النترجة

يراد بالنترجة تحويل املاح النشادر الى املاح النترات في الاراضي الزراعية مع شرح عملية هذا التحويل بكتيريولوجيًّا . هذه هي العملية الثانية التي غايتها تكوين املاح النترات لتوفير اغذية النبات

اذا تعفنت المواد الآلية النتروجينية المختلطة باجزاء التربة وتم انحلالها تكون منها غاز النشادر كما سبق فيتصاعد بعضهُ الى الجو ويبقى اكثرهُ في التربة لتكوين بسبب اتحادهِ مع الحوامض الارضية املاح نشادرية مختلفة . فاولاً يتحد مع الحامض الكبريتيك فيتكون كبريتات النشادر ولا يلبث كبريتات النشادر هذا طورٍ يلاحق يتحول الى كربونات النشادر بسبب اتحادهِ بكربونات الكلسيوم الذي يكون في التربة عادة بكميات وافرة

من اوصاف كربونات النشادر انهُ لا يطاير فمتى تكون بقي في التربة الى ان يجيء وقت تستخدمهُ فيهِ النباتات كغذاء نتروجيني ولكن النباتات ليس في مقدورها عادة استخدامهُ على هذه الصورة للحصول على عنصر النتروجين اللازم لحياتها الاَّ بعض انواع معروفة في استطاعتها ذلك اما ما عداها فلا يتسنى لهُ استخدام هذا الملح الاَّ اذا طرأ عليهِ تغيير في الطبيعة يحولهُ الى نترات اخيراً

التغير الذي يتحول بسببهِ كربونات النشادر الى النترات هو عملية بكتيريولوجية يعبر عنها بالنترجة وهو لا يتم الاَّ بفعل طائفتين مختلفتين من المكروبات الارضية الاولى تؤكسد نشادر الكربونات فتحولهُ الى الحامض النتروس وهذا بمجرد تكونهِ يتحد بالقواعد الارضية التي منها الجير فتكون املاح النتريت والثانية تؤكسد الحامض النتروس في املاح النتريت فتحولهُ الى الحامض النتريك الذي يبقى متحداً بالقواعد ليكون املاح النترات وتعرف الاولى بمكروبات النتريت[1] والثانية بمكروبات النترات[2]

مكروبات النتريت — تختلف مكروبات النتريت في شكلها فتكون كروية او بيضية متحركة بأذناب[3] طويل او قصير او غير متحركة ولها انواع عديدة منتشرة في بقاع الارض قد امكن العلماء تمييز بعضها تمييزاً تاماً والفضل في هذا راجع الى ڤينوجرادسكي فقد اكتشفها في اراض مختلفة ودرس اشكالها ووظائفها ثم قسمها الى جنسين بيولوجيين يدخل تحت كل جنس انواع مخصوصة منها . وقد اطلق على الجنس الاول اسم نتروكوكوس[4] وعلى الثاني

(١) Nitrite Bacteria (٢) Nitrate Bacteria (٣) فلاجلوم (٤) Nitrococcus

نتروسوموناس[1] او نتروموناس[2] ووضع تحت الجنس الاول المكروبات غير المتحركة الكروية الشكل التي يبلغ طول قطرها ثلاثة مكرونات فاقل وهذه شائعة في اراضي امريكا الجنوبية واستراليا . ووضع تحت الجنس الثاني المكروبات المتحركة البيضية الشكل وميز نوعين معينين منها اطلق على الاول اسم نتروسوموناس اوربا[3] لشيوعه في اراضي اوربا الغربية وان كان قد ثبت انهُ شائع كذلك في اراضي افريقية واليابان يتراوح طولهُ بين ٢ر١—٨ر١ ميكرون وعرضهُ بين ٩ر٠—١ ميكرون ولهُ ذنيب قصير . واطلق على الثاني اسم نتروسوموناس جاوى[4] لشيوعه في اراضي جزيرة جاوى وهو كروي الشكل تقريباً يتراوح طول قطره بين ٥ر٠—٦ر٠ ميكرون ولهُ ذنيب قيل انهُ اطول ما عرف بين ذنيبات المكروبات يبلغ طولهُ ٣٠ ميكرونا . ومكروبات التثريت عموماً لم يعرف لها جراثيم الى الآن

ان مكروبات التثريت لا تنمو في البيئات الصناعية العادية كالجلاتين والأجار اجار[5] والمرق لانها لا تخلو من المواد الآلية التي لا تلائم حياة هذه المكروبات اما اذا ازيد انماؤها وتربيتها فيجب عمل ذلك في بيئة هلامية من السلكا[6] خالية من المواد الآلية بشرط ان تكون مشتملة على الغذاء المعدني الضروري لحياتها وبذلك تنمو وتتكاثر جداً وتتكون منها مجموعات على سطح البيئة مستديرة الشكل صغيرة الحجم جداً ذات لون شفاف في اول تكونها يتغير الى الصفرة بتقادم عهدها وبهذه الكيفية يمكن فصلها نقية خالية من اي مكروب آخر كما يمكن زرعها في محاليل مختلفة الوقوف على عملها بدقة

اننا اذا اخترنا محلولاً مركباً من جرامين من كبريتات النشادر وجرام من فصفات البوتاسيوم ونصف جرام من كبريتات المغنيسيوم مع قليل من كلوريد الكلسيوم وكمية وافرة من كبريتات المغنيسيوم القلوي مذابة في لتر من الماء المقطر يكون هذا المحلول بيئة صالحة لتربية مكروبات التثريت ومباشرة عملها فلو وجدت نقية وزرعت فيهِ نتج من عملها تحويل كبريتات النشادر الى املاح التثريت تدريجاً فلا يمضي اسبوع في الغالب الاَّ ويكون عملها في المحلول محسوساً الى درجة ان يتكون في كل لتر من المحلول ٩٠ ملليجراماً من ملح التثريت في اليوم الواحد . وليلاحظ ان هذه العملية وان كانت تتم ببطء في الاحوال الصناعية الاَّ انها تحدث بسرعة في التربة الزراعية

---

(١) Nitrosomonas (٢) Nitromonas (٣) Nitrosomonas europea

(٤) Nitrosomonas javanensis (٥) Agar agar (٦) Silica jelly

مكروبات النترات — تشتمل مكروبات النترات على جنس واحد افرادهُ اصغر حجماً من مكروبات النتريت عصوية الشكل لا تتحرك ولا تكوّن جراثيم . يتراوح طولها بين ٠٫٢٥ — ٠٫٥ ميكرون وعرضها يبلغ ٠٫٤ ميكرون اطلق على هذا الجنس اسم نتروباكتر[1] ويدخل تحتهُ في الغالب انواع كثيرة لم يتمكن العلماء من فصلها الى الآن . اما جنس النتروباكتر اجمالاً فيمكن فصلهُ وتربيتهُ نقياً من الاجناس الاخرى في البيئات الصناعية المعدة مثل تتريت الأجار[2] وبذلك تسهل دراستهُ

ان مكروبات النترات منتشرة في الاراضي ملازمة لمكروبات النتريت فهما يوجدان معاً في مياه الانهار والآبار وفي الطبقات السطحية لجميع الاراضي الزراعية وعلى الخصوص في الطبقة التي يتراوح عمقها بين ١٠ — ٢٢ سنتمتراً من سطح الارض ولا توجدان عادة في الطبقة التي عمقها يزيد عن ٥٠ سنتمتراً واذا وضعت مكروبات التتريت مع مكروبات النترات في محلول مشتمل على املاح النشادر لا تلبث الاملاح المذكورة ان تتحول جميعها الى املاح النتريت بعمل المكروبات الاولى قبل ان تبدأ الثانية بتحويل املاح النتريت الى نترات وقد عرف ذلك بالاختبارات الكيماوية اما في التربة الزراعية فالامر على غير هذا اذ بالنظر لاختلاف الظروف لا يمكن العثور على املاح التتريت مطلقاً وانما يمكن تحقيق وجود النترات التي تنتج اخيراً والسبب في ذلك هو ان املاح النتريت التي تنشأ من املاح النشادر اولاً تتأكسد بسرعة عظيمة في التربة الزراعية بمجرد تكوّنها فتتحول الى املاح النترات وذلك لان طائفتي المكروبات يعملان معاً وعلى التعاقب بسرعة زائدة . واذا اختبر محلول مركب من جرام من تتريت الصوديوم ونصف جرام من فصفات البوتاسيوم و٣٫٠ جرام من كبريتات المغنيسيوم وجرام واحد من الصودا الخالية من الماء ونصف جرام من كلوريد الصوديوم و ٠٫٤ جرام من الكبريتات الحديدوز مذابة في لتر من الماء المقطر كان هذا المحلول بيئة صالحة لتربية النتروباكتر ومباشرة عملها فيبدأ مكروبات هذا الجنس بتحويل التتريت الى نترات ولا يشعر بهذه الاستحالة في اقل من ٤٨ ساعة ثم تسير ببطء مدة خمسة ايام في الغالب وبعدها تحدث بسرعة مستمرة الى ان يستحيل جميع التتريت في المحلول الى نترات في مدة لا تتجاوز اسبوعين . وبما ان هاتين الطائفتين تعيشان في التربة معاً وتتناوبان العمل دواماً على نوع من الشركة كما سبق فالشروط التي تناسب حياة طائفة منهما هي نفس الشروط التي تناسب حياة الطائفة الاخرى

(١) Nitrobacter (٢) Nitrite Agar

اولاً يجب ان يتوفر لها في التربة وجود الاملاح النشادرية حتى يتسنى لها العمل

ثانياً يجب ان تكون التربة متخللة بالهواء الجوي اذ مكروبات النترجة من المكروبات الهوائية التي تحتاج الى الاكسجين حتماً وكلما ازدادت كمية الهواء في التربة ازداد عملها وعلى ذلك تكون هذه المكروبات نشيطة قوية في الاراضي الخفيفة المفككة الاجزاء التي يتخللها الهواء بسهولة والحسنة الصرف اما في الاراضي الطينية الثقيلة وفي الاراضي النزازة فانها تموت غالباً او يكون عددها قليلاً

ثالثاً ان تكون التربة مشتملة على اكبر نسبة من الرطوبة بحيث لا يترتب على وجود تلك النسبة نقص في كمية الهواء الضروري لها وقد قدر العالم كولمان[1] ان احسن نسبة للرطوبة في اراضي العلمي تساعد عملية النترجة تبلغ ١٦ في المائة اما اذا نقصت الى ١٠ في المائة او زادت الى ٢٦ في المائة فان عمل المكروبات يقف او يتعطل كثيراً

رابعاً ان تتوفر درجة الحرارة المناسبة في التربة وهي الدرجة ٣٧ سنتجراد اما اذا انخفضت الى ٥ سنتجراد او الى درجة التجمد كما يحدث مدة الشتاء احياناً فان عمل المكروبات يتعطل تماماً حينئذٍ حتى اذا زادت الحرارة ابتدأ العمل ثانية واخذ في الازدياد مستمراً

خامساً ان يتوفر في التربة وجود المركبات القلوية وعلى الاخص الجير او كربونات الكلسيوم والمغنيسيوم والصوديوم فانها ضرورية جداً لتعديل الحوامض التي تحدثها المكروبات في التربة ولكي تساعدها على القيام بعملها المهم الا وهو اكسدة المركبات النشادرية وتحويلها الى نترات . فاذا فرض ان التربة الزراعية كانت مجردة عن الكمية الكافية من الجير مثلاً وجب ان يضاف اليها مقدار منهُ كسماد والاَّ بقي النتروجين فيها على صورته الاصلية لا يتحول الى نترات صالحة للتغذية النباتية بسبب الحموضة الزائدة . وليلاحظ ان تأكسد المركبات النشادرية لا يقع مباشرة الاَّ في كربونات النشادر اما المركبات النشادرية الاخرى سواء كانت ناتجة عن حوامض معدنية كالكبريتات والكلوريدات وغيرها مثلاً فلا تقع عملية النترجة فيها الاَّ اذا كانت التربة مشتملة على كربونات قلوية وعلى الاخص كربونات الكلسيوم لتتحد الكربونات القلوية مع الاملاح النشادرية فينتج عنها كربونات النشادر الصالح للنترجة مباشرة

وبالجملة فان تعادل الحوامض والقلويات ضروري في جعل التربة صالحة لحياة

(1) Coleman

المكروبات اذ زيادة النسبة في القلويات ضارة كزيادتها في الحوامض وعلى الخصوص وجود غاز النشادر المطلق فانهُ يعطل عملية النترجة تماماً

سادساً ان يتوفر في التربة غاز ثاني اكسيد الكربون الجوي بوجودهِ في المواد المتخلل لها تستمد منهُ الكربون اللازم لحياتها فليس في قدرتها ان تستمدهُ من الكربونات التي في التربة وانما تستمدهُ من الهواء فكأنها في عملها هذا تشبه النباتات الخضراء وان كانت مجردة عن الكلوروفيل بطبيعتها وغير محتاجة الى ضوء الشمس لعدم ملائمتهِ لحياتها . اما القوة التي تستنفدها لحل ثاني اكسيد الكربون والحصول على الكربون فتستمدها من بعض مركبات النشادرية اثناء تأكسدها

سابعاً . ان لا تكون المواد الآلية موجودة بكثرة في التربة اذ كثرتها تؤثر في حياة هذه المكروبات تأثيراً عظيماً . وهذا هو السبب في عدم امكان تربيتها في البيآت الصناعية العادية كبيآت الجلاتين والمرق المشتملة على كثير من المواد الآلية وهو السبب كذلك في ضعف عملها في أكوام السماد الآلي وفي الاراضي الطينية التي اضيف اليها كميات كبيرة من الاسمدة الآلية

ثامناً ان لا تكون التربة مشتملة على الكبريتات الحديدوس والحوامض الآلية واملاح الكبريتيت والكبريتيد وغيرها من المركبات التي لها تأثير عظيم في حياة هذه المكروبات النافعة وكذلك تراكم الاملاح الذائبة الناتج من عدم الصرف . فالضرر الناتج عن وجود مركبات الحديدوس والحوامض الآلية المذكورة عظيم وهو مشاهد في الاراضي المستنقعات المختفضة واما الضرر الناتج من تراكم الاملاح الذائبة فهو ضروري في الاراضي قلوية لا تصلح لحياة هذه المكروبات وبذلك تبقى مجدبة

ان مكروبات النترجة من المكروبات النافعة التي تؤدي عملاً جليلاً في خدمة التغذية النباتية لذلك يجب ان لا تنسى معاونتها على اداء هذه الخدمة . فليس للفلاح ان ينسى ما للجير ومركباته من النفع في هذه المعاونة وما للصرف وفلاحة الارض وتخلل اجزائها بالهواء وانقاء الاسمدة من المعاونة على ذلك ايضاً

محمود مصطفى الدمياطي
مدرس بمدرسة الزراعة العليا بالجيزة