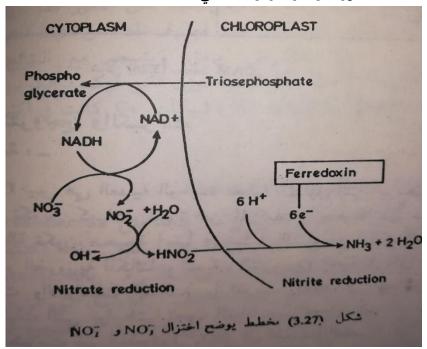
تمثيل النتروجين والكبريت

ان استلام غاز ثاني اوكسيد الكبريت ليس هي العملية الوحيدة لعملية التمثيل التي بواسطتها يكون النبات قادرا على تكوين كميات كبيرة من المركبات العضوية من مصدر غير عضوي. وهذه الحالة تكون غير صحيحة ايضا في تمثيل النتروجين والكبريت اللذين يعتبران من العناصر الضرورية للكائنات الحية. النتروجين يوجد في كل الاحماض الامينية والبروتينات والانزيمات المساعدة والكبريت يوجد في بعض من هذه المركبات. ان العمليات التي بواسطتها تحول النباتات النتروجين غير العضوي (SO_4^{2-}) (SO_4^{2-}) والكبريت غير العضوي (SO_4^{2-}) علم الاحياء.

اختزال النترات

تعتبر النترات في اكثر الاحيان المصدر الرئيس للنتروجين الجاهز للنبات ولغرض قيام النتروجين بعملياته الحيوية فانه يجب ان يختزل اولا الى امونيوم وهذه العملية تسمى باختزال NO_2 النترات Nitrate reduction التي تتكون من خطوتين اساسيتين وهما اختزال NO_3 الى NO_3 الى NO_3 الى NO_3 الى NO_3 الى NO_3 الى المنبحت معروفة ومقبولة وموضحة في الشكل



 بمساعدة الانزيم Nitrite reductase الانزيمين المذكورين اعلاه يقومان بوظائفهما على شكل خطوات بصورة سلسلة ولهذا فلا يحصل تجمع للنتربت بكمية تذكر.

يحتوي الانزيم Nitrate reductase على المولبيديوم (Mo) يعمل على شكل حامل للإليكترونات في عملية نقل الاليكترونات من مصدر القوة المختزلة الى ذرات الاوكسجين العائدة الى النترات.

 NH_3 الى الخطوة الثانية في عملية تمثيل النترات هي اختزال ال NO_2 الى

 $NO_2^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow NH_3 + H_2O + OH^-$

هذا يحصل في البلاستيدات الخضراء بمساعدة الانزيم الاساسي Nitrite reductase في هذه الخطوة يحتاج مختزل قوي وهذا المختزل في الخلايا الخضراء يجهز بواسطة المركب ذي الوزن الجزيئى الواطئ والحاوي على الحديد وهو ال Ferredoxin .

ان حاصل تأثیر کل من الإنزیمین Nitrate reductase و Nitrite reductase یمکن ان یوضح ویکتب کما یلی

 $NO_3 - +8H^+ +8e^- \rightarrow NH_3 + 2H_2O +OH^-$

ان ثمانية الكترونات مكافئة وثمانية ايونات هيدروجين مكافئة تستهلك في اختزال مول واحد من NO_3 الى NO_3 ان هذا التفاعل يؤدي الى زيادة الرقم الهيدروجيني حيث تأثيره قاعدي لتكون وزن مكافئ واحد من OO. اذا حدث اختزال للنترات في اجزاء النبات الخضراء فان ذلك يحفز تجمع malate في السيتوبلازم والفجوة وهذا له علاقة بامتصاص وانتقال الايونات.

ان الضوء يلعب دورا هاما في تمثيل النترات حيث انه عند نقل النباتات الخضراء من ظروف الضوء الى ظروف الظلام فان نشاط الانزيم Nitrate reductase يقل حتى ولو كانت كمية النترات الموجودة ملائمة، يمكن ان يحصل تجمع للنترات كثيرا في المحاصيل كنتيجة لقلة شدة الضوء ومستوى التسميد العالي بالنترات وهذه الحالة تعتبر مصدر خطر في حقول الحيوانات وتغذية الانسان. كما ان تمثيل النترات بواسطة النبات يتأثر بالتغذية المعدنية وخاصة بعنصر المولبيديوم وكما موضح سابقا بان Mهو من المكونات الضرورية لأنزيم Nitrate reductase في حالة نقص MO يحصل تجمع للنترات وان المحتوى من مركبات النتروجين الامينية الذائبة يقل بسبب غياب 3 NH الجاهز لتكوين الاحماض الامينية. المنغنيز يستطيع ايضا بصورة غير مباشرة ان يؤثر في تمثيل النترات حيث انه ضروري في النظام الضوئي وكذلك ضروري في Nitrite reductase الامينية الانزيم Nitrite reductase.

تثبيت النتروجين

ان الهواء الجوي يجهز مخزنا للنتروجين وهذا النتروجين لا يكون جاهزا بصورة مباشرة للنبات الراقية. قبل ان يتمثل هذا النتروجين يجب ان يحول اولا الى الشكل المثبت اما بواسطة الاكسدة وتحوله الى NO_3 -N. ان النتروجين الجزيئي يكون غير فعال اي فاقد للنشاط الكيميائي الحيوي. ولا حداث التغيرات التي ذكرت عليه فانه يحتاج الى طاقة. انواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة تكون قادرة على اختزال N_2 الجوي الى N_3 الى طاقة تحت الظروف الحرارية والضغط المحيط بالتربة. هذه الكائنات الحية الدقيقة تلعب دورا ذا اهمية بالغة في دورة النتروجين في الطبيعة وذلك بتحويل النتروجين الجزيئي N_2 الى شكل عضوي وبهذا يصبح النتروجين الجوي جاهزا لكائنات حية اخرى. هذه العملية تسمى بتثبيت النتروجين N_2 -fixation .

ان كمية النتروجين المختزلة بهذه الطريقة تكون هائلة وهي اربعة اضعاف كمية النتروجين المثبتة بالصناعة الكيميائية وهذا يوضح اهمية تثبيت النتروجين بيولوجيا.

ان الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تثبيت N_2 يمكن ان تقسم الى الكائنات ذات المعيشة الحرة والكائنات ذات النظام التعايشي مع النباتات الراقية وتعتبر من الناحية الزراعية الحالة التعايشية بين البكتريا Rhizobium والمحاصيل البقولية ذات اهمية كبيرة.

تمثيل الكبريت

ان المصدر الاكثر اهمية للنباتات الراقية من الكبريت هو Sulphate وان تمثيل الكبريت يشبه تمثيل النترات. ان الكبريتات التي تمتص من قبل خلايا النبات يجب ان تختزل بسبب ان اكثر الجزيئات العضوية الرئيسة الحاوية على الكبريت يوجد الكبريت فيها بصورة مختزلة وهذه المركبات العضوية تضم Cysteine و Methionine وكذلك البروتينات التي تحتوي على هذه الاحماض الامينية. ان تفاعل الكبريتات يحتاج الى طاقة بشكل ATP ومكافئات مختزلة ولهذا فان عملية الاختزال تعتمد على عملية التركيب الضوئي والطاقة ATP . اختزال الكبريتات يحدث بواسطة عدد من الكائنات الحية التي تضم النباتات الراقية والطحالب والفطريات والطحالب ذات اللون الازرق المخضر والبكتريا.

الاسمدة العضوية وغير العضوية

تتأثر نوعية حاصل النبات بدرجة كبيرة بتغذية النبات. والسؤال الذي يطرح هو انه هل توجد فروقات رئيسة في نوعية الحاصل نتيجة التجهيز بالأسمدة العضوية والاسمدة غير العضوية. لقد اعتقد في اكثر الاحيان من قبل الذين يعتقدون بانهم اكثر علما وفهما انه لبعض الاسباب تسبب الاسمدة غير العضوية الامراض للإنسان والحيوان وانه يجب ان لا يحسب لها اي حساب من

حيث الاضافة الى التربة. هنا عدة نقاط يجب ان توضح بصورة جيدة يجب ان نتذكر اولا انه حتى في الاسمدة العضوية مثل السماد الحيواني الحقلي والسماد الاخضر ان معظم العناصر الغذائية التي تظم البوتاسيوم والمغنسيوم والفسفور توجد على شكل غير عضوي. العناصر الاخرى مثل النتروجين والكبريت تتحول الى صور غير عضوية بواسطة الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة قبل حصول عملية امتصاصها من قبل جذور النبات. لهذا فانه حتى لو جهز النبات بأسمدة عضوية فانه يمتص العناصر بصورة غير عضوية نتيجة تحول هذه المواد العضوية. هذا هو السبب الاساسي الذي يعود اليه الاختلاف بين النباتات التي تجهز بالأسمدة العضوية او بالأسمدة غير العضوية. ان الاسمدة العضوية وغير العضوية تخير العضوية جاهزية العناصر الغذائية الموجودة في الاسمدة غير العضوية وخاصة النتروجين العنامي تكون درجة جاهزيتها واطئة. فقط ثلث النتروجين العائد للسماد الحيواني الحقلي المضاف الى التربة يكون جاهزا للنبات في السنة الاولى. هذا التحرر البطيء نسبيا لنتروجين السماد العضوي له بعض الايجابيات على نوعية المحصول مقارنة بنتروجين الاسمدة غير العضوية، ولكن هذا التأثير الايجابي يمكن الحصول عليه نتيجة اضافة الاسمدة النيتروجينية غير العضوية بالوقت المناسب او اضافتها على دفعات.

من العوائق التي تقف امام استعمال الاسمدة العضوية (مخلفات الحيوان و السماد الاخضر) هو كون هذه الاسمدة تعتمد على العوامل المناخية في تحرر النتروجين منها. تحول النتروجين الاميني والنتروجين المختلف للمواد العضوية الى الامونيوم بعملية الاختزال وبعد ذلك اكسدته الى النترات يرتبط بعدد من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة، والتي بدورها تعتمد على ظروف التربة في اداء عملياتها الحيوية. درجات الحرارة الواطئة او الجفاف يقلل من نشاط هذه الكائنات مما يؤدي الى قلقة تحرر النتروجين الجاهز. عندما يمزج السماد العضوي مع التربة في الربيع الجاف فانه ربما لا يحصل اي تحلل وبهذا تكون كمية النتروجين الجاهزة قليلة جدا وفي وقت احتياجها. اذا تبع هذه الفترة الجافة صيف رطب او خريف فان معدنة النتروجين العضوي وقت احتياجها. اذا تبع هذه الفترة المقترة التي ليس للنبات حاجة اليه. وهذا النتروجين ربما يغسل ويشارك بالتلوث هذا ليس مثالا نظريا بل هو ما يحصل حقا في الحياة الزراعية التطبيقية. اذا حصل تحرر للنتروجين بمعدل عال من الاسمدة العضوية في نهاية الموسم ربما يؤثر في نوعية الحاصل ويقلل من الجودة، هذا التحرر المتأخر للنتروجين ايضا يفسر تجمع النترات الذي يحصل في محاصيل الخضر المضافة اليها اسمدة نيتروجينية عضوية.

ان اضافة المادة العضوية يؤدي الى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وهذا له تأثير ايجابي في تركيب التربة والاحتفاظ بالماء ونفاذية مياه الامطار وغيرها من صفات التربة. هذه

التأثيرات يكون وضوحها متميزا في الترب الرملية. ان مشاركة الاسمدة العضوية بالمواد الدبالية في التربة كان هناك في اكثر الاحيان مغالاة في تقييمها.

الاسمدة غير العضوية ايضا تستطيع زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وهذا يعود الى زيادة الحاصل ينتج عنها بقايا نباتات وجذور بكميات كبيرة وهذه بدورها تحسن من تركيب التربة. في الزراعة التطبيقية العملية الاستعانة الكاملة بالسماد الحيواني ليحل محل الاسمدة غير العضوية لا يمكن ان يكون وذلك لعدم وجود الكمية الكافية من السماد الحيواني الجاهز الذي يحافظ على موازنة العناصر الغذائية.

عندما يكون هناك حقل تستعمل فيه الاسمدة العضوية (حقل عضوي) يكون هناك حاجة لوضع عناصر غذائية الى هذا الحقل اذا اريد المحافظة على مستويات المحصول. هذه العناصر الغذائية يجب ان يكون مصدرها غير عضوي. وهذه ربما تكون من اغذية الحيوان او باستعمال اسمدة مثل الجير او الصخور الفوسفاتية. العنصر الرئيس الوحيد والذي يمكن نظريا المحافظة على مستواه بدون اضافة اسمدة غير عضوية هو النتروجين. النتروجين يمكن ان يجهز بصورة كاملة بواسطة التثبيت باستعمال النباتات البقولية وللوصول الى هذا الغرض يجب استعمال مساحة ارض زراعية كبيرة والهدف الرئيس منها تثبيت النتروجين الجزيئي.