م/ التثبيت الحيـوي للنيتروجيـن

Biological-Nitrogen Fixation

أن أهمية عنصـــــر النيتروجين تأتي من كونه يدخل في تركيب البروتين والاحماض النووية في الخلية الحية. كما إن وجوده بشـكل غاز في الهواء يجعله عديم الفائدة ما لم يتحد مع الهيدروجين لتكوين الامونيا أو مع الاوكسـجين لتكوين النترات مثلاً. إن عملية الاتحاد هذه يمكن الحصـول عليها بعد تحويل النيتروجين الى شكل قابل للدخول في تفاعلات الايض التي تعتمد عليها جميع اشكال الحياة.

إن تحول النيتروجين الى الشكل الذي يؤهله للدخول في الفعاليات الحيوية يمكن أن يحصل عليها بطريقة حيوية بوســـاطة الاحياء المجهرية بعملية تدعى: **تثبيت النيتروجين Nitrogen Fixation** وتعرف بأنها عملية اختزال النيتروجين الجوي الى امونيا بمســاعدة انزيم **Nitrogenase** وتوفر مصـــدراً للطاقة **(ATP)** وايون موجب ثنائي التكافؤ مثل المغنيســـيوم Mg^{++} أو المنغنيز Mn^{++} أو غيرها مع وجود عامل مختزل **Reductant** يمنح الالكترونات ومســـتلم الالكترونات الذي يختزل النيتروجين، وتثبيت النيتروجين أما أن يكون بصورة لا تكافلية (حرة) أو بصورة تكافلية.

إن النيتروجين يزال باسـتمرار من التربة خلال عملية أو فعل **الغسـل Leaching action** للماء الذي يزيل النترات بعد تكوينها ومن ثم فلابد من إضـافة النيتروجين الصـالح للاستخدام باستمرار الى التربة للحفاظ على المحتوى النيتروجيني لها.

يكون التجهيز الطبيعي للنيتروجين المثبت محدوداً جداً ويشمل:

1. كميات قليلة من النيتروجين المثبت على شـــكل ايونات الامونيوم والنترات الموجودة في ماء المطر.
2. زيادة خصـــوبة التربة قد تضـــيف نيتروجين مثبت كزيادة محتوى التربة من المادة العضـــوية وغيرها.

إن العمليتين السابقتين لا تعوض كمية النيتروجين المفقودة من التربة بوساطة عملية اختزال النترات Denitrification لذا لابد من تثبيت النيتروجين بطرق أخرى. وتمثل الكائنات المجهرية أكثر الوسائل أهمية في عملية التثبيت هذه.

إن 85% تقريباً من النيتروجين المثبت هو نيتروجين مثبت حياتياً. إذ أن تثبيت النيتروجين صناعياً يكون بكميات قليلة. إن عملية التثبيت تستهلك كميات كبيرة من النيتروجين الجوي تقدر بـ $10^6/200$ طن سنوياً بالطرق الحيوية والصناعية اضافة الى كميات أخرى مساوية لها تستهلك عن طريق الطريق الترسيب في البحر وفي القشرة الأرضية على شكل املاح النترات والنتروز والامونيوم. إن تعويض هذه الكمية الكبيرة يتم بوساطة طريقتين رئيسيتين هما:

a. عملية اختزال النترات Denitrification إذ تتحول فيها النترات الى نيتروجين جزيئي N_2 أو أوكسيد النتروز N_2O في اغلب الأحيان.
b. التعويض عن طريق التطاير Volatilization إذ يتم تعويض النيتروجين الجوي عن طريق تطاير الامونيا من التربة الى الجو لقلة امتصاص جزيئات التربة لها، وتقدر كمية النيتروجين المتطاير على هيئة غازات نيتروجينية الى الجو بـ 185×10^6 سنوياً.

إن عملية تثبيت النيتروجين تجري كما بينا آنفاً بمساعدة انزيم النيتروجينيز والصفات لهذا الانزيم هو وجود نوعين من البروتين اللذين يحتويان على بعض المعادن:

1. البروتين الأول: يحتوي على المولبيديوم Mo والحديد وكبريت في مجموعة الثايول ويدعى هذا البروتين بـ: **Mo-Fe protein** ويرمز له بالحرف **(X)** ويطلق عليه ايضاً **Molybdoiron protein** ويتراوح وزنه الجزيئي بين (120,0000-100,000).
2. البروتين الثاني: يحتوي على حديد وكبريت ويدعى **بروتين-Fe** **(Iron protein)** ويرمز له بالحرف **(Y)** ووزنه الجزيئي حوالي (50,000).

إن البروتينين المذكورين آنفاً يكونان غير فعالين عند وجودهما بصورة منفصلة، الا إن جزيئة الانزيم الفعالة تتكون من اتحاد هذين الجزأين بعضهما ببعض وهناك تشابه كبير في الوظيفة والتركيب الكيمياوي لهذا الانزيم حتى في حالة كون الكائنات الحية التي يستخلص منها بعيدة في السلم التصنيفي.