الى أن يتكون تركيب يشبه الأنبوبة ثم تتكون العقد الجذرية.

يتكون بعد اختراق الشعيرات الجذرية خيط يسمى : **خيط العدوى** يحاط بجدر سليلوزية يفرزها العائل .