التسميد الحيوي ورفع خصوبة التربة

د / عاطف عبد العزيز
رئيس قسم خصوبة التربة
المعمل المركزي للزراعة العضويه

التسميد الحيوي ورفع خصوبة التربة:

أصبحت الحاجة لزيادة أنتاج الغذاء في معظم الدول النامية هدفاً أساسياً وذلك لمواكبة الزيادة الكبيرة في أعداد السكان وتعويض التقلص الحادث في مساحات الأراضي الصالحة للزراعة وزيادة مساحات الأراضي المستصلحة ، هذا ويضع المهتمين بالمجال الزراعي خيار واحد وهو زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة من خلال استنباط أصناف نباتيه محسنة مع تحسين طرق الري والتسميد وزيادة خصوبة التربة.

والمشكلة الرئيسية التي تواجه المزارع في هذه الحالة هي عدم قدرته علي تحمل الأعباء المادية اللازمة لتوفير تلك الإمكانيات خاصة الأسمدة الكيماوية ، هذا بالإضافة إلي أن إنتاج واستخدام الأسمدة الكيماوية يعتبر من العمليات الملوثة للتربة والجو والمياه ومن البدائل المبشرة بالنجاح استخدام الأسمدة الحيوية لتقليل الاعتماد علي الأسمدة الكيماوية.

ترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية:

الاحتياجات السمادية

إن إنتاجية محصول ما تتوقف علي عوامل عدة منها ما لا يمكن التحكم فيه مثل درجة الإضاءة والحرارة ومنها ما يمكن التحكم فيها بقدر محدود مثل كمية مياه الري وكذلك طبيعة التربة أما العوامل التي يمكن التحكم فيها كلية فهي اختيار المحصول أو السلالة المناسبة وكذلك خصوبة التربة والخدمة المثلي.

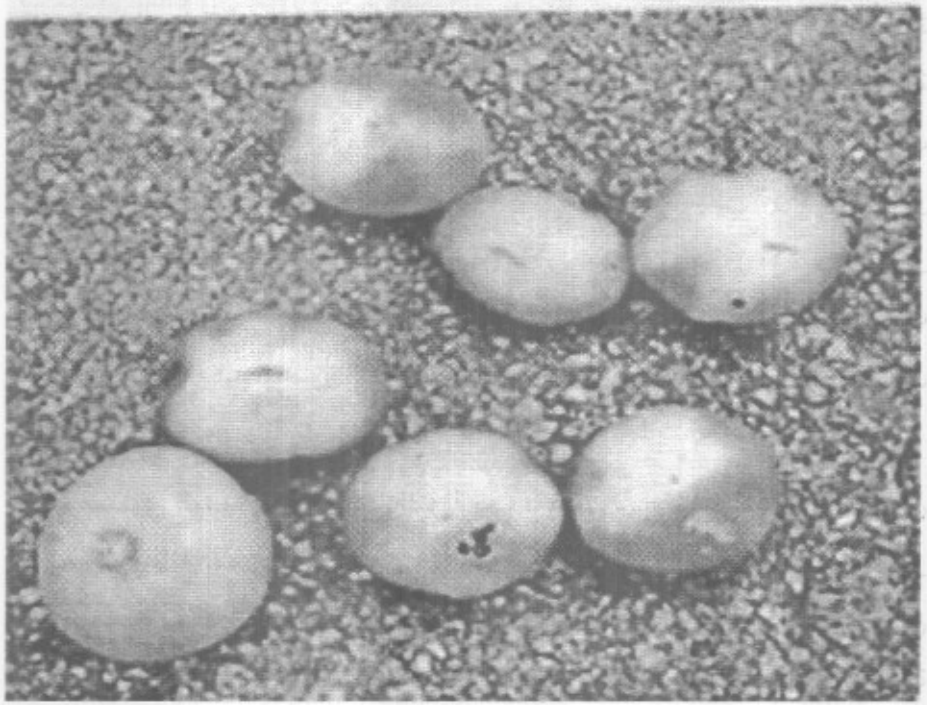
وتعبر خصوبة التربة عن قدرتها علي إمداد النبات النامي باحتياجاته الغذائية ليس فقط بالكميات ولكن وهو المهم بالاتزان الامثل فيما بينها وذلك في الأطوار المختلفة في دورة حياته حتى يتسنى له إعطاء المحصول الأعظم من ناحية الكم والنوع معاً.

ويأخذ النبات جميع احتياجاته الغذائية أساسا من التربة ومن الهواء الجوي. والعناصر الكبرى مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والكبريت وكذلك العناصر الصغرى وهي الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والبورون والموليبدنيم والكلور وتوجد هذه العناصر في التربة في صورة كيمائية مختلفة فقد تكون ذائبة في محلول التربة أو مدمصة في صورة قابلة للتبادل مع الغرويات المعدنية والعضوية أو تكون مثبتة في صورة لا يمكن للنبات الاستفادة منها مباشرة . ولكن يوجد حالة من الاتزان الديناميكي بين هذه الصور فيتم تعويض ما يأخذه النبات من المحلول الأراضي من الصور الأخرى الغير ميسرة. وتختلف الأراضي فيما تحتويه من الكميات الكلية من كل عنصر وكذلك توزيع كل عنصر في الصور المختلفة ودرجة انطلاقه . وهذا الاختلاف بين الأراضي يعبر عنه بحالة الخصوبة.

ومستوي العنصر المغذي في التربة يحدد مستوي الكفاية لإعطاء محصول أعظم وفي حالة نقص العنصر عن مستوى معين قد تظهر أعراض نقص العنصر علي النبات وقد لا تظهر أعراض ويسمي ذلك بالجوع الخفي وقد يصل النقص في المحصول من ٥٠-١٠٠٪ من المحصول الأعظم . هذا معناه أن التربة لها قدرة أمدادية محدودة وتحتاج إضافة من ذلك العنصر لاستكمال احتياجات النبات. وعند المستوي الأمثل تعطي النباتات محصول أعظم وتتميز التربة في هذه الحالة بكفاية قدرتها الامدادية ولا تحتاج إلي إضافات من العنصر وقد يوجد العنصر في التربة بمستوي عالي عن المستوي الأمثل فيزيد امتصاص العنصر دون زيادة في المحصول. وقد يصل تركيز العنصر في التربة إلي مستوي عالي جدا يؤدي إلي نقص في المحصول وقد تظهر أعراض السمية.

أثر زيادة التسميد النيتروجيني

Excessive-N



وهذا ويجب ملاحظة الاهتمام بالعنصر المغذي الأقل تواجداً سواء في التربة أو النبات إذ إن إضافة عنصر معين إلي التربة بكميات كافية لا يفيد طالما أن هناك عنصر مغذي آخر أقل تواجداً منه ، فمثلا لا يمكن أن يستفاد النتروجين المضاف في المادة العضوية إلا في وجود حد معين من جميع العناصر الغذائية الاخري طبقا لاحتياجات المحصول.

وتعتمد الإنتاجية المثلي للمحاصيل علي الإمداد الكافي للعناصر الغذائية. وعندما تكون التربة غير قادرة علي توفير هذه العناصر بالكميات والمعدلات اللازمة فيلزم تعويض النقص.

وعلي الرغم من التوصيات باستخدام هذه المعدلات من العناصر السمادية الثلاثة وهي النتروجين والفسفور والبوتاسيوم مع التسميد العضوي بالسماد البلدي. إلا أن المزارع أسرف بشدة في استخدام الأسمدة النتروجينية مما أدي إلي تلوث المنتج بالنترات وهي المسبب الأول لانتشار الأورام السرطانية بالجهاز الهضمي . هذا إلي جانب تلوث مياه الصرف الزراعي بالنترات مما أدي إلي انتشار ورد النيل والطحالب وما صاحبها من تلوث شديد للمجاري المائية. بالإضافة إلي تلوث المياه الشديد لمياه الطلمبات بعنصر النترات.

ونتيجة للإسراف الشديد في استخدام الأسمدة النتروجينية أدي إلي نمو خضري مرتفع ولكنه ضعيف المقاومة مما سهل انتشار الامراض البكتيرية والفطرية والفيروسية وما يعقبها من انخفاض المحصول أو اللجوء إلي استخدام المبيدات. أما بالنسبة للسوبر فوسفات فلقد أسرف المزارع في استخدامه بكميات مرتفعة وذلك لرخص سعره مما أدي إلي تلوث التربة بالعناصر الثقيلة وعدم الاستفادة منه بواسطة النباتات وذلك لنقص المادة العضوية والقضاء علي الكائنات الحية الدقيقة نتيجة الإسراف في استخدام الأسمدة الكيماوية والمبيدات.

أما بالنسبة للبوتاسيوم وعلي الرغم من أنه عنصر أساسي للمحاصيل إلا أن ارتفاع سعره أدي إلي النقص الشديد في الكميات المستخدمة منه مما أدي إلي عدم اتزان تغذية النبات.

وفيما يلي سوف نتناول أساليب رفع خصوبة التربة لترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية والاستفادة القصوى منها والحصول علي منتج غذائي خالي من التلوث بالأسمدة الكيماوية.

مخصبات الحيوية:

هي الإضافات ذات الأصل الحيوي تلقح بها الأرض أو بذور النباتات بغرض تحسين الخواص الحيوية للتربة وتشجيع نمو وإثمار النباتات حيث تسهل للنبات النامي باحتياجاته الغذائية أو مقاومة ظروف بيئية معينة وتسمى هذه الإضافات بالملقحات البكتيرية أو المخصبات الحيوية وهي متخصصة حسب نوع النباتات ونوعية العنصر الغذائي المراد تيسيرة للنبات.

أهمية التسميد الحيوي :

يلعب التسميد الحيوي دورهام في العديد من العمليات الحيوية المفيدة نذكر منها :

١ _ تحليل المخلفات العضوية وبقايا المحاصيل السابقة .

٢ _ تحويل النيتروجين العضوي إلى نيتروجين معدني يمكن لجذور النباتات امتصاصه .

٣ _ تثبيت النيتروجين الجوي داخل أو حول جذور النبات .

٤ _ تساعد علي تيسير بعض العناصر (مثل الفسفور المثبت في التربة) ليصبح في صورة صالحة لامتصاص النبات .

٥ _ إنتاج مواد منشطة لنمو النباتات تساعد على إنباته ونمو جذوره وزيادة سطح الشعيرات الجذريةوبالتالي زيادة إمتصاص النبات من الماء و العناصر الغذائية.

٦ _ نواتج التمثيل الغذائي للكائنات الدقيقة يستخدمها النبات كمواد غذائية له .

٧ _ تفرز الكائنات الدقيقة كثير من المضادات الحيوية لحماية نفسها فتقتل كثير من الفطريات الممرضة .

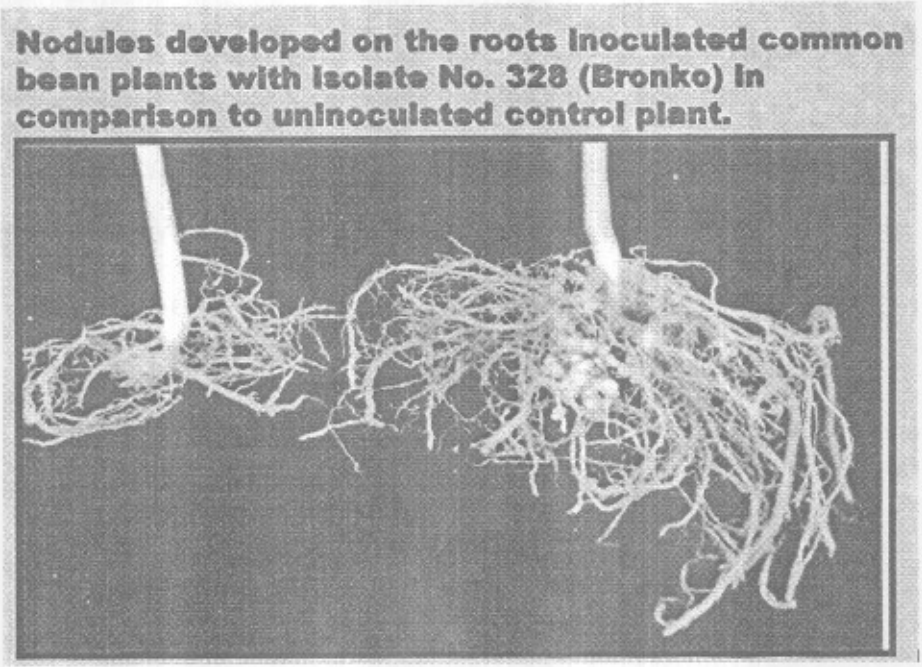
٨ _ المساهمة في تحسين خواص التربة الطبيعية والكيمائية .

وتقسم المخصبات الحيوية لثلاث مجموعات رئيسية على أساس الغرض المستخدم من أجله اللقاح هي :

١ . مثبتات الآزوت.

٢ . مذيبات الفوسفات.

٣ . مذيبات مركبات البوتاسيوم والعناصر الأخرى.



تاثير التلقيح البكتيري بالريزوبيا (العقدين) علي جذور نباتات الفاصوليا

ويرجع تأثير التسميد الحيوي بصفة عامة إلي عدة تأثيرات:-

١- إنتاجها لمركبات ثانوية مثل المضادات الحيوية والسيانيد والفيتوهرمون.

٢- تثبيت الأزوت الجوي حيويا أو تيسيرها للفوسفات أو البوتاسيوم و العناصر الأخري.

٣-إنتاجها لمركبات الـ *Siderophores* والتي لها القدرة علي تيسر الحديد للنبات.

٤- مقاومتها لمرضات الجذور.

٥- إذابتها للفسفور وتحويله إلي الصورة السهلة للنبات.

٦- حث النبات علي مقاومة الكائنات الحية الدقيقة المرضة.

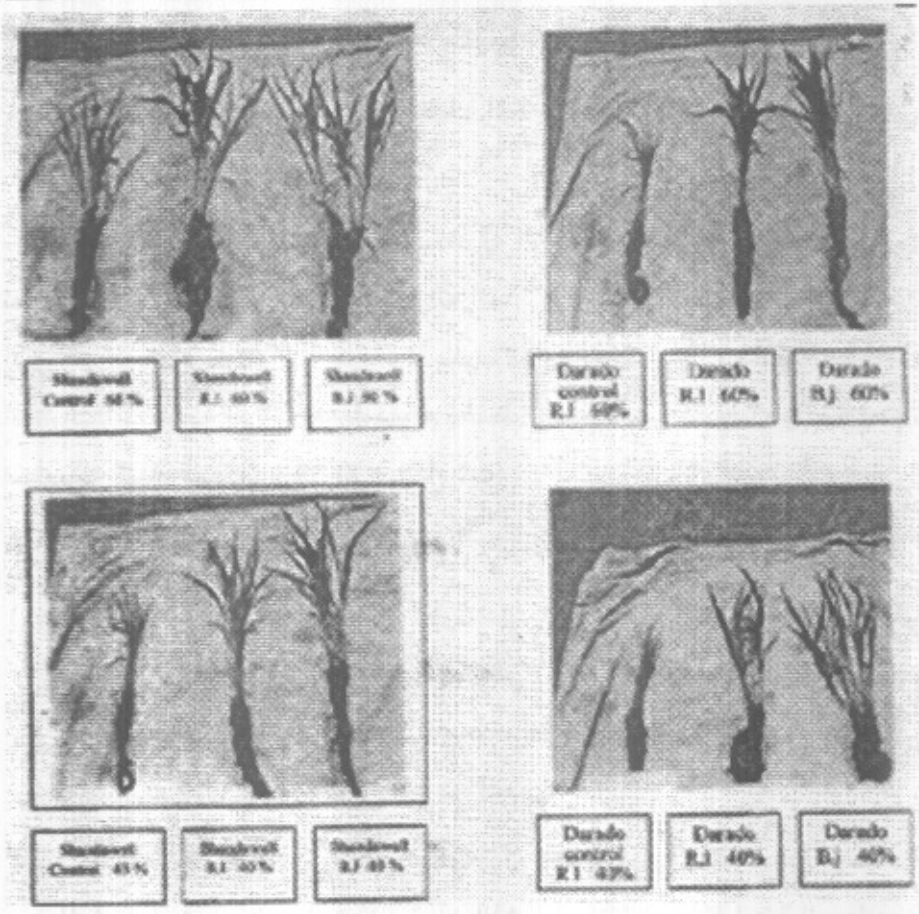
٧- حث النبات علي إفراز بعض منظمات النمو.

٨- وقف نشاط الميكروبات المثبطه للنمو *DRB*.

٩- زيادة معدل امتصاص النبات للعناصر الغذائية للنبات.

هذا وهناك عوامل تتحكم في تواجد وزيادة أعداد البكتريا المستخدمة في التسميد الحيوي ومشجعة للنمو منها:-

. نوع وخصوبة التربة .	- نوع النبات وصنفه.
. درجة حرارة التربة.	- درجة وشدة الإضاءة.
- حموضة التربة.	- معدل تواجد بكتريا الـ *DRB.*



التلقيح بالمخصبات الحيوية المشجعة لنمو الجذور

فالتسميد الحيوي (المخصب الحيوي) هو استخدام الأنواع المفيدة من الكائنات الحية الدقيقة كمخصب حيوي تساعد علي إمداد النبات باحتياجاته الغذائية وذلك عن طريق تحضير اللقاحات الميكروبية وإضافتها للتربة أو خلطها بتقاوي المحاصيل المختلفة ، ويعتمد نجاح هذه العملية علي ما يلي :-

١- كفاءة الميكروبات المستخدمة.

٢- مدي توافق الكائنات الدقيقة مع العائل.

٣- القدرة التنافسية للكائنات المتماثلة والموجودة بصورة طبيعية في التربة.

٤- أعداد الكائنات الدقيقة في المنظمة المحيطة بجذور العائل وقدرتها علي البقاء.

واصطلاح المخصبات الحيوية يقصد به الإضافات ذات الاصل الحيوي التي تمد النبات النامي بجزء من احتياجاته الغذائية وتنتج المخصبات الحيوية من الكائنات الدقيقة باختيار الميكروب المطلوب ثم إكثاره في مزارع ملائمة مثل نقل النموات الميكروبية إلي مادة حاملة ثم يحفظ المخصب في ظروف ملائمة لحين استعماله كلقاح للبذور أو التربة أو البادرات.

ويتم إضافة المخصب الحيوي بثلاث طرق:

١- تلقيح التقاوي المستهدفة حسب الإرشادات الموضحة علي المخصب ويتم ذلك بوضع التقاوي في وعاء أو فردها علي السطح ثم يضاف إليها محلول صمغي ثم تخلط محتويات المخصب مع البذور ثم تترك لتجف هوائياً ، بعدها يتم الزراعة وتروي الأرض في الحال.

٢- أو يخلط المخصب مع كمية من الرمل أو التربة تكفي لنثرها في المساحة المراد زراعتها ، فمثلا توضع تحت الأشجار وتقلب مع الطبقة السطحية وتروي الأرض مباشرة.

٣- أو بصورة سائلة ترش بها النباتات أو التربة.

وقد أظهرت النتائج أن تلقيح البذور أفضل وأن إضافة الأسمدة العضوية (الكمبوست) مع التلقيح يساعد علي زياد نشاط الميكروب المستخدم في المخصب الحيوي.

الدورة الزراعية والتسميد الأخضر والعضوي:

المقصود بالدورة الزراعية هو نظام ترتيب المحاصيل أثر بعضها في قطعة معينة من المزرعة.

وفي الزراعة العضوية التي من اساسها عدم استخدام الكيماويات الزراعية في العملية الإنتاجية يلزم الاهتمام بوضع نظام معين من الدورة الزراعية أساسها نبات بقولي لرفع خصوبة التربة مما يؤدي للوصول إلي إنتاجية اقتصادية دون حدوث تدهور للمزرعة.

أهمية الدورة الزراعية:

توالي زراعة محصول معين في منطقة معينة يؤدي إلي تدهور المحصول نتيجة تدهور الخصوبة واستنفاذ عناصر غذائية معينة من التربة. كما أن هناك بعض المحاصيل تفرز جذورها مواد سامة تؤثر علي الإنبات ونمو البادرات مما يجعل المحصول عرضه للاصابة بالأمراض فالغرض الاساسي للدورة الزراعية هو بناء نوع من المقاومة الطبيعية ويأتي ذلك أساسا من تنشيط الكائنات الحية.

وتصميم دورة زراعية يشمل أنواع عديدة من المحاصيل في أوقات مختلفة حتي لا يسود نوع من الحشائش كما أنها وسيلة ناجحة لمقاومة الآفات والأمراض فتتابع محاصيل مختلفة يقلل من انتشار الآفات والأمراض والحشائش.

والدورة الزراعية تسمح بوجود تنوع بيولوجي مما يساعد علي إيجاد نوع من الاتزان كما أن الدورة الزراعية تسمح بزراعة محصول معين سنوياً عند تقسيم المساحة إلي قطع مختلفة.

وبالنسبة لتصميم الدورة لابد أن يؤخذ في الاعتبار أن إتباع دورة زراعية معينة ناجحة لا يمكن تطبيقها في منطقة أخري من نفس المزرعة . لذا يلزم أن يكون هناك نوع من المرونة في تطبيق الدورات الزراعية علي حسب المحصول الرئيسي المطلوب زراعته للمحافظة علي خصوبة التربة والحد من الأمراض.

أما الزراعة المختلطة (التحميل) فتؤدي إلي استغلال أمثل للمصادر كالضوء والماء والغذاء وزيادة الكفاءة الإنتاجية كما تقلل من انتشار الآفات والأمراض ومقاومة الحشائش كما تسمح بنشاط المفترسات الطبيعية.

السماد الأخضر:

يقصد بالتسميد الأخضر هو قلب المحصول في التربة وهو مازال أخضر. فمثلاً قلب البرسيم التحريش في التربة تسميد أخضر. وأهم محاصيل الأسمدة الخضراء البقولية البرسيم والترمس والنفل الحلو والنفل المر والمحاصيل البقولية الصيفية البرسيم الحجازي واللوبيا والفاصوليا والفول السوداني. وأهم المحاصيل غير البقولية الشتوية الشعير والمحاصيل الغير بقولية الصيفية حشيشة السودان والدخن. وتتميز النباتات الصالحة في التسميد الأخضر بتعمق جذورها وقلة أليافها وسرعة نموها وينبغي ألا تخل زراعة نباتات الأسمدة الخضراء بنظام الدورة الزراعية وألا تكلف زراعتها نفقات كثيرة.

والتسميد الأخضر يحسن الخواص الطبيعية والكيماوية والحيوية للتربة باعتبارها أن المادة الجافة تمثل حوالي ١٥٪ من الوزن الغض للنبات وأن الوزن الغض في المتوسط يتراوح بين ٥-١٠ طن للفدان وأن المادة الجافة حوالي ١-٢ طن للفدان تتحلل في التربة بفعل الكائنات الدقيقة وتنطلق العناصر الغذائية بالإضافة إلي تكوين الدبال الذي يحسن من الخواص الطبيعية للتربة . وينبغي قلب النباتات وهي خضراء وقبل إزهارها حتي تتحلل بسرعة في التربة كما يجب أن تقلب النباتات في التربة بمدة لا تقل عن ١,٥ شهر من زراعة المحصول التالي لأنه لا تنبت تقاوي المحصول التالي إذا وضعت بعد قلب النباتات بمدة بسيطة لزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون بهواء التربة فيحد من إنبات التقاوي كما قد يحدث أضراراً لجذور البادرات.

تحرث نباتات الأسمدة الخضراء عميقاً بالأراضي الخفيفة عن الأراضي الثقيلة لبطء تحلل المادة العضوية بالاراضي الثقيلة ولجودة تهوية التربة الرملية. ويفضل أن ينثر من ٢-٣ طن للفدان من السماد العضوي الجيد للأرض حتي يزداد نشاط الميكروبات ويجب توفر الرطوبة المناسبة لضمان سرعة انحلال المادة العضوية.

وأهمية زراعة محصول بقولي في الدورة تكمن في التأثير المتبقي للمحصول التالي بالنسبة للعناصر الغذائية وخاصة النتروجين بالإضافة إلي زيادة محصول البروتينات النباتية الهامة في تغذية الإنسان والحيوان ، والمحاصيل البقولية الورقية كالبرسيم والفول السوداني تضيف كميات كبيرة من النتروجين بالمقارنة بالمحاصيل البقولية التي تزرع من أجل الحبوب مثل الفول والبسلة وفول الصويا.

ولقد وجد أن محتوى التربة من النتروجين بعد زراعة محصول سماد أخضر تختلف تبعاً للمحصول النامي إذا كان بقوليا أو غير بقولي فقد وجد أن التغير في محتوي التربة من النتروجين يتراوح من ١٥ كجم / فدان بالنسبة للفول البلدي إلي ١٠٠كجم / فدان لمحصول العدس والترمس واللوبيا والفاصوليا وبالنسبة للمحصول الغير بقولي فكان التغير محتوي النتروجين هو ٧كجم/فدان نتروجين للشعير.

ويمكن تلخيص أهمية التسميد الأخضر كالآتي:

- زيادة محتوي التربة من المادة العضوية وتحسين بناء التربة.
- جلب العناصر الغذائية من الطبقات العميقة.
- يمد المحصول التالي بالنتروجين والعناصر الغذائية الآخري.
- يساعد في التخلص من الحشائش ويمنع نمو بذورها.
- حماية التربة من التعرية وغسيل العناصر الغذائية.

عموما من الناحية التطبيقية تتراوح مساحة التسميد الأخضر أو البقولي في الدورة من ٤/١ إلي ٣/١ المساحة المزروعة ويحدد ذلك مدي توفر الأسمدة العضوية في المزرعة . هذا ويجب ملاحظة أنه ليس من الضروري قلب السماد الأخضر في نفس مكان زراعته بل يمكن حشه ونقله إلي مكان آخر لقلبه في التربة إذا لزم الأمر.

والبرسيم المصري من أهم المحاصيل البقولية التي تزرع كمحصول شتوي أساسي في الدورة الزراعية ويستخدم كمحصول علف آخضر لتغذية الحيوانات في الشتاء والربيع ويلعب البرسيم دوراً هاما في زيادة خصوبة التربة بما يضيفه من النتروجين المثبت بواسطة البكتريا العقدية.

ويزرع البرسيم ابتداء من نصف سبتمبر إلي أوائل نوفمبر وزراعته قبل منتصف سبتمبر تعرضه للاصابة بدودة ورق القطن ويجود البرسيم في جميع الأراضي ويفضل إضافة السماد العضوي إلي التربة الرملية والجيرية ، ولأهمية عنصر الفوسفور يلزم إضافة صخر الفوسفات بكمية توازي من ٦٠-٨٠ كجم فو ٢أ٥ / فدان . وفي الاراضي الجديدة يفضل تلقيح البذور بمخصب حيوي خاص بالبرسيم ويتم حش البرسيم عندما تصل النباتات إلي ارتفاع ٤٠-٥٠ سم ويجب عدم التأخير في الحش فترة طويلة حتي لا ترتفع نسبة الألياف في العلف ويراعي الحش علي ارتفاع ٥- ٧ سم من سطح التربة . والبرسيم المسقاوي يعطي من ٤-٥ حشات ومحصول الحش الواحدة ٧-٩ طن علف أخضر والحشة الأولي تكون بعد ٤٥ -٥٠ يوم والحشات التالية كل شهر تقريبا. البرسيم الفحل ذو فترة نمو خضري واحدة من ٩٠-١٠٠ يوم ولإنتاج البذور تترك النباتات بدون حش اعتبارا من الأسبوع الثالث من شهر إبريل. هذا يمكن زراعة البرسيم مخلوطاً مع الشعير.

التسميد العضوي:

ولرفع خصوبة التربة يستلزم الاهتمام بالدورة الطبيعية للعناصر بحسن استغلال المخلفات النباتية والحيوانية لإنتاج الأسمدة العضوية (المكمورة) مع تنشيط العمليات الحيوية لتثبيت نتروجين الهواء الجوي وتيسر العناصر المضافة.

والدورة الطبيعية للعناصر تعتمد علي الكمية المضافة من الأسمدة العضوية ولابد أن تعتمد علي التعامل مع أي نظام في المزارعة لتحسين الخواص الطبيعية والكيماوية والحيوية لإيجاد حالة من الاتزان والتغلب علي نقص العناصر.

فالمخلفات العضوية بتحللها أثناء عملية الكمر الهوائي تنطلق منها العناصر الغذائية بالإضافة إلي دور الدبال بتفاعلاته في التربة مع العناصر الطبيعية لتصبح التربة بمثابة المخزن أو البنك الذي يمد النبات بجميع العناصر الغذائية الكبرى والصغرى والنادرة . والاستفادة من المخلفات العضوية تتوقف علي عدة عوامل منها:

١- طريقة تحضير السماد العضوي بالكمر الهوائي وتخزينه حيث تؤثر علي طبيعة المكونات ونسبة الفقد.

٢- طبيعة السماد العضوي ومحتواه من العناصر فسماد المزرعة من مخلفات الماشية يختلف عن مخلفات الدواجن.

٣- طريقة وضع السماد العضوي وتوزيعه حيث تؤثر علي معدل الاستفادة وسرعة أو بطء تحلل السماد.

٤- نسبة الرطوبة حيث بتوفير الرطوبة المناسبة في التربة بعد الإضافة يسرع من التحلل ويقلل الفقد للنتروجين في الهواء في صورة غازية . أما زيادة الرطوبة تؤدي إلي التحلل اللاهوائي وإنتاج مركبات ضارة.

وللوصول إلي الحد الأقصى في رفع خصوبة التربة يكون باستخدام البقوليات في دورة زراعية كوسيلة لإدخال النيتروجين في التربة وبالنسبة للعناصر الآخري يكون بكمر المخلفات النباتية والحيوانية والحصول علي سماد عضوي جيد كمبوست خالي من الممرضات والنيماتودا وغني بالعناصر الغذائية والمادة العضوية.

تنشيط التربة حيوياً:

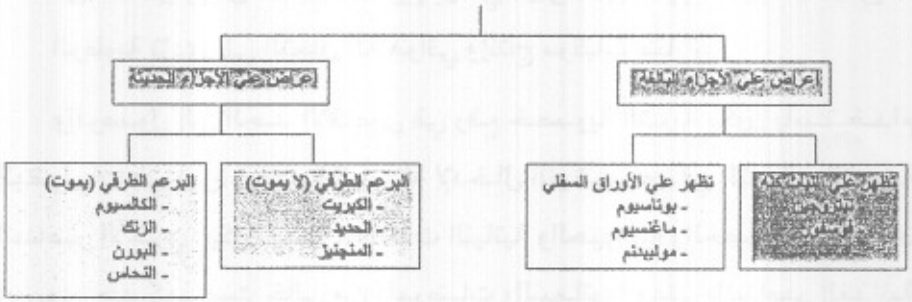
تنشيط التربة حيويا يلزم توفير الأسمدة العضوية المكمورة جيداً لتقليل التكاليف ومشاكل الخدمة الأخرى مع توفير الظروف الملائمة للتحلل. ولكي يكون

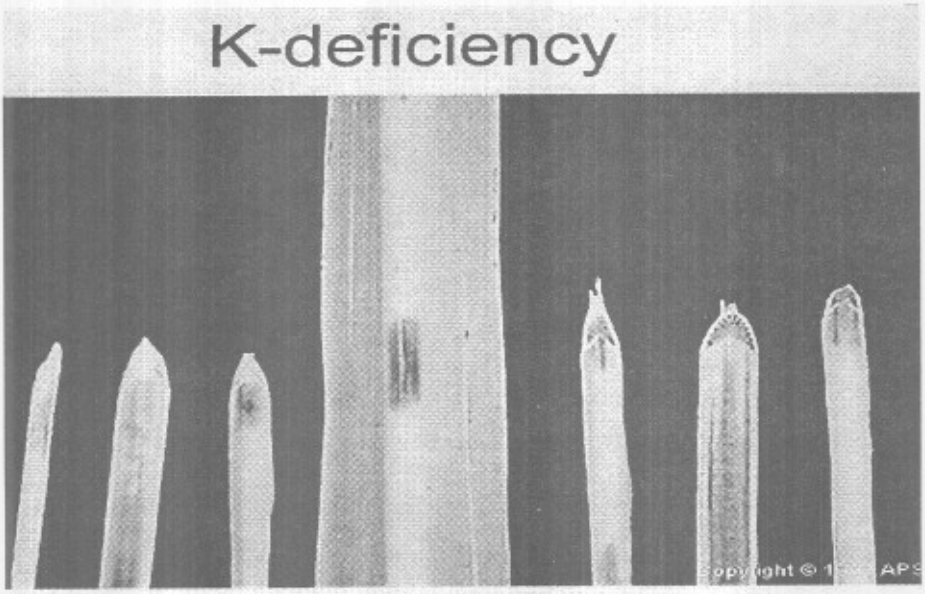
مفعول المادة العضوية تاماً يلزم تفادي الظروف الغير ملائمة في التربة والتي تحد من نشاط الكائنات الدقيقة مثل الجفاف أو زيادة الملوحة أو القلوية أو زيادة الرطوبة في التربة حتى لا تسود عمليات التحلل اللاهوائي . كما يلزم الحد من عمليات تعقيم واستعمال الكيماويات لقتل الميكروبات المرضية حيث أن ذلك يؤدي إلي قتل الميكروبات النافعة في التربة.

تفادي عمليات التلوث بعدم نقل تربة من حقل مصاب إلي حقل غير مصاب كذلك عدم استخدام أدوات غير نظيفة مع ضرورة إزالة المخلفات وعدم دفنها في الحقل ويفضل استخدامها في تحضير سماد المكمورة وإضافة الجبس الزراعي أو الكبريت لخفض رقم الحموضة في الأراضي القلوية.

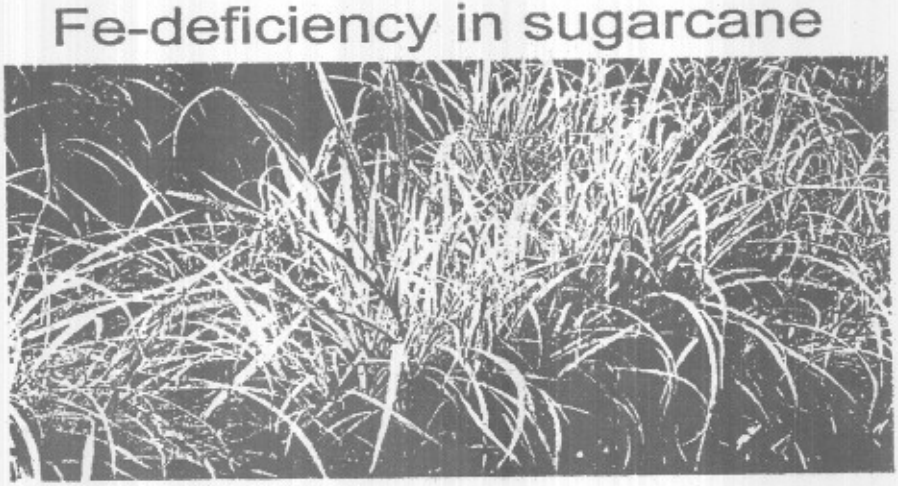
ضرورة تلقيح التربة بالميكروبات التي تعيش بطريقة تكافلية خاصة في الأراضي الجديدة (بكتريا العقد الجذرية) لضمان وجود البكتريا المكونة للعقد الجذرية واستخدام الأسمدة الحيوية لتقليل استخدام الأسمدة الكيماوية.

لتوضيح أعراض نقص العناصر (ظاهرياً)





أعراض نقص البوتاسيوم على أوراق القصب



Iron deficiency of sugarcane.
Courtesy Tom Isakeit, TAEX, Weslaco, 1996.

أعراض نقص الحديد