التسميد الحيوى والزراعة العضوية

دكتور/ أحمد فؤاد الخولى ، دكتور / يحى جلال محمد

أستاذ العلوم الزراعية المتفرغ ، أستاذ الاراضى (ميكروبيولوجى)

قسم بحوث الاراضى والمياه ، مركز البحوث النووية ، هيئة الطاقة الذرية ، أبو زعبل ، ١٣٧٥٩ ، جمهورية مصر العربية

مقدمة

التسميد الحيوى مصطلح يعبر عن إستخدام الكائنات الحية الدقيقة فى تحسين وإثراء خصوبة التربة من خلال العديد من الميكانيكيات والتى من أهمها عملية التثبيت الحيوى لازوت الهواء الجوى سواء تكافليا أم لا تكافليا مع البقوليات وغير البقوليات وكذلك إفراز منشطات النمو والهرمونات التى من شأنها تنشيط النمو للنباتات المصاحبة أو تغير فى كتلة وبناء المجموع الجذرى للنباتات مما يزيد مساحة الجذر وبالتالى تؤدى الى زيادة إمتصاص المغذيات الارضية وانعكاس ذلك فى زيادة إنتاجية النباتات الملقحة مقارنة بمثيلاتها غير الملقحة .

تشمل الانظمة المختلفة من الكائنات الدقيقة البكتريا (العقدية – الريزوبيا – الازوسبيريللم – الازوتوباكتر ، مذيبات الفوسفات وغيرها)والكائنات التى تعيش حرة فى التربة والسرخس المائى (الازولا) وكذلك فطريات الميكوريزا. وتعتبر العلاقة التكافلية مابين بكتيريا الريزوبيوم والبقوليات من أكثر المنظومات الحيوية شيوعا حيث إتجهت الجهود العلمية خلال العقود الاخيرة من القرن الماضى الى

انتاج تلك الكائنات فى صورة لقاحات تجارية تم تداولها على نطاق كبير وتحت ظروف مختلفة أرضية وبيئية وبيولوجية فى العالم ، وبصفة خاصة فى بلدان العالم النامى . وكفاءة تلك المخصبات الحيوية فى زيادة وتحسين إنتاجية المحاصيل وخاصة الاستراتيجية منها مثل محاصيل الحبوب ، يتوقف على العديد من العوامل البيئية والارضية المحيطة بها كما تتأثر أيضا بمدى خصوصية النبات العائل.

أن مقارنة التسميد الحيوى (المخصبات الحيوية) بالتسميد الكيماوى من الوجهة الاقتصادية – البيئية يعطى الافضلية لاستخدام مثل تلك المخصبات حيث أنها رخيصة ولا تؤثر سلبيا على البيئة المحيطة من تربة ومياه جوفية وكذلك الهواء كما وانها تعد من المصادر الطبيعية المتجددة . إلا أن المأمول من استخدام هذه التقانة مستقبلا يتطلب الكثير من الجهد على كافة المستويات من البحث العلمى فى هذا المجال ورصد التمويل اللازم لإرشاد وتعليم الكوادر المدربة وكذلك المزارعين المهتمين بتطبيق تلك التقنية بمزارعهم مع وجود الحقول الإرشادية المناسبة لبيان العائد البيئى – الاقتصادى لاستخدام تقانة التسميد الحيوى . إلا أننا نرى بضرورة إدخال المخصبات الحيوية فى منظومة متكاملة مع التسميد العضوى فيما يعرف بالزراعة الحيوية (Organic Farming) والتى تشترط عدم استخدام الأسمدة الكيماوية أو الكيماويات الزراعية (Agrochemical) بوجه عام وكذلك عدم زراعة تقاوى النباتات المهندسة وراثيا (Genetically modified plants) لضمان إنتاج غذاء آمن للإنسان وكذلك أعلاف لتغذية حيوانات المزرعة .

يعتبر التفاعل النافع فيما بين النبات وميكروبات منطقة الجذور من الدلالات الأولية على صحة النبات وخصوبة التربة ، فالعديد من كائنات التربة الدقيقة قادرة

على إحداث تأثيرات مفيدة للنباتات والتي تؤدى بدورها إلى زيادة إنتاج العديد من المحاصيل .

إن استخدام التقانات الحديثة والمتقدمة مثل النظير المستقر للآزوت (^{15}N) فى الدراسات الخاصة بالتسميد الحيوى والزراعة العضوية يوفر تقانة مناسبة وأكثر دقة للتمييز بين الميكانيكيات أو الوسائل المسؤولة عن تحسن نمو النبات وزيادة إنتاجيته كما وأن هذه التقانات تستطيع أن تعطى تقديرات دقيقة للغاية لكميات الأزوت التى يتم تثبيتها من الهواء الجوى حيويا بواسطة الكائنات الدقيقة .

فى هذا السياق ، سوف نعرض الموقف الحالى للأسمدة العضوية والحيوية وبيان مدى مساهمتها فى تحسين خصوبة التربة ونمو النبات وادارة المغذيات إلى جانب التثبيت الحيوى لآزوت الهواء الجوى . كذلك سوف نتعرض لمناقشة دور وكفاءة عمليات تدوير المخلفات العضوية سواء النباتية أو ذات الأصل الحيوانى فى ترشيد أو الإستغناء تماماً إن أمكن عن الأسمدة الكيماوية وفى ذات الوقت تقليص التلوث البيئى بالمبيدات والكيماويات الزراعية بصفة عامة إلى جانب التخلص من الانبعاثات الغازية إلى الهواء الجوى والتى تنتج من انطلاق الأكاسيد الآزوتية نتيجة للإضافات المتزايدة من الأسمدة الآزوتية .

التسميد والأسمدة الحيوية

ميكروبات التربة

التربة ليست فقط المادة التى تحتوى النبات ولكنها كينونة حية بحد ذاتها . التربة الجيدة تمتلىء بالكائنات الدقيقة النشطة فى توازن صحيح وهذا من ضروريات الإنتاج الزراعى . تلك الكائنات الدقيقة مسؤولة عن العديد من

التحولات المرتبطة بتغذية النبات وصحة التربة . البكتيريا المثبتة للآزوت تكون عقداً على جذور النبات حيث تقوم بتحويل الآزوت الغازى إلى آزوت ميسر للنبات. فطر الميكوريزيا غير ممرض عادة وينشىء أيضاً علاقة تكافلية مع جذور النباتات. أيضاً تلعب كائنات التربة الدقيقة دورا رئيسيا فى تكوين تربة جيدة البناء. فى هذا الصدد تلعب إفرازات البكتيريا وهيفات فطر الميكوريزيا والأكتينوميسيتات دورا فى ربط حبيبات التربة ببعضها البعض . النشاط الميكروبى يساهم كذلك فى تجميع حبيبات التربة مما يقلل من تأثير عمليات التجوية ، ويسمح بتخلل جيد للمياه، ويحافظ على التهوية الجيدة للتربة . تؤثر أيضا ميكروبات التربة على المركبات العضوية التى تضاف إلى التربة مسببة بعضا من النشاطات المفيدة لكائنات التربة الدقيقة يمكن إيجازها فى الجدول رقم (١) ، والعديد من هذه النشاطات هام ومعنوى بصفة خاصة فى منطقة الريزوسفير وكذلك على المواقع النشطة على سطوح الجذور حيث يكون تكاثر الميكروبات ونشاطها أعلى مايمكن .

الأرض الخصبة تنتج نباتات جيدة النمو ذات كفاءة وقدرة عالية على امتصاص ومراكمة المغذيات وقمع نموات الحشائش الضارة والتحكم فى عمليات التجوية من خلال الإنتشار الكثيف للمجموع الجذرى . وتصنف الأراضى عالية الجودة بأنها الأراضى النشطة حيويا والتى تحتوى على تكاثر متوازن من الكائنات الحية الدقيقة.

بعض النشاطات المفيدة للكائنات الدقيقة بالتربة ، الريزوسفير وسطوح جذور النبات *

---

*المصدر : Kennedy, A. C. and Papendick, R. I. (1995) Microbial characteristics of soil quality. J. Soil and Water Conservation 50 : 243-248.

١- هدم البقايا النباتية ، السماد الأخضر والمخلفات العضوية :

أ- تمثيل الدوبال .

ب- تمعدن الصور العضوية لكل من الآزوت والفوسفور والكبريت .

(ج) تحسين تجمعات التربة .

٢- زيادة إتاحة المغذيات للنبات (الفوسفور ، المنجنيز ، الحديد ، الزنك ، النحاس، .. الخ) :

أ -العلاقة التكافلية مع فطر الميكوريزا .

ب- إنتاج المركبات المخلبية العضوية .

ج- تفاعلات الأكسدة - الاختزال .

د- إذابة الفوسفات .

٣- التثبيت الحيوى للآزوت :

البكتريا الحرة والطحالب الخضراء المزرقة .

الكائنات الارتباطية .

التكافل بين البقوليات وغير البقوليات مع البكتريا التكافلية .

٤- تنشيط نمو النبات : التغير فى إنبات البذور ، تطور فلورا التربة والكتلة الحية للمجموع الخضرى والجذرى :

أ- إنتاج الهرمونات المنشطة للنمو .

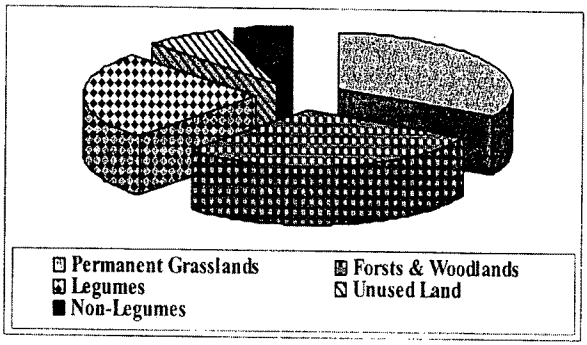
ب-الوقاية من ممرضات الجذور .

ج- تحسين كفاءة استخدام المغذيات الأرضية .

نظم الارتباط بين النبات والميكروبات :

التكافل بين البقوليات والريزوبيا :

تعتمد الزراعة المستدامة على الموارد المتجددة ومنها الآزوت الحيوى . الآزوت المثبت حيويا يساعد فى الحفاظ على خصوبة التربة وتنميتها . وهذا الآزوت المثبت يقدر بحوالى ١٧٥ مليون طن سنويا ويمثل ٧٩% من المقدرة فى التثبيت الأرضى . فى هذا الصدد يوضح شكل (١) توزيع الآزوت المثبت فى الأنظمة الزراعية بالمملكة المتحدة – على سبيل المثال – مشيرا إلى أهمية هذا المكون فى دورة الآزوت الكونية .



الشكل (١) توزيع ١٣٩ مليون طن من الآزوت المثبت فى الأنظمة الزراعية (الأراضى الرعوية ٣٢,٣% ، البقوليات ٢٥,٢% ، غير البقوليات ٥,٥% ، الغابات ٢٨,٨% ، الأراضى غير المستغلة ٧,٢%) .

المصدر : **Burns, RC and Hardy, RWF (1975) *Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher plants*. Springer Verlag, Berlin, 189 p.**

توفر عملية التثبيت الحيوى للآزوت وسيلة اقتصادية وبيئيـــة لتقلـــيص المـــصادر الخارجية للآزوت المضاف وفى نفس الوقت تحسين المصادر الآزوتية للطبيعة فى التربة كما ونوعا . الكميات المقدرة عمليا للآزوت الممتص من الهـــواء الجـــوى بواسطة النباتات البقولية فى المناطق الأستوائية وتلك النامية فى المناطق البـــاردة موضحة بجدول (١) .

جدول (١) : الكميات والنسبة المئوية للآزوت الحيوى والمقدر تجريبيا لبعض البقوليات

النبات البقولى	الكمية (كجم / هكتار)	النسبة المئوية (%)
الموسم الشتوى		
الحمص (*Cicer arietinum*)	٣-١٤١	٨-٨٢
العدس (*Lins culinaris*)	١٠-١٩٢	٣٩-٨٧
البسلة (*Pisium sativum*)	١٧-٢٤٤	٢٣-٧٣
الفول البلدى (*Vicia faba*)	٥٣-٢٣٣	٦٤-٩٢
الترمس (*lupinus angustifolius*)	٣٢-٢٨٨	٢٩-٩٧
الموسم الصيفى		
فول الصويا (*Glycine max*)	٠-٤٥٠	٠-٩٥
الفول السودانى (*Arachis hypogaea*)	٣٧-٢٠٦	٢٢-٩٢
الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris*)	٠-١٢٥	٠-٧٣

المصدر : **Peoples, MB, Ladha, JK and Herridge, DF (1995) Enhancing legume N_2 fixation through plant and soil management. Plant and Soil 174: 83-101.**

كما يوضح الجدولان (٢ ، ٣) الكميات المثبتة مـــن آزوت الهـــواء الجـــوى بواسطة نباتات المراعى والأشجار البقولية .

جدول (٢) الكميات والنسبة المئوية للآزوت الحيوى والمقدر تجريبيا لبعض البقوليات الرعوية

النوع	الكمية المثبتة (kg N ha-1)	P fix (%)	فترة القياس
المراعى الدائمة			
Lucerne/alfalfa (*Medicage sativa*)	٣٨٦-٩٠	٩٢ - ٤٦	سنوى
White clover (*Tifoliumrepens*)	٢٩١-٥٤	٩٣-٦٢	سنوى
Sabterranean clover (*T. Subterranean*)	٢٠٦-٢	٩٣-٥٠	سنوى
Vech (*Vici sativa*)	١٠٦	٧٥	غير متاح

المصدر : Peoples et al. (1995)

جدول (٣) الكميات والنسبة المئوية للآزوت الحيوى والمقدر تجريبيا لبعض الأشجار المثبتة للآزوت والسماد الأخضر والغطاء النباتى

النوع	المثبت (%)	الكمية المثبتة (kg N ha-1)	فترة القياس
الأشجار			
الأكاسيا	٦-٣	٣٠	٦,٥ شهر
الكازورينا	٩-٤٤٠	٦٥-٣٩	٦±١٢ شهر
Gliricidia (*Gliricida sepium*)	٨٦-٣٠٩	٦٤-٥٢	سنويا
Hedgerow for forage	٩٩-١٨٥	٧٥-٦٩	٦-٣ شهور
Alley crop hedgerow	١٧٠	٤٣	سنويا
الليوسينا	٩٨-٢٣٠	٧٨-٣٤	٦±٣ شهور
السماد الآخضر والغطاء النباتى			
الآزولا	٢٢-٤٠	٩٩-٥٢	٣٠ يوم
سيسبان - كاتابينا	١٢٦-١٤١	٩٣-٧٠	متوسط موسمى
سيسبان - روستراتا	٧٠-٣٢٤	٩٤-٦٨	٤٥±٦٥ يوم
سيسبان - سيسبان	٧-١٨	١٨-١٣	شهران

المصدر : *Modified after :Peoples et al. (1995)*)

وتعتبر البقوليات من المكونات الهامة فى المنظومة الزراعية منذ القدم لما لها من دور فى تحسين خصوبة التربة لمقدرتها على تثبيت آزوت الهواء الجوى .

البكتريا اللاتكافلية

تم حصر العديد من مجاميع البكتريا اللاتكافلية المثبتة للآزوت فى الأراضى، وكذلك الأنظمة الغدقة . تعتمد الأجناس التى تشمل الأنواع المثبتة للآزوت فى تغذيتها على الكربون (غير ذاتية التغذية) كمصدر للطاقة . العزلات الأكثر شيوعا من هذه البكتريا هى الآزوتوباكتر ، الآزوموناس ، البجرينكيا ، الدريكسيا ، الكلوستريديوم ، الباسيلس ، الكليبسيلا ، الأنتيروباكتر ، الآزوسبيريللم ، الدسولفوبريو .

يتأثر معنوياً الآزوت المثبت بواسطة هذه الأنواع من البكتيريا بإضافة البقايا النباتية كمصدر عضوى للكربون والآزوت (زراعة عضوية) سواء كانت متبقيات نباتات بقولية أو نجيلية ، أى تختلف فى نسبة الكربون الى الآزوت (C/N ratio) وكان لتأشيرها بنظير الآزوت المستقر (^{15}N) أكبر الأثر فى تحديد الكميات المثبتة من آزوت الهواء الجوى ومدى فعالية مثل هذه البكتيريا فى ذلك . أيضاً نوعية التلقيح كان لها أكبر الأثر فى عملية تثبيت الآزوت وكذلك تنشيط نمو النبات فعلى سبيل المثال كان التلقيح المزدوج بالريزوبيوم وفطر الميكوريزا أكثر ايجابية فى تكوين العقد الجذرية لنبات الحمص ونسبة العدوى بالفطر من التلقيح المنفرد ، كما ان التلقيح بالريزوبيوم أمكن استخدامه بكفاءة مع النباتات النجيلية مثل القمح سواء فى صورة منفردة أو مزدوجة مع بكتيريا الآزوسبيريللم برازيلينسى (الخولى وجلال ١٩٩٣) .

وقد تم تقدير العائد الأقتصادى لإستخدام بكتيريا الآزوسبيريللم التى أضيفت اما فى صورة مستحضر معملى سائل أو فى صورة لقاح تجارى محمل على البتموس وذلك لنبات الذرة حيث أوضحت النتائج أن التلقيح البكتيرى مع اضافة نصف كمية الآزوت السمادى الموصى بها كان أكثر ايجابية مع تقليل التكلفة (الزراعة الرخيصة) وهذا يوفر مايقرب من ٢٥% من تكلفة السماد الكيماوى من حيث سعر الوحدة الفعالة من الآزوت (الخولى وجلال ١٩٩٣) .