

أنواع الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في إعداد وتجهيز اللقاحات الحيوية

تقسم هذه الكائنات إلى عدة مجموعات طبقاً للفائدة أو الدور الذي تلعبه في نفع النبات أو خدمة البيئة على النحو التالي:

أولاً: كائنات حية دقيقة مثبتة للأزوت الجوي (N_2): وهذه تقسم بدورها إلى مجموعتين:

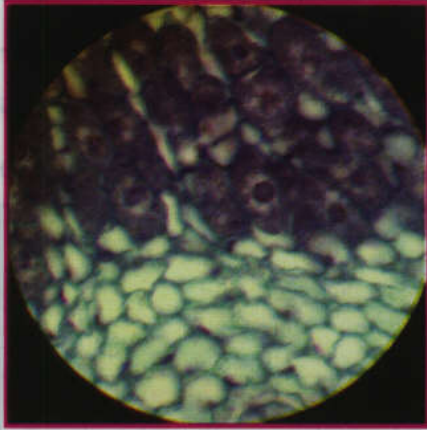
(أ) بكتيريا تكافلية (Symbiotic):

وهي التي تعيش معيشة تكافلية مع أحد النباتات البقولية. حيث تمدد بالأحماض الأمينية الناجمة من تثبيت الأزوت فتغنيه بذلك عن جزء كبير من الأسمدة الأزوتية الكيماوية. وتعرف هذه البكتيريا بالريزوبيوم (*Rhizobium*) وجميع أنواعها تتبع العائلة الريزوبية (*Rhizobiaceae*). وتقسم الريزوبيا (*Rhizobia*) إلى ثلاثة أجناس معروفة هي:

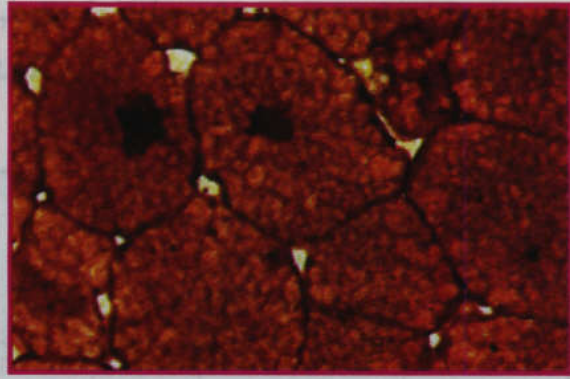
- 1- *Rhizobium* (وهي سريعة النمو)
- 2- *Bradyrhizobium* (وهي بطيئة النمو)
- 3- *Azorhizobium* ويندرج تحت هذه الأجناس الثلاثة أحدا عشر نوعاً من العقد البكتيرية الجذرية والساقية (Root and stem nodules) هي:

- 1- *Rhizobium leguminosarum biovars. Viciae, Trifolii and Phaseoli.*
- 2- *R. meliloti.*
- 3- *R. Loti.*
- 4- *R. Fredii.*
- 5- *R. galegae.*
- 6- *R. Tropici.*
- 7- *R. haukuii.*
- 8- *R. etli.*
- 9- *Bradyrhizobium Japonicum.*
- 10- *B. elkanii*
- 11- *Azorhizobium caulinodans.*

وهذه البكتيريا متخصصة. حيث يتكافل كل نوع منها مع نبات بقولي معين. فمثلاً بكتيريا *R. meliloti* تعيش على البرسيم الحجازي والحبلة. بكتيريا *R. trifolii* تعيش على البرسيم المصري الأحمر والقرنفلي. بكتيريا *R. leguminosarum*, تعيش على الفول البلدي والبسلة والعدس. بكتيريا *R. phaseoli*, تعيش على الفاصوليا. بكتيريا *B. lupinii* تعيش على الترمس. بكتيريا *B. japonicum* تعيش على الفول الصويا. وبكتيريا *B. elkanii* تعيش على اللوبيا والفول السوداني وهكذا. شكل رقم (١). (٢) يوضح العقد البكتيرية.



شكل رقم (٢)
بكتيريا ريزوبيوم ليجومينوزارم
Rhizobium leguminosarum



شكل رقم (١)
بكتيريا ريزوبيوم إتلي
Rhizobium etli

هذه البكتيريا غالباً ما تكون عصوية. وهي سالبة لصبغة جرام - هوك. وتفرز أثناء نموها بعض المنشطات مثل مشتقات الإندول والجبريلليك والسيتوكينين. وتأخذ أشكال حروف T, Y, L, X, V أثناء نموها داخل العقدة البكتيرية. بينما تأخذ العقد الجذرية نفسها أشكالاً مختلفة حسب نوع النبات البقولي. فقد تكون مستطيلة. مستديرة. إسطوانية. مفصصة تفصيص غائر أو بسيط. وقد تأخذ شكل أصابع اليد. وهذه العقد قد تكون:

١- **صادقة:** وتكون عادة كبيرة الحجم، منتشرة على الجذور الوسطى والجذور العرضية الكبيرة. وعند عمل قطاع فيها تظهر حمراء اللون لإحتوائها على مادة Lephomoglobin.



التسميد الحيوي والعضوي

من أجل منتج زراعي آمن ونظيف

إعداد

أ.د. / سيد محمد شاهين أ.د. / بشرة عبد الله السيد

د/ لبنى محمد عبد الجليل

معهد بحوث البساتين

مركز البحوث الزراعية

نشرة فنية رقم (٨) لسنة ٢٠١٦م

صدرت عن

الإدارة العامة للثقافة الزراعية

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
• المقدمة	٥
• تعريف التسميد الحيوى	٧
• فوائد الكائنات الحية الدقيقة	٧
• مجالات إستخدام الملقحات الحيوية	٩
• أنواع الكائنات الحية الدقيقة	١٠
أولاً : كائنات حية دقيقة مثبتة للأزوت الجوى	١٠
أ. بكتيريا تكافلية	١٠
ب. بكتيريا لا تكافلية	١٨
ثانياً : ملقحات الميكورهيذا	٢٧
أ. خارجية التغذية	٢٨
ب. داخلية التغذية	٢٨
ثالثاً : الكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات	٣٣
رابعاً : الأزولا كسماد أخضر	٣٥
• إستخدام الكائنات الحية الدقيقة فى مجال المقاومة الحيوية	٣٧
• العوامل التى تعتمد عليها تكنولوجيا التسميد الحيوى	٣٨
• الطرق العامة لإستعمال الملقحات الحيوية	٤٣
• التسميد العضوى	٥٠
• فوائد تدوير المخلفات إلى أسمدة عضوية	٥٠
• أنواع الأسمدة العضوية طبقاً لمصادرها	٥٣
• كيفية إعداد السماد العضوى	٥٤
• التسميد الحيوى والعضوى وجهان لعملة واحدة	٥٨
• قائمة المراجع العربية	٦٤
• قائمة المراجع الأجنبية	٦٧
• ملخص باللغة الانجليزية	٧

مقدمة

تهدف السياسة العامة للإستراتيجية التنموية الزراعية المستدامة في مصر حتى عام ٢٠١٧ إلى زيادة قيمة الصادرات الزراعية من المستوى الحالي وهو ٢ مليار جنيه سنوياً إلى خمسة مليارات جنيه سنوياً، وذلك من خلال دعم الثقة في جودة وأمن وسلامة منتجاتنا الزراعية ، كأحد مفاتيح المنافسة في السياسة العامة لمنظمة التجارة العالمية (WTO) واتفاقيات الشراكة مع الإتحاد الأوروبي (EU) والولايات المتحدة الأمريكية (USA). وبالطبع، فإن ذلك يمكن تحقيقه من خلال الإعتماد بدرجة كبيرة على مصادر التسميد الحيوي والعضوي كأفضل البدائل للتسميد الكيماوي، وكذلك الإعتماد على المقاومة البيولوجية لكافة الأمراض والآفات أو زراعة أصناف مقاومة كبديل أفضل للإستخدام المبيدات الكيماوية الضارة بالإنسان والحيوان والنبات، من هنا ظهر ما يعرف بالزراعة النظيفة (Clean farming) أو الزراعة العضوية (Organic culture)، كأحد المفاهيم الحديثة للتنمية الزراعية في مصر، والذي يتضمن العديد من النقاط، منها على سبيل المثال:

١. تطبيق الإتجاهات الحديثة في مجال مكافحة المتكاملة للأمراض والآفات الزراعية، وذلك من خلال: العمليات الزراعية (كالعزيق ومقاومة الحشائش ودفن المخلفات الملوثة إلخ)، إستخدام الفرمونات أو "الجاذبات الجنسية"، إستخدام الأعداء الطبيعية لمكافحة الآفات ومسببات الأمراض "المكافحة الحيوية"، زراعة أصناف أو سلالات مقاومة، إستخدام أنظمة التنبؤ والإنذار المبكر والتي تعرف بالإستشعار عن بُعد.

تعريف التسميد الحيوي:

يعتبر التسميد الحيوي أحد التقنيات القديمة التي تعتمد على استخدام الكائنات الحية الدقيقة النافعة في مجالات تخدم الإنسان والبيئة. من هذه المجالات صناعة الأسمدة أو المخصبات الحيوية (Biofertilizers أو Bioinoculants). والتي تعتبر مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن وبدلاً طبيعياً للأسمدة المعدنية التي تلوث الأوساط البيئية الثلاثة (تربة - مياه - هواء) عند الإسراف في استخدامها. والسماذ أو المخصب الحيوي عبارة عن لقاح حي (Live inoculant) قد يحتوى على نوع أو سلالة معينة من هذه الكائنات الحية النافعة. وقد يكون خليط من عدة أنواع أو سلالات من هذه الكائنات ذات التأثير النافع والمفيد للإنسان والحيوان والبيئة أيضاً. فنواجج التمثيل الغذائي لبعض هذه الكائنات له تأثير مضاد للأكسدة (Antioxidant) والتي تقلل من التأثير الضار للأكسجين النشط (Active oxygen) وتكوين بعض الشقوق الحرة (Free radicals) المسببة لبعض الأمراض في الإنسان والحيوان والنبات. وتوجد معظم هذه الكائنات بصورة طبيعية في بيئاتها المحلية وتستخدم بنجاح في تصنيع الغذاء (كاستخدام الخميرة في صناعة الخبوزات) وفي الطب (كاستخدام البنسلين وأشباهه في صناعة المضادات الحيوية). وفي العديد من المجالات الأخرى بشكل آمن ودون أية أضرار لخلوها من الهرمونات الصناعية. وهذا ثابت منذ عشرات السنين من الإستخدامات التطبيقية لها. وأيضاً من نتائج الأبحاث والدراسات التي أجريت عليها في العديد من دول العالم. بما فيها مصر.

أما المقاومة الحيوية:

فيقصد بها استخدام الأعداء الطبيعية كوسائل بيولوجية في مقاومة الآفات ومسببات الأمراض. بمعنى استخدام كائن حي في مقاومة كائن حي آخر دون اللجوء إلى المبيدات المصنعة.

وللكائنات الحية الدقيقة عديد من الفوائد، نذكر منها:

١- إفراز إنزيمات تقوم بتحليل المواد العضوية المعقدة. ومعدنة العناصر الغذائية الموجودة

١٢- تكوين مركبات معقدة من العناصر الثقيلة وجعلها في صورة غير صالحة للإمتصاص.

١٣- إمداد التربة بأعداد وفيرة من الكائنات الحية الدقيقة النافعة فتقوى على منافسة الميكروبات الضارة وتحول دون نشاطها وإصابتها للنباتات.

١٤- ترشيد إستخدام الأسمدة الكيماوية والحد من تلوث البيئة.

١٥- إعادة التوازن بين العناصر في التربة وتنشيط العمليات الحيوية بها.

ليس هذا فحسب، بل إن هذه الكائنات الحية الدقيقة تستخدم بصورة مباشرة في مجالات تحسين البيئة والإنتاج الحيواني والداجني ومزارع الأسماك وتدوير المخلفات والمعالجة البيولوجية لنواتج الصرف الصحي. كما تستخدم منتجاتها الثانوية (By-Products) في مجال الطاقة والتصنيع والطب.

مجالات استخدام اللقاحات الحيوية:

١ - تدوير المخلفات العضوية النباتية باستخدام بعض أنواع البكتيريا المحللة (Biodecomposition) أو إضافة مخصب حيوي للمكمورة.

٢ - التسميد: وتستخدم فيه العديد من الخصبات منها:

أ- مخصب حيوي فوسفاتي للأراضي الجيرية (Biodesertin - P)

ب- مخصب حيوي آزوتي للبقوليات في الأراضي حديثة الإستصلاح

(Biodesertin - Legum)

ج- مخصب حيوي آزوتي لغير البقوليات في الأراضي الجديدة الملحية وغير

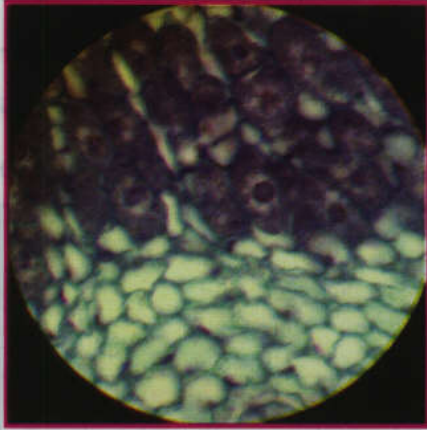
الملحية (Biodesertin - N)

د- مخصب حيوي فطري للأراضي الصحراوية الفقيرة في العناصر الغذائية

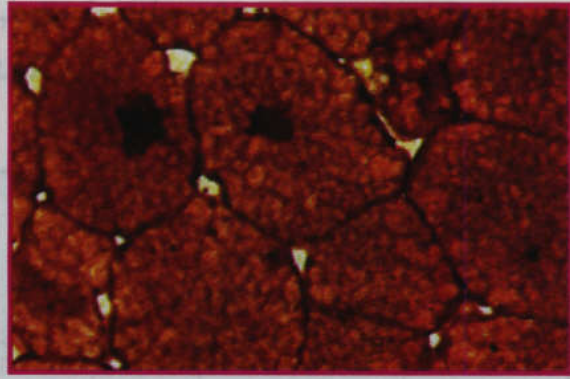
(Biodesertin - M)

٣. إنتاج المبيدات الحيوية (Biocidal desertin) لمقاومة أمراض أعفان الجذور والذبول للمحاصيل الحقلية والخضروات والنباتات الطبية والعطرية في الأراضي الجديدة.

وهذه البكتيريا متخصصة. حيث يتكافل كل نوع منها مع نبات بقولي معين. فمثلاً بكتيريا *R. meliloti* تعيش على البرسيم الحجازي والحبلة. بكتيريا *R. trifolii* تعيش على البرسيم المصري الأحمر والقرنفلي. بكتيريا *R. leguminosarum*, تعيش على الفول البلدي والبسلة والعدس. بكتيريا *R. phaseoli*, تعيش على الفاصوليا. بكتيريا *B. lupinii* تعيش على الترمس. بكتيريا *B. japonicum* تعيش على الفول الصويا. وبكتيريا *B. elkanii* تعيش على اللوبيا والفول السوداني وهكذا. شكل رقم (١). (٢) يوضح العقد البكتيرية.



شكل رقم (٢)
بكتيريا ريزوبيوم ليجومينوزارم
Rhizobium leguminosarum



شكل رقم (١)
بكتيريا ريزوبيوم إتلي
Rhizobium etli

هذه البكتيريا غالباً ما تكون عصوية. وهي سالبة لصبغة جرام - هوك. وتفرز أثناء نموها بعض المنشطات مثل مشتقات الإندول والجبريلليك والسيتوكينين. وتأخذ أشكال حروف T, Y, L, X, V أثناء نموها داخل العقدة البكتيرية. بينما تأخذ العقد الجذرية نفسها أشكالاً مختلفة حسب نوع النبات البقولي. فقد تكون مستطيلة. مستديرة. إسطوانية. مفصصة تفصيص غائر أو بسيط. وقد تأخذ شكل أصابع اليد. وهذه العقد قد تكون:

١- **صادقة:** وتكون عادة كبيرة الحجم، منتشرة على الجذور الوسطى والجذور العرضية الكبيرة. وعند عمل قطاع فيها تظهر حمراء اللون لإحتوائها على مادة Lephomoglobin.

• تلقيح المحاصيل بالبكتيريا المثبتة للأزوت :

يعتبر التسميد الحيوي عنصراً هاماً من عناصر تقليل الضرر الناتج عن استخدام الأسمدة الكيماوية. ويسد جزءاً كبيراً من الاحتياجات السمادية اللازمة للمحاصيل المختلفة فتتوفر بذلك الأموال الطائلة التي تنفق لإنتاج هذه الأسمدة الكيماوية وتتوفر الطاقة المستخدمة في إنتاجها. كما أن كثير من المحاصيل البقولية (والتي تعتبر المصدر الأساسي لبروتين الفقراء) يرتبط إنتاجها باستخدام التخصبات الحيوية. وهذا يزيد من كمية البروتينات التي يحتاجها الإنسان. فيتم بذلك التوازن المطلوب في مكونات غذاء الفقراء بأقل التكاليف ودون حدوث تلوث للبيئة. إلا أن إنتاج مثل هذه المحاصيل والتي لقحت بالريزوبيا قد يختلف باختلاف المكان الذي زرعت فيه. ففي دراسة للوقوف على تأثير التلقيح بالريزوبيم على إنتاج محصول الحمص عند زراعته في أماكن مختلفة الأجواء بالهند. أشار Rewari عام (١٩٨١) إلى وجود فروق في الإنتاج باختلاف هذه المواقع والتي يوضحها الجدول رقم (٢).

جدول رقم (٢): يوضح تأثير التلقيح بالريزوبيم على محصول بذور الحمص في المواقع المختلفة بالهند

محصول بذور الحمص (١٠٠ كجم/هكتار)				الموقع أو المكان
المقارنة	الملقحة بالريزوبيم	الزيادة	% الزيادة	
٢٠,٢٧	٢٢,١٢	١,٨٥	٩	جابالبور (Jabalpur)
١٩,٥٦	٢٢,٢٨	٢,٧٢	١٣	دلهي (Delhi)
١٣,٤٢	١٦,٤٦	٣,٠٤	٢٢	هيزار (Hissar)
٢٦,٧٤	٣٢,٢١	٥,٤٧	٢٠	دولي (Dholi)
١٩,٥١	٢٦,٦٢	٧,١١	٣٦	فارانسى (Varansi)
١٣,٥٦	٢٣,٩٣	١٠,٣٧	٧٦	ساردار ناجا (Sardar Nagae)

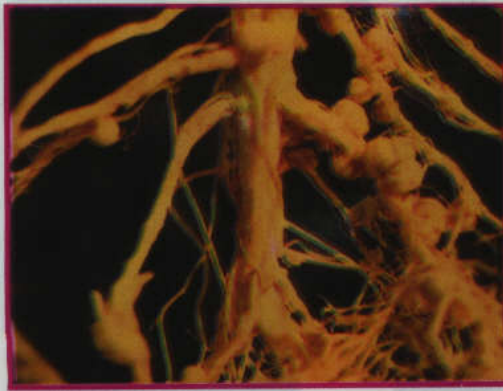
معظم المناطق بالهند تتشابه أجوائها مع الأجواء المصرية (مناخ شبه إستوائي) .

جدول رقم (٣): يوضح متوسط محصول البروتين والنسبة المئوية للزيادة
لنباتات البرسيم الحجازي المزروعة بالأراضي الجيرية الملقحة بسبعة أنواع من الملقحات
البكتيرية خلال موسمي ١٩٨٨/٨٧.

نوع الملقح البكتيري (Bacterial inoculant)	محصول البروتين عام ١٩٨٧		محصول البروتين عام ١٩٨٨	
	متوسط وزن البروتين (كجم/هكتار)	% للزيادة	متوسط وزن البروتين (كجم/هكتار)	% للزيادة
١. المقارنة (نباتات غير ملقحة)	١٢٠	-	٢١٠	-
٢. ملقحة بـ <i>Azospirillum brasilense</i>	١٧٠	٣٩,٢	٢٧٠	٣١,٠
٣. ملقحة بـ <i>Azotobacter chroococcum</i>	١٧٠	٣٩,٢	٢٨٠	٣٤,٠
٤. ملقحة بـ <i>Klebsiella pneumoniae</i>	١٨٠	٤٧,٨	٢٧٠	٢٨,٨
٥. ملقحة بـ <i>Rhizobium meliloti</i>	١٩٠	٦١,٨	٣٢٠	٥٢,٦
٦. ملقحة بمخلوط من <i>Rhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	٢٣٠	٨٩,٠	٣٣٠	٥٥,٦
٧. ملقحة بمخلوط من <i>Rhizobium</i> + <i>Azotobacter</i>	٢١٠	٧٤,٦	٣٢٠	٥٢,٦
٨. ملقحة بمخلوط من <i>Rhizobium</i> + <i>Klebsiella</i>	٢١٠	٧٤,٦	٣١٠	٥٢,٠



شكل رقم (٣)
عقد بكتيرية على جذور البازلاء



شكل رقم (٤)
عقد بكتيرية على جذور فول الصويا

ومن الملاحظات الهامة التي يجب وضعها في الاعتبار عند استخدام بكتيريا الريزوبيوم أن الحرارة العالية والحموضة المرتفعة وارتفاع الملوحة بالأراضي القلوية ببعض المناطق الاستوائية يقلل من تكوين العقد البكتيرية (Nodulation). وبالتالي من تثبيت الأزوت الجوي بواسطة هذه البكتيريا. ففي إحدى الدراسات. وجد أن سلالة الريزوبيوم المستخلصة من جذور أشجار الألبيزيا (*Albizia lebbeck*) تستطيع أن تعيش على درجات حرارة حتى 50°م. وأن السلالة المستخلصة من جذور الفُتنة (*Acacia farnesiana*) والسرّسوع (*Dalbergia sisso*) تستطيع النمو في تربة يصل رقم حموضتها إلى (أثنى عشر). كذلك فإن معظم سلالات الريزوبيوم تتحمل تركيزات الملوحة حتى (5%) كما يوضح بالشكلين رقم (٧، ٨).



شكل رقم (٨) السرّسوع



شكل رقم (٧) الفتنة

بالنسبة لمعدل التلقيح بالريزوبيا. فقد أوضح عبد الغفار (١٩٩٠) أن أفضل تأثير للريزوبيا أمكن الحصول عليه عند مستوى 10 × 28^١ خلية/بذرة فول صويا. أما بالنسبة لبذور البرسيم فكان ذلك عند مستوى 10 × 5^٢ خلية/بذرة برسيم. وبصفة عامة فإن وحدة الأسمدة الحيوية بوزارة الزراعة وإستصلاح الأراضي وجامعتي عين شمس والأسكندرية أوصت جميعاً بمعدل ٤٠٠ جم من الملح/فدان (شريطة أن يحتوي كل جرام من الملح على 10 × 8^٢ خلية ريزوبيا).

• الشروط الواجب مراعاتها عند إنتاج اللقاح أو السماد الحيوي:

١. أن يتم تحضير اللقاح تحت ظروف التعقيم الكامل.
٢. عزل الميكروبات المناسبة (السلالة المطلوبة) وتنقيتها على بيئات غذائية متخصصة طبقاً للهدف من العزل.

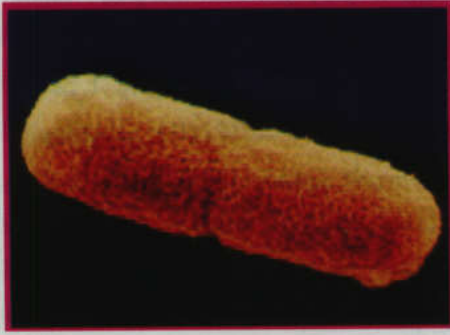
(Non – symbiotic N_2 Fixation). تنتشر هذه الكائنات على نطاق واسع في كافة الأوساط البيئية الملائمة لنموها، وفي التربة مرافقة للنباتات، وفي الأوساط المائية ونصف المائية، وأيضاً في رواسب (Sediments) مياه البرك والأنهار. وتقسم هذه الكائنات إلى مجموعتين:

الأولى: وتضم بعض الأنواع أو السلالات الهوائية (Aerobic) أو المحبة للهواء (Aerophilic)، ومنها: *Beijerinckia*, *Beggiatoa*, *Azomonas*, *Azotobacter*, *Campylobacter*, *Derxia*, *Acetobacter*, *Aquaspirillum*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Xanthobacter*، وأخيراً بكتيريا *Thiobacillus*.

الثانية: وتضم بعض الأنواع اللاهوائية. وهذه البكتيريا اللاهوائية قد تكون: (أ) لا هوائية اختيارياً (Facultatively anaerobic bacteria) مثل: *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Vibrio* (وهذه الأجناس الثلاثة تتبع عائلة Enterobacteriaceae). (ب) لا هوائية إجبارياً (Obligately anaerobic bacteria) مثل: *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Desulfomaculum*, *Propionispira methanogens*, وبعض أنواع البكتيريا الخضراء (green) والأرجوانية (Purple) الكبريتية وغير الكبريتية. بالإضافة إلى بعض أنواع البكتيريا الزرقاء (Cyanobacteria) كالطحالب الخضراء المزرققة (Blue – green algae).

وتعتمد قدرة البكتيريا اللاتكافلية في تثبيت الأزوت الجوي (N_2). وكذلك كمية الأزوت المثبتة إلى حد كبير على طبيعة وكمية الطاقة المتيسرة لهذه البكتيريا. ولأن الدبال (Humus) الموجود بالتربة لا يستخدم كمصدر للطاقة. ولأن تثبيت الأزوت الجوي يثبط بوجود صور معينة من الأزوت ميسرة في التربة. فإن أهمية ودور البكتيريا

أ - جنس الأزوتوباكتر (Azotobacter):



شكل رقم (٩)

أزوتوباكتر كروكوكام

Azotobacter chroococcum

وهو أحد أجناس البكتيريا التابعة لعائلة Azotobacteraceae، والتي تمثل غالبية البكتيريا المثبتة للأزوت عضوية التغذية (Heterotrophic) التي تحتاج إلى مركبات معقدة من الأزوت والكربون للتمثيل الغذائي. وتشتمل بكتيريا الأزوتوباكتر على ثلاثة أجناس أساسية هي: *Derxia*, *Beijerinckia*, *Azotobacter*.

ومن أهم أنواع جنس الأزوتوباكتر النوع *A.*

chroococcum والذي يوجد بصفة أساسية

في التربة المصرية المتعادلة أو الجيرية. والنوع *A.*

agilis وهو من الأنواع المائية. والنوعان *A. beijerinckia*, *A. vinelandii* وكلاهما يوجد في أراضي أمريكا الشمالية. والنوع *A. insignis* ويوجد في مياه أندونيسيا الإقليمية. والنوع *A. macrocytogenes* ويوجد في الأراضي الدنماركية. وأخيرا النوع *A. paspali* والذي يوجد في منطقة انتشار جذور نباتات مسطح الباسبالم بالأراضي البرازيلية. كما يوضح بالشكل رقم (٩).

ويلاحظ أن جميع أنواع بكتيريا الأزوتوباكتر هوائية تماماً. كما أنها ذات معدل تنفسي عالي. خلاياها كبيرة الحجم. مستديرة أو بيضاوية. تنمو في أزواج (ثنائيات) محاطة بهالة من السكريات العديدة (Polysaccharides) ذات قوام لزج. هذه البكتيريا تستخدم القليل من المركبات النيتروجينية. بل وتستخدم النيتروجين الجوي نفسه (N_2) والأمونيوم والنترات والنيتريت واليوريا. وأية جزيئات عضوية تحتوي على النيتروجين ولو مصادفة. ولا يصح إدعاء البعض بأنها تعيش في بيئة خالية من النيتروجين. جميع أنواع البكتيريا التابعة لهذا الجنس تعتبر كائنات وسطية (Mesophilic) ودرجة الحرارة المثلى لنشاطها قريبة من 30°C . تحصل على الكربون من السكريات المختلفة، النشا، الكحولات والأحماض العضوية. وتحتاج بصفة أساسية إلى عناصر Ca , P , K , Mo بتركيز خاص للمساعدة في تثبيت الأزوت. تعطي صبغة بنية فاتحة أو غامقة نتيجة لتحويل التيروزين إلى ميلانين غير قابل للذوبان. ولقد أجريت العديد من التجارب في المناطق المعتدلة من العالم أوضحت أن تثبيت

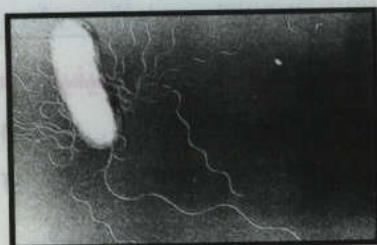
مخلوط البكتيريا المثبتة للأزوت وفطريات الـ VAM والذي يتوقف بدرجة كبيرة على نوع فطريات الـ VAM. تأثير هذه المعاملات (سواء البكتيرية أو الفطرية أو التوليفات فيما بينهما) على الوزن الجاف للسيقان والجذور/نبات. وكذلك محتوى السيقان والجذور من الفوسفور والنيتروجين يوضحها لنا الجدول رقم (٥).

جدول (٥): تأثير مخلوط البكتيريا المثبتة والـ VAM والتوليفات بينهما على الوزن الجاف للسيقان والجذور ومحتواهما من الفوسفور والنيتروجين لنبات الشوفان.

المعاملات		الوزن الجاف/نبات (جم)		محتوى الفوسفور (ppm)/١٠٠ جم وزن جاف		محتوى النيتروجين (ppm)/١٠٠ جم وزن جاف	
المقارنة (بدون ملقحات)		السيقان	الجذور	السيقان	الجذور	السيقان	الجذور
VAM – A isolate	٠,٨٣	٠,٤٥	٠,٦١	٠,٦٨	١,٣٥	١,١٦	١,٤٤
VAM – D isolate	١,٠٤	٠,٥٣	٠,٨٠	١,٠٤	١,٧٤	١,١٤	١,٨٧
البكتيريا المثبتة للأزوت (N)	١,٤٥	٠,٧٤	١,٠٥	٠,٩٠	٢,٠١	١,٨٧	١,٣٨
N + VAM - A	٠,٨٩	٠,٤١	٠,٩٠	٠,٩٤	١,٦٢	١,٣٨	١,٥٣
N + VAM - D	١,٣٠	٠,٦٩	٠,٩٥	٠,٨٨	١,٨٠	١,٥٣	

ويلاحظ أن التلقيح ببكتيريا النترة (Nitrifying bacteria) المحولة للأمونيا والنترات قد يساعد إلى حد ما في تنظيم حالة النيتروجين في منطقة إنتشار الجذور. وبالتالي قد يكون أحد البدائل الملائمة لمنع سمية الأمونيا (NH_4) أو النترات (NO_3) عند إضافة الأسمدة المحتوية على اليوريا أو الأمونيا (Lang and Elliott, 1997).

ب - جنس الأزوسبيريللم (*Azospirillum*):



شكل رقم (١٠)

أزوسبيريللم برازيللي

Azospirillum brasilense

أوضحت عمليات الحصر في مختلف بلدان العالم أن النوع ليبوبيرم (*A. Lipoferum*) هو أكثر أنواع الأزوسبيريللم شيوعاً على جذور النباتات وتواجداً في الأراضي التي لا تثبت فيها الأزوت. بينما النوعين ليبوفيرم (*A. lipoferum*) والبرازيلي (*A. brasilense*) هما أكثر الأنواع استخداماً لتثبيت

(١:١). وقد تكون مخلوط من التربة الناعمة والسكرور بنسبة (١:٩). وقد يكون

مسحوق الفحم النشط الناعم أو مخلوط من مسحوق الفحم ومسحوق

المادة العضوية الناعم مخلفات المزرعة (FYM) بنسبة (١:١).

٣- يخلط مسحوق الملح البكتيري بالبذور جيداً عن طريق التقليب باليد أو كوريك يدوي صغير.

٤- تزرع البذور بعد ذلك بالمعدل و الطريقة الملائمة في الأرض المستديمة مباشرة.

وعن قدرة الأزوسبيريللم على تثبيت الأزوت. أثبتت الدراسات أن محتوى الأزوت

في حبوب وأنسجة نباتات القمح قد زاد معنوياً بفعل بكتيريا *Azospirillum* وأن نشاط هذه البكتيريا في تثبيت الأزوت الجوي تأثر كثيراً بالأومونيوم والأوكسجين الموجودان في التربة. حيث لوحظ أن إضافة الأومونيا أو توفير ظروف لا هوائية (انخفاض الأوكسجين) أدى إلى حدوث تحول أو تغيير في نشاط إنزيم الـ Nitrogenase في كل من

بكتيريا *A. brasilense*, *A. lipoferum*

أشار فرج (١٩٩٨) إلى أن استجابة نباتات الأرز للتلقيح ببكتيريا *Azospirillum*

spp. كان أكثر وضوحاً عند المستوى الأقل من التسميد الأزوتي عنه عند المستوى

الأعلى. كما أن أعداد بكتيريا الأروتوباكتر في التربة. إرتفاع نباتات الأرز وعدد الأفرع

والنورات العنقودية المتكونة عليها قد زاد بفعل بكتيريا *A. brasilense*.

أيضاً. قام حسونة وآخرون (١٩٩٤) بدراسة استجابة بعض أصناف الذرة السكرية

للتلقيح ببكتيريا *A. brasilense* تحت ظروف الإجهاد المائي (وذلك بالري على الفترات

التالية: ١٠، ١٥، ٢٠ يوماً) عند زراعتها في التربة الجيرية بمنطقة برج العرب جنوب

الإسكندرية. أوضحت النتائج أن التلقيح بهذه البكتيريا أدى إلى زيادة نمو صنفين من

الذرة السكرية هما: cv. Collier, cv. Tracy - كما حدثت زيادة في الوزن الطازج

للحوامل الزهرية بنسبة ٣-١٤٪. وفي المصاصة (بقايا السيقان بعد العصر) بنسبة

١١-٢٢٪ وفي سكرور العصير الناج بنسبة ٦-٨٢٪. كما أن محصول العشب الطازج قد

زاد بنسبة ٣-٩٪.

ثانياً: ملقحات الميكورهيذا (Mycorrhizae inoculants):

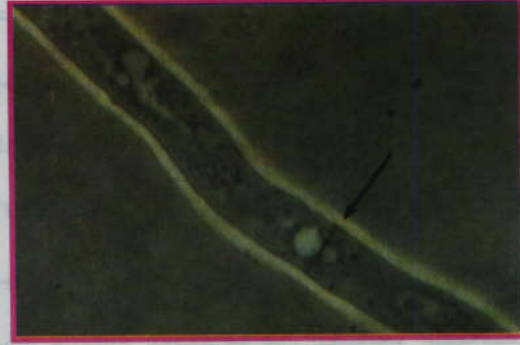
تنشأ الميكورهيذا نتيجة لمرافقة أو مصاحبة بعض الفطريات الأرضية الموجودة في التربة لجذور النباتات. ومن هنا جاءت تسميتها بـ Mycorrhizae. وهي كلمة مشتقة من مقطعين: الأول (Myco-) وهي بادئة معناها فطر والثاني (-rrhizae) وهي لاحقة معناها جذر. فيكون معنى الكلمة كاملة فطريات الجذور أو الفطريات النامية أو المصاحبة أو المرافقة للجذور. وفطريات التربة التي تقوم باستعمار جذور نباتات معظم المحاصيل والحشائش وتستوطن فيها تعرف باسم "VAM" وترجمتها "Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal". حيث تقوم هذه الفطريات بتكوين علاقة تكافلية بينها وبين النبات الذي تستعمر أو تستوطن جذوره. ومن ثمّ يمكن اعتبار فطريات الـ VAM أجزاء متممة أو مكملة للنبات العائل الذي تنمو عليه.

وتلعب فطريات الميكورهيذا دوراً هاماً في تحسين تغذية النباتات. وبالتالي تحسين نموها وزيادة المحصول الناتج منها. كما تلعب دوراً كبيراً في حماية هذه النباتات من بعض المسببات المرضية (Pathogens) وتحسين مقاومتها أو حملها لبعض الإجهادات البيئية. إضافة إلى ذلك. فإن هذه الفطريات تلعب دوراً أساسياً في حفظ وحماية التربة وتحسين إنتاجية المحاصيل. إنها تعمل كالوسيط الذي ينظم حركة العناصر الغذائية من التربة إلى النبات والمركبات الكربونية من النبات إلى التربة. ولقد أمكن حديثاً إدراك دور هذه الكائنات في جميع حبيبات التربة وتكتيلها عندما لقحت بذور عباد الشمس بفطريات VAM بمعدل ٢٥-٥٠ جرثومة/بذرة.

ولأن الميكورهيذا تشجع النباتات على امتصاص العناصر المعدنية من التربة. فإن ذلك يساعد بشكل واضح في تعديل توازن تلك العناصر داخل أنسجة النباتات. خاصة الكربون أو المركبات الكربونية والتي يعاد توزيعها في أنسجة النباتات الميكورهيذية (Mycorrhizal plants) بسبب زيادة معدل البناء الضوئي. ومن التغييرات أو التعديلات التي تحدثها الميكورهيذا والتي تؤثر بشكل مباشر على النظم المنظمة للنمو في النبات هو زيادة إنتاج الهرمونات النباتية (مثل السيتوكينين. الجبريللين والإيثيلين).



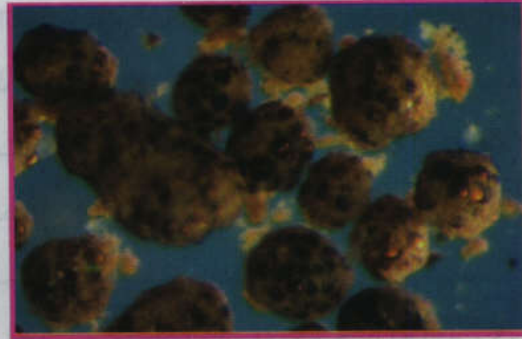
الشكل رقم (١٥)
جلومس إيتونيكاتم
Glomus etunicatum



الشكل رقم (١٤)
أحد أنواع الفطريات ذات الأغشية الفاصلة



الشكل رقم (١٧)
جيجاسبورا مارجريتا
Gigaspora margarita



الشكل رقم (١٦)
اسكليروسيسستيس روبيفورميس
Sclerocystis rubiformis

ومن أهم نتائج الدراسات التي تمت للوقوف على الدور الذي تلعبه الميكورهيذا في تحسين نمو وإنتاج النباتات ما ذكره Ames and Linderman (١٩٧٧) من أن تلقيح شتلات اللبليم بفطر *Acaulospora trapei* منع دخول أو غزو المسببات المرضية لتلك الشتلات. فنمت بشكل أفضل من تلك التي لم تلقح. كما أن وزنها الطازج كان أكبر. وكذلك محتواها من عناصر النيتروجين. الفوسفور. البوتاسيوم. الكالسيوم والمغنسيوم. وفي عام (١٩٨٢) وجد (Jhonson) وآخرون أن غزو خيوط الميكورهيذا لجذور نباتات الأراولة (*Chrysanthemum morifolium*) أدى إلى زيادة إرتفاع النباتات. خاصة عند استمرار تعرضها للنهار الطويل لمدة (٨) أسابيع. كما حسنت الميكورهيذا



الشكل رقم (٢٠)
الورد

Pink Rose



الشكل رقم (١٩)
الزينيا

Zinnia elegans



الشكل رقم (١٨)
القطيفة

Tagetes erecta

هذا.... وتلعب فطريات الميكورهيذا دوراً ما في تعديل الضغط الأسموزي لخلايا النباتات المعاملة بها فتزداد قدرتها على تحمل أية اجهادات بيئية. ولقد لوحظ أن كثافة فطريات الميكورهيذا تزداد في البيئات الغنية بالغذاء ذات الرطوبة المرتفعة. كما أن سلالات معينة من فطريات الميكورهيذا هي القادرة على تحسين نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها. ففي إحدى التجارب زرعت نباتات: *S. album*, *Sedum teleohium*, *Dianthus deltoides*, *Potentilla orgentea*, *Anthemis tinctoria*, *Festuca ovina* في بيئة فطرية (myc-substrate) غنية بجراثيم سلالات معروفة و محددة من فطريات الميكورهيذا (AMF Arbuscular Mycorrhizal Fungi) وبيئة أخرى تحتوي على فطريات AMF طبيعية (Natural AMF) كمقارنة. فوجد أن النباتات النامية في البيئة الفطرية (Myc-) أعطت نمو أفضل من نباتات المقارنة. إن الحاجة لإنتخاب سلالات معينة من فطريات AMF لإنتاج ملحق تجاري يساعد النباتات على النمو الأمثل و أصبح الآن أمراً هاماً وضرورياً للحصول على منتج آمن ونظيف.

في دراسة على البصل (*Allium cepa* L.) أدى تلقيح التربة بفطر *Glomus etunicatus* بمعدل ٢٥٠٠ جرثومة/م^٢ إلى زيادة حجم ووزن الإنبصال ومحتواها من العناصر الغذائية. أيضاً فإن النباتات المعاملة بالفطر كان لها أعلى جهد مائي بالأوراق. أعلى معدل نتح. أعلى درجة توصيل مائي. وأقل مقاومة ورقية عن النباتات غير المعاملة تحت ظروف الأرض الفقيرة في الفوسفور. ولقد أمكن الحصول على نتائج مشابهة على الطماطم. وعلى الذرة. وعلى الفول البلدي. وعلى عباد الشمس. حيث وجد أن المعاملة

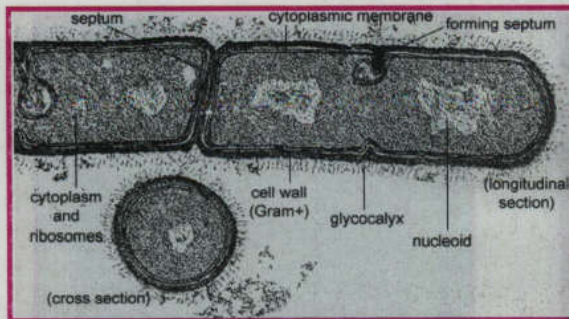
طرق التلقيح بالميكورهيذا:

١. تلقيح التربة مباشرة بجراثيم الفطر المطلوب. إلا أن هذه العملية تحتاج إلى كميات كبيرة من اللقاح والذي قد يكون عرضه للتلوث ببعض البكتيريا الممرضة.
 ٢. زراعة شتلات معاملة بالميكورهيذا (أنتجت مسبقاً بالمشتل) فيما بين النباتات المزروعة بالحقل أو فيما بين مراقد البذور.
 ٣. إستخدام الجراثيم أو الأكياس الجرثومية للفطريات التي تصلح كلقاح وتعتمد على وجودها بشكل طبيعي.
 ٤. إستخدام المزارع النقية للميكورهيذا كلقاح نموذجي ثم إعدادة معملياً. لكنها مع الوقت سوف تستهلك كما أنها قد تكون مكلفة.
- وبصفة عامة، فإن معدل التلقيح بجميع الطرق السابقة يتراوح بين $5,5 \times 10^4$ - $3,1 \times 10^4$ جرثومة/م² من سطح التربة.

ثالثاً: الكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات:

(Phosphate solubilizing microorganisms)

يعتبر الفوسفور أحد العناصر الغذائية الكبرى الهامة لجميع النباتات. وكذلك للكائنات الحية الدقيقة إذ يلي النيتروجين مباشرة من حيث الأهمية. ومن أهم الصور العضوية للفوسفور في التربة: الفيتين (Phytin). الفوسفوليبيدات (Phospholipids) والأحماض النووية (Nucleic acids) والتي تنتج بصفة أساسية من خلل الأحياء أو المواد النباتية. كذلك تعتبر الأراضي المحتوية على نسبة عالية من المادة العضوية غنية أيضاً بالصور العضوية للفوسفور. ويلاحظ أن العديد من الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة، خاصة تلك التي تتبع أجناس: *Aspergillus*, *Penicillium* لها القدرة على تحويل الفوسفور غير الذائب في التربة إلى صورة ذائبة بإفراز أحماض عضوية (مثل أحماض: الفورميك (formic)، الخليك (acetic)، البروبيونيك (Propionic)، اللاكتيك (Lactic)، جليكوليك (glycolic)، فيوماريك (fumaric) والسكسينيك (Succinic)). هذه الأحماض تقوم بخفض الأس الهيدروجيني بالتربة (pH) وتحدث



الشكل رقم (٢٤) بكتيريا باسيلس ميجاتيريوم
(*Bacillus megaterium*)

ولقد أجريت العديد من التجارب لدراسة تأثير الكائنات الحية المذيبة للفوسفات على النباتات. فوجد أن عفن القرنفل الفيوزاريومي قد ثبت بشدة بواسطة بعض أنواع البكتيريا والفطريات المتربة خاصة فطر *Penicillium* وبعض أنواع الفيوزارم *Fusarium spp.* ولقد وجد أن التلقيح ببكتيريا *Pseudomonas striata* مع التسميد بصخر الفوسفات والسوبر فوسفات أدى إلى زيادة محصول وجودة البطاطس معنوياً.

ولقد أوصت وحدة السماد الحيوي بجامعة الإسكندرية وعين شمس. والوحدة المناظرة لها في وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي بأن يكون معدل إضافة الكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات ٤٠٠ جم/فدان (على أساس أن كل 1 جم من الملقح يحتوي على 10×8 جرثومة).

رابعاً: الأزولا كسماد أخضر (*Azolla as a green manure*):

الأزولا هي أحد أجناس السراخس ذات الأكياس الجرثومية الصغيرة. متباينة الجراثيم. والتي تعيش في البيئات المائية ونصف المائية. تتبع العائلة Azollaceae. وتنتمي إلى جنس واحد فقط هو جنس الأزولا (*Azolla*) والذي يندرج تحته جنسين هما: *Rhizosperma*، *Euazolla* وسبعة أنواع هي:

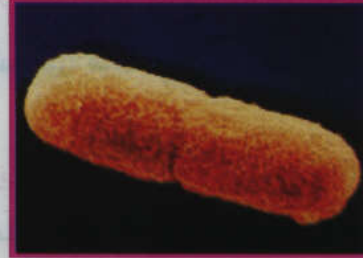
A. Caroliniana , *A. nilotica* , *A. filiculoides* , *A. pinnata* , *A. mexicana* , *A. microphylla* , *A. rubra*.

استخدام الكائنات الدقيقة في مجال المقاومة الحيوية أو البيولوجية:

لا شك أن استخدام المبيدات الكيماوية في مقاومة الآفات والأمراض له دور هام، لكنه للأسف مكلف، وملوث للبيئة وضار بصحة الإنسان والحيوان والكائنات الحية النافعة؛ لذا بدأ الاهتمام منذ فترة باستخدام الأعداء الطبيعية لمسببات الأمراض والآفات الضارة كأسلوب آمن وصديق للبيئة فيما يعرف بالمقاومة الحيوية والتي يستخدم فيها كائن نافع للقضاء على كائن ضار. من أهم الأحياء الدقيقة التي أستخدمت في هذا المجال *Azotobacter chroococcums* وبعض سلالات من جنس *Azospirillum*، بالإضافة إلى ميكروب *Bacillus subtilis* وميكروب *Pseudomonas fleurecences*.



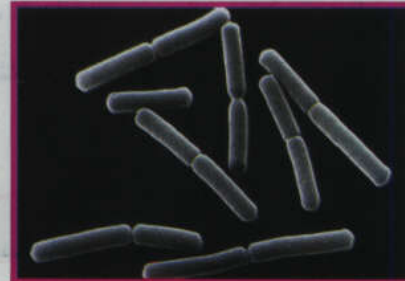
الشكل رقم (٢٨)
أزوسبيريللم برازيللي
Azospirillum brasilense



الشكل رقم (٢٧)
أزوتوباكتر كروكوكام
Azotobacter chroococcum



الشكل رقم (٣٠)
جنس سيدومونس
Pseudomonas sp.



الشكل رقم (٢٩)
باسيلس سابتيليس
Bacillus subtilis

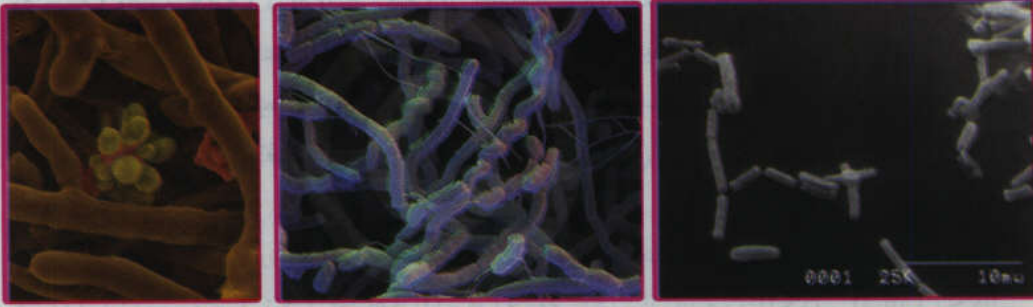
- ٤- يقوم بتثبيت الأزوت الجوي (N_2) بكفاءة عالية فيزيد خصوبة التربة.
- ٥- يزيد من قوة سيقان النباتات لتحرير عنصر الكالسيوم، كما يزيد محتوى الأوراق من الكلورفيل، خاصة كلورفيللي أ.ب.
- ٦- يزيد محتوى النبات من الهرمونات (مثل السيتوكينين والجبريللين) فينشط النمو.
- ٧- يزيد من تركيز البروتينات عن الكربوهيدرات في النبات فيكون معدل البناء أكثر من معدل الهدم.
- ٨- يزيد تركيز الأحماض الأمينية والـ (ATP) في الأوراق والسيقان.
- ٩- يزيد قدرة النبات على النمو في ظل مستويات منخفضة من العناصر الغذائية مع تحسين الاستجابة للتسميد.
- ١٠- يزيد من نسبة وسرعة إنبات البذور ويدعم نمو البادرات.
- ١١- يزيد من خصوبة التربة ويحسن من خواصها وإنتاجيتها كمّاً ونوعاً.

٢) اللقاحات الحيوية وعلاقتها بالتربة الملحية والنبات:

من المعروف أن النبات في الأرض الملحية يواجه مشكلتين. الأولى هي صعوبة الحصول على الماء من تربة جهدھا الأسموزي سالب، والثانية مواجهة التركيزات العالية السامة لكربونات الصوديوم وأيونات الكلوريد. لكن عند إضافة الملح الحيوي، فإنه بالإضافة إلى الفوائد التي ذكرناها في حالة التربة الجيرية، تحدث التأثيرات الإيجابية التالية في الأراضي الملحية:

- أ- يزيد من حجم المجموع الجذري وعدد الشعيرات الجذرية فتزداد طاقة النبات على امتصاص ما يحتاجه من الماء، بل إن الجذور قد تمتد في وجود الملح الحيوي إلى أعماق أبعد حيث تنخفض تركيزات الأملاح فيحصل النبات على احتياجاته المائية بسهولة.
- ب- يزيد من الضغط الإسموزي لخلايا النبات، خاصة الجذرية نتيجة لتراكم المواد العضوية الذائبة (مثل البروتين وبعض الأحماض العضوية والأمينية) في

ذلك النشا ويحلله عدد كبير من الميكروبات (مثل: *Micromonospora*, *Bacillus*, *Aspirgillus*) والتي تقوم بإفرازها لإنزيم الأميليز (Amylase). ثم تحلل بعد ذلك المواد السكرية والأحماض العضوية إلخ. حتى تصل في النهاية إلى العناصر الأساسية. بما في ذلك ك₂ والماء. هذه العناصر المعدنية تبقى في التربة (مثل: P, Mo, B, Zn, Mn, Cu, Fe, Mg, Ca, K) وبعض العناصر الثقيلة المفيدة للنبات) فيمتصها النبات وتدخل في تركيبه من جديد. ثم يأتي الإنسان والحيوان فيتغذى عليها. ثم يموت الإنسان والحيوان فتتحلل أجسامها بفعل الكائنات الحية الدقيقة ويعود ما بهما من عناصر معدنية إلى التربة. فيمتصها النبات مرة أخرى وهكذا دواليك في حلقة كونية مغلقة إلى أن يرث الله الأرض ومن عليها.



الشكل رقم (٤١) *Bacillus megaterium* باسيلس ميجاتيريم
الشكل رقم (٤٢) *Streptomyces sp.* جنس ستريبتوميسيس
الشكل رقم (٤٣) *Pullularia pullulans* بولولاريا بولولانس

ومن هنا دعت الضرورة إلى تحويل المخلفات العضوية إلى أسمدة عضوية جيدة التحلل للعديد من المخلفات الزراعية: كمخلفات الفاكهة، نواتج قص وتقليم الأشجار، أحطاب الفول والذرة، سوسة القمح والشعير، قشور الفول البلدي والفول السوداني والصويا، مصاصة القصب، مخلفات النخيل وعيش الغراب. هذا بالإضافة إلى مخلفات الدواجن والمواشي، مخلفات المجازر، مخلفات الصرف الصحي الصلبة (البودريت) وما إلى ذلك.

وبلاحظ أن أي مخلفات عضوية تكون فيها نسبة الكربون إلى النيتروجين كبيرة تكون بطيئة التحلل طبيعياً لقلة ما بها من نيتروجين، فوسفور، كبريت. وللاسراع من تحللها لابد من رفع نسبة النيتروجين من ٠,٣٪ إلى ١,٢٪ بإضافة بعض الكيماويات مثل:

(ب) نثر البذور وتغطيتها جيداً لحمايتها من الجفاف والطيور. وذلك قبل سقوط الأمطار بمدة كافية (١-٢ أسبوع) مع إضافة الأسمدة المعدنية أثناء موسم الأمطار.

(ج) إختيار النباتات المناسبة والمتحملة للجفاف.

الطرق العامة لإستعمال الملحقات الحيوية:

(أ) للبذرة: تغسل البذور أولاً للتخلص من أي مواد قد تكون سامة للقاح المستخدم. ثم تعامل البذور باللقاح (عبوة لكل فدان) مع إضافة المادة اللاصقة وتترك في مكان مظلل لمدة (١-٢ ساعة). ثم تزرع وتروى مباشرة على أن تكون الزراعة في الصباح الباكر أو قبل الغروب. عند الري بالتنقيط تضاف العبوة إلى ماء السقادة.

(ب) للشتلة: تغمس جذور الشتلة لمدة (١٠-٣٠ دقيقة) في اللقاح الممزوج بالماء (عجينة سائلة أو روية) أو صب اللقاح الممزوج بالماء حول جذور الشتلات قبل زراعتها.

(ج) للأشجار والشجيرات: تذاب عبوة اللقاح في ٢٠ لتر ماء مع التقليب الجيد. وعندما يبدأ موسم النمو أو بعده بقليل يضاف ٠,٥ لتر من محلول اللقاح للشجيرة. لتر واحد للشجرة. وذلك بعد الري وإنحسار المياه حول جذوع الأشجار أو الشجيرات.

ومن أمثلة المخصبات الحيوية التجارية المستخدمة حالياً في الزراعة النظيفة

بمصر نذكر ما يلي:



الحيوب

(١) **بلوجرين (Blugreen):** مخصب حيوي يحتوي على أنواع معينة من الطحالب الخضراء المزرققة القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي (N_2) في أجسامها وتحويله إلى مركبات أزوتية يمكن للنباتات أن تستفيد منها. ويوفر هذا المخصب ما مقداره ١٥ كجم أزوت/فدان في الموسم.



الخضروات والذرة

(٢) **ميكروبين (Microbin):** مخصب حيوي مركب من مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة التي تزيد من خصوبة التربة وتقلل من معدل إضافة الأسمدة الأزوتية والفوسفاتية والعناصر الصغرى بما لا يقل عن ٢٥٪. ويحد من مشكلات التلوث البيئي. ويضاف إلى التقاوي السابق معاملتها بالمطهرات الفطرية بمعدل ٤٠٠ كجم لكمية من البذور تكفي لزراعة فدان.

(٦) **العقدين (Okadin):** مخصب حيوي آزوتي (به إحدى سلالات الريزوبيم) للمحاصيل البقولية الصيفية (مثل: فول الصويا. الفول السوداني. اللوبيا. الفاصوليا) والمحاصيل البقولية الشتوية (مثل: الفول البلدي. البرسيم. العدس. الحلبة. البسلة. الترمس). يتم خلطه مع التقاوي قبل الزراعة مباشرة في وجود مادة لاصقة بمعدل ٤٠٠ جم/فدان.



الخضر والفاكهة

(٧) **أسكورين (Ascorin):** منشط نمو طبيعي للمحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة يحتوي على مواد عضوية مغذية للنبات بنسبة ٦٢٪. يوفر ٢٥٪ من المقررات السمادية الآزوتية الموصى بها. ويضاف بمعدل ٤٠٠-٨٠٠ جم/فدان حسب نوع النبات.

(٨) **ريزوباكترين (Rhizobacterin):** مخصب حيوي فعال يستخدم للمحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة. يحتوي على أعداد كبيرة من البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي (تكافلياً ولا تكافلياً) والمحملة على البيتموس. توفر الأسمدة الآزوتية الكيماوية المقررة للفدان بنسبة ٢٥٪ للمحاصيل غير البقولية. وبنسبة ٨٥٪ للمحاصيل البقولية. يضاف بمعدل ٣٠٠-٤٠٠ جم/فدان (يحتوي كل جرام منه على ١٠^٧ جرثومة بكتيرية).

(٩) **النيمالس (Nemaless):** مخصب ومبيد حيوي للقضاء على النيماتودا. من أهم مميزاتة:

- أ- القضاء على بويضات ويرقات النيماتودا.
- ب- زيادة خصوبة التربة.
- ج- عدم تأثيره على الكائنات الحية النافعة بالتربة.
- د- رخص تكاليف المقاومة.
- هـ- الحفاظ على نظافة البيئة.

(١٠) **الأزولا (Azolla):** وهي مجموعة من النباتات الأولية السرخسية التي تتعايش معها الطحالب الخضراء المزرقمة المثبتة للأزوت الجوي. تنمو على سطح المياه في حقول الأرز. وتوفرها وزارة الزراعة بكميات كبيرة في محافظات زراعة الأرز بمصر.



(ج) **الخمائر (Yeasts):** ومن أهم أنواعها

Saccharomyces cerevisiae. وهي تفرز

مضادات حيوية وإنزيمات وهرمونات تشجع

انقسام الخلايا. وهذه المواد مفيدة أيضاً لغيرها

من الكائنات الحية الدقيقة النافعة مثل: بكتيريا

حمض اللبنيك والأكتينوميسيتات.

الشكل رقم (٤٦) خميرة الخبز

(د) **أنواع أخرى (Others):** تنشط أثناء عملية التصنيع أنواع أخرى من البكتيريا

لتنضم إلى ما هو موجود في محلول EM الأساسي فيتكون بذلك محلول EM

النشط والغني بالتنوع الميكروبي.

يتضح مما سبق أن كل مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة لها وظيفة خاصة

بها. ولكن بكتيريا التمثيل الضوئي لها الريادة والأهمية في نشاط EM1 حيث تدعم

نشاط الميكروبات الدقيقة الأخرى. كما تقوم بتحويل المواد المنتجة بواسطة الكائنات

الدقيقة الأخرى إلى مواد نافعة للنبات وصديقة للبيئة. ويطلق على هذه الظاهرة

التعاونية مبدأ التعايش والإزدهار "Coexistence and prosperity"

هذا. ويمكن استخدام EM1 مباشرة بالطرق التالية:

(أ) الإضافة الأرضية إلى التربة مع مياه الري (Soil application) بمعدل 1 لتر/فدان

مرة واحدة أسبوعياً.

(ب) إضافته رشاً على المجموع الخضري (Plant spraying) بمعدل 1 سم³/لتر ماء مرة

كل أسبوعين.

(ج) إضافته في صورة بعض المنتجات الثانوية التي يمكن تصنيفها في المزرعة مثل:

1- **منتج EM الثانوي (EM Secondary):** وفيه يتم تخضير ١٠٠ لتر EM ثانوي

من ٥ لتر EM الأساسي كما يلي: يضاف ٥ لتر من المولاس إلى كمية مناسبة

من الماء لإذابته. ثم يكمل محلول المولاس المخفف إلى ٩٥ لتر بالماء - يضاف ٥ لتر من

EM الأساسي إلى المحلول السابق مع التقليب جيداً - يوضع المحلول الجهاز السابق

تترك بدون تقطيع، ثم توضع في وعاء بلاستيك ويضاف إليها محلول مكون من EM1 بنسبة (٥٪) ومولاس بنسبة (٥٪) وماء خالي من الكلور بنسبة (٩٠٪) وتترك هكذا في الوعاء البلاستيك بعد إحكام غلقه لمدة ٣-٤ أسابيع (يصل pH المحلول عندئذ إلى ٣,٥ فيصبح جاهز للاستخدام) يصفى المحلول، ويضاف مع مياه الري بمعدل ١ سم^٣/لتر ماء/ أسبوع. بينما تضاف الحشائش (بعد أخذ المحلول) لأي كومة سمادية.

ولقد أثبتت التجارب التي أجريت بالتعاون مع مؤسسة EMRO اليابانية (Effective Microorganisms Research Organization, Ink.) أن استخدام EM1 بالمعدلات والطرق السابقة مع تقليل كمية الأسمدة المعدنية إلى النصف في وجود المادة العضوية أعطى أفضل النتائج. ومع استمرار إضافة EM1 لعدة سنوات فإنه يمكن الاستغناء كلية عن الأسمدة الكيماوية حيث تصبح التربة (EM soil) وتنتج عندئذ محصول متميز خالي من الكيماويات. إن العودة إلى الزراعة الطبيعية لتحقيق هدف الزراعة المستدامة (Sustainable agriculture) وإنتاج محاصيل ذات صفات عالية الجودة، خالية من الكيماويات الزراعية كإتجاه عالمي يتم تدريجياً باستخدام الأسمدة العضوية بالإضافة إلى بعض الخصبات الحيوية المتكاملة مثل EM1.

ومن أهم التطبيقات العملية على ما ذكرناه من بعض الخصبات الحيوية التجارية شائعة التداول في مصر أن تسميد شتلات الببروميا الصغيرة (عمر ثلاثة أشهر) بالنيتروبن بمعدل ٥ جم/ إصيص قطرة ١٢ سم أدى إلى تحسين النمو الخضري والجذري، وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، النيتروجين، الفوسفور و البوتاسيوم مع تحسين مظهر النبات وجمال أوراقه المبرقشة. وفي عام (٢٠٠٨) أوضحت بشرة وآخرون أن أفضل سبيل لتحسين نمو وجودة مسطح التيف واي (Tifway) هو تسميده عقب كل حشه بالبيوجين أو النيتروبن بمعدل ٥٠ جم/م^٢ مع الرش بالأكتوسول (سماد عضوي سائل لحمض الهيوميك) بمعدل ٢٠ مل / لتر ماء. وعلى نباتات نخيل

- ١- النظافة وتخليص البيئة من هذه المخلفات بشكل نافع ومفيد.
 - ٢- القضاء على بذور وريزومات الحشائش الضارة.
 - ٣- القضاء على الذباب والفئران والثعابين التي تتخذ من هذه المخلفات مأوى لها.
 - ٤- الحرارة الناجمة من نشاط الميكروبات أثناء التخمر كافية للقضاء على ما به من طفيليات وميكروبات مرضية في مدى قصير جداً (أنظر الجدول التالي). ويمتد هذا أيضاً للآفات الحشرية والفطريات والنيماطودا التي تصيب المحاصيل.
- جدول رقم (٧): يوضح الحرارة الناجمة من نشاط الميكروبات أثناء التخمر .

اسم الميكروب الممرض	المرض الذي يسببه	درجة الحرارة التي يموت عندها والمدة
١- سالمونيلا تيفوسا	التيفود	تموت على ١٠م°/٢٠ق
٢- إيشيرشيا كولاي	التسمم الغذائي	تموت على ١٠م°/١٥ق
٣- أنتاميبا هستوليتكا	الدوسنتريا الأميبية	تموت على ٥٥م°/عدة ثوان
٤- ميكوبكترم تيوبركيولوزس	السل الرئوي	تموت على ١٠م°/٢٠ق
٥- كورينيبكترم دفتريا	الدفتيريا	تموت على ٥٥م°/٤٥ق

- ٥- التخلص من المبيدات: فمثل هذه المخلفات النباتية يكون عالقاً بها بعض المبيدات ونواجٍ خللها غير البيولوجي. وهناك العديد من الميكروبات المحللة لهذه المبيدات مثل *Achromobacter*, *Arthrobacter* (خلل مبيد الحشائش D - 4, 2), *Pseudomonas*, *Bacillus* (خلل مبيد الحشائش Parathion). إلا أنه من الأفضل الحد من استخدام هذه المبيدات. حيث أن نواجٍ إختزال النترات إلى نيتريت تتحد مع نواجٍ خلل المبيدات وتتكون مركبات النيتروز أمين وهي مطفرة للخلايا وتسبب السرطان. كما أن استخدام المبيدات يؤثر على العمليات الحيوية الهامة بالتربة مثل التآزت وتثبيت الأزوت الجوي تكافلياً.

ومن الفوائد الأخرى للتسميد العضوي:

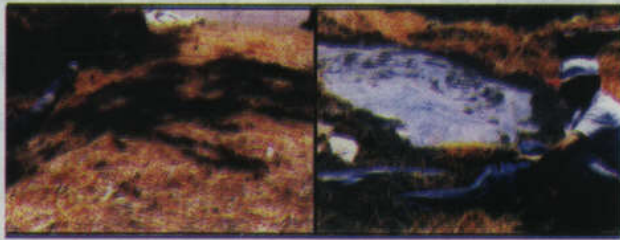
- أ- حماية البيئة من التلوث نتيجة لترشيد استهلاك الأسمدة المعدنية.
- ب- إنتاج غذاء نظيف وآمن صحياً للإنسان والحيوان خالي من الميكروبات والملوثات الكيماوية.
- ج- إنعدام رائحة السماد المنتج عند التحلل الجيد.
- د- ارتفاع محتواها من العناصر السمدية والمادة العضوية.

أنواع الأسمدة العضوية

والأسمدة العضوية أنواع، إلا أنها تختلف باختلاف مصادرها الأصلية كما يلي:

١. السماد البلدي: ناتج التخمير الهوائي لروث الماشية والخلفات الحيوانية الأخرى.
 ٢. السماد العضوي الصناعي: ناتج التخمير الهوائي لخلفات المحاصيل وبقايا المزارع.
 ٣. سماد الدواجن: ناتج التخمير الهوائي لزرق الدواجن.
 ٤. سماد البودريت: ناتج عن التجفيف الهوائي للحمأة بعد معالجتها.
 ٥. سماد الكومبوست: ناتج عن التخمير الهوائي لمخاليط الخلفات النباتية والحيوانية أو الأسمدة الأزوتية.
 ٦. سماد القمامة: ناتج من التخمير الهوائي لقمامة الشوارع ومخلفات المنازل بعد فرزها في المدن والقرى.
 ٧. سماد البيوجاز: ناتج عن التخمير اللاهوائي للمخلفات النباتية والحيوانية والأدمية بعد إنتاج غاز الميثان كمصدر دائم ومتجدد للطاقة.
- وبالطبع فإن محتوى كل سماد أو كومبوست من العناصر الغذائية والمكونات الأخرى يختلف باختلاف أصل المادة العضوية التي صُنعت منها. يوضح ذلك الجدول رقم (٧):
- جدول رقم (٨): يوضح التركيب الكيميائي لبعض أنواع الكومبوست ومقارنته بكومبوست مخلفات المزرعة .

نوع السماد أو الكومبوست	N%	P%	K%	OM%	C/N ratio
كومبوست ورد النيل	0,58	0,31	1,50	18,1	18
كومبوست قش الأرز	1,04	0,26	0,85	30,4	17
كومبوست الخلفات الأهلية (القمامة)	0,74	0,25	0,48	24,3	19
كومبوست مخلفات المزرعة	0,33	0,21	1,08	8,7	10



الشكل رقم (٥١)

مراحل تصنيع السماد العضوي من المخلفات الزراعية

وبصفة عامة، يتم إعداد الكومة (عمل المكورة) بطريقتين:

الطريقة الأولى: باستخدام سائل الإسطبل، كما يلي:

- (أ) توضع كمية من القش أو المخلفات المفرومة في سائل المجاري لعدة ساعات لترطيبها. ثم تفرش على ريع المساحة المخصصة لعمل الكومة أو المكورة. يكرر العمل في اليوم التالي في الريع الثاني من المساحة. ويكرر ذلك في اليوم الثالث والرابع حتى تغطي المساحة كلها.

جدول رقم (٩) : يوضح بعض البقايا النباتية وما تحتاجه من مخلوط الأسمدة

الكيمياوية المنشط لكل طن مخلفات:

نوع البقايا النباتية	مخلوط الأسمدة الكيماوية المنشط
قش الأرز - الحشائش الخضراء - أوراق الخضروات - البصل التالف - أوراق الأشجار.	١٥ كجم سلفات نشادر + ٣ كجم سوبر فوسفات + ١٥ كجم كربونات كالسيوم + ١٠٠ كجم تراب.
تبين البرسيم والحلبة والقمح والشعير.	٢٠ كجم سلفات نشادر + ٤ كجم سوبر فوسفات + ٤١ كجم كربونات كالسيوم + ٧٠-١٠٠ كجم تراب.
تبين الفول واللوبياء - عروش الطماطم - قش القصب - عروش الفول السوداني أو البطاطا أو البطاطس أو القلقاس.	٢٥ كجم سلفات نشادر + ٥ كجم سوبر فوسفات + ٢٥ كجم كربونات كالسيوم + ٧٠-١٠٠ كجم تراب.
حطب الذرة - سيقان الموز - حطب الترمس - حطب الخروع.	٣٥ كجم سلفات نشادر + ٧ كجم سوبر فوسفات + ٣٥ كجم كربونات كالسيوم + ٧٠-١٠٠ كجم تراب.

وغالباً ما يعطي الطن الواحد من المخلفات النباتية نحو ٢,٥ م³ من السماد

العضوي الصناعي.

تصنيع كومبوست الـ EM (EM compost):

يساعد الخصب الحيوي EM1 في الإستفادة من مخلفات المزارع وتحويلها إلى سماد عضوي في فترة قصيرة نسبياً بدلاً من حرق هذه المخلفات وما تسببه من تلوث للبيئة. وذلك في عملية كمر لا هوائي دون الحاجة إلى تقليب كومة المخلفات كل فترة معينة كما يحدث في طرق التصنيع التقليدية. كما أن الكومة ترطب بالمياه فقط عند الحاجة فتعود بالفوائد التالية:

- تصنيع كومبوست جيد التحلل وغني في الوقت نفسه بالكائنات الحية الدقيقة النافعة.
- إنضاج الكومة السمادية في فترة زمنية وجيزة. وهذا يتوقف على نوع المخلفات النباتية المستخدمة في الكومة السمادية.

والكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات ... وغيرها. كما يزداد نشاطها بما ينعكس بالإيجاب على نمو وإنتاجية المحاصيل. على الجانب الآخر، فإن وجود المادة العضوية في التربة مهما بلغت نسبتها، أيضاً أمرٌ عديم الجدوى إذا غابت الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليل هذه المادة العضوية وحرير ما بها من عناصر ومواد في صورة يستطيع النبات الإنتفاع بها.

من هنا نرى أن التسميد الحيوي يأتي ثماره في وجود المادة العضوية. وأن المادة العضوية في وجود المخصب أو الملحق الحيوي تصبح ذات قيمة، فكلاهما مشدود إلى الآخر لا يستطيع أن ينفك عنه. وبالتالي فهما بالفعل وجهان لعملة واحدة.

وتستخدم الأسمدة العضوية كأسمدة حيوية وكيميائية في آن واحد. أو تضاف للتربة ومعها بعض المخصبات الحيوية المحتوية على سلالات معينة من الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تحليلها وهدمها. لتخرج ما فيها مواد طبيعية نافعة للنبات فيقل الاستخدام المكثف للأسمدة الكيماوية التي ارتفعت أسعارها بشكل كبير في الآونة الأخيرة والتي تسببت في تلويث التربة والمياه وربما الهواء أيضاً. ولقد أجريت العديد من الدراسات لمعرفة تأثير التسميد بالمواد العضوية على نمو وإنتاجية العديد من النباتات. ودورها في ترشيد استخدام الأسمدة المعدنية. من ذلك ما وجده Wootton *et al.* (1981) عندما قاموا بزراعة ثلاثة أنواع من نباتات الزينة المزهرة هي: القطيفة (*Zinnia elegans* Jacq. الزينيا. *Tagetes erecta* L. cv. Golden Jubille) والبيتونيا cv. Fire Cracker) و *Petunia hybrida* Hart. cv. Sugar Plum) في بيئات مختلفة تعتمد في تكوينها على كومبوست مخلفات المجاري المعالج. أوضحت النتائج حدوث زيادة في المادة الجافة لأوراق وسيقان الأنواع الثلاثة. خاصة المزروعة في بيئات تحتوي على مخلفات مجاري ذات جزيئات دقيقة ناعمة. مما يشير إلى ضرورة تنعيم المادة العضوية بعد تخميرها لتصبح جزيئاتها صغيرة قدر المستطاع فيسهل عمل البكتيريا عليها. أيضاً لم تظهر أية أعراض نقص للعناصر الغذائية أو أية أعراض سمية على النباتات المزروعة مما يشير إلى إمكانية الاستغناء عن إضافة الأسمدة الكيماوية أو إضافتها عند الضرورة بكميات بسيطة.

الأسماك، كومبوست أوراق الأشجار الجافة، مسحوق العظام، كسب بذور بعض المحاصيل الزيتية، وكذلك مخلفات عيش الغراب كان مفيداً للنمو والتزهير. فعندما أضيف كومبوست زرق الدواجن المجفف إلى نباتات الجنس *Oncidium* (صنف Golden Shower) ونباتات الجنس *Dendrobium* (صنف Louisae Dark) بمعدل ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠ جم/نبات كل ثلاثة أشهر كان عوضاً لتسميدها بأحد الأسمدة الكيماوية المركبة (رشاً على الأوراق) بمعدل 25 جم/5 لتر ماء كل عشرة أيام. كما أدت المعادلة السابقة إلى زيادة محصول الأزهار في نباتات جنس *Dendrobium* وزيادة طول النورات في نباتات جنس *Oncidium*.



الشكل رقم (٥٥)
أوركيد جنس *Oncidium*



الشكل رقم (٥٤)
أوركيد جنس *Dendrobium*

إن استخدام كومبوست المخلفات النباتية كمادة مدعمة للتربة يعتبر أحد الإجراءات الزراعية القديمة الفاعلة التي إنتهجها الفلاح المصري منذ مئات السنين. فهي تزيد من قدرة الأرض على الاحتفاظ بالماء، وتحسن بناءها وعمدها بالمادة العضوية اللازمة لنشاط البكتيريا النافعة. كما أنها تستخدم كمكون أساسي في بيئات المشاتل المنتجة للنباتات في أصص أو أوعية. ويعتبر كومبوست المخلفات النباتية الخضراء

- (٣) تجديد النظم الحيوية الموجودة بالتربة من خلال دعمها بمثبتات جديدة للأزوت تشارك الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للأزوت والموجود أصلاً بالتربة.
 - (٤) إنتخاب سلالات أو أصناف نباتية أكثر استجابة لمثبتات الأزوت الحيوية والصناعية.
 - (٥) عدم الإسراف في التسميد بالأسمدة الأزوتية الكيماوية لأنه يثبط التثبيت الحيوي للأزوت.
 - (٦) الإهتمام ببعض العمليات الزراعية التي تساعد على تثبيت الأزوت بشكل أفضل والإحتفاظ به في التربة (كالعزيق ومقاومة الحشائش والعناية بالتسميد العضوي.... إلخ).
 - (٧) إكتشاف بعض مثبطات النترنة (Nitrification inhibitors) رخيصة الثمن. كزراعة أشجار النيم (Neem) أو إضافة الكسب (Cake) للتربة.
 - (٨) تحسين قدرة التربة على الإحتفاظ بالماء، لأن الرطوبة المثلى عنصر هام لنجاح تكوين العقد البكتيرية (Nodulation). وبالتالي نجاح تثبيت الأزوت حيوياً بواسطة البقوليات.
- يمكن ان نستخلص القول بأن إستخدام الأسمدة أو المخصبات الحيوية المثبتة للأزوت الجوي، أو المذابة للفوسفات أو المحللة للمادة العضوية مع العناية بالتسميد العضوي هما جناحي الطائر الذي سيحمل لنا منتج زراعي آمن ونظيف. كما أن الإعتماد على المقاومة الحيوية للأمراض والآفات، بجانب زراعة الأصناف المقاومة هي ذيل ذلك الطائر الذي سيحط بنا على بر الأمان.

٨. بشرة عبد الله، سيد شاهين و نجلاء يوسف (٢٠٠٧) إلى أي مدى يستطيع السماد الحيوي و حمض الجبريلليك تحسين نمو شتلات البروميا. مجلة الكيمياء البيولوجية و العلوم البيئية. مجلد (٢)، العدد (٤): ١٦٧-١٧٩.
٩. بشرة عبد الله، عزة عبد المنعم وسيد شاهين (٢٠١٠) تحسين كفاءة السماد المركب (NPK) لنبات العلم الأبيض بإستخدام الخميرة الجافة النشطة. مجلة الكيمياء البيولوجية و العلوم البيئية. مجلد (٥)، العدد (٤): ١٢-١٠.
١٠. حسان، محمد توفيق . محمد على مذكور ومحمد جمال حسونة (١٩٨٥): دور مثبتات الأزوت في علاج مرض الشعير المنزوع في المناطق الجافة بالساحل الشمالي الغربي لمصر. مجلة العلوم وبحوث التنمية، مجلد (١٢)، العدد (٦): ١١٨-١٣٠.
١١. حسونة، محمد جمال . محمد توفيق حسان ومحمد على مذكور (١٩٩٤): زيادة محصول Alfalfa الملحق بالبكتيريا المثبتة للأزوت والمنزوع بالتربة الجيرية بشمال غرب مصر. مجلة بحوث وإصلاح الأراضي الجافة. مجلد (٨)، العدد (١): ٣٨٩-٣٩٣.
١٢. سمية أحمد، ونبل السيد (٢٠٠٤): الزراعة النظيفة. الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي، نشرة فنية رقم (٩٢٧)، عدد الصفحات: ٣٢.
١٣. عبد الغفار، احمد سالم . (١٩٩٠): العوامل التي تؤثر على تكوين العقد البكتيرية وثبيت الأزوت الجوي تكافلياً بواسطة البقوليات. منظمة اليونسكو، مؤتمر الإيكاردا حول تكنولوجيا السماد الحيوي، جامعة عين شمس، الصفحات: ٦٠-٣٩.

المراجع الاجنبية

1. Ames, R.N. and R.G. Linderman (1977) Studies on the vesicular – arbuscular mycorrhizae of Easter lily in the pacific North West. Proc. Amer. Phytopathological Soc., 201 (4): 45-49.
2. Bose, T.K. and L.P. Yadav (1989) Commercial Flowers. Naya Prokash Calcutta – 700006, India. P. 2-3, 118, 242, 565, 610-611 and 673.
3. Burger, D.W., T.K. Hartz and G.W. Forister (1997) Composted gren waste as a container medium amendment for the production of ormamental plants. HortScience, 32 (1): 57-60.
4. Busch, E. and J. I. Leijey (1998) Use of endomycorrhizal fungi for plant cultivation on buildings. Angewandte Botanik, 71 (112): 50-53.
5. Coxwell, M.A. and C.R. Johnson (1985) Effects of vesicular- arbuscular micorrhizae and nitrogen source on growth and transport amino acids composition of *Pittosporum tobira*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110 (6): 800-803.

12. Johnson, C.R.; J.A. Menge and E.L. Johnson (1982) Effect of vesicular – arbuscular mycorrhizae on growth of *Chrysanthemum morifolium*. Scientia Hort., 17 (3): 265-269.
13. Kaloosh, A.A. (1994): Effects of inoculation and nitrogen fertilization on yield of intercropped wheat with some legumes. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 19 (9): 3101-3108.
14. Lakshami, V.; A. Satyanarayana Rao; M. Lakshami; S. Kumari and N.S. Subba Rao (1977) Establishment and survival of *Spirillum lipoferum*. Proc. Indian Acad. Sci., 86 (8): 397-404.
15. Lang, H.A. and G.C. Elliot (1997) Enumeration and inoculation of nitrifying bacteria in soilless potting media. J.Amer. Soc. Hort. Sci., 122 (5): 709-714.
16. Lazarovits, G. and J. Nowak (1997): Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment. Hort Science, 32 (2): 188-192.

مع تحيات
الإدارة العامة للثقافة الزراعية

رقم الإيداع : ٢٠٠٩٦ / ٢٠١٥
الترقيم الدولي : 9 - 452 - 302 - 977 - 978

-fertilization are greatly correlated together. The use of bacteria combining with organic fertilizers results in encouraging plant growth and yield, and helps to keep the environment clean for our coming generations.

At the end, we can say that using biofertilizers that fix atmospheric N_2 , solubilize phosphate or decompose organic matter are the mainstay for getting clean and safe agricultural products.

resulted from atmospheric N_2 fixation. These bacteria known as *Rhizobium*. It was noticed that potential of biological N_2 fixation for most plant species is ranged between 200-3000 Kg N/ha/crop. So, amount of N-chemical fertilizers costs and pollution could be reduced to the minimum values.

b) The Non-Symbiotic Bacteria which fix atmospheric N_2 without depend on any host system. These free living - N_2 - fixing microorganisms include some strains of *Azotobacter*, *Azomonas*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Vibrio*, *Clostridium*, besides the blue- green algae (*Cyanobacteria*). These microorganisms Fix yearly about 10-40 kg N/ha.

c) Mycorrhizae inoculants, where the roots of plants are colonized by beneficial vesicular- arbuscular mycorrhizal soil fungi (VAM), forming symbiotic-associations. So, VAM fungi are consider integral parts of their host plant. They play a vital role in improving plants nutrition and yield, in protecting plants from pathogens, in increasing plant resistance to environmental stress and in conserving soil by aggregation. They also increase phytohormone production (i.e. cytokinins, gibberellins and ethylene).

d) Phosphate Solubilizing microorganisms, such as those belonging to *Pseudomonas* and *Bacillus* bacteria genera or to *Penicillium*



BIO-AND ORGANIC FERTILIZATION
FOR
SAFE AND CLEAN AGRICULTURAL PRODUCT

Preparation of scientific material
Prof. Dr. Saeed M. Shalheen
Prof. Dr. Basim A. El-Sayed
Dr. Lobna M. Abd El-Ghaffar
Horticulture Research Station
Experimental Research Center
(1997)

Technical Bulletin No. (2) 1997
Issued by General Administration
for Agrarian Culture

Ministry of Agriculture &
Land Reclamation
General Administration
of Agrarian Culture

General Supervisor
Eng. Mohamed Sobhy
Chief Editor
Dr. Fekry Kamal Kamel

Agricultural Technical Bulletin

Editor director
Azza Mohamed Sobhy

Deputy Editor Director
Faiza Mohamed Hussein

Secretary
Zainab Abdul Rahim

Technical Preparation
Sahar Adel

Editorial staff
Zeena El-sayed Lotfy
Karima Abdallah Eid
Azza Barakat

E-mail: agrarian-culture@yahoo.com
Tel: 0233373753 / Fax: 33375896

**Ministry of Agriculture &
Land Reclamation
General Administration
of Agrarian Culture**

Gernal Supervisor
Eng/ Mohammed Sobhy
Chief Editor
Dr/ Fekry Kamal Kamel

Agricultural Technical Bulletins

Editor director

Azza Mohamed Sobhy

Deputy Editor Director

Faiza Mohamed Hussien

Secretary

Zainab Abdul Rahim

Technical Preparation

Sahar Adel

Editorial staff

Zeenat El-sayed Lotfy

Karima Abdallah Eid

Azza Barakat

Tet: 0233373753/ Fax: 33372896

E-mail: agrarian-culture@yahoo.com



**BIO-AND ORGANIC-FERTILIZATION
FOR
SAFE AND CLEAN AGRICULTURAL PRODUCT**

Preparation of scientific material

Prof. Dr. Sayed M. Shaheen

Prof. Dr. Bushra A. El - Sayed

Dr. Lobna M. Abd El- Galeel

Horticulture Research Institute

Agricultural Research Center

(ARC)

**Technical Bulletin No (8) 2016
Issued by General Administration
for Agrarian Culture**

BIO-AND ORGANIC-FERTILIZATION FOR SAFE AND CLEAN AGRICULTURAL PRODUCT

Abstract

Over the last decades, the extensive use of chemical fertilizers in agriculture have resulted in serious problems in the soil. It is not only the salinity , but also and more importantly the pollution of the underground water and the accumulation of some toxic chemicals in plant tissues that is considered the major resource of animal fodder and human diet .

As a result of the misuse of chemical fertilizers, the natural biological balance in the soil become disturbed . So, the use of Bio - and organic - fertilizers was suggested to be one of the most important substitutes to restore the natural conditions of the soil and obtain a safe and clean Agricultural product. Biofertilizers mainly contain specific strains of beneficial and effective microorganisms that able to release nutrients from rocks and various organic residues in the soil to be available for economical plants .

Among of these microorgansims :

- a) The Symbiotic Bacteria which live in symbiotic life on the roots or stems of leguminous plants and provide them with amino acids

and *Aspergillus* fungi genera. They are able to change insoluble phosphorus in soil to soluble forms by secreting some organic acids which lower the soil pH and bring about the dissolving of bound forms of phosphate.

e) Using *Azolla* as a green manure. It is a genus of Ferns from aquatic and semi-aquatic habitats able to reduce atmospheric N_2 into ammonia via nitrogenase enzyme.

f) Using some types of microorganisms, such as *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* and *Bacillus subtilis* for biological resistance as a safe way rather than chemical herbicide, insecticide, ... ect., which contaminate environment.

On the other hand, using organic materials in the form of compost, animal manure or green manure improve soil physical and chemical properties, as well as soil fertility by their composition into macro-and micro-nutrients, amino acids, organic acids, sugars and humus, which its presence is also considered a useful habitat for several beneficial microorganisms.

In the presence of organic materials, the number and activity of N_2 -fixing bacteria, mycorrhizae and phosphate solubilizing microorganisms increase in the soil. So, bio-and organic

تأليفه

تأليفه

تأليفه

تأليفه

17. Oliveira, V.L.; V.D.Schmidt and M.M. Bellei (1997) Patterns of arbuscular – and ecto-mycorrhizal colonization of *Eucalyptus dunnii* in Southern Brazil. Ann. Des Sci. Foresters, 54 (5): 473-481.
18. Saxena, M.C. and R.A. Stewart (1983) Faba bean in the Nile Valley. Martinus Nijhoff, the Hague, Netherlands, P. 95-104.
19. Sprenat, M. (1990) Nitrogen Fixing Organisms. Chapman and Hall, London, P.5.
20. Subba Rao, N.S. (1981) Biofertilizers in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, Bombay, Calcutta, P. 6-160.
21. Sylvia, D.M. and S.E. Williams (1992) Vesicular arbuscular mycorrhizae and environmental stress. Amer. Soc. Agronomy, No. 54: 101-124.
22. Tellawi, A.; N. Haddad and B. Hattar (1986) Effect of several *Rhizobium* strains on nodulation, nitrogen uptake and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 149 (3): 314-322.
23. Wootton, R.D.; F.R. Gouin and F.C. Stark (1981) Composted, digested sludge as a medium for growing flowering annuals. J. Amer. Sec. Hort. Sci., 106 (1): 46-49.

6. Davis, E.T.;S.E. Svenson; J.C. Cole and S.A. Duray (1996): Non nutritional stress acclimation of mycorrhizal woody plants. Tree physiology, 16 (11-12): 985-993.
7. FAO (1978) Azolla Propagation and small – scale biogas technology. Report on FAO/UNDP Study Tour to the Peoples Republic of China, 41: 1-20, Rome.
8. Gaur, A.C. and A.S. Negi (1980) Bacterial solubilization of phosphate as evidenced by yield of potato crop. Plant and Soil, 55: 107-117.
9. Gerdemann, J. W. and J. M. Trappe (1975) Taxonomy of the Endogonaceae. In Endomycorrhizas. Ed. Sanders, F.E.; B. Mosse and P.B. Tinker. Academic Press, London, P. 35-51.
10. Hocine, N.H.; R. Perrin; H.R. Hargas and G. Chevalier (1998) Ectomycorrhizal, associations with *Cedrus atlantica*. Mycorrhiza, 8(1):47-51.
11. Horton, T.R.; E.Cazares and T.D. Bruns (1998) Ectomycorrhizal, Vesicular. Arbuscular and dark septate fungal colonization of *Pinus muricata* seedlings in the first 5 months of growth. Mycorrhiza, 8 (1): 11-18.

١٤. فرج، كمال محمود (١٩٩٨): التسميد الحيوي للنجيليات متأثراً بالتسميد النيتروجيني والفوسفاتي، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة المنصورة.
١٥. لبنى عبد الجليل، محمد عبد الباقي و حسام المتولي (٢٠١١) تأثير إضافة الأسمدة الحيوية على أقلية و نمو نباتات نخيل البلح صنف ملكابي الناجمة من زراعة الأنسجة. مجلة المنوفية للبحوث الزراعية، مجلد (٣٦)، العدد (١): ٥٩-٧٣.
١٦. مدكور، محمد على . محمد جمال حسونة ومحمد توفيق حسان. حسونة و م.ت.حسان (١٩٨٧): تثبيت الأزوت في بعض أصناف الشعير الجديدة الملائمة لظروف الجفاف في مصر. مجلة الاسكندرية للبحوث الزراعية، مجلد (٣٢)، العدد (١): ٣٥١-٣٦٣.

قائمة المراجع العربية والاجنبية

المراجع العربية

١. إبراهيم محمد الدسوقي ومشهور لبيب وفاطمة أبو شوك (٢٠٠٢): نشرة علمية عن استخدامات الكائنات الحية الدقيقة النافعة. الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي. نشرة رقم (٧٥٥). عدد الصفحات: ٣٢.
٢. أبو النصر. آمال (١٩٩٣): تأثير الميكوريزا والبكتيريا المثبتة للأزوت على النمو والحالة الغذائية للسورج. مجلة الاسكندرية للبحوث الزراعية. مجلد (٣٨). العدد (٣): ٤٢٧-٤٣٧.
٣. أبو النصر. آمال (١٩٩٤): مجلة الإسكندرية للبحوث الزراعية. مجلد (٤٢). العدد (٢): ١٤٩-١٥٨.
٤. القراميطي. حماد (١٩٩٧): تأثير مستويات الرطوبة الأرضية والتلقيح ببكتيريا العقد الجذرية مع التسميد بالعناصر الصغرى على تكوين العقد الجذرية والنمو والمحصول في فول الصويا. مجلة البحوث الزراعية. جامعة طنطا. المجلد (٢٣). العدد (١): ٨٠-٩٤.
٥. بثينة فتحي عبد الغني (٢٠٠٦): تكنولوجيا الزراعة الحيوية وتطبيقاتها بالأراضي الجديدة. الإدارة العامة للثقافة الزراعية. نشرة فنية رقم (١٦). عدد الصفحات: ٣٢.
٦. بشرة عبد الله. جيهان حسن و سعد الشال (٢٠٠٨) تحسين نمو و جودة مسطح التيف واي بالأكتوسول و الأسمدة الحيوية. مجلة الكيمياء البيولوجية و العلوم البيئية. مجلد (٣). العدد (١): ٩١-١٠٢.
٧. بشرة عبد الله. سميرة صالح و سيد شاهين (٢٠١٠) تأثير السماد الحيوي. حمض الهيوميك و الإندول على جذير عقل بعض نباتات الزينة. ١- الورد الصيني. المجلة المصرية للعلوم التطبيقية. مجلد (٢٥). العدد (٨): ٤٨٥-٤٩٦.

(Compost of green wastes) أحد المواد المتوفرة في البيئة المصرية والتي يمكن الإستعانة بها في عمل بيئات نباتات الأصص والصوب. فبجانب فوائدها المعروفة كمادة عضوية. وجد أنها تحوز بعض المواد القادرة على خفض الإصابة بالأمراض. لاحظ ذلك Burger et al. (1997) عند زراعة نباتات القطيفة، الونكا، البيتونيا، الدندرانزما (*Dendranthema grandiflorum*). البتسبورم، الفوتينيا (*Photinia fraseri*) والجونيبيرس (*Juniperus sabina*) في بيئة مكونة من كومبوست المواد النباتية الخضراء، ومخلوط من الرمل الناعم + نشارة الخشب + بيتموس (بنسبة ١ : ١ : ١ حجماً). حيث أمكن الحصول عند الزراعة في البيئة المحتوية على كومبوست المواد النباتية الخضراء على أعلى نسبة إنبات، أعلى ارتفاع للنباتات، وكذلك أعلى وزن جاف وطازج للسيقان والجذور. بجانب عدم تعرض النباتات لأية إصابة مرضية أو حشرية مقارنة بالنباتات المزروعة في بيئة خالية من هذا الكومبوست.



الشكل رقم (٥٨)
بتسبورم



الشكل رقم (٥٧)
ونكا



الشكل رقم (٥٦)
بيتونيا

كيف يمكن زيادة تثبيت الأزوت حيويًا في التربة؟

- (١) زيادة مساحة الأراضي المنزرعة بالمحاصيل البقولية، أو زراعتها فيما بين نباتات المحاصيل الأخرى، أو تكرار زراعتها بالتبادل مع المحاصيل الأخرى غير البقولية.
- (٢) استنباط سلالات جديدة من الريزوبيم تكفي لتلقيح البقوليات، واكتشاف مثبتات نيتروجين أخرى غير تكافلية لتلقيح محاصيل الحبوب بها.

ولإنتاج أزهار الداليا (*Dhalia pinnata* Cav.) العملاقة (Giant). تم عمل محلول سائل بإضافة جزء واحد فقط من زرق الدواجن أو زيل الماعز إلى ثلاثة أجزاء من الماء. وتركها لمدة ثلاثة أيام. ثم أضيفت إلى قواعد النباتات بعد الري. أدى ذلك إلى زيادة في النمو وفي حجم الأزهار. في تجربة أخرى. أدى استخدام مسحوق الدم أو العظم إلى زيادة في طول نباتات التيوبيروز (*Polianthes tuberosa*). إطالة فترة التزهير وزيادة عدد وجودة الأبصال الناجمة.



الشكل رقم (٥٣)
التيوبروز



الشكل رقم (٥٢)
الداليا

ولقد أوضحت نتائج إحدى الدراسات أن كسب بذور بعض المحاصيل الزيتية (الزيتون والقطن). مسحوق العظم وبعض الأسمدة الخضراء وكومبوست مخلفات المزارع (FYM) كانت كافية لنمو وإزهار شجيرات الورد بشكل جيد عند إضافتها بمعدل ٤,٥ طن/هكتار. أو عند إضافتها بمعدل ٦-٨ كجم/شجيرة. بينما كانت إضافة كومبوست القمامة بمعدل 30 طن/هكتار هي المعاملة الأكثر تأثيراً في تحسين نمو وإزهار الورد (Bose and Yadav, 1989).

وعلى نباتات الأوركيد (Orchids) أشار العديد من الباحثين إلى أن إضافة روث الأبقار المجفف أو الطازج. كومبوست مخلفات الدواجن والماعز أو الخنازير. كومبوست

- عدم الحاجة إلى التقليب المستمر للكومة. وبالتالي تقليل الوقت والجهد والتكلفة.
- يمكن استخدام هذا المخصب (EM1) في تدوير مخلفات الموز بدلاً من حرقها في الزرعة. وذلك بعد فرمها أو تقطيعها بالفئوس إلى قطع صغيرة. ثم ترطب بحلول EM الثانوي والبوكاشي بمعدل 1 كجم/م³ من المخلفات. مع وضع طبقة من المخلفات الحيوانية (الروث) طازجة إن وجدت فيما بين طبقات الكومة وإضافة جزء من التربة الجافة إليها لامتصاص الرطوبة الزائدة وعدم فقد النيتروجين والفوسفور من الكومة بعد التحلل.
- ويفضل أن يزداد تركيز EM الثانوي نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة في مخلفات الموز كما يمكن استخدام EM مع أي طريقة أخرى في صناعة الكومبوست دون أي تعارض.
- إضافة إلى ما سبق. فإنه يمكن استخدام الـ EM في تدوير المخلفات الحيوانية الطازجة التي تنبعث منها روائح كريهة وتتكاثر فيها الحشرات والذباب. كما يمكن استخدامه في تدوير مخلفات المدن (القمامة) أو نواتج التصنيع الغذائي أو الأسواق المركزية.

التسميد الحيوي والعضوي وجهان لعملة واحدة

تستخدم المواد العضوية في صورة أسمدة حيوانية (Animal manures) أو مخلفات مزارع (Farmyard manure) أو سماد أخضر (Green manure) أو أي كومبوست (Compost) ناعم جيد التحلل. وكلها تضاف للتربة بقصد تحسين صفاتها الطبيعية والكيميائية معاً. حيث تزيد خصوبة التربة بما تحتويه من عناصر غذائية (كبرى وصغرى). أحماض أمينية وعضوية. سكريات وألياف عضوية. كما تحسن من بناء التربة وقوامها وتزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات. إضافة إلى ذلك. فهي تعتبر بيئة مناسبة للعديد من الكائنات الحية الدقيقة النافعة. بل أن غيابها يجعل وجود أنواع كثيرة من هذه الكائنات أمراً عديم الجدوى. ففي وجود المادة العضوية تزداد أعداد البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي. الميكورهيذا.

(ب) في اليوم الخامس تكبس الطبقة التي تم عملها في اليوم الأول ويوضع فوقها طبقة جديدة. وهكذا في اليوم السادس والسابع والثامن لاستكمال عمل الطبقة الثانية. (ج) نستمر في وضع طبقات التخمر فوق بعضها حتى يصل ارتفاع الكومة إلى ٢-٤م. ثم تغطى بطبقة من التراب. تترك الكومة ٣-٤ أشهر للتخمر. يتم بعدها نضج السماد والذي تصل فيه نسبة النيتروجين إلى ١-١,٥٪ محسوبة على أساس الوزن الجاف.

الطريقة الثانية: باستخدام الأسمدة الكيماوية. كما يلي:

(أ) تقسم كمية المخلفات المراد تخميرها بعد الفرغ إلى عشرة أجزاء. يفرش عُشر الكمية على المساحة المخصصة لعمل الكومة وترش بالماء. ثم تنثر عليها بالتساوي عُشر كمية مخلوط السماد الكيماوي المخصصة لكمية المخلفات الداخلة على عمل الكومة.

ملحوظة: يتكون المخلوط الكيماوي المنشط لكل طن مخلفات من: ١٥-٣٠ كجم كبريتات أمونيوم + ٣-٧ كجم فوسفات كالسيوم أو صخر فوسفاتي + ١-٣٪ كربونات كالسيوم لمعادلة الحموضة كما ذكرنا من قبل.

(ب) نستمر في العمل بهذه الطريقة حتى يتم عمل عشر طبقات ثم ترش الكومة بالماء. ويلزم لكل طن ٨٠٠ لتر ماء بعد الأسبوع الأول. ومثلها بعد الأسبوع الثاني. ومثلها بعد الأسبوع الثالث. ثم ترش الكومة بعد ذلك بالماء كلما لزم الأمر.

(ج) تقلب الكومة بعد (١) أسابيع. ومرة أخرى بعد (٣) أسابيع من المرة الأولى. ثم مرة ثالثة بعد أسبوعين من المرة الثانية.

(د) ينضج السماد بعد (٣-٨) أشهر. ويحتوى عندئذ على: ١٠٪ رطوبة. ١٥٪ مادة عضوية. ١,٦٪ نيتروجين. ٠,٤٪ فوسفور. ٠,٤٪ بوتاسيوم. وعادة يتم خلط السماد بالتراب عند استعماله ليسهل نثره على الأرض.

كيفية إعداد السماد العضوي:

لخلفات المزارع عديمة القيمة الاقتصادية أهمية كبرى في تصنيع أسمدة عضوية جيدة. تضم هذه المخلفات: أوراق الأشجار والأفرع المكسورة، عروش نباتات الخضر وبعض البقوليات، مصاصة القصب، كافة أنواع التبن، نواتج تقليم الأشجار إلخ. ولتحويل هذه المخلفات إلى سماد عضوي جيد التحلل لابد من توافر عدة شروط، من أهمها:

١- فرم المادة النباتية وجزئتها بحيث لا يزيد طول القطع الناجمة عن ١٠-١٥ سم، أما سيقان الموز فتقطع بالفئوس قدر الإمكان.

٢- إضافة كمية من النيتروجين تتناسب مع كمية المخلفات النباتية بالكومة (٣٠ كجم كبريتات أمونيوم/طن مخلفات)، مع إضافة ١-٣٪ من وزن الكومة كربونات كالسيوم لمعادلة الحموضة.

٣- كبس الكومة جيداً مع قلبها بين الحين والآخر لتنشيط البكتيريا الهوائية، وتقليل التالف من الكومة بنقل محيطاتها الخارجية إلى أوساطها وبالعكس.

٤- أن يكون وسط التخمر ملائماً لنشاط الميكروبات المحللة للمخلفات النباتية بالكومة.

٥- أن تكون درجة حرارة الكومة في الحدود المناسبة (٣٠-٣٥ م°).

٦- إضافة التراب (١٠٠ كجم/طن مخلفات) يزيد قدرة الكومة على الاحتفاظ بالماء، ويحفظ P, N من فقدان بالرشح، ويعادل بعض الحامضية.

٧- ألا تقل المساحة المخصصة لبناء الكومة عن ٦ م^٢/طن مخلفات.

٨- ترطيب المخلفات أثناء بناء أو إعداد الكومة بكمية مناسبة من المياه (٦ صفائح/طن مخلفات)، ويفضل استخدام ماكينة رش أو خرطوم لضمان توزيع الماء بالتساوي.

كمية السماد العضوي	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠
كمية السماد العضوي	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠
كمية السماد العضوي	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠
كمية السماد العضوي	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠	١٥.٠



الشكل رقم (٤٨)
جنس سيديموناس
Pseudomonas sp.



الشكل رقم (٤٧)
جنس أرثروباكتري
Arthrobacter sp.

٦- تحول العديد من العناصر إلى الصورة الصالحة لتغذية النبات: فبعض أنواع البكتيريا مثل *Bacillus circulans* و *Bacillus polymexa* لها القدرة على اختزال الحديد إلى حديدوز ذائب في الظروف اللاهوائية، بينما بكتيريا *Thiobacillus* تؤكسد كبريتيد الزنك (ZnS) فيتحلل الزنك في صورة صالحة لتغذية النبات - أما بكتيريا التآزت (*Clostridium, Bacillus*) فتعمل خلال إنتاجها لحمض النيتريك على إنفراد الزنك للنبات. كما توجد أنواع من البكتيريا تختزل الصورة الرباعية للمنجيز إلى الصورة الثنائية الذائبة.



الشكل رقم (٥٠)
جنس ثيوباسيللس
Thiobacillus sp.



الشكل رقم (٤٩)
جنس كلوستريديام
Clostridium sp.

البلح صنف ملكابي. وجدت لبنى وآخرون عام (٢٠١١) أن التسميد الحيوي بالنيتروبن + البيوجين بمعدل ١٥ جم / نبات (لكلٍ منهما على حدة) أعطى أفضل نمو خضري وجذري. وفى دراسة على تجذير عقل نبات الورد الصيني (الهيبيسكس) . وجد أن غمس العقل الخشبية لهذا النبات لمدة ساعة في محلول سماد حيوي متعدد السلالات البكتيرية بتركيز ١٠ مل / لتر أدى إلى زيادة سرعة ونسبة التجذير . وكذلك عدد الجذور / عقله وطول الجذر الناتج .

أما عن استخدام الخميرة الجافة النشطة . فقد وجد أن تسميد شتلات نبات العلم الأبيض (سباتيفيللم) بتوليفة من السماد المركب (NPK) بمعدل ٢ جم / نبات + الرش بمحلول الخميرة بمعدل ٤ جم / لتر أعطى أفضل نمو وأعلى جودة للأزهار الناتجة. كذلك وجد أن استخدام الخميرة النشطة بتركيز ٢٠ سم^٢ / ١٠٠ سم ماء + الميكروبن بمعدل ١٠ جم / نبات أعطى أفضل نمو خضري وجذري لشتلات نخيل البلح صنف برتمودا

التسميد العضوي (Organic fertilization)

يؤدي غياب التسميد العضوي إلى الإسراف في استخدام الأسمدة المعدنية تحت الأنظمة الزراعية الكثيفة والتي تلوث التربة والمياه وبالتالي النبات؛ الأمر الذي جعل مستوى المادة العضوية بالتربة من العوامل المحددة للإنتاج. من هذا المنطلق فإن التوسع في برامج الزراعة العضوية يتحقق بالإستخدام المنظم للأسمدة العضوية. مما يؤدي إلى الحفاظ على خصوبة التربة وتحسين خواصها وإنتاج غذاء صحي وآمن، والمقصود بالزراعة العضوية (Organic agriculture) هو التسميد بالأسمدة العضوية المصنعة من المخلفات الزراعية وغير الزراعية لإسترجاع العناصر الغذائية والمركبات العضوية الموجودة بها في صورة يستطيع النبات الإستفادة منها. فعندما تضاف الأسمدة العضوية للتربة تتناولها الكائنات الحية الدقيقة بالهدم والتحليل منتجة مركبات عضوية بسيطة وعناصر سمادية مغذية في صورة ميسرة للنباتات. ومن هنا كان من الضروري إعادة تدوير المخلفات إلى أسمدة عضوية لتحقيق الفوائد التالية:

في برميل بلاستيك نظيف محكم الغلق ويترك لمدة أسبوع صيفاً و أسبوعين شتاءً في مخزن مظلل. بعد هذه المدة يكشف على المحلول وسوف تجد أن طعمه أصبح حامضي وليس سكري أو كحولي. وهذا يدل على انه أصبح صالح للاستعمال (عندئذ يكون رقم pH المحلول الثانوي الناتج حوالي ٣,٥). يضاف محلول EM الثانوي مع مياه الري بمعدل ١٥ لتر/فدان/أسبوع بالحقن في نظام الري بالتنقيط أو بالرش أو بوضع وعاء بلاستيك به ثقب عند فتحة الري (في حالة الري السطحي بالغمر) بالإضافة إلى رشة على المجموع الخضري بمعدل ٥ سم^٢/لتر ماء مرة كل أسبوعين.

٢- إنتاج البوكاشي (Bokashi): كلمة بوكاشي تعني: مادة عضوية متخمرة بواسطة محلول EM1 الأساسي. وإضافته للتربة توفر وسط ملائم لنمو الكائنات الدقيقة النافعة. كما تمد النبات بالعناصر اللازمة لنموه. ويصنع البوكاشي من أي مخلفات نباتية متاحة بالمزرعة مثل: سرسة الأرز، الردة، قش القمح أو الذرة، عجينة الزيتون أو عجينة بذرة القطن.

وفيما يلي المقادير المطلوبة لعمل بوكاشي من عجينة الزيتون والسرسة:

- ١٦ كجم عجينة كسب الزيتون + ١٦ كجم سرس أرز ناعم (أو سرس قمح).
- ١٠٠ سم^٢ من EM1 الأساسي + ١٠٠ سم^٢ من المولاس.
- ١٠ لتر ماء خالي من الكلور.

ويضاف البوكاشي نثراً بمعدل ٥-١٠ كجم/م^٢ من الأرض أو للشجرة مرة كل شهر. كما يمكن إضافته أثناء إعداد الأرض أو الجورة أو الخندق للزراعة أو خلطه في بيئات المشاتل.

٣- إنتاج كومبوست الـ EM (EM Compost): وهذا سوف نتحدث عنه بالتفصيل عند شرح كيفية عمل الكمورة أو تصنيع الكومبوست.

٤- مستخلص الـ EM: ويتم تصنيعه من الحشائش الطازجة التي تحتوى على العديد من المركبات العضوية والمعادن المفيدة. وهي غير مكلفة. حيث تقطع الحشائش أو

(١١) **المخصب الحيوي EM1:** وهو مخصب يحتوي على خليط من الكائنات الحية

الدقيقة ذات التأثير النافع والمفيد للإنسان والحيوان والبيئة. والحرفان EM اختصار

لكلمتي "Effective microorganisms"

ويشتمل المخصب الحيوي EM على عدة مجموعات من الكائنات الحية

الدقيقة. وأهمها:

(أ) **بكتيريا التمثيل الضوئي (Photosynthetic bacteria)** مثل بكتيريا *Rhodobacter*



الشكل رقم (٤٤)

بكتيريا رودو باكتري

sphacroides وبكتيريا *Rhodopseudomonas*

palustris. وهي أنواع من البكتيريا لها القدرة على

استخدام ضوء الشمس أو حرارة التربة كمصدر للطاقة

في تخليق بعض المواد النافعة من المادة العضوية مثل:

الأحماض الأمينية والنوية. مركبات الطاقة وبعض

العناصر الغذائية والتي تمتص مباشرة بواسطة النباتات.

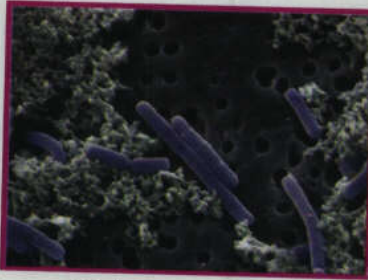
كما أن وجود هذه المواد في البيئة يشجع زيادة أعداد الكائنات النافعة الأخرى بالتربة. مثل

فطريات الميكورهيذا والتي تعمل على تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته وحمايته من بعض

الأمراض والإجهادات البيئية. كما أن هذه الفطريات تتعايش مع بكتيريا العقد الجذرية

(*Azotobacter*) التي تزيد من كفاءة النباتات (خاصة البقولية) على تثبيت الأزوت الجوي.

(ب) **بكتيريا حمض اللبنيك (Lactic acid bacteria)** مثل: بكتيريا *Lactobacillus*



الشكل رقم (٤٥)

بكتيريا اللاكتوباسيلس

casei . *plantaru* *Lactobacillus*

Streptococcus lactis. وهي جميعاً تنتج حمض

اللبنيك الذي له تأثير معقم قوي ويساعد في تحليل

المواد العضوية. خاصة المواد صعبة التحلل كاللجنين

والسليولوز. كما أنه مثبط للكائنات الممرضة. إذ يحد

من إنتشار الفيوزارم والنيماتودا وبذلك يعمل على

خلق بيئة أفضل للنبات.



القطن

(٣) فوسفورين (Phosphorin): مخصب حيوي

فسفوري يحتوي على بكتيريا نشطة جداً في تحويل الفوسفات الثلاثي الكالسيوم غير الميسر والمتواجد في الأراضي المصرية بتركيزات عالية نتيجة للاستخدام المفرط للأسمدة الفوسفاتية إلى فوسفات أحادي الكالسيوم ميسر للنبات. يضاف عقب الزراعة والنباتات موجودة بالحقل بمعدل ٤٠٠ جم/فدان (يحتوي كل جرام من الملقح على ١٠×٨ جرثومة). يقلل معدل استخدام الأسمدة الفوسفاتية بنسبة ٣٥-٥٠٪.



دوار الشمس

(٤) سيرالين (Cyriallin): يستخدم في التسميد

الحيوي للمحاصيل النجيلية (مثل: القمح، الشعير، الأرز، الذرة)، المحاصيل الزيتية (مثل: السمسم، دوار الشمس) والسكرية (مثل: قصب السكر وبنجر السكر). يقلل من استخدام الأسمدة المعدنية بنسبة ١٠-٢٥٪. معدل إضافته ٤٠٠-٨٠٠ جم/فدان حسب نوع النبات المزروع.



بعض محاصيل الفاكهة

(٥) نيتروبين (Nitrobin): مخصب حيوي آزوتي

جميع المحاصيل الحقلية والفاكهة والخضر. يحتوي على سلالة معينة من البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي. ويقلل من استخدام الأسمدة الآزوتية بمقدار ٣٥٪. معدل إضافته ٤٠٠ جم/فدان، حيث تخلط

هذه الكمية مع ١٥٠ كجم تربة، ثم تضاف بعد ٣٠ يوماً من الزراعة نثراً حول النباتات.

السوبرفوسفات و كبريتات الأمونيوم و كربونات الجير بنسب تتلائم مع طبيعة الخلف العضوي المراد تحليله.

من هنا نجد أن الملقح الحيوي يلعب الدور الأساسي في تحليل المادة العضوية الموجودة بالتربة ويحرر منها العديد من العناصر والمواد الغذائية التي يمتصها النبات ويستخدمها في بناء كتلته الحيوية. وهذا بالطبع ينعكس بالإيجاب على إنتاجيته وجودة محصوله.

ثالثاً: الملقح الحيوي وعلاقته بعمليات الخدمة والنبات:

لا شك أن الإعداد الجيد للتربة وحرثها أكثر من مرة بشكل متعامد يحسن من تهويتها واستيعابها لمياه الري. كما أن إضافة المادة العضوية وخلطها جيداً بالطبقة السطحية قبل الزراعة بأسبوعين يعمل على تحسين بناء التربة ويعطي الفرصة للكائنات الحية أن تقوم بتحرير العناصر الغذائية الموجودة بها ليستفيد منها النبات. فالملقح الحيوي له علاقة وطيدة بعمليات الخدمة والري والتسميد والمطر... إلخ. فعلى سبيل المثال:

في الأراضي الرملية: يكون الري متقارب والتسميد المعدني يضاف على مرات عديدة. عندئذ يفضل تكرار إضافة الملقح الحيوي عقب التسميد المعدني المرشد بحوالي خمسة أيام حتى تزداد الفائدة.

التسميد العضوي لا يؤتي ثماره إلا في وجود الملقح الحيوي الذي يعمل على المادة العضوية ويحولها إلى عناصر ومواد أولية يستطيع النبات امتصاصها وإعادة تمثيلها بداخله.

عند الري بالتنقيط تضاف الأسمدة المعدنية سريعة الذوبان. كما تضاف الخصبات الحيوية مع ماء الري في السقاية. وهذا الإجراء ملائم جداً للأراضي الملحية أو التي تروي بمياه مالحة.

عند الإعتماد في الزراعة على الأمطار (كما هو الحال في الساحل الشمالي وشمال سيناء) يفضل:

(أ) نقع البذور قبل زراعتها في الملقح الحيوي في وجود المادة اللاصقة. فإن ذلك يساعد البذور على تحمل الجفاف.

السيتوبلازم فيحدث توازن بين الضغط الإسموزي لخلايا النبات والمحللول الأرضي

فتزداد قدرة النبات على تحمل الملوحة.

ج- يزيد من نسبة السكريات الكحولية والجليسرول والزوربيتول فتزداد اسموزية

الخلايا. وبالتالي قدرة النبات على تحمل الملوحة.

د- يعمل الملقح على تعديل النسبة بين الصوديوم والبوتاسيوم، وبين الماغنسيوم

والبوتاسيوم إلى أقل من الواحد الصحيح فتزداد قدرة النبات على تحمل الملوحة.

٣) اللقاحات الحيوية وعلاقتها بالتربة الرملية والنبات:

من المعلوم أن التربة الرملية تربة مخلخلة. بناؤها ضعيف وقدرتها على

الإحتفاظ بالماء منخفضة. نهيك عن ضعف خصوبتها. لكن اللقاح الحيوي يعمل عند

إضافته لهذه التربة على جميع حبيباتها فيتحسن بناؤها وتزداد قدرتها على الاحتفاظ

بالماء وبالعناصر الغذائية. كما أنه يرفع محتواها من الأزوت فتزداد خصوبتها. ولا شك أن

ذلك كله ينعكس بالإيجاب على نمو النبات وإنتاجيته.

ثانياً: الملقح الحيوي وعلاقته بالمادة العضوية:

بدون الكائنات الحية الدقيقة لن تتحلل أي مادة عضوية موجودة في التربة.

ويتوقف تحليل أي مادة عضوية على نوعها وتركيبها. فالكائن الحي الدقيق يبدأ بتحليل

السكريات البسيطة والأحماض العضوية والأمينية. ثم النشا والسليلوز. ثم بعد

ذلك اللجنينات وهي أبطأ المواد العضوية تحللاً بالتربة. وما يحدث في التربة أن تنشط

الفطريات فتحلل الأنسجة الخشبية شديدة الصلابة حتى يستطيع ميسليوم الفطر

إختراق أنسجة الخشب. مثل فطر *Pullularia pullulans* الذي يقوم بتكسير حلقات

البنزين بإفرازه لإنزيم الليجنينيز (Ligninase) ثم تقوم الأكتينوميستات بتحليل المواد

الكيتينية (وهي عبارة عن أمينو سكريات) بإفرازها إنزيم الكيتينيز (Chitinase) ومن

هذه الأكتينوميستات *Streptomyces* ثم يتحلل بعد ذلك السليلولوز بواسطة إنزيم

السليلوليز (Cellulase) الذي تفرزه بعض الميكروبات الهوائية (مثل: *Pseudomonas*

Cytophaga, *Bacillus*، واللاهوائية (مثل: *Clostridium dissolvens*). ثم بعد

العوامل التي تعتمد عليها تكنولوجيا التسميد الحيوي:

تعتمد تكنولوجيا التسميد الحيوي على عدة عوامل هي:

- ١- نوع التربة
- ٢- المادة العضوية
- ٣- نوع النبات
- ٤- نوع الخدمة ورعاية النبات
- ٥- التسميد المعدني المرشد
- ٦- المقننات المائية
- ٧- تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة ومياه الري.

وسوف نتحدث فيما يلي بشيء من التفصيل عن بعض هذه العوامل لأهميتها.

أولاً: نوع التربة: لاشك في أن نوع التربة يلعب دوراً هاماً في نجاح أو فشل التسميد الحيوي، نوضح ذلك فيما يلي:

(١) اللقاحات الحيوية وعلاقتها بالتربة الجيرية والنبات:

من المعروف أن الأراضي الجيرية تحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم تؤثر بشكل مباشر على خصائص وصفات تلك التربة ذات الصلة بنمو النبات، فهي تحتفظ بالماء لفترات أطول وتبدو وكأنها منداة دائماً، وعند جفافها تتشقق وتتكون الشقفة التي تمزق الجذور وتتسبب في موت النباتات وهي صغيرة أو في طور البادرات. كما يحدث تثبيت لبعض العناصر بها مثل الفوسفور والعناصر الصغرى، بجانب احتفاظها بالأملاح التي قد تضر بالنبات.

أما عند إضافة الملقح الحيوي للتربة فإنه يحدث التأثيرات التالية:

- ١- يفكك حبيبات التربة المتماسكة فيتحسن الصرف والتهوية.
- ٢- يحلل الفوسفات العضوي ويحوله إلى فوسفات معدني ويحول الفوسفات المعدني إلى ثنائي أو أحادي وهي الصور التي يستطيع النبات امتصاصها والاستفادة بها.
- ٣- يحرر العناصر الصغرى المثبتة بالتربة الجيرية.



الشكل رقم (٢٦) أزولا نيلوتিকা
Azolla nilotica



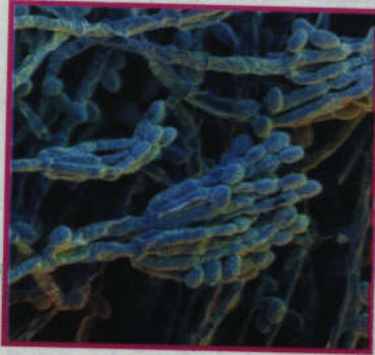
الشكل رقم (٢٥) أزولا كارولينيانا
Azolla caroliniana

وتعتبر البكتيريا الزرقاء *Azolla anabaena strasburger* هي النوع الوحيد من البكتيريا الذي يعيش مع الأزولا تكافلياً. وقدرة هذه البكتيريا الزرقاء على إختزال الأزوت الجوي (N_2) إلى أمونيا عن طريق إنزيم النيتروجيناز (Nitrogenase) تسمح لها بالمشاركة بنجاح في تثبيت الأزوت بالبيئات المائية منخفضة الأزوت (Subba Rao, 1981).

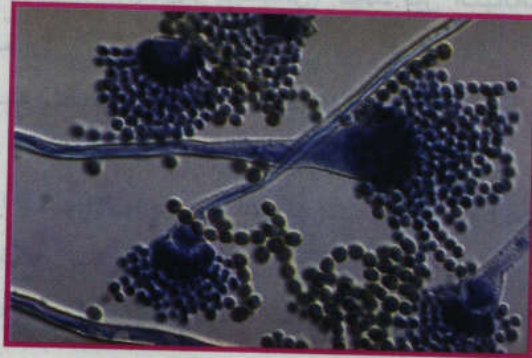
ولقد أوضحت إحدى الدراسات أن معدلات تثبيت الأزوت بواسطة بكتيريا *A. caroliniana* كانت ٢٥,٨، ٢٩,٠، ١٣,٨، ١٨,٥ جم نيتروجين/هكتار/ساعة بعد ١، ٢، ٣، ٤ أسابيع من النمو على الترتيب. ولاحظنا أن كمية الأزوت المثبتة بعد الأسبوع الرابع من النمو تنخفض بشكل واضح.

في مناطق معينة بالصين، أُستخدمت الأزولا في تسميد القمح. الذرة واللفت بمعدل 30 طن/هكتار مما أدى إلى زيادة محصول القمح بأكثر من ٨٠٠ كجم/هكتار. ومحصول الذرة بأكثر من ٩٤٥ كجم/هكتار. ومحصول اللفت بحوالي ٧١٠ كجم/هكتار (FAO, 1978). وفي إحدى الدراسات لوحظ أن استخدام الأزولا الجافة (*Azolla pinnata*) بنسبة ١-٥ % بالوزن من مخلوط التربة أدى إلى خفض التعرض للإصابة ببرقات *Meloidogyne incognita* في البامية.

تخلل أو إذابة لروابط الفوسفات. بعض الأحماض الهيدروكسيلية (Hydroxyl acids) قد تخلب مع الكالسيوم أو الحديد مؤدية إلى إذابة الفوسفات وتحرره في صورة قابلة للاستخدام بواسطة النباتات (Subba Rao, 1981).



الشكل رقم (٢٣)
فطر بنيسيليم *Penicillium*



الشكل رقم (٢٢)
فطر اسبرجيلاس *Aspergillus*

بعض أنواع البكتيريا لها قدرة عالية على إذابة الفوسفات مثل: *Pseudomonas*, *Bacillus megaterium* var. *phosphoticum*. حيث تنمي هذه البكتيريا في محلول بيكوفاسكايا (Picovaskaya broth) لمدة (٧-١٨) يوماً على درجة (٢٨ ± ٢ °م). ثم تخلط مع حامل (carrier) معقم مناسب (مثل البيتومس المخلوط بالطمي الناعم جداً، أو مسحوق الليجنيت (lignite) وهو نوع من الفحم الحجري). يعالج هذا المخلوط بعد ذلك لمدة أسبوع على درجة (٢٨ ± ٢ °م) في صواني كبيرة مغطاة بصواني أخرى فارغة من نفس المقاس لكنها غير محكمة التغطية (تخلخل بعض المسافات لطرد أي غازات متصاعدة). يعبأ الملقح بعد ذلك بمعدل ٣٠٠ جم لكل كيس بلاستيك ويحفظ على درجة ١٥ - ٢٠ °م لحين استخدامه.. تم تحضير سماد حيوي تجاري آخر تحت إسم فوسفو باكتيريم "Phospho bacterium" وذلك بتحميل بكتيريا *Bacillus megaterium* var. *Phosphoticum* على مادة حاملة مناسبة. ثم إستخدم على نطاق واسع لتحقيق زيادة في محصول النباتات المعاملة تراوحت بين ٥-١٠% مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

بفطريات الميكورهيذا أحدثت زيادة في نمو النباتات المذكورة وفي الحصول الناتج منها. كما حسنت محتواها من العناصر المعدنية.

وعلى إحدى أنواع شجيرة البتسبورم (*Pittosporum tobira*). وجد أن معاملة عقلها بفطر *Glomus mosseae* بمعدل ٣٠٠ جرثومة/عقلة أدى إلى زيادة عدد الأفرع. والوزن الطازج للأوراق والجذور ومحتواهما من العناصر المعدنية. أيضاً زاد معدل انتقال الأحماض الأمينية في العصير المنتقل بأوعية الخشب في النباتات المعاملة بالفطر عنه في النباتات غير المعاملة. مما يؤكد أن الفطر له دور هام في تمثيل الأوت وتوزيع نسبته بين الأوراق والجذور في هذا النوع من شجيرة البتسبورم.

أيضاً تلعب الميكورهيذا دوراً هاماً في حماية النباتات من حشرات التربة المنتشرة في محيط الجذور. وعلى نوعين من الكافور: *Eucalyptus dunnii* و *E. viminalis*. وعلى أحد أنواع الصنوبر (*Pinus muricata*). وعلى أحد أنواع السيدر (*Cedrus atlantica*) ثبت ذلك. ولقد ذكر البعض أن فطريات الميكورهيذا لها دور هام في زيادة قدرة النباتات على امتصاص الماء عند زراعتها بالأراضي الملحية أو رباها بمياه عالية الملوحة. فقد ثبت أن فطريات الميكورهيذا تزيد من مقاومة حشائش المسطحات الخضراء لغزو الحشرات الأرضية. كما تزيد من قدرتها على البقاء حية أثناء فترات الجفاف أو نقص المياه.



الشكل رقم (٢١)

مسطح أخضر خالي من الإصابات الحشرية

من الوزن الجاف للأزهار والسيقان والجذور. خاصة عند التسميد بالأزوت بمعدل ٣٠٠ كجم
أزوت/هكتار/السنة والتعرض للنهار الطويل لمدة ٤-٨ أسابيع.

وجد (Biermann and Linderman ١٩٨٣) أن حقن بيئة الأصص المنزوع
بها نباتات الجارونيا (*Pelargonium zonale*) بفطر *Glomus fassiculatum*
بمعدل ١,٥ جم من جراثيم الفطر/لتر من بيئة النمو أدى إلى زيادة مساحة الأوراق والوزن
الطازج لها. مع زيادة أوزان السيقان والجذور وارتفاع محتواها من العناصر الغذائية.
خاصة المنجنيز والزنك.

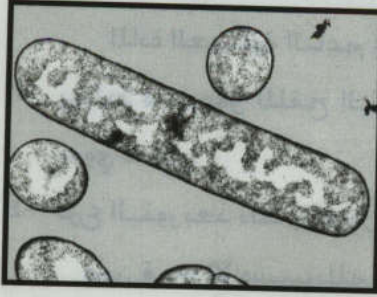
إضافة إلى ما سبق، فقد ذكر أبو النصر عام (١٩٩٤) أن إضافة فطر *Glomus*
etunicatum بمعدل ٣١٠ جرثومة حرشفية (*Chlamydospores*)/١٠٠ جم تربة
جافة أحدث تأثيرات إيجابية على نمو القطيفة (*Tagetes erecta*) والزنينا (*Zinnia*
elegans). كما أدى إلى تكبير الإزهار وزيادة عدد النورات على النبات. ليس هذا فحسب.
بل إن ارتفاع السيقان والوزن الجاف لها وللجذور قد زادت وبشكل معنوي. كما أوضحت
هذه الدراسة أن تفاعل النباتات موضع الدراسة مع غزو فطريات الميكورهيذا لها لم يكن
مرتبطاً على الإطلاق بمحتوى الفوسفور والبوتاسيوم في هذه النباتات. تؤكد ذلك على
نباتات الورد (*R. hybrida* L. cv. Ferdy) حيث وجد أن مساعدة فطريات الميكورهيذا
لنباتات الورد على تحمل الجفاف لم يكن له علاقة بالتسميد بالفوسفور. وأشاروا إلى أن
الميكورهيذا تميل لإحداث تعديل في الشكل الظاهري للجذور وفي أنماط توزيع الكربون أو
المركبات الكربونية على السيقان والجذور بما يعين النباتات على تحمل العطش. إضافة إلى
ذلك، فإن النباتات المعاملة بالميكورهيذا أظهرت قدرة واضحة في الحفاظ على معدلات نتح
عالية نتيجة لزيادة عدد الجذور الجانبية عليها وانخفاض كتلة السيقان.

ليس هذا فحسب، بل أنها تتسبب في خفض نفاذية الأغشية النباتية مما يؤدي إلى حدوث تحول أو تغيير في كمية ونوعية الإفرازات الجذرية والتي لها القدرة على إحداث استجابة واضحة للكائنات الأولية الدقيقة الموجودة في منطقة انتشار الجذور. ولقد أمكن التعرف على نوعين من الميكورهيذا، إحداهما خارجية التغذية (Ecotorrophic)، والأخرى داخلية التغذية (Endotrophic). وتتكون الميكورهيذا خارجية التغذية بواسطة الفطريات ذات الأغشية الفاصلة (Seplate fungi) والتي تغزو جذور العديد من الأشجار والشجيرات، خاصة تلك التي تتبع العائلات النباتية التالية:

- ١ - الصنوبرية (Pinaceae) مثل: الصنوبر (Pine)، التنوب (Fir)، البيسية (Spruce)، اللاركس (Larch) والشوكران (Hemlock).
- ٢ - البلوطية (Fagaceae) مثل: البلوط (Oak)، الزان (Beech) والكستناء (Chest nut).
- ٣ - عائلة البتيولا (Betulaceae): مثل البتيولا (Birch) وجار الماء (Alder).
- ٤ - الصفصافيه (Salicaceae) مثل: الصفصاف (Willow) والخور (Poplar).
- ٥ - الكازورينية (Casuarinaceae) مثل: الكازورينا (Casuarina).
- ٦ - الآسية (Myrtaceae) مثل: الكافور (Eucalyptus) ... هذا بالإضافة إلى بعض العائلات الأخرى.

أما الميكورهيذا داخلية التغذية، فقد قام Gerdeman and Trappe (١٩٧٥) بتقسيمها إلى أربعة أجناس هي: *Sclerocytis*, *Glomus*, *Gigaspora*, و *Acaulospora*. وتتبع فطريات VAM عائلة Endogonaceae وتتواجد على معظم أنواع النباتات العشبية. مغطاة البذور. النباتات أحادية وثنائية الفلقة. المحاصيل الحولية والمستديمة. وكذلك النباتات المحلية المميزة لكل إقليم. كما توجد أيضاً على بعض نباتات معراة البذور مثل: السرو (Cupressus)، التويا (Thuja)، التاكسوديم (Taxodium)، العرعر (Juniperus) والسيكويا (Sequoia).

ج - جنس الباسيلس (*Bacillus polymyxa*):



شكل رقم (١١)
باسيلس بوليميكسا
Bacillus polymyxa

وهو نوع من البكتيريا اللاهوائية الاختيارية. له القدرة على تثبيت الأزوت الجوي. ولكن بدرجة بسيطة. إلا أن إضافة جرعة منشطة من أملاح الأمونيوم في بداية الزراعة تزيد نشاط هذه الأنواع وبالتالي قدرتها على التثبيت. هذه الميكروبات تفرز عادة أحماض أمينية بسيطة يستطيع النبات أن يمتصها. وعند موتها وتحللها بواسطة الميكروبات الأخرى تنطلق منها بعض المركبات البروتينية والأحماض الأمينية فيستفيد بها النبات في نموه. شكل رقم (١١) يوضح جنس الباسيلس

(د) الطحالب الخضراء المزرقمة (Blue - green algae)

إن استعمال الطحالب الخضراء المزرقمة كسماد حيوي في إنتاج بعض المحاصيل لم يطبق على نطاق تجاري واسع لأن هذه الكائنات تحتاج إلى طبقة من المياه المستقرة أو الراكدة حتى تستطيع النمو بشكل جيد. وبالطبع. فإن هذه الظروف غير ملائمة لنمو الكثير من النباتات. لكنها قد تستخدم في حقول الأرز ومع بعض النباتات المائية ونصف المائية. كما يوضح بالشكلين رقم (١٢، ١٣).



الشكل رقم (١٣)
نوستوك برونيفورم
Nostoc pruniforme



الشكل رقم (١٢)
ريفولاريا بولاتا
Rivularia bullata

أنواع الطحالب الخضراء المزرقمة

الأزوت. ويستطيع الأزوسبيريللم أن يغزو الشعيرات الجذرية دون أن يكون عليها عقد. حيث يزداد نشاطه في تثبيت الأزوت وهو داخل الشعيرة الجذرية عنه وهو خارجها. وهو يستخدم أحماض المالك، السكسينيك، البيروفيك واللاكتيك كمصدر للكربون. وبصفة عامة، فإن التلقيح ببكتيريا (*A. brasilense*) بدون إضافة نيتروجين تعادل إضافة ٤٠ كجم نيتروجين/هكتار. الشكل رقم (١٠).

ولقد أمكن عزل بكتيريا الأزوسبيريللم من جذور العديد من النباتات. ومن سيقان بعض أصناف القمح والشعير. كما وجدت داخل الأوعية الخشبية لنبات *Cicer arietinum* (ذكر ذلك Lakshami et al., 1977). وتختلف قدرة بكتيريا الأزوسبيريللم على تثبيت الأزوت طبقاً لنوع النبات كما هو موضح بالجدول التالي رقم (١).
جدول (١): كمية الأزوت المثبتة بواسطة بكتيريا *A. lipoferum* الموجودة في جذور بعض النباتات.

كمية الأزوت المثبتة (ملجم/جم جذور)	نوع النبات
٢٨	١. الأرز (صنف مادهو) <i>Oryza sativa</i> var. Madhu
٢٠	٢. الأرز (صنف ماشوري) <i>Oryza sativa</i> var. Mashuri
٢٠	٣. سورجم (صنف CSH_1) <i>Sorghum bicolor</i> var. CSH_1
١٦	٤. سورجم (صنف CSV_1) <i>Sorghum bicolor</i> var. CSV_1
٢٤	٥. الذرة <i>Zea mays</i>
٢٨	٦. البانيك <i>Panicum</i> Sp.
٣٦	٧. النجيل البلدي <i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers.
١٢	٨. السيتاريا <i>Setaria</i> sp.
١٦	٩. الأمارنتس <i>Amaranthus spinosa</i>

• كيفية تلقيح البذور ببكتيريا الأزوسبيريللم:

- ١- تنشر أو توزع البذور في طبقة رقيقة على قطعة نظيفة من البلاستيك أو الشمع.
- ٢- ينثر أو يذر مسحوق الملقح البكتيري المحمول على مادة حاملة مناسبة (Carrier) في صورة رذاذ خفيف على البذور.

ملحوظة: قد تكون المادة الحاملة: تربة ناعمة جداً، أو مسحوق المادة العضوية لخلفات المزرعة (FYM) بعد طحنه وتنعيمه جيداً، أو مخلوط منهما بنسبة

الأزوت الجوي في الأراضي الملقحة بالأزوتوباكتر لا يزيد عن ١٠-١٥ كجم أزوت/هكتار/السنة . ويتوقف ذلك على وجود صورة ميسرة من الكربون لهذه البكتيريا (ذكر البعض أن بعض سلالات الأزوتوباكتر تقوم بتثبيت ما يقرب من ٤٠ كجم أزوت/فدان في الموسم الزراعي). ومن أهم التحضيرات المحتوية على خلايا الأزوتوباكتر ذلك المنتج المعروف باسم أزوتوباكترين (Azotobacterin) والذي يباع على نطاق تجاري في تشيكوسلوفاكيا. رومانيا، بولندا، ألمانيا، بلغاريا، المجر وأحياناً في مصر (حيث يتم إستيراده من بعض الدول سالفة الذكر). ولقد أثبتت الدراسات بالفعل أن معاملة البذور بالأزوتوباكترين مفيدة في زيادة إنتاج بعض المحاصيل الهامة مثل: القمح، الشعير، الذرة، الشوفان، الجزر، القرنبيط والبطاطس بنسبة تصل إلى ١٢٪. وحديثاً، بدأ منتجو زهور القطف التجاريين بهولندا في استخدام مستحضرات الأزوتوباكتر لإنتاج زهور القطف التجارية.

ومن أهم نتائج الدراسات التي أجريت بمصر، ما وجده حسان وآخرون (١٩٨٥) من زيادة هائلة في محصول الحبوب لنبات الشعير بلغت أكثر من ٩١٪ عند المعاملة بملقح الأزوتوباكتر وبأكثر من ٥٧٪ عند المعاملة ببكتيريا *Klebsiella pneumoniae*. بينما زاد محصول العشب الأخضر بنسبة ١٨,٣ . ٣٦٪ باستخدام نوعي البكتيريا السابقين. على التوالي. بالمثل. وجد مذكور وآخرون (١٩٨٧) حدوث زيادة في عدد ووزن سيقان الشعير عند التلقيح ببكتيريا *Azotobacter sp.* وصلت إلى ٦٠,٤ . ٩٦,٢٪ على الترتيب. أيضاً، تم الحصول على نتائج مماثلة في محاصيل الأرز، القمح، الذرة والذي أعزى فيها زيادة نمو وإنتاج هذه النباتات عند استخدام بكتيريا *A. chroococcum* إلى زيادة الأزوت الميسر بالتربة. وبالتالي زيادة بناء المواد الغذائية اللازمة لتشجيع النمو الخضري والثمري بهذه المحاصيل. إضافة إلى ذلك فإن بكتيريا الأزوتوباكتر تخلق بعض المواد المنشطة للنمو مثل: الجبريلين، السيتوكينين وإندول حمض الخليك والتي تعمل كلها كمواد منظمة للنمو. أكد ذلك (١٩٩٠) Sprenat والذي أشار إلى أن ذوبان العناصر الغذائية، وتخليق الفيتامينات والأوكسينات والجبريلينات والأحماض الأمينية، والتي تساعد جميعها في تنشيط نمو النباتات قد حدث نتيجة للتلقيح بالأزوتوباكتر.

في عام (١٩٩٣) قام أبو النصر بزراعة بذور الشوفان (داخل الصوبة) إما بمفردها أو في وجود البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي (وهي مخلوط من بكتيريا *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella* بمعدل ٨×١٠^٤ خلية/جم من الملقح، أو VAM المحتوي إما على فطر *Glomus etunicatum* (VAM-A) أو فطر *G. intraradices* بمعدل ٣١٠ جرثومة حرشفية/١٠٠ جم تربة جافة أو توليفات من مخلوط البكتيريا وفطريات الـ VAM. أوضحت النتائج وجود تفاعل إيجابي بين

اللاتكافلية في التربة لازال مادة بحث وتفكير وتأمل من العلماء. ويوضح الجدول التالي رقم (٤) كميات الأزوت المثبتة بواسطة بعض أنواع من البكتيريا اللاتكافلية (الهوائية واللاهوائية).

جدول (٤): كميات الأزوت الجوي المثبتة بواسطة بكتيريا عدم التكافل.

نوع البكتيريا اللاتكافلية	ظروف التحضين	فترة الحضانة (اليوم)	كمية الأزوت المثبتة (ميكرو جرام/ سم ² من التربة)
Achromobacter sp.	هوائية	٤	١٧
Azotobacter vinelandii	هوائية	٣	١٠٥٠
Cylindrospermum cylindrica	هوائية (وفي وجود الضوء)	٥٥	٥٢
Aerobacter aerogenes	لا هوائية	٢	٦٠
Clostridium butyricum	لا هوائية	١٠	١٣٦
Clorobium sp.	لاهوائية (وفي وجود الضوء)	٥	٢٠
Rhodospirillum sp.	لاهوائية (وفي وجود الضوء)	١٠	٧٦

أنواع البكتيريا اللاتكافلية:

ومن أهم الكائنات الحية الحرة. عديمة التكافل. والقادرة على تثبيت الأزوت الجوي بكفاءة والتي يكثر إستخدامها في صناعة المخصبات الحيوية المحسنة لخصوبة التربة والمفيدة في تغذية النباتات. الأنواع التالية: الأزوتوباكتر. الأزوسبيريللم. والباسيلس وبعض الطحالب الخضراء المزرققة. وسوف نتحدث الآن عن هذه الأنواع بشيء من التفصيل:

٣. دراسة حيوية وكفاءة الميكروب أو السلالة المنتخبة.
٤. دراسة مدى التوافق (أو عدم التضاد) بين السلالات المنتخبة.
٥. حفظ السلالات بعد العزل والاختبار في ظروف مناسبة للحفاظ على حيوية وسلامة الميكروب لحين استخدامه.
٦. إكثار السلالات المنتخبة أو المختارة للحصول على التركيز المناسب منها والذي يؤثر بشكل مباشر على تحسين إنتاجية وجودة المحصول.
٧. تحميل الميكروبات الممثلة للملحاح المطلوب استخدامه في الزراعة الحيوية على الحوامل المناسبة (Carriers) كي يتحمل الميكروب ظروف الحرارة والجفاف والملوحة. حتى لا تؤثر سلباً على حيويته لحين استخدامه.

• خطوات تلقيح البذور بالريزوبيوم:

١. يوضع ٥٠ جم من السكر على نصف لتر ماء (٥٠٠ مل) في وعاء مناسب ثم يسخن المحلول لمدة ١٥ دقيقة مع التقليب لضمان ذوبان السكر جيداً.
٢. يضاف للمحلول السكري وهو ساخن ٢٠٠ جم من الصمغ العربي. ثم يترك ليبرد حتى يصل إلى درجة حرارة الغرفة العادية.
٣. يوضع الملقح (المحمل على البيتموس عادة أو أي مادة حاملة أخرى) في الوعاء ويمزج بالمحلول السكري جيداً حتى نحصل على ما يشبه الردغة أو الروبة (Slurry).
٤. تضاف البذور بعد ذلك إلى هذه الروبة المحتوية على الملقح البكتيري أو الريزوبيوم بمعدل يكفي لزراعة فدان.
٥. تمزج البذور في روبة الملقح (Inoculum slurry) جيداً بتقليبها باليد. ثم ترفع من الوعاء وتجفف في مكان مظلل بعد فرداها على قطعة نظيفة من الورق أو القماش أو البلاستيك.

(ب) بكتيريا لا تكافلية (Non – symbiotic)

وهي مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة الحرة المثبتة للأزوت دون أن تعتمد على عائل آخر (كالمجموعة السابقة التكافلية) في نظام يعرف بالنظام اللاتكافلي

أيضاً. ذكر (Kaloosh ١٩٩٤) أن زيادة قدرها ١٧,٦ ٪ ، ٤٠ ٪ في محصول الفول البلدي والحمص. على الترتيب أمكن الحصول عليها عند التلقيح بالعقدين (Okadin). وهو منتج محلي من بكتيريا الريزوبيا يضاف بمعدل ٤٠٠ جم/فدان حيث يحتوي كل جرام منه على ١٠×٨ خلية بكتيرية . وهو من إنتاج وزارة الزراعة بالدقي. مصر. بالمثل. وجد القراميطي وحماد (١٩٩٧) أن عدد العقد البكتيرية/نبات. الوزن الجاف للنبات. إرتفاع النبات. مساحة الورقة. عدد القرون والبذور/نبات وكذلك كمية العشب/نبات قد زادت معنوياً بتلقيح بذور فول الصويا (Soybean) قبل الزراعة ببكتيريا *Bradyrhizobium Japonicum*. عندما نقعت البذور في محلول هذه البكتيريا المحتوي على ١٠×٢٥ خلية/مل لفترة قصيرة مقارنة بالنباتات غير الملقحة أو تلك التي تم تسميدها بسماد آزوتي معدني. لذلك فإنه يمكن التلقيح ببكتيريا *B. Japonicum* كبديل نظيف وملائم لكمية السماد الأزوتي المضافة لتقليل تكاليف الإنتاج. وجدير بالذكر أن معظم أشجار وشجيرات العائلة البقولية (Leguminosae) تتكون عليها عقد بكتيرية من الريزوبيم المثبت للأزوت الجوي كما يوضح بالشكلين رقم (٥ . ٦). وأن كمية الأزوت المثبتة بواسطة هذه الأشجار والشجيرات تزداد بتلقيحها بهذه البكتيريا. من بين هذه الأشجار:

Acacia saligna, *A. albida*, *Millettia leucantha*, *Dalbergia cultrata*, *Albizzia lebbeck*, *A. mangium*, *Pterocarpus macrocarpus*.



شكل رقم (٦)

تيروكاربوس ماكروكاربس
Pterocarpus macrocarpus



شكل رقم (٥)

أكاسيا ساليجنا
Acacia saligna

ولقد أجريت العديد من الدراسات الحقلية لمعرفة تأثير التلقيح بالريزوبيم على نمو النباتات المختلفة تحت ظروفنا المصرية. ففي إحدى هذه الدراسات وجد أن تلقيح البرسيم (clover) بسلالة منتخبة من الريزوبيم أدى إلى زيادة محتوى النيتروجين والمادة الجافة عن التلقيح بالعُقدين (OKadin). وأن نسبة الزيادة في محتوى المادة الجافة والنيتروجين في النباتات التي لقحت بالسلالة المحلية والأجنبية من الريزوبيم والعقدين كانت (٧٤٪، ١٠٠٪)، (٨٤٪، ١٠٠٪)، (٢٣٪، ٣٠٪) مقارنة بالنباتات غير الملقحة. على الترتيب. أيضاً، استجابت نباتات الفول البلدي (Faba bean) المنزرعة بحوض وادي النيل للتلقيح ببكتيريا *Rhizobium leguminosarum* cv. "Viciae" مما أدى إلى زيادة محصول الحبوب بمقدار ١٠,٣٤٪ عن النباتات غير الملقحة (ذكر ذلك Saxena and Stewart, 1983). علاوة على ذلك، أدى تلقيح نبات الحمص (Chickpea) بثلاث سلالات من الريزوبيم إلى زيادة محصول البذرة بنسبة (١١٠٪) عن النباتات غير المعاملة (ذكر ذلك Tellawi et al., 1986). كما أدى التلقيح بهذه السلالات إلى زيادة عدد العقد البكتيرية (nodules) وزيادة وزنها الطازج مع زيادة كمية النيتروجين الممتصة. وفي دراسة أجريت على تلقيح البرسيم الحجازي بسبعة أنواع من الملقحات البكتيرية (Bacterial inoculants). لاحظوا حدوث زيادة في كمية البروتين (على مدى سبع حشرات) مقارنة بالنباتات غير الملقحة بالنسب الواردة بالجدول التالي (جدول رقم ٣).

شكل رقم (٣) عقد بكتيرية على جذور البازلاء.

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

٢- **كاذبة:** وتكون غالباً صغيرة الحجم مضمحلة. تنتشر على مسافات بعيدة عن الجذور الكبيرة. وتفيد نوعية العقد (صادقة أو كاذبة) في التعرف على سلالة الريزوبيم الداخلة في تكوينها.

• **قدرة المحاصيل على تثبيت الأزوت الجوي :**

يلاحظ أن قدرة المحاصيل البقولية على التثبيت الحيوي للأزوت الجوي تتباين بشكل واضح. وإن كانت تنحصر في المدى ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ كجم أزوت/ هكتار/ محصول في المتوسط كما بالجدول رقم (١).

جدول رقم (١): يوضح مدى النسبة المئوية للأزوت التي حصل عليها النبات من تثبيت N_2 الجوي (P fix) والكمية الكلية المثبتة بواسطة بعض البقوليات الشتوية والصيفية (كجم أزوت/هكتار)

النوع النباتي	% للأزوت التي حصل عليها النبات من تثبيت N_2 الجوي (P fix)	كمية الأزوت المثبت (كجم أزوت/ هكتار)
أولاً: البقوليات الشتوية (Cool – season legumes) :		
١. الحمص (<i>Cicer arietinum</i>)	٨٢-٨	١٤١-٣
٢. العدس (<i>Lentil (Jens culinaris)</i>)	٨٧-٣٩	١٩٢-١٠
٣. البسلة (<i>Pea (Pisum sativum)</i>)	٧٣-٢٣	٢٤٤-١٧
٤. الفول البلدي (<i>Faba bean (Vicia faba)</i>)	٩٢-٦٤	٣٣-٥٣
٥. الترمس (<i>Lupine (Lupinus angustifolius)</i>)	٩٧-٢٩	٢٨٨-٣٢
ثانياً: البقوليات الصيفية (Warm – season legumes) :		
١. فول الصويا (<i>Soybean (Glycin max)</i>)	صفر - ٩٥	صفر-٤٥٠
٢. حب العزيز/الفول السوداني (<i>Ground nut (Azachis hypogaea)</i>)	٩٢ - ٢٢	٢٠٦-٣٧
٣. الفاصوليا (<i>Common bean (Phaseouls vulagris)</i>)	صفر - ٧٣	صفر-١٢٥
٤. البسلة الهندية (<i>Pigeon pea (Cajanus cajan)</i>)	٨١ - ١٠	٢٣٥-٧
٥. الحبة السوداء/حبة البركة (<i>Black grain (Vigna mungo)</i>)	٩٨ - ٣٧	١٤٠-٢١
٦. اللوبيا البلدي (<i>Cowpea (V. unguiculata)</i>)	٨٩ - ٣٢	٢٠١-٩
٧. الجرين جرام (<i>Green gram (V. radiate)</i>)	٦٣ - ١٥	١١٢-٩

أنواع الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في إعداد وتجهيز اللقاحات الحيوية

تقسم هذه الكائنات إلى عدة مجموعات طبقاً للفائدة أو الدور الذي تلعبه في نفع النبات أو خدمة البيئة على النحو التالي:

أولاً: كائنات حية دقيقة مثبتة للأزوت الجوي (N_2): وهذه تقسم بدورها إلى مجموعتين:

(أ) بكتيريا تكافلية (Symbiotic):

وهي التي تعيش معيشة تكافلية مع أحد النباتات البقولية. حيث تمدد بالأحماض الأمينية الناجمة من تثبيت الأزوت فتغنيه بذلك عن جزء كبير من الأسمدة الأزوتية الكيماوية. وتعرف هذه البكتيريا بالريزوبيوم (*Rhizobium*) وجميع أنواعها تتبع العائلة الريزوبية (*Rhizobiaceae*). وتقسم الريزوبيا (*Rhizobia*) إلى ثلاثة أجناس معروفة هي:

- 1- *Rhizobium* (وهي سريعة النمو)
- 2- *Bradyrhizobium* (وهي بطيئة النمو)
- 3- *Azorhizobium* ويندرج تحت هذه الأجناس الثلاثة أحدا عشر نوعاً من العقد البكتيرية الجذرية والساقية (Root and stem nodules) هي:

- 1- *Rhizobium leguminosarum biovars. Viciae, Trifolii and Phaseoli.*
- 2- *R. meliloti.*
- 3- *R. Loti.*
- 4- *R. Fredii.*
- 5- *R. galegae.*
- 6- *R. Tropici.*
- 7- *R. haukuii.*
- 8- *R. etli.*
- 9- *Bradyrhizobium Japonicum.*
- 10- *B. elkanii*
- 11- *Azorhizobium caulinodans.*

- بها. أي تحويلها من الصورة العضوية غير الذائبة إلى الصورة المعدنية الذائبة التي يستطيع النبات امتصاصها والاستفادة منها.
- ٢- إفراز الأحماض التي تقوم بإذابة العناصر المعدنية الموجودة في التربة كإذابة أملاح الفوسفات الصخري غير الذائبة وتحويلها إلى أملاح فوسفات ذائبة. وكذلك تحرير عنصر البوتاسيوم وغيره من العناصر المرتبطة بمعادن التربة وتيسيرها للنبات.
 - ٣- إفراز بعض المواد الخلبية (Chelating agents). كحوامل الحديد التي تيسر للنباتات إمتصاص عنصر الحديد.
 - ٤- إفراز بعض المواد المنظمة للنمو مما يسرع من معدل نمو النباتات.
 - ٥- إفراز بعض المضادات الحيوية التي تثبط نمو بعض الميكروبات الممرضة فيقل تعرض النباتات للإصابة بالأمراض.
 - ٦- أكسدة مركبات الكبريت غير الذائبة وتحويلها إلى صورة ذائبة.
 - ٧- تثبيت الأزوت الجوي فيزداد محتوى التربة من النيتروجين. وكذلك تمثيل ثنائي أكسيد الكربون بواسطة البكتيريا الأوتوتروفية فيزداد الكربون العضوي.
 - ٨- تحسين بناء التربة (Soil structure) بتجميع حبيبات التربة مع بعضها بواسطة هيفات الفطريات والأكتينومييسينات. أو لصقها بواسطة مواد صمغية تفرزها الكائنات الدقيقة مما يحسن من تهوية التربة.
 - ٩- تساعد في تكوين الدوبال (Humus) بالتربة. وهو تركيب معقد له طبيعة غروية ناتج من خلل المواد العضوية. يزيد هذا المعقد من السعة التثبيعية بالماء (Water holding capacity) والسعة التبادلية الكاتيونية (Cation exchange capacity) والقدرة التنظيمية لحموضة (pH) التربة (Buffering capacity). كما يعتبر الدوبال مخزن للمواد الغذائية في التربة مما يحسن من خصوبتها بوجه عام.
 - ١٠- تخليق الأسترات التي تلعب دوراً هاماً في طرد الحشرات الضارة.
 - ١١- تكسير المواد السامة (مثل المبيدات بأنواعها) والتخلص منها.

٢. إستخدام الأسمدة الحيوية والعضوية والخضراء كبديل أو مكمل للأسمدة الكيماوية.

٣. إستخدام الطحالب كمحسن للأراضي المستصلحة حديثاً.

٤. إستخدام الهندسة الوراثية في إنتاج واعتماد التقاوي، وإنشاء بنوك الجينات لحفظ الأصول الوراثية للأصناف والسلالات المحلية التي نمتلكها للإستعانة بها في عمل التهجينات اللازمة مع الأصناف المستوردة أو البرية للإنتاج سلالات عالية الإنتاج والجودة.

٥. إستجلاب بعض الأنواع النباتية ذات القيمة الإقتصادية وأقلمتها تحت الظروف المحلية دعماً للمجموعة النباتية التي بحوزتنا وتطويرنا لها. وسوف نركز حديثنا في هذه النشرة الفنية حول النقطتين الثانية والثالثة والمتعلقتين بإستخدام الأسمدة الحيوية والعضوية والخضراء، وكذلك الطحالب كبدايل طبيعية للأسمدة الكيماوية ومصلحات التربة المصنعة.



پایان نامه در رشته حقوق
موضوع: *مسئله ارشاد و صلاحیت*

تأليف

دکتر *محمد علی محمدی* / *رئیس هیئت مدیره*

پایان نامه در رشته حقوق

موضوع: *مسئله ارشاد و صلاحیت*

تأليف: *دکتر محمد علی محمدی*

۲۱۰ قیاس (۸) حق قیاس

در تشریح

فصل اول: *مسئله ارشاد و صلاحیت*

המכון הלאומי לחקר המזון והתזונה
המכון הלאומי לחקר המזון והתזונה

151

התזונה והבריאות המזון והתזונה



٢- **كاذبة:** وتكون غالباً صغيرة الحجم مضمحلة. تنتشر على مسافات بعيدة عن الجذور الكبيرة. وتفيد نوعية العقد (صادقة أو كاذبة) في التعرف على سلالة الريزوبيم الداخلة في تكوينها.

• **قدرة المحاصيل على تثبيت الأزوت الجوي :**

يلاحظ أن قدرة المحاصيل البقولية على التثبيت الحيوي للأزوت الجوي تتباين بشكل واضح. وإن كانت تنحصر في المدى ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ كجم أزوت/ هكتار/ محصول في المتوسط كما بالجدول رقم (١).

جدول رقم (١): يوضح مدى النسبة المئوية للأزوت التي حصل عليها النبات من تثبيت N_2 الجوي (P fix) والكمية الكلية المثبتة بواسطة بعض البقوليات الشتوية والصفية (كجم أزوت/هكتار)

النوع النباتي	% للأزوت التي حصل عليها النبات من تثبيت N_2 الجوي (P fix)	كمية الأزوت المثبت (كجم أزوت/ هكتار)
أولاً: البقوليات الشتوية (Cool – season legumes) :		
١. الحمص (<i>Cicer arietinum</i>) Chickpea	٨٢-٨	١٤١-٣
٢. العدس (<i>Lentil</i>) <i>Jens culinaris</i>	٨٧-٣٩	١٩٢-١٠
٣. البسلة (<i>Pea</i>) <i>Pisum sativum</i>	٧٣-٢٣	٢٤٤-١٧
٤. الفول البلدي (<i>Faba bean</i>) <i>Vicia faba</i>	٩٢-٦٤	٣٣-٥٣
٥. الترمس (<i>Lupine</i>) <i>Lupinus angustifolius</i>	٩٧-٢٩	٢٨٨-٣٢
ثانياً: البقوليات الصيفية (Warm – season legumes) :		
١. فول الصويا (<i>Soybean</i>) <i>Glycin max</i>	صفر - ٩٥	صفر-٤٥٠
٢. حب العزيز/الفول السوداني (<i>Ground nut</i>) <i>Azachis hypogaea</i>	٩٢ - ٢٢	٢٠٦-٣٧
٣. الفاصوليا (<i>Common bean</i>) <i>Phaseouls vulagris</i>	صفر - ٧٣	صفر-١٢٥
٤. البسلة الهندية (<i>Pigeon pea</i>) <i>Cajanus cajan</i>	٨١ - ١٠	٢٣٥-٧
٥. الحبة السوداء/حبة البركة (<i>Black grain</i>) <i>Vigna mungo</i>	٩٨ - ٣٧	١٤٠-٢١
٦. اللوبيا البلدي (<i>Cowpea</i>) <i>V. unguiculata</i>	٨٩ - ٣٢	٢٠١-٩
٧. الجرين جرام (<i>Green gram</i>) <i>V. radiate</i>	٦٣ - ١٥	١١٢-٩

• تلقيح المحاصيل بالبكتيريا المثبتة للأزوت :

يعتبر التسميد الحيوي عنصراً هاماً من عناصر تقليل الضرر الناتج عن استخدام الأسمدة الكيماوية. ويسد جزءاً كبيراً من الاحتياجات السمادية اللازمة للمحاصيل المختلفة فتتوفر بذلك الأموال الطائلة التي تنفق لإنتاج هذه الأسمدة الكيماوية وتتوفر الطاقة المستخدمة في إنتاجها. كما أن كثير من المحاصيل البقولية (والتي تعتبر المصدر الأساسي لبروتين الفقراء) يرتبط إنتاجها باستخدام التخصبات الحيوية. وهذا يزيد من كمية البروتينات التي يحتاجها الإنسان. فيتم بذلك التوازن المطلوب في مكونات غذاء الفقراء بأقل التكاليف ودون حدوث تلوث للبيئة. إلا أن إنتاج مثل هذه المحاصيل والتي لقحت بالريزوبيا قد يختلف باختلاف المكان الذي زرعت فيه. ففي دراسة للوقوف على تأثير التلقيح بالريزوبيم على إنتاج محصول الحمص عند زراعته في أماكن مختلفة الأجواء بالهند. أشار Rewari عام (١٩٨١) إلى وجود فروق في الإنتاج باختلاف هذه المواقع والتي يوضحها الجدول رقم (٢).

جدول رقم (٢): يوضح تأثير التلقيح بالريزوبيم على محصول بذور الحمص في المواقع المختلفة بالهند

محصول بذور الحمص (١٠٠ كجم/هكتار)				الموقع أو المكان
الزيادة %	الزيادة	الملقحة بالريزوبيم	المقارنة	
٩	١,٨٥	٢٢,١٢	٢٠,٢٧	جابالبور (Jabalpur)
١٣	٢,٧٢	٢٢,٢٨	١٩,٥٦	دلهي (Delhi)
٢٢	٣,٠٤	١٦,٤٦	١٣,٤٢	هيزار (Hissar)
٢٠	٥,٤٧	٣٢,٢١	٢٦,٧٤	دولي (Dholi)
٣٦	٧,١١	٢٦,٦٢	١٩,٥١	فارانسى (Varansi)
٧٦	١٠,٣٧	٢٣,٩٣	١٣,٥٦	ساردار ناجا (Sardar Nagae)

معظم المناطق بالهند تتشابه أجوائها مع الأجواء المصرية (مناخ شبه إستوائي) .

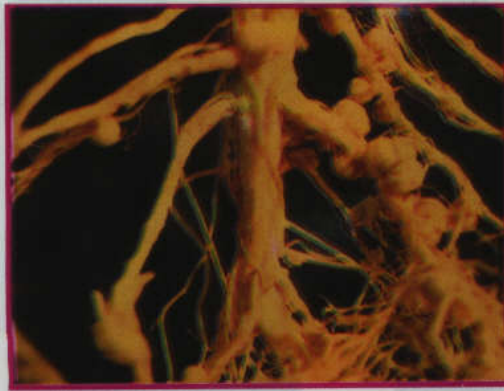
ولقد أجريت العديد من الدراسات الحقلية لمعرفة تأثير التلقيح بالريزوبيم على نمو النباتات المختلفة تحت ظروفنا المصرية. ففي إحدى هذه الدراسات وجد أن تلقيح البرسيم (clover) بسلالة منتخبة من الريزوبيم أدى إلى زيادة محتوى النيتروجين والمادة الجافة عن التلقيح بالعُقدين (OKadin). وأن نسبة الزيادة في محتوى المادة الجافة والنيتروجين في النباتات التي لقحت بالسلالة المحلية والأجنبية من الريزوبيم والعقدين كانت (٧٤٪، ١٠٠٪)، (٨٤٪، ١٠٠٪)، (٢٣٪، ٣٠٪) مقارنة بالنباتات غير الملقحة. على الترتيب. أيضاً، استجابت نباتات الفول البلدي (Faba bean) المنزرعة بحوض وادي النيل للتلقيح ببكتيريا *Rhizobium leguminosarum* cv. "Viciae" مما أدى إلى زيادة محصول الحبوب بمقدار ١٠,٣٤٪ عن النباتات غير الملقحة (ذكر ذلك Saxena and Stewart, 1983). علاوة على ذلك، أدى تلقيح نبات الحمص (Chickpea) بثلاث سلالات من الريزوبيم إلى زيادة محصول البذرة بنسبة (١١٠٪) عن النباتات غير المعاملة (ذكر ذلك Tellawi et al., 1986). كما أدى التلقيح بهذه السلالات إلى زيادة عدد العقد البكتيرية (nodules) وزيادة وزنها الطازج مع زيادة كمية النيتروجين الممتصة. وفي دراسة أجريت على تلقيح البرسيم الحجازي بسبعة أنواع من الملقحات البكتيرية (Bacterial inoculants). لاحظوا حدوث زيادة في كمية البروتين (على مدى سبع حشرات) مقارنة بالنباتات غير الملقحة بالنسب الواردة بالجدول التالي (جدول رقم ٣).

شكل رقم (٣) عقد بكتيرية على جذور البازلاء.

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

جدول رقم (٣): يوضح متوسط محصول البروتين والنسبة المئوية للزيادة
لنباتات البرسيم الحجازي المزروعة بالأراضي الجيرية الملقحة بسبعة أنواع من الملقحات
البكتيرية خلال موسمي ١٩٨٨/٨٧.

محصول البروتين عام ١٩٨٨		محصول البروتين عام ١٩٨٧		نوع الملقح البكتيري (Bacterial inoculant)
متوسط وزن البروتين (كجم/هكتار)	% للزيادة	متوسط وزن البروتين (كجم/هكتار)	% للزيادة	
-	-	١٢٠	-	١. المقارنة (نباتات غير ملقحة)
٣١,٠	٢٧٠	٣٩,٢	١٧٠	٢. ملقحة بـ <i>Azospirillum brasilense</i>
٣٤,٠	٢٨٠	٣٩,٢	١٧٠	٣. ملقحة بـ <i>Azotobacter chroococcum</i>
٢٨,٨	٢٧٠	٤٧,٨	١٨٠	٤. ملقحة بـ <i>Klebsiella pneumoniae</i>
٥٢,٦	٣٢٠	٦١,٨	١٩٠	٥. ملقحة بـ <i>Rhizobium meliloti</i>
٥٥,٦	٣٣٠	٨٩,٠	٢٣٠	٦. ملقحة بمخلوط من <i>Rhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>
٥٢,٦	٣٢٠	٧٤,٦	٢١٠	٧. ملقحة بمخلوط من <i>Rhizobium</i> + <i>Azotobacter</i>
٥٢,٠	٣١٠	٧٤,٦	٢١٠	٨. ملقحة بمخلوط من <i>Rhizobium</i> + <i>Klebsiella</i>



شكل رقم (٤)
عقد بكتيرية على جذور فول الصويا



شكل رقم (٣)
عقد بكتيرية على جذور البازلاء

أيضاً. ذكر (Kaloosh ١٩٩٤) أن زيادة قدرها ١٧,٦ ٪ ، ٤٠ ٪ في محصول الفول البلدي والحمص. على الترتيب أمكن الحصول عليها عند التلقيح بالعقدين (Okadin). وهو منتج محلي من بكتيريا الريزوبيا يضاف بمعدل ٤٠٠ جم/فدان حيث يحتوي كل جرام منه على ١٠×٨ خلية بكتيرية . وهو من إنتاج وزارة الزراعة بالدقي، مصر. بالمثل. وجد القراميطي وحماد (١٩٩٧) أن عدد العقد البكتيرية/نبات. الوزن الجاف للنبات. إرتفاع النبات. مساحة الورقة. عدد القرون والبذور/نبات وكذلك كمية العشب/نبات قد زادت معنوياً بتلقيح بذور فول الصويا (Soybean) قبل الزراعة ببكتيريا *Bradyrhizobium Japonicum*. عندما نقت البذور في محلول هذه البكتيريا المحتوي على ١٠×٢٥ خلية/مل لفترة قصيرة مقارنة بالنباتات غير الملقحة أو تلك التي تم تسميدها بسماد آزوتي معدني. لذلك فإنه يمكن التلقيح ببكتيريا *B. Japonicum* كبديل نظيف وملائم لكمية السماد الأزوتي المضافة لتقليل تكاليف الإنتاج. وجدير بالذكر أن معظم أشجار وشجيرات العائلة البقولية (Leguminosae) تتكون عليها عقد بكتيرية من الريزوبيم المثبت للأزوت الجوي كما يوضح بالشكلين رقم (٥ . ٦). وأن كمية الأزوت المثبتة بواسطة هذه الأشجار والشجيرات تزداد بتلقيحها بهذه البكتيريا. من بين هذه الأشجار:

Acacia saligna, *A. albida*, *Millettia leucantha*, *Dalbergia cultrata*, *Albizzia lebbeck*, *A. mangium*, *Pterocarpus macrocarpus*.



شكل رقم (٦)

تيروكاربوس ماكروكاربس
Pterocarpus macrocarpus



شكل رقم (٥)

أكاسيا ساليجنا
Acacia saligna

ومن الملاحظات الهامة التي يجب وضعها في الاعتبار عند استخدام بكتيريا الريزوبيوم أن الحرارة العالية والحموضة المرتفعة وارتفاع الملوحة بالأراضي القلوية ببعض المناطق الاستوائية يقلل من تكوين العقد البكتيرية (Nodulation). وبالتالي من تثبيت الأزوت الجوي بواسطة هذه البكتيريا. ففي إحدى الدراسات. وجد أن سلالة الريزوبيوم المستخلصة من جذور أشجار الألبيزيا (*Albizia lebbeck*) تستطيع أن تعيش على درجات حرارة حتى ٥٠°م. وأن السلالة المستخلصة من جذور الفُتنة (*Acacia farnesiana*) والسرّسوع (*Dalbergia sisso*) تستطيع النمو في تربة يصل رقم حموضتها إلى (أثنى عشر). كذلك فإن معظم سلالات الريزوبيوم تتحمل تركيزات الملوحة حتى (٥٪) كما يوضح بالشكلين رقم (٧، ٨).



شكل رقم (٨) السرّسوع



شكل رقم (٧) الفتنة

بالنسبة لمعدل التلقيح بالريزوبيا. فقد أوضح عبد الغفار (١٩٩٠) أن أفضل تأثير للريزوبيا أمكن الحصول عليه عند مستوى ٢٨ × ١٠^٦ خلية/بذرة فول صويا. أما بالنسبة لبذور البرسيم فكان ذلك عند مستوى ٥ × ١٠^٦ خلية/بذرة برسيم. وبصفة عامة فإن وحدة الأسمدة الحيوية بوزارة الزراعة وإستصلاح الأراضي وجامعتي عين شمس والأسكندرية أوصت جميعاً بمعدل ٤٠٠ جم من الملح/فدان (شريطة أن يحتوي كل جرام من الملح على ٨ × ١٠^٦ خلية ريزوبيا).

• الشروط الواجب مراعاتها عند إنتاج اللقاح أو السماد الحيوي:

١. أن يتم تحضير اللقاح تحت ظروف التعقيم الكامل.
٢. عزل الميكروبات المناسبة (السلالة المطلوبة) وتنقيتها على بيئات غذائية متخصصة طبقاً للهدف من العزل.

٣. دراسة حيوية وكفاءة الميكروب أو السلالة المنتخبة.
٤. دراسة مدى التوافق (أو عدم التضاد) بين السلالات المنتخبة.
٥. حفظ السلالات بعد العزل والاختبار في ظروف مناسبة للحفاظ على حيوية وسلامة الميكروب لحين استخدامه.
٦. إكثار السلالات المنتخبة أو المختارة للحصول على التركيز المناسب منها والذي يؤثر بشكل مباشر على تحسين إنتاجية وجودة المحصول.
٧. تحميل الميكروبات الممثلة للملحاح المطلوب استخدامه في الزراعة الحيوية على الحوامل المناسبة (Carriers) كي يتحمل الميكروب ظروف الحرارة والجفاف والملوحة. حتى لا تؤثر سلباً على حيويته لحين استخدامه.

• خطوات تلقيح البذور بالريزوبيوم:

١. يوضع ٥٠ جم من السكر على نصف لتر ماء (٥٠٠ مل) في وعاء مناسب ثم يسخن المحلول لمدة ١٥ دقيقة مع التقليب لضمان ذوبان السكر جيداً.
٢. يضاف للمحلول السكري وهو ساخن ٢٠٠ جم من الصمغ العربي. ثم يترك ليبرد حتى يصل إلى درجة حرارة الغرفة العادية.
٣. يوضع الملقح (المحمل على البيتموس عادة أو أي مادة حاملة أخرى) في الوعاء ويمزج بالمحلول السكري جيداً حتى نحصل على ما يشبه الردغة أو الروبة (Slurry).
٤. تضاف البذور بعد ذلك إلى هذه الروبة المحتوية على الملقح البكتيري أو الريزوبيوم بمعدل يكفي لزراعة فدان.
٥. تمزج البذور في روبة الملقح (Inoculum slurry) جيداً بتقليبها باليد. ثم ترفع من الوعاء وتجفف في مكان مظلل بعد فردها على قطعة نظيفة من الورق أو القماش أو البلاستيك.

(ب) بكتيريا لا تكافلية (Non – symbiotic)

وهي مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة الحرة المثبتة للأزوت دون أن تعتمد على عائل آخر (كالمجموعة السابقة التكافلية) في نظام يعرف بالنظام اللاتكافلي

(Non – symbiotic N_2 Fixation). تنتشر هذه الكائنات على نطاق واسع في كافة الأوساط البيئية الملائمة لنموها، وفي التربة مرافقة للنباتات، وفي الأوساط المائية ونصف المائية، وأيضاً في رواسب (Sediments) مياه البرك والأنهار. وتقسم هذه الكائنات إلى مجموعتين:

الأولى: وتضم بعض الأنواع أو السلالات الهوائية (Aerobic) أو المحبة للهواء (Aerophilic)، ومنها: *Beijerinckia*, *Beggiatoa*, *Azomonas*, *Azotobacter*, *Campylobacter*, *Derxia*, *Acetobacter*, *Aquaspirillum*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Xanthobacter*، وأخيراً بكتيريا *Thiobacillus*.

الثانية: وتضم بعض الأنواع اللاهوائية. وهذه البكتيريا اللاهوائية قد تكون: (أ) لا هوائية اختياريًا (Facultatively anaerobic bacteria) مثل: *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Vibrio* (وهذه الأجناس الثلاثة تتبع عائلة Enterobacteriaceae). (ب) لا هوائية إجباريًا (Obligately anaerobic bacteria) مثل: *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Desulfomaculum*, *Propionispira methanogens*, وبعض أنواع البكتيريا الخضراء (green) والأرجوانية (Purple) الكبريتية وغير الكبريتية. بالإضافة إلى بعض أنواع البكتيريا الزرقاء (Cyanobacteria) كالطحالب الخضراء المزرققة (Blue – green algae).

وتعتمد قدرة البكتيريا اللاتكافلية في تثبيت الأزوت الجوي (N_2). وكذلك كمية الأزوت المثبتة إلى حد كبير على طبيعة وكمية الطاقة المتيسرة لهذه البكتيريا. ولأن الدبال (Humus) الموجود بالتربة لا يستخدم كمصدر للطاقة. ولأن تثبيت الأزوت الجوي يثبط بوجود صور معينة من الأزوت ميسرة في التربة. فإن أهمية ودور البكتيريا

اللاتكافلية في التربة لازال مادة بحث وتفكير وتأمل من العلماء. ويوضح الجدول التالي رقم (٤) كميات الأزوت المثبتة بواسطة بعض أنواع من البكتيريا اللاتكافلية (الهوائية واللاهوائية).

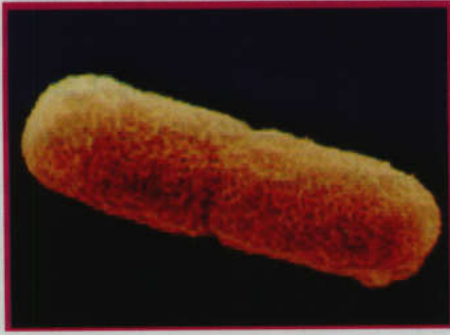
جدول (٤): كميات الأزوت الجوي المثبتة بواسطة بكتيريا عدم التكافل.

نوع البكتيريا اللاتكافلية	ظروف التحضين	فترة الحضانة (اليوم)	كمية الأزوت المثبتة (ميكرو جرام/ سم ² من التربة)
Achromobacter sp.	هوائية	٤	١٧
Azotobacter vinelandii	هوائية	٣	١٠٥٠
Cylindrospermum cylindrica	هوائية (وفي وجود الضوء)	٥٥	٥٢
Aerobacter aerogenes	لا هوائية	٢	٦٠
Clostridium butyricum	لا هوائية	١٠	١٣٦
Clorobium sp.	لاهوائية (وفي وجود الضوء)	٥	٢٠
Rhodospirillum sp.	لاهوائية (وفي وجود الضوء)	١٠	٧٦

أنواع البكتيريا اللاتكافلية:

ومن أهم الكائنات الحية الحرة. عديمة التكافل. والقادرة على تثبيت الأزوت الجوي بكفاءة والتي يكثر إستخدامها في صناعة المخصبات الحيوية المحسنة لخصوبة التربة والمفيدة في تغذية النباتات. الأنواع التالية: الأزوتوباكتر. الأزوسبيريللم. والباسيلس وبعض الطحالب الخضراء المزرققة. وسوف نتحدث الآن عن هذه الأنواع بشيء من التفصيل:

أ - جنس الأزوتوباكتر (Azotobacter):



شكل رقم (٩)

أزوتوباكتر كروكوكام

Azotobacter chroococcum

وهو أحد أجناس البكتيريا التابعة لعائلة Azotobacteraceae، والتي تمثل غالبية البكتيريا المثبتة للأزوت عضوية التغذية (Heterotrophic) التي تحتاج إلى مركبات معقدة من الأزوت والكربون للتمثيل الغذائي. وتشتمل بكتيريا الأزوتوباكتر على ثلاثة أجناس أساسية هي: *Derxia*, *Beijerinckia*, *Azotobacter*.

ومن أهم أنواع جنس الأزوتوباكتر النوع *A.*

chroococcum والذي يوجد بصفة أساسية

في التربة المصرية المتعادلة أو الجيرية. والنوع *A.*

agilis وهو من الأنواع المائية. والنوعان *A. beijerinckia*, *A. vinelandii* وكلاهما يوجد في أراضي أمريكا الشمالية. والنوع *A. insignis* ويوجد في مياه أندونيسيا الإقليمية. والنوع *A. macrocytogenes* ويوجد في الأراضي الدنماركية. وأخيرا النوع *A. paspali* والذي يوجد في منطقة انتشار جذور نباتات مسطح الباسبالم بالأراضي البرازيلية. كما يوضح بالشكل رقم (٩).

ويلاحظ أن جميع أنواع بكتيريا الأزوتوباكتر هوائية تماماً. كما أنها ذات معدل تنفسي عالي. خلاياها كبيرة الحجم. مستديرة أو بيضاوية. تنمو في أزواج (ثنائيات) محاطة بهالة من السكريات العديدة (Polysaccharides) ذات قوام لزج. هذه البكتيريا تستخدم القليل من المركبات النيتروجينية. بل وتستخدم النيتروجين الجوي نفسه (N_2) والأمونيوم والنترات والنيتريت واليوريا. وأية جزيئات عضوية تحتوي على النيتروجين ولو مصادفة. ولا يصح إدعاء البعض بأنها تعيش في بيئة خالية من النيتروجين. جميع أنواع البكتيريا التابعة لهذا الجنس تعتبر كائنات وسطية (Mesophilic) ودرجة الحرارة المثلى لنشاطها قريبة من $30^\circ C$. تحصل على الكربون من السكريات المختلفة، النشا، الكحولات والأحماض العضوية. وتحتاج بصفة أساسية إلى عناصر Ca , P , K , Mo بتركيز خاص للمساعدة في تثبيت الأزوت. تعطي صبغة بنية فاتحة أو غامقة نتيجة لتحويل التيروزين إلى ميلانين غير قابل للذوبان. ولقد أجريت العديد من التجارب في المناطق المعتدلة من العالم أوضحت أن تثبيت

الأزوت الجوي في الأراضي الملقحة بالأزوتوباكتر لا يزيد عن ١٠-١٥ كجم أزوت/هكتار/السنة . ويتوقف ذلك على وجود صورة ميسرة من الكربون لهذه البكتيريا (ذكر البعض أن بعض سلالات الأزوتوباكتر تقوم بتثبيت ما يقرب من ٤٠ كجم أزوت/فدان في الموسم الزراعي). ومن أهم التحضيرات المحتوية على خلايا الأزوتوباكتر ذلك المنتج المعروف باسم أزوتوباكترين (Azotobacterin) والذي يباع على نطاق تجاري في تشيكوسلوفاكيا. رومانيا، بولندا، ألمانيا، بلغاريا، المجر وأحياناً في مصر (حيث يتم إستيراده من بعض الدول سالفة الذكر). ولقد أثبتت الدراسات بالفعل أن معاملة البذور بالأزوتوباكترين مفيدة في زيادة إنتاج بعض المحاصيل الهامة مثل: القمح، الشعير، الذرة، الشوفان، الجوز، القرنبيط والبطاطس بنسبة تصل إلى ١٢٪. وحديثاً بدأ منتجو زهور القطف التجاريين بهولندا في استخدام مستحضرات الأزوتوباكتر لإنتاج زهور القطف التجارية.

ومن أهم نتائج الدراسات التي أجريت بمصر، ما وجده حسان وآخرون (١٩٨٥) من زيادة هائلة في محصول الحبوب لنبات الشعير بلغت أكثر من ٩١٪ عند المعاملة بملقح الأزوتوباكتر وبأكثر من ٥٧٪ عند المعاملة ببكتيريا *Klebsiella pneumoniae*. بينما زاد محصول العشب الأخضر بنسبة ١٨,٣ . ٣٦٪ باستخدام نوعي البكتيريا السابقين. على التوالي. بالمثل. وجد مذكور وآخرون (١٩٨٧) حدوث زيادة في عدد ووزن سيقان الشعير عند التلقيح ببكتيريا *Azotobacter sp.* وصلت إلى ٦٠,٤ . ٩٦,٢٪ على الترتيب. أيضاً، تم الحصول على نتائج مماثلة في محاصيل الأرز، القمح، الذرة والذي أعزى فيها زيادة نمو وإنتاج هذه النباتات عند استخدام بكتيريا *A. chroococcum* إلى زيادة الأزوت الميسر بالتربة. وبالتالي زيادة بناء المواد الغذائية اللازمة لتشجيع النمو الخضري والثمري بهذه المحاصيل. إضافة إلى ذلك فإن بكتيريا الأزوتوباكتر تخلق بعض المواد المنشطة للنمو مثل: الجبريلين، السيتوكينين وإندول حمض الخليك والتي تعمل كلها كمواد منظمة للنمو. أكد ذلك (١٩٩٠) Sprenat والذي أشار إلى أن ذوبان العناصر الغذائية، وتخليق الفيتامينات والأوكسينات والجبريلينات والأحماض الأمينية، والتي تساعد جميعها في تنشيط نمو النباتات قد حدث نتيجة للتلقيح بالأزوتوباكتر.

في عام (١٩٩٣) قام أبو النصر بزراعة بذور الشوفان (داخل الصوبة) إما بمفردها أو في وجود البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي (وهي مخلوط من بكتيريا *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella* بمعدل ٨×١٠^٤ خلية/جم من الملقح، أو VAM المحتوي إما على فطر *Glomus etunicatum* (VAM-A) أو فطر *G. intraradices* بمعدل ٣١٠ جرثومة حرشفية/١٠٠ جم تربة جافة أو توليفات من مخلوط البكتيريا وفطريات الـ VAM. أوضحت النتائج وجود تفاعل إيجابي بين

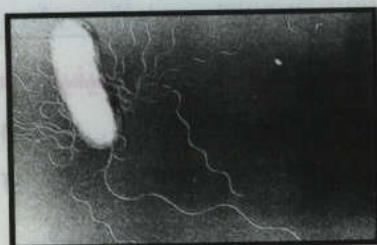
مخلوط البكتيريا المثبتة للأزوت وفطريات الـ VAM والذي يتوقف بدرجة كبيرة على نوع فطريات الـ VAM. تأثير هذه المعاملات (سواء البكتيرية أو الفطرية أو التوليفات فيما بينهما) على الوزن الجاف للسيقان والجذور/نبات. وكذلك محتوى السيقان والجذور من الفوسفور والنيتروجين يوضحها لنا الجدول رقم (٥).

جدول (٥): تأثير مخلوط البكتيريا المثبتة والـ VAM والتوليفات بينهما على الوزن الجاف للسيقان والجذور ومحتواهما من الفوسفور والنيتروجين لنبات الشوفان.

المعاملات		الوزن الجاف/نبات (جم)		محتوى الفوسفور (ppm)/١٠٠ جم وزن جاف		محتوى النيتروجين (ppm)/١٠٠ جم وزن جاف	
		السيقان	الجذور	السيقان	الجذور	السيقان	الجذور
المقارنة (بدون ملقحات)		١,١٩	٠,٥٦	٠,٦١	٠,٦٨	١,٣٥	١,١٦
VAM – A isolate		٠,٨٣	٠,٤٥	١,١٦	١,٢٨	١,٧٧	١,٤٤
VAM – D isolate		١,٠٤	٠,٥٣	٠,٨٠	١,٠٤	١,٧٤	١,١٤
البكتيريا المثبتة للأزوت (N)		١,٤٥	٠,٧٤	١,٠٥	٠,٩٠	٢,٠١	١,٨٧
N + VAM – A		٠,٨٩	٠,٤١	٠,٩٠	٠,٩٤	١,٦٢	١,٣٨
N + VAM – D		١,٣٠	٠,٦٩	٠,٩٥	٠,٨٨	١,٨٠	١,٥٣

ويلاحظ أن التلقيح ببكتيريا النترة (Nitrifying bacteria) المحولة للأمونيا والنترات قد يساعد إلى حد ما في تنظيم حالة النيتروجين في منطقة إنتشار الجذور. وبالتالي قد يكون أحد البدائل الملائمة لمنع سمية الأمونيا (NH_4) أو النترات (NO_3) عند إضافة الأسمدة المحتوية على اليوريا أو الأمونيا (Lang and Elliott, 1997).

ب - جنس الأزوسبيريللم (*Azospirillum*):



شكل رقم (١٠)

أزوسبيريللم برازيللي

Azospirillum brasilense

أوضحت عمليات الحصر في مختلف بلدان العالم أن النوع ليبوبيرم (*A. Lipoberum*) هو أكثر أنواع الأزوسبيريللم شيوعاً على جذور النباتات وتواجداً في الأراضي التي لا يثبت فيها الأزوت. بينما النوعين ليبوفيرم (*A. lipoferum*) والبرازيلي (*A. brasilense*) هما أكثر الأنواع استخداماً لتثبيت

الأزوت. ويستطيع الأوزوسبيريللم أن يغزو الشعيرات الجذرية دون أن يكون عليها عقد. حيث يزداد نشاطه في تثبيت الأزوت وهو داخل الشعيرة الجذرية عنه وهو خارجها. وهو يستخدم أحماض المالك، السكسينيك، البيروفيك واللاكتيك كمصدر للكربون. وبصفة عامة، فإن التلقيح ببكتيريا (*A. brasilense*) بدون إضافة نيتروجين تعادل إضافة ٤٠ كجم نيتروجين/هكتار. الشكل رقم (١٠).

ولقد أمكن عزل بكتيريا الأوزوسبيريللم من جذور العديد من النباتات. ومن سيقان بعض أصناف القمح والشعير. كما وجدت داخل الأوعية الخشبية لنبات *Cicer arietinum* (ذكر ذلك Lakshami et al., 1977). وتختلف قدرة بكتيريا الأوزوسبيريللم على تثبيت الأزوت طبقاً لنوع النبات كما هو موضح بالجدول التالي رقم (١).
جدول (١): كمية الأزوت المثبتة بواسطة بكتيريا *A. lipoferum* الموجودة في جذور بعض النباتات.

كمية الأزوت المثبتة (ملجم/جم جذور)	نوع النبات
٢٨	١. الأرز (صنف مادهو) <i>Oryza sativa</i> var. Madhu
٢٠	٢. الأرز (صنف ماشوري) <i>Oryza sativa</i> var. Mashuri
٢٠	٣. سورجم (صنف CSH_1) <i>Sorghum bicolor</i> var. CSH_1
١٦	٤. سورجم (صنف CSV_1) <i>Sorghum bicolor</i> var. CSV_1
٢٤	٥. الذرة <i>Zea mays</i>
٢٨	٦. البانيك <i>Panicum</i> Sp.
٣٦	٧. النجيل البلدي <i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers.
١٢	٨. السيتاريا <i>Setaria</i> sp.
١٦	٩. الأمارنتس <i>Amaranthus spinosa</i>

• كيفية تلقيح البذور ببكتيريا الأوزوسبيريللم:

- ١- تنشر أو توزع البذور في طبقة رقيقة على قطعة نظيفة من البلاستيك أو الشمع.
- ٢- ينثر أو يذر مسحوق الملقح البكتيري المحمول على مادة حاملة مناسبة (Carrier) في صورة رذاذ خفيف على البذور.

ملحوظة: قد تكون المادة الحاملة: تربة ناعمة جداً، أو مسحوق المادة العضوية لخلفات المزرعة (FYM) بعد طحنه وتنعيمه جيداً، أو مخلوط منهما بنسبة

(١:١). وقد تكون مخلوط من التربة الناعمة والسكرور بنسبة (١:٩). وقد يكون

مسحوق الفحم النشط الناعم أو مخلوط من مسحوق الفحم ومسحوق

المادة العضوية الناعم مخلفات المزرعة (FYM) بنسبة (١:١).

٣- يخلط مسحوق الملح البكتيري بالبذور جيداً عن طريق التقليب باليد أو كوريك يدوي صغير.

٤- تزرع البذور بعد ذلك بالمعدل و الطريقة الملائمة في الأرض المستديمة مباشرة.

وعن قدرة الأزوسبيريللم على تثبيت الأزوت. أثبتت الدراسات أن محتوى الأزوت

في حبوب وأنسجة نباتات القمح قد زاد معنوياً بفعل بكتيريا *Azospirillum* وأن نشاط هذه البكتيريا في تثبيت الأزوت الجوي تأثر كثيراً بالأمونيوم والأوكسجين الموجودان في التربة. حيث لوحظ أن إضافة الأمونيا أو توفير ظروف لا هوائية (انخفاض الأوكسجين) أدى إلى حدوث تحول أو تغيير في نشاط إنزيم الـ Nitrogenase في كل من

بكتيريا *A. brasilense*, *A. lipoferum*

أشار فرج (١٩٩٨) إلى أن استجابة نباتات الأرز للتلقيح ببكتيريا *Azospirillum*

spp. كان أكثر وضوحاً عند المستوى الأقل من التسميد الأزوتي عنه عند المستوى

الأعلى. كما أن أعداد بكتيريا الأروتوباكتر في التربة. إرتفاع نباتات الأرز وعدد الأفرع

والنورات العنقودية المتكونة عليها قد زاد بفعل بكتيريا *A. brasilense*.

أيضاً. قام حسونة وآخرون (١٩٩٤) بدراسة استجابة بعض أصناف الذرة السكرية

للتلقيح ببكتيريا *A. brasilense* تحت ظروف الإجهاد المائي (وذلك بالري على الفترات

التالية: ١٠، ١٥، ٢٠ يوماً) عند زراعتها في التربة الجيرية بمنطقة برج العرب جنوب

الإسكندرية. أوضحت النتائج أن التلقيح بهذه البكتيريا أدى إلى زيادة نمو صنفين من

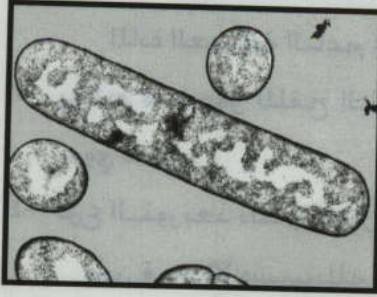
الذرة السكرية هما: cv. Collier, cv. Tracy - كما حدثت زيادة في الوزن الطازج

للحوامل الزهرية بنسبة ٣-١٤٪. وفي المصاصة (بقايا السيقان بعد العصر) بنسبة

١١-٢٢٪ وفي سكرور العصير الناج بنسبة ٦-٨٢٪. كما أن محصول العشب الطازج قد

زاد بنسبة ٣-٩٪.

ج - جنس الباسيلس (*Bacillus polymyxa*):



شكل رقم (١١)
باسيلس بوليميكسا
Bacillus polymyxa

وهو نوع من البكتيريا اللاهوائية الاختيارية. له القدرة على تثبيت الأزوت الجوي. ولكن بدرجة بسيطة. إلا أن إضافة جرعة منشطة من أملاح الأمونيوم في بداية الزراعة تزيد نشاط هذه الأنواع وبالتالي قدرتها على التثبيت. هذه الميكروبات تفرز عادة أحماض أمينية بسيطة يستطيع النبات أن يمتصها. وعند موتها وتحللها بواسطة الميكروبات الأخرى تنطلق منها بعض المركبات البروتينية والأحماض الأمينية فيستفيد بها النبات في نموه. شكل رقم (١١) يوضح جنس الباسيلس

(د) الطحالب الخضراء المزرقّة (Blue – green algae)

إن استعمال الطحالب الخضراء المزرقّة كسماد حيوي في إنتاج بعض المحاصيل لم يطبق على نطاق تجاري واسع لأن هذه الكائنات تحتاج إلى طبقة من المياه المستقرة أو الراكدة حتى تستطيع النمو بشكل جيد. وبالطبع. فإن هذه الظروف غير ملائمة لنمو الكثير من النباتات. لكنها قد تستخدم في حقول الأرز ومع بعض النباتات المائية ونصف المائية. كما يوضح بالشكلين رقم (١٢، ١٣).



الشكل رقم (١٣)
نوستوك برونيفورم
Nostoc pruniforme



الشكل رقم (١٢)
ريفولاريا بولاتا
Rivularia bullata

أنواع الطحالب الخضراء المزرقّة

ثانياً: ملقحات الميكورهيذا (Mycorrhizae inoculants):

تنشأ الميكورهيذا نتيجة لمرافقة أو مصاحبة بعض الفطريات الأرضية الموجودة في التربة لجذور النباتات. ومن هنا جاءت تسميتها بـ Mycorrhizae. وهي كلمة مشتقة من مقطعين: الأول (Myco-) وهي بادئة معناها فطر والثاني (-rrhizae) وهي لاحقة معناها جذر. فيكون معنى الكلمة كاملة فطريات الجذور أو الفطريات النامية أو المصاحبة أو المرافقة للجذور. وفطريات التربة التي تقوم باستعمار جذور نباتات معظم المحاصيل والحشائش وتستوطن فيها تعرف باسم "VAM" وترجمتها "Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal". حيث تقوم هذه الفطريات بتكوين علاقة تكافلية بينها وبين النبات الذي تستعمر أو تستوطن جذوره. ومن ثمّ يمكن اعتبار فطريات الـ VAM أجزاء متممة أو مكملة للنبات العائل الذي تنمو عليه.

وتلعب فطريات الميكورهيذا دوراً هاماً في تحسين تغذية النباتات. وبالتالي تحسين نموها وزيادة المحصول الناتج منها. كما تلعب دوراً كبيراً في حماية هذه النباتات من بعض المسببات المرضية (Pathogens) وتحسين مقاومتها أو حملها لبعض الإجهادات البيئية. إضافة إلى ذلك. فإن هذه الفطريات تلعب دوراً أساسياً في حفظ وحماية التربة وتحسين إنتاجية المحاصيل. إنها تعمل كالوسيط الذي ينظم حركة العناصر الغذائية من التربة إلى النبات والمركبات الكربونية من النبات إلى التربة. ولقد أمكن حديثاً إدراك دور هذه الكائنات في جميع حبيبات التربة وتكتيلها عندما لقحت بذور عباد الشمس بفطريات VAM بمعدل ٢٥-٥٠ جرثومة/بذرة.

ولأن الميكورهيذا تشجع النباتات على امتصاص العناصر المعدنية من التربة. فإن ذلك يساعد بشكل واضح في تعديل توازن تلك العناصر داخل أنسجة النباتات. خاصة الكربون أو المركبات الكربونية والتي يعاد توزيعها في أنسجة النباتات الميكورهيذية (Mycorrhizal plants) بسبب زيادة معدل البناء الضوئي. ومن التغييرات أو التعديلات التي تحدثها الميكورهيذا والتي تؤثر بشكل مباشر على النظم المنظمة للنمو في النبات هو زيادة إنتاج الهرمونات النباتية (مثل السيتوكينين. الجبريللين والإيثيلين).

ليس هذا فحسب، بل أنها تتسبب في خفض نفاذية الأغشية النباتية مما يؤدي إلى حدوث تحول أو تغيير في كمية ونوعية الإفرازات الجذرية والتي لها القدرة على إحداث استجابة واضحة للكائنات الأولية الدقيقة الموجودة في منطقة انتشار الجذور. ولقد أمكن التعرف على نوعين من الميكورهيذا، إحداهما خارجية التغذية (Ecotorrophic)، والأخرى داخلية التغذية (Endotrophic). وتتكون الميكورهيذا خارجية التغذية بواسطة الفطريات ذات الأغشية الفاصلة (Seplate fungi) والتي تغزو جذور العديد من الأشجار والشجيرات، خاصة تلك التي تتبع العائلات النباتية التالية:

- ١ - الصنوبرية (Pinaceae) مثل: الصنوبر (Pine)، التنوب (Fir)، البيسية (Spruce)، اللاركس (Larch) والشوكران (Hemlock).
- ٢ - البلوطية (Fagaceae) مثل: البلوط (Oak)، الزان (Beech) والكستناء (Chest nut).
- ٣ - عائلة البتولا (Betulaceae): مثل البتولا (Birch) وجار الماء (Alder).
- ٤ - الصفصافيه (Salicaceae) مثل: الصفصاف (Willow) والحوار (Poplar).
- ٥ - الكازورينية (Casuarinaceae) مثل: الكازورينا (Casuarina).
- ٦ - الآسية (Myrtaceae) مثل: الكافور (Eucalyptus) ... هذا بالإضافة إلى بعض العائلات الأخرى.

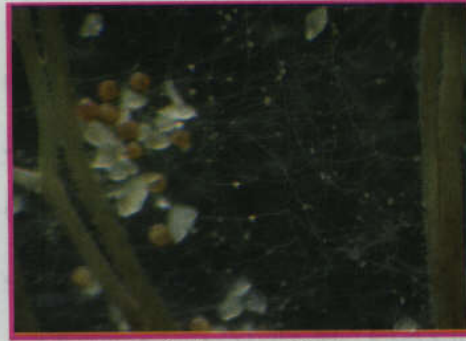
أما الميكورهيذا داخلية التغذية، فقد قام Gerdeman and Trappe (١٩٧٥) بتقسيمها إلى أربعة أجناس هي: *Sclerocytis*, *Glomus*, *Gigaspora*, و *Acaulospora*. وتتبع فطريات VAM عائلة Endogonaceae وتتواجد على معظم أنواع النباتات العشبية. مغطاة البذور. النباتات أحادية وثنائية الفلقة. المحاصيل الحولية والمستديمة. وكذلك النباتات المحلية المميزة لكل إقليم. كما توجد أيضاً على بعض نباتات معراة البذور مثل: السرو (Cupressus)، التويا (Thuja)، التاكسوديم (Taxodium)، العرعر (Juniperus) والسيكويا (Sequoia).



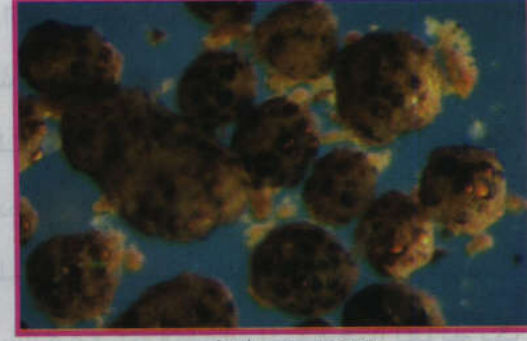
الشكل رقم (١٥)
جلومس إيتونيكتام
Glomus etunicatum



الشكل رقم (١٤)
أحد أنواع الفطريات ذات الأغشية الفاصلة



الشكل رقم (١٧)
جيجاسبورا مارجريتا
Gigaspora margarita



الشكل رقم (١٦)
اسكليروسيسستيس روبيفورميس
Sclerocystis rubiformis

ومن أهم نتائج الدراسات التي تمت للوقوف على الدور الذي تلعبه الميكورهيذا في تحسين نمو وإنتاج النباتات ما ذكره Ames and Linderman (١٩٧٧) من أن تلقيح شتلات اللبليم بفطر *Acaulospora trapei* منع دخول أو غزو المسببات المرضية لتلك الشتلات. فنمت بشكل أفضل من تلك التي لم تلقح. كما أن وزنها الطازج كان أكبر. وكذلك محتواها من عناصر النيتروجين. الفوسفور. البوتاسيوم. الكالسيوم والمغنسيوم. وفي عام (١٩٨٢) وجد (Jhonson) وآخرون أن غزو خيوط الميكورهيذا لجذور نباتات الأراولة (*Chrysanthemum morifolium*) أدى إلى زيادة إرتفاع النباتات. خاصة عند استمرار تعرضها للنهار الطويل لمدة (٨) أسابيع. كما حسنت الميكورهيذا

من الوزن الجاف للأزهار والسيقان والجذور. خاصة عند التسميد بالأزوت بمعدل ٣٠٠ كجم
أزوت/هكتار/السنة والتعرض للنهار الطويل لمدة ٤-٨ أسابيع.

وجد (Biermann and Linderman ١٩٨٣) أن حقن بيئة الأصص المنزوع
بها نباتات الجارونيا (*Pelargonium zonale*) بفطر *Glomus fassiculatum*
بمعدل ١,٥ جم من جراثيم الفطر/لتر من بيئة النمو أدى إلى زيادة مساحة الأوراق والوزن
الطازج لها. مع زيادة أوزان السيقان والجذور وارتفاع محتواها من العناصر الغذائية.
خاصة المنجنيز والزنك.

إضافة إلى ما سبق، فقد ذكر أبو النصر عام (١٩٩٤) أن إضافة فطر *Glomus*
etunicatum بمعدل ٣١٠ جرثومة حرشفية (*Chlamydospores*)/١٠٠ جم تربة
جافة أحدث تأثيرات إيجابية على نمو القطيفة (*Tagetes erecta*) والزنينا (*Zinnia*
elegans). كما أدى إلى تكبير الإزهار وزيادة عدد النورات على النبات. ليس هذا فحسب.
بل إن ارتفاع السيقان والوزن الجاف لها وللجذور قد زادت وبشكل معنوي. كما أوضحت
هذه الدراسة أن تفاعل النباتات موضع الدراسة مع غزو فطريات الميكورهيذا لها لم يكن
مرتبطاً على الإطلاق بمحتوى الفوسفور والبوتاسيوم في هذه النباتات. تؤكد ذلك على
نباتات الورد (*R. hybrida* L. cv. Ferdy) حيث وجد أن مساعدة فطريات الميكورهيذا
لنباتات الورد على تحمل الجفاف لم يكن له علاقة بالتسميد بالفوسفور. وأشاروا إلى أن
الميكورهيذا تميل لإحداث تعديل في الشكل الظاهري للجذور وفي أنماط توزيع الكربون أو
المركبات الكربونية على السيقان والجذور بما يعين النباتات على تحمل العطش. إضافة إلى
ذلك، فإن النباتات المعاملة بالميكورهيذا أظهرت قدرة واضحة في الحفاظ على معدلات نتح
عالية نتيجة لزيادة عدد الجذور الجانبية عليها وانخفاض كتلة السيقان.



الشكل رقم (٢٠)
الورد

Pink Rose



الشكل رقم (١٩)
الزينيا

Zinnia elegans



الشكل رقم (١٨)
القطيفة

Tagetes erecta

هذا.... وتلعب فطريات الميكورهيذا دوراً ما في تعديل الضغط الأسموزي لخلايا النباتات المعاملة بها فتزداد قدرتها على تحمل أية اجهادات بيئية. ولقد لوحظ أن كثافة فطريات الميكورهيذا تزداد في البيئات الغنية بالغذاء ذات الرطوبة المرتفعة. كما أن سلالات معينة من فطريات الميكورهيذا هي القادرة على تحسين نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها. ففي إحدى التجارب زرعت نباتات: *S. album*, *Sedum teleohium*, *Dianthus deltoides*, *Potentilla orgentea*, *Anthemis tinctoria*, *Festuca ovina* في بيئة فطرية (myc-substrate) غنية بجراثيم سلالات معروفة و محددة من فطريات الميكورهيذا (AMF Arbuscular Mycorrhizal Fungi) وبيئة أخرى تحتوي على فطريات AMF طبيعية (Natural AMF) كمقارنة. فوجد أن النباتات النامية في البيئة الفطرية (Myc-) أعطت نمو أفضل من نباتات المقارنة. إن الحاجة لإنتخاب سلالات معينة من فطريات AMF لإنتاج ملحق تجاري يساعد النباتات على النمو الأمثل و أصبح الآن أمراً هاماً وضرورياً للحصول على منتج آمن ونظيف.

في دراسة على البصل (*Allium cepa* L.) أدى تلقيح التربة بفطر *Glomus etunicatus* بمعدل ٢٥٠٠ جرثومة/م^٣ إلى زيادة حجم ووزن الإنبصال ومحتواها من العناصر الغذائية. أيضاً فإن النباتات المعاملة بالفطر كان لها أعلى جهد مائي بالأوراق. أعلى معدل نتح. أعلى درجة توصيل مائي. وأقل مقاومة ورقية عن النباتات غير المعاملة تحت ظروف الأرض الفقيرة في الفوسفور. ولقد أمكن الحصول على نتائج مشابهة على الطماطم. وعلى الذرة. وعلى الفول البلدي. وعلى عباد الشمس. حيث وجد أن المعاملة

بفطريات الميكورهيذا أحدثت زيادة في نمو النباتات المذكورة وفي الحصول الناتج منها. كما حسنت محتواها من العناصر المعدنية.

وعلى إحدى أنواع شجيرة البتسبورم (*Pittosporum tobira*). وجد أن معاملة عقلها بفطر *Glomus mosseae* بمعدل ٣٠٠ جرثومة/عقلة أدى إلى زيادة عدد الأفرع. والوزن الطازج للأوراق والجذور ومحتواهما من العناصر المعدنية. أيضاً زاد معدل انتقال الأحماض الأمينية في العصير المنتقل بأوعية الخشب في النباتات المعاملة بالفطر عنه في النباتات غير المعاملة. مما يؤكد أن الفطر له دور هام في تمثيل الأزوت وتوزيع نسبته بين الأوراق والجذور في هذا النوع من شجيرة البتسبورم.

أيضاً تلعب الميكورهيذا دوراً هاماً في حماية النباتات من حشرات التربة المنتشرة في محيط الجذور. وعلى نوعين من الكافور: *Eucalyptus dunnii* و *E. viminalis*. وعلى أحد أنواع الصنوبر (*Pinus muricata*). وعلى أحد أنواع السيدر (*Cedrus atlantica*) ثبت ذلك. ولقد ذكر البعض أن فطريات الميكورهيذا لها دور هام في زيادة قدرة النباتات على امتصاص الماء عند زراعتها بالأراضي الملحية أو رباها بمياه عالية الملوحة. فقد ثبت أن فطريات الميكورهيذا تزيد من مقاومة حشائش المسطحات الخضراء لغزو الحشرات الأرضية. كما تزيد من قدرتها على البقاء حية أثناء فترات الجفاف أو نقص المياه.



الشكل رقم (٢١)

مسطح أخضر خالي من الإصابات الحشرية

طرق التلقيح بالميكورهيذا:

١. تلقيح التربة مباشرة بجراثيم الفطر المطلوب. إلا أن هذه العملية تحتاج إلى كميات كبيرة من اللقاح والذي قد يكون عرضه للتلوث ببعض البكتيريا الممرضة.
 ٢. زراعة شتلات معاملة بالميكورهيذا (أنتجت مسبقاً بالمشتل) فيما بين النباتات المزروعة بالحقل أو فيما بين مرقاد البذور.
 ٣. إستخدام الجراثيم أو الأكياس الجرثومية للفطريات التي تصلح كلقاح وتعتمد على وجودها بشكل طبيعي.
 ٤. إستخدام المزارع النقية للميكورهيذا كلقاح نموذجي ثم إعدادة معملياً. لكنها مع الوقت سوف تستهلك كما أنها قد تكون مكلفة.
- وبصفة عامة، فإن معدل التلقيح بجميع الطرق السابقة يتراوح بين $5,5 \times 10^4$ - $3,1 \times 10^4$ جرثومة/م² من سطح التربة.

ثالثاً: الكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات:

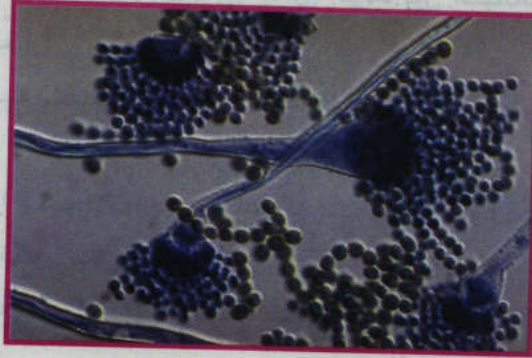
(Phosphate solubilizing microorganisms)

يعتبر الفوسفور أحد العناصر الغذائية الكبرى الهامة لجميع النباتات. وكذلك للكائنات الحية الدقيقة إذ يلي النيتروجين مباشرة من حيث الأهمية. ومن أهم الصور العضوية للفوسفور في التربة: الفيتين (Phytin). الفوسفوليبيدات (Phospholipids) والأحماض النووية (Nucleic acids) والتي تنتج بصفة أساسية من خلل الأحياء أو المواد النباتية. كذلك تعتبر الأراضي المحتوية على نسبة عالية من المادة العضوية غنية أيضاً بالصور العضوية للفوسفور. ويلاحظ أن العديد من الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة، خاصة تلك التي تتبع أجناس: *Aspergillus*، *Penicillium* لها القدرة على تحويل الفوسفور غير الذائب في التربة إلى صورة ذائبة بإفراز أحماض عضوية (مثل أحماض: الفورميك (formic)، الخليك (acetic)، البروبيونيك (Propionic)، اللاكتيك (Lactic)، جليكوليك (glycolic)، فيوماريك (fumaric) والسكسينيك (Succinic)). هذه الأحماض تقوم بخفض الأس الهيدروجيني بالتربة (pH) وتحدث

تخلل أو إذابة لروابط الفوسفات. بعض الأحماض الهيدروكسيلية (Hydroxyl acids) قد تخلب مع الكالسيوم أو الحديد مؤدية إلى إذابة الفوسفات وتحرره في صورة قابلة للاستخدام بواسطة النباتات (Subba Rao, 1981).

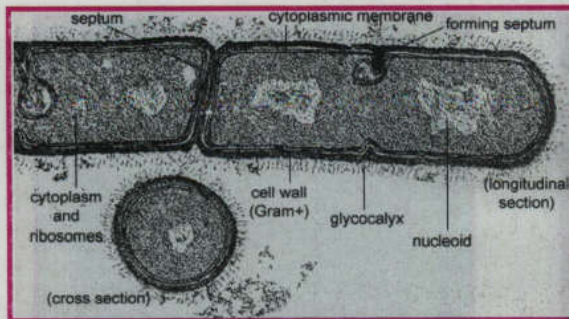


الشكل رقم (٢٣)
فطر بنيسيليم *Penicillium*



الشكل رقم (٢٢)
فطر اسبرجيلاس *Aspergillus*

بعض أنواع البكتيريا لها قدرة عالية على إذابة الفوسفات مثل: *Pseudomonas*, *Bacillus megaterium* var. *phosphoticum*. حيث تنمي هذه البكتيريا في محلول بيكوفاسكايا (Picovaskaya broth) لمدة (٧-١٨) يوماً على درجة (٢٨ ± ٢ °م). ثم تخلط مع حامل (carrier) معقم مناسب (مثل البيتومس المخلوط بالطمي الناعم جداً، أو مسحوق الليجنيت (lignite) وهو نوع من الفحم الحجري). يعالج هذا المخلوط بعد ذلك لمدة أسبوع على درجة (٢٨ ± ٢ °م) في صواني كبيرة مغطاة بصواني أخرى فارغة من نفس المقاس لكنها غير محكمة التغطية (تخلخل بعض المسافات لطرد أي غازات متصاعدة). يعبأ الملقح بعد ذلك بمعدل ٣٠٠ جم لكل كيس بلاستيك ويحفظ على درجة ١٥ - ٢٠ °م لحين استخدامه.. تم تحضير سماد حيوي تجاري آخر تحت إسم فوسفو باكتيريم "Phospho bacterium" وذلك بتحميل بكتيريا *Bacillus megaterium* var. *Phosphoticum* على مادة حاملة مناسبة. ثم إستخدم على نطاق واسع لتحقيق زيادة في محصول النباتات المعاملة تراوحت بين ٥-١٠% مقارنة بالنباتات غير المعاملة.



الشكل رقم (٢٤) بكتيريا باسيلس ميجاتيريوم
(*Bacillus megaterium*)

ولقد أجريت العديد من التجارب لدراسة تأثير الكائنات الحية المذيبة للفوسفات على النباتات. فوجد أن عفن القرنفل الفيوزاريومي قد ثبت بشدة بواسطة بعض أنواع البكتيريا والفطريات المتربة خاصة فطر *Penicillium* وبعض أنواع الفيوزارم *Fusarium spp.* ولقد وجد أن التلقيح ببكتيريا *Pseudomonas striata* مع التسميد بصخر الفوسفات والسوبر فوسفات أدى إلى زيادة محصول وجودة البطاطس معنوياً.

ولقد أوصت وحدة السماد الحيوي بجامعة الإسكندرية وعين شمس. والوحدة المناظرة لها في وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي بأن يكون معدل إضافة الكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات ٤٠٠ جم/فدان (على أساس أن كل 1 جم من الملقح يحتوي على 10×8 جرثومة).

رابعاً: الأزولا كسماد أخضر (*Azolla as a green manure*):

الأزولا هي أحد أجناس السراخس ذات الأكياس الجرثومية الصغيرة. متباينة الجراثيم. والتي تعيش في البيئات المائية ونصف المائية. تتبع العائلة Azollaceae. وتنتمي إلى جنس واحد فقط هو جنس الأزولا (*Azolla*) والذي يندرج تحته جنسين هما: *Rhizosperma*، *Euazolla* وسبعة أنواع هي:

A. Caroliniana , *A. nilotica* , *A. filiculoides* , *A. pinnata* , *A. mexicana* , *A. microphylla* , *A. rubra*.



الشكل رقم (٢٦) أزولا نيلوتিকা
Azolla nilotica



الشكل رقم (٢٥) أزولا كارولينيانا
Azolla caroliniana

وتعتبر البكتيريا الزرقاء *Azolla anabaena strasburger* هي النوع الوحيد من البكتيريا الذي يعيش مع الأزولا تكافلياً. وقدرة هذه البكتيريا الزرقاء على إختزال الأزوت الجوي (N_2) إلى أمونيا عن طريق إنزيم النيتروجيناز (Nitrogenase) تسمح لها بالمشاركة بنجاح في تثبيت الأزوت بالبيئات المائية منخفضة الأزوت (Subba Rao, 1981).

ولقد أوضحت إحدى الدراسات أن معدلات تثبيت الأزوت بواسطة بكتيريا *A. caroliniana* كانت ٢٥,٨، ٢٩,٠، ١٣,٨، ١٨,٥ جم نيتروجين/هكتار/ساعة بعد ١، ٢، ٣، ٤ أسابيع من النمو على الترتيب. ولاحظنا أن كمية الأزوت المثبتة بعد الأسبوع الرابع من النمو تنخفض بشكل واضح.

في مناطق معينة بالصين، أُستخدمت الأزولا في تسميد القمح. الذرة واللفت بمعدل 30 طن/هكتار مما أدى إلى زيادة محصول القمح بأكثر من ٨٠٠ كجم/هكتار. ومحصول الذرة بأكثر من ٩٤٥ كجم/هكتار. ومحصول اللفت بحوالي ٧١٠ كجم/هكتار (FAO, 1978). وفي إحدى الدراسات لوحظ أن استخدام الأزولا الجافة (*Azolla pinnata*) بنسبة ١-٥ % بالوزن من مخلوط التربة أدى إلى خفض التعرض للإصابة ببرقات *Meloidogyne incognita* في البامية.

استخدام الكائنات الدقيقة في مجال المقاومة الحيوية أو البيولوجية:

لا شك أن استخدام المبيدات الكيماوية في مقاومة الآفات والأمراض له دور هام. لكنه للأسف مكلف. وملوث للبيئة وضار بصحة الإنسان والحيوان والكائنات الحية النافعة: لذا بدأ الاهتمام منذ فترة باستخدام الأعداء الطبيعية لمسببات الأمراض والآفات الضارة كأسلوب آمن وصديق للبيئة فيما يعرف بالمقاومة الحيوية والتي يستخدم فيها كائن نافع للقضاء على كائن ضار. من أهم الأحياء الدقيقة التي أستخدمت في هذا المجال *Azotobacter chroococcums* وبعض سلالات من جنس *Azospirillum*. بالإضافة إلى ميكروب *Bacillus subtilis* وميكروب *Pseudomonas fleurecences*.



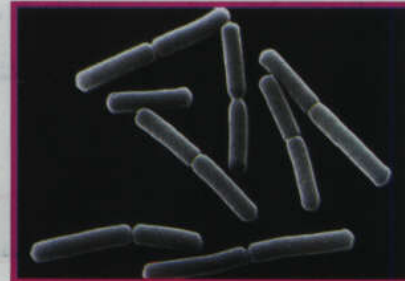
الشكل رقم (٢٨)
أزوسبيريللم برازيللي
Azospirillum brasilense



الشكل رقم (٢٧)
أزوتوباكتر كروكوكام
Azotobacter chroococcum



الشكل رقم (٣٠)
جنس سيدومونس
Pseudomonas sp.



الشكل رقم (٢٩)
باسيلس سابتيليس
Bacillus subtilis

العوامل التي تعتمد عليها تكنولوجيا التسميد الحيوي:

تعتمد تكنولوجيا التسميد الحيوي على عدة عوامل هي:

- ١- نوع التربة
- ٢- المادة العضوية
- ٣- نوع النبات
- ٤- نوع الخدمة ورعاية النبات
- ٥- التسميد المعدني المرشد
- ٦- المقننات المائية
- ٧- تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة ومياه الري.

وسوف نتحدث فيما يلي بشيء من التفصيل عن بعض هذه العوامل لأهميتها.

أولاً: نوع التربة: لاشك في أن نوع التربة يلعب دوراً هاماً في نجاح أو فشل التسميد الحيوي، نوضح ذلك فيما يلي:

(١) اللقاحات الحيوية وعلاقتها بالتربة الجيرية والنبات:

من المعروف أن الأراضي الجيرية تحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم تؤثر بشكل مباشر على خصائص وصفات تلك التربة ذات الصلة بنمو النبات، فهي تحتفظ بالماء لفترات أطول وتبدو وكأنها منداة دائماً، وعند جفافها تتشقق وتتكون الشقفة التي تمزق الجذور وتتسبب في موت النباتات وهي صغيرة أو في طور البادرات. كما يحدث تثبيت لبعض العناصر بها مثل الفوسفور والعناصر الصغرى، بجانب احتفاظها بالأملاح التي قد تضر بالنبات.

أما عند إضافة الملقح الحيوي للتربة فإنه يحدث التأثيرات التالية:

- ١- يفكك حبيبات التربة المتماسكة فيتحسن الصرف والتهوية.
- ٢- يحلل الفوسفات العضوي ويحوله إلى فوسفات معدني ويحول الفوسفات المعدني إلى ثنائي أو أحادي وهي الصور التي يستطيع النبات امتصاصها والاستفادة بها.
- ٣- يحرر العناصر الصغرى المثبتة بالتربة الجيرية.

- ٤- يقوم بتثبيت الأزوت الجوي (N_2) بكفاءة عالية فيزيد خصوبة التربة.
- ٥- يزيد من قوة سيقان النباتات لتحرير عنصر الكالسيوم، كما يزيد محتوى الأوراق من الكلورفيل، خاصة كلورفيللي أ.ب.
- ٦- يزيد محتوى النبات من الهرمونات (مثل السيتوكينين والجبريللين) فينشط النمو.
- ٧- يزيد من تركيز البروتينات عن الكربوهيدرات في النبات فيكون معدل البناء أكثر من معدل الهدم.
- ٨- يزيد تركيز الأحماض الأمينية والـ (ATP) في الأوراق والسيقان.
- ٩- يزيد قدرة النبات على النمو في ظل مستويات منخفضة من العناصر الغذائية مع تحسين الاستجابة للتسميد.
- ١٠- يزيد من نسبة وسرعة إنبات البذور ويدعم نمو البادرات.
- ١١- يزيد من خصوبة التربة ويحسن من خواصها وإنتاجيتها كمّاً ونوعاً.

٢) اللقاحات الحيوية وعلاقتها بالتربة الملحية والنبات:

من المعروف أن النبات في الأرض الملحية يواجه مشكلتين. الأولى هي صعوبة الحصول على الماء من تربة جهدها الأسموزي سالب، والثانية مواجهة التركيزات العالية السامة لكربونات الصوديوم وأيونات الكلوريد. لكن عند إضافة الملقح الحيوي، فإنه بالإضافة إلى الفوائد التي ذكرناها في حالة التربة الجيرية، تحدث التأثيرات الإيجابية التالية في الأراضي الملحية:

- أ- يزيد من حجم المجموع الجذري وعدد الشعيرات الجذرية فتزداد طاقة النبات على امتصاص ما يحتاجه من الماء، بل إن الجذور قد تمتد في وجود الملقح الحيوي إلى أعماق أبعد حيث تنخفض تركيزات الأملاح فيحصل النبات على احتياجاته المائية بسهولة.
- ب- يزيد من الضغط الإسموزي لخلايا النبات، خاصة الجذرية نتيجة لتراكم المواد العضوية الذائبة (مثل البروتين وبعض الأحماض العضوية والأمينية) في

السيتوبلازم فيحدث توازن بين الضغط الأسموزي لخلايا النبات والمحلل الأرضي

فتزداد قدرة النبات على تحمل الملوحة.

ج- يزيد من نسبة السكريات الكحولية والجليسرول والزوربيتول فتزداد اسموزية

الخلايا. وبالتالي قدرة النبات على تحمل الملوحة.

د- يعمل الملقح على تعديل النسبة بين الصوديوم والبوتاسيوم، وبين الماغنسيوم

والبوتاسيوم إلى أقل من الواحد الصحيح فتزداد قدرة النبات على تحمل الملوحة.

(٣) اللقاحات الحيوية وعلاقتها بالتربة الرملية والنبات:

من المعلوم أن التربة الرملية تربة مخلخلة. بناؤها ضعيف وقدرتها على

الإحتفاظ بالماء منخفضة. نهيك عن ضعف خصوبتها. لكن اللقاح الحيوي يعمل عند

إضافته لهذه التربة على جميع حبيباتها فيتحسن بناؤها وتزداد قدرتها على الاحتفاظ

بالماء وبالعناصر الغذائية. كما أنه يرفع محتواها من الأزوت فتزداد خصوبتها. ولا شك أن

ذلك كله ينعكس بالإيجاب على نمو النبات وإنتاجيته.

ثانياً: الملقح الحيوي وعلاقته بالمادة العضوية:

بدون الكائنات الحية الدقيقة لن تتحلل أي مادة عضوية موجودة في التربة.

ويتوقف تحليل أي مادة عضوية على نوعها وتركيبها. فالكائن الحي الدقيق يبدأ بتحليل

السكريات البسيطة والأحماض العضوية والأمينية. ثم النشا والسليلوز. ثم بعد

ذلك اللجنينات وهي أبطأ المواد العضوية تحلاً بالتربة. وما يحدث في التربة أن تنشط

الفطريات فتحلل الأنسجة الخشبية شديدة الصلابة حتى يستطيع ميسليوم الفطر

إختراق أنسجة الخشب. مثل فطر *Pullularia pullulans* الذي يقوم بتكسير حلقات

البنزين بإفرازه لإنزيم الليجنيناز (*Ligninase*) ثم تقوم الأكتينوميستات بتحليل المواد

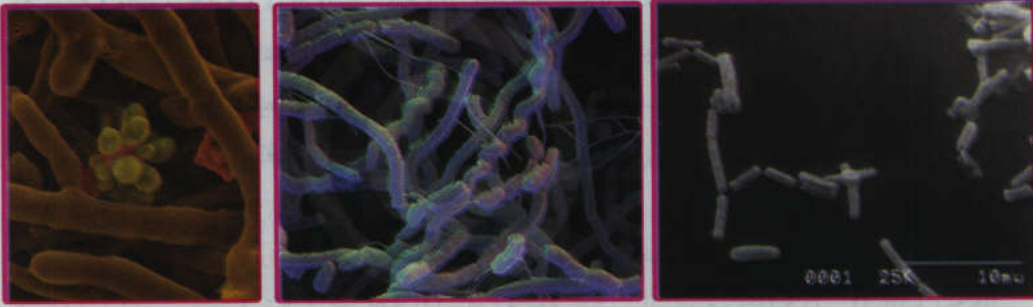
الكيتينية (وهي عبارة عن أمينو سكريات) بإفرازها إنزيم الكيتيناز (*Chitinase*) ومن

هذه الأكتينوميستات *Streptomyces* ثم يتحلل بعد ذلك السليلوز بواسطة إنزيم

السليلوليز (*Cellulase*) الذي تفرزه بعض الميكروبات الهوائية (مثل: *Pseudomonas*

Cytophaga, *Bacillus*), واللاهوائية (مثل: *Clostridium dissolvens*). ثم بعد

ذلك النشا ويحلله عدد كبير من الميكروبات (مثل: *Micromonospora*, *Bacillus*, *Aspirgillus*) والتي تقوم بإفرازها لإنزيم الأميليز (Amylase). ثم تحلل بعد ذلك المواد السكرية والأحماض العضوية إلخ. حتى تصل في النهاية إلى العناصر الأساسية. بما في ذلك ك₂ والماء. هذه العناصر المعدنية تبقى في التربة (مثل: P, Mo, B, Zn, Mn, Cu, Fe, Mg, Ca, K) وبعض العناصر الثقيلة المفيدة للنبات) فيمتصها النبات وتدخل في تركيبه من جديد. ثم يأتي الإنسان والحيوان فيتغذى عليها. ثم يموت الإنسان والحيوان فتتحلل أجسامها بفعل الكائنات الحية الدقيقة ويعود ما بهما من عناصر معدنية إلى التربة. فيمتصها النبات مرة أخرى وهكذا دواليك في حلقة كونية مغلقة إلى أن يرث الله الأرض ومن عليها.



الشكل رقم (٤١) *Bacillus megaterium* باسيلس ميجاتيريم
الشكل رقم (٤٢) *Streptomyces sp.* جنس ستريبتوميسيس
الشكل رقم (٤٣) *Pullularia pullulans* بولولاريا بولولانس

ومن هنا دعت الضرورة إلى تحويل المخلفات العضوية إلى أسمدة عضوية جيدة التحلل للعديد من المخلفات الزراعية: كمخلفات الفاكهة، نواتج قص وتقليم الأشجار، أحطاب الفول والذرة، سوسة القمح والشعير، قشور الفول البلدي والفول السوداني والصويا، مصاصة القصب، مخلفات النخيل وعيش الغراب. هذا بالإضافة إلى مخلفات الدواجن والمواشي، مخلفات المجازر، مخلفات الصرف الصحي الصلبة (البودريت) وما إلى ذلك.

وبلاحظ أن أي مخلفات عضوية تكون فيها نسبة الكربون إلى النيتروجين كبيرة تكون بطيئة التحلل طبيعياً لقلة ما بها من نيتروجين، فوسفور، كبريت. وللاسراع من تحللها لابد من رفع نسبة النيتروجين من ٠,٣٪ إلى ١,٢٪ بإضافة بعض الكيماويات مثل:

السوبرفوسفات و كبريتات الأمونيوم و كربونات الجير بنسب تتلائم مع طبيعة الخلف العضوي المراد تحليله.

من هنا نجد أن الملقح الحيوي يلعب الدور الأساسي في تحليل المادة العضوية الموجودة بالتربة ويحرر منها العديد من العناصر والمواد الغذائية التي يمتصها النبات ويستخدمها في بناء كتلته الحيوية. وهذا بالطبع ينعكس بالإيجاب على إنتاجيته وجودة محصوله.

ثالثاً: الملقح الحيوي وعلاقته بعمليات الخدمة والنبات:

لا شك أن الإعداد الجيد للتربة وحرثها أكثر من مرة بشكل متعامد يحسن من تهويتها واستيعابها لمياه الري. كما أن إضافة المادة العضوية وخلطها جيداً بالطبقة السطحية قبل الزراعة بأسبوعين يعمل على تحسين بناء التربة ويعطي الفرصة للكائنات الحية أن تقوم بتحرير العناصر الغذائية الموجودة بها ليستفيد منها النبات. فالملقح الحيوي له علاقة وطيدة بعمليات الخدمة والري والتسميد والمطر... إلخ. فعلى سبيل المثال:

في الأراضي الرملية: يكون الري متقارب والتسميد المعدني يضاف على مرات عديدة. عندئذ يفضل تكرار إضافة الملقح الحيوي عقب التسميد المعدني المرشد بحوالي خمسة أيام حتى تزداد الفائدة.

التسميد العضوي لا يؤتي ثماره إلا في وجود الملقح الحيوي الذي يعمل على المادة العضوية ويحولها إلى عناصر ومواد أولية يستطيع النبات امتصاصها وإعادة تمثيلها بداخله.

عند الري بالتنقيط تضاف الأسمدة المعدنية سريعة الذوبان. كما تضاف الخصبات الحيوية مع ماء الري في السقاية. وهذا الإجراء ملائم جداً للأراضي الملحية أو التي تروي بمياه مالحة.

عند الإعتماد في الزراعة على الأمطار (كما هو الحال في الساحل الشمالي وشمال سيناء) يفضل:

(أ) نقع البذور قبل زراعتها في الملقح الحيوي في وجود المادة اللاصقة. فإن ذلك يساعد البذور على تحمل الجفاف.

(ب) نثر البذور وتغطيتها جيداً لحمايتها من الجفاف والطيور. وذلك قبل سقوط الأمطار بمدة كافية (١-٢ أسبوع) مع إضافة الأسمدة المعدنية أثناء موسم الأمطار.

(ج) اختيار النباتات المناسبة والمتحملة للجفاف.

الطرق العامة لاستعمال الملحقات الحيوية:

(أ) للبذرة: تغسل البذور أولاً للتخلص من أي مواد قد تكون سامة لللقاح المستخدم. ثم تعامل البذور باللقاح (عبوة لكل فدان) مع إضافة المادة اللاصقة وتترك في مكان مظلل لمدة (١-٢ ساعة). ثم تزرع وتروى مباشرة على أن تكون الزراعة في الصباح الباكر أو قبل الغروب. عند الري بالتنقيط تضاف العبوة إلى ماء السقادة.

(ب) للشتلة: تغمس جذور الشتلة لمدة (١٠-٣٠ دقيقة) في اللقاح الممزوج بالماء (عجينة سائلة أو روية) أو صب اللقاح الممزوج بالماء حول جذور الشتلات قبل زراعتها.

(ج) للأشجار والشجيرات: تذاب عبوة اللقاح في ٢٠ لتر ماء مع التقليب الجيد. وعندما يبدأ موسم النمو أو بعده بقليل يضاف ٠,٥ لتر من محلول اللقاح للشجيرة. لتر واحد للشجرة. وذلك بعد الري وإنحسار المياه حول جذوع الأشجار أو الشجيرات.

ومن أمثلة المخصبات الحيوية التجارية المستخدمة حالياً في الزراعة النظيفة

بمصر نذكر ما يلي:



الحيوب

(١) **بلوجرين (Blugreen):** مخصب حيوي يحتوي على أنواع معينة من الطحالب الخضراء المزرققة القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي (N_2) في أجسامها وتحويله إلى مركبات أزوتية يمكن للنباتات أن تستفيد منها. ويوفر هذا المخصب ما مقداره ١٥ كجم أزوت/فدان في الموسم.



الخضروات والذرة

(٢) **ميكروبين (Microbin):** مخصب حيوي مركب من مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة التي تزيد من خصوبة التربة وتقلل من معدل إضافة الأسمدة الأزوتية والفوسفاتية والعناصر الصغرى بما لا يقل عن ٢٥٪. ويحد من مشكلات التلوث البيئي. ويضاف إلى التقاوي السابق معاملتها بالمطهرات الفطرية بمعدل ٤٠٠ كجم لكمية من البذور تكفي لزراعة فدان.



القطن

(٣) فوسفورين (Phosphorin): مخصب حيوي

فسفوري يحتوي على بكتيريا نشطة جداً في تحويل الفوسفات الثلاثي الكالسيوم غير الميسر والمتواجد في الأراضي المصرية بتركيزات عالية نتيجة للاستخدام المفرط للأسمدة الفوسفاتية إلى فوسفات أحادي الكالسيوم ميسر للنبات. يضاف عقب الزراعة والنباتات موجودة بالحقل بمعدل ٤٠٠ جم/فدان (يحتوي كل جرام من الملقح على ١٠×٨ جرثومة). يقلل معدل استخدام الأسمدة الفوسفاتية بنسبة ٣٥-٥٠٪.



دوار الشمس

(٤) سيرالين (Cyriallin): يستخدم في التسميد

الحيوي للمحاصيل النجيلية (مثل: القمح، الشعير، الأرز، الذرة)، المحاصيل الزيتية (مثل: السمسم، دوار الشمس) والسكرية (مثل: قصب السكر وبنجر السكر). يقلل من استخدام الأسمدة المعدنية بنسبة ١٠-٢٥٪. معدل إضافته ٤٠٠-٨٠٠ جم/فدان حسب نوع النبات المزروع.



بعض محاصيل الفاكهة

(٥) نيتروبين (Nitrobin): مخصب حيوي آزوتي

جميع المحاصيل الحقلية والفاكهة والخضر. يحتوي على سلالة معينة من البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي. ويقلل من استخدام الأسمدة الآزوتية بمقدار ٣٥٪. معدل إضافته ٤٠٠ جم/فدان، حيث تخلط

هذه الكمية مع ١٥٠ كجم تربة، ثم تضاف بعد ٣٠ يوماً من الزراعة نثراً حول النباتات.

(٦) **العقدين (Okadin):** مخصب حيوي آزوتي (به إحدى سلالات الريزوبيم) للمحاصيل البقولية الصيفية (مثل: فول الصويا. الفول السوداني. اللوبيا. الفاصوليا) والمحاصيل البقولية الشتوية (مثل: الفول البلدي. البرسيم. العدس. الحلبة. البسلة. الترمس). يتم خلطه مع التقاوي قبل الزراعة مباشرة في وجود مادة لاصقة بمعدل ٤٠٠ جم/فدان.



الخضر والفاكهة

(٧) **أسكورين (Ascorin):** منشط نمو طبيعي للمحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة يحتوي على مواد عضوية مغذية للنبات بنسبة ٦٢٪. يوفر ٢٥٪ من المقررات السمادية الآزوتية الموصى بها. ويضاف بمعدل ٤٠٠-٨٠٠ جم/فدان حسب نوع النبات.

(٨) **ريزوباكترين (Rhizobacterin):** مخصب حيوي فعال يستخدم للمحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة. يحتوي على أعداد كبيرة من البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي (تكافلياً ولا تكافلياً) والمحملة على البيتموس. توفر الأسمدة الآزوتية الكيماوية المقررة للفدان بنسبة ٢٥٪ للمحاصيل غير البقولية. وبنسبة ٨٥٪ للمحاصيل البقولية. يضاف بمعدل ٣٠٠-٤٠٠ جم/فدان (يحتوي كل جرام منه على ١٠^٧ جرثومة بكتيرية).

(٩) **النيمالس (Nemaless):** مخصب ومبيد حيوي للقضاء على النيماتودا. من أهم مميزاتة:

- أ- القضاء على بويضات ويرقات النيماتودا.
- ب- زيادة خصوبة التربة.
- ج- عدم تأثيره على الكائنات الحية النافعة بالتربة.
- د- رخص تكاليف المقاومة.
- هـ- الحفاظ على نظافة البيئة.

(١٠) **الأزولا (Azolla):** وهي مجموعة من النباتات الأولية السرخسية التي تتعايش معها الطحالب الخضراء المزرقمة المثبتة للأزوت الجوي. تنمو على سطح المياه في حقول الأرز. وتوفرها وزارة الزراعة بكميات كبيرة في محافظات زراعة الأرز بمصر.

(١١) **المخصب الحيوي EM1:** وهو مخصب يحتوي على خليط من الكائنات الحية

الدقيقة ذات التأثير النافع والمفيد للإنسان والحيوان والبيئة. والحرفان EM اختصار

لكلمتي "Effective microorganisms"

ويشتمل المخصب الحيوي EM على عدة مجموعات من الكائنات الحية

الدقيقة. وأهمها:

(أ) **بكتيريا التمثيل الضوئي (Photosynthetic bacteria)** مثل بكتيريا *Rhodobacter*



الشكل رقم (٤٤)

بكتيريا رودو باكتري

sphacroides وبكتيريا *Rhodopseudomonas*

palustris. وهي أنواع من البكتيريا لها القدرة على

استخدام ضوء الشمس أو حرارة التربة كمصدر للطاقة

في تخليق بعض المواد النافعة من المادة العضوية مثل:

الأحماض الأمينية والنوية. مركبات الطاقة وبعض

العناصر الغذائية والتي تمتص مباشرة بواسطة النباتات.

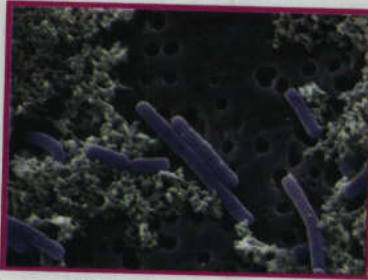
كما أن وجود هذه المواد في البيئة يشجع زيادة أعداد الكائنات النافعة الأخرى بالتربة. مثل

فطريات الميكورهيذا والتي تعمل على تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته وحمايته من بعض

الأمراض والإجهادات البيئية. كما أن هذه الفطريات تتعايش مع بكتيريا العقد الجذرية

(*Azotobacter*) التي تزيد من كفاءة النباتات (خاصة البقولية) على تثبيت الأزوت الجوي.

(ب) **بكتيريا حمض اللبنيك (Lactic acid bacteria)** مثل: بكتيريا *Lactobacillus*



الشكل رقم (٤٥)

بكتيريا اللاكتوباسيلس

plantaru . *Lactobacillus casei*

Streptococcus lactis. وهي جميعاً تنتج حمض

اللبنيك الذي له تأثير معقم قوي ويساعد في تحليل

المواد العضوية. خاصة المواد صعبة التحلل كاللجنين

والسليولوز. كما أنه مثبط للكائنات الممرضة. إذ يحد

من إنتشار الفيوزارم والنيماتودا وبذلك يعمل على

خلق بيئة أفضل للنبات.



(ج) **الخمائر (Yeasts):** ومن أهم أنواعها

Saccharomyces cerevisiae. وهي تفرز

مضادات حيوية وإنزيمات وهرمونات تشجع

انقسام الخلايا. وهذه المواد مفيدة أيضاً لغيرها

من الكائنات الحية الدقيقة النافعة مثل: بكتيريا

حمض اللبنيك والأكتينوميسيتات.

الشكل رقم (٤٦) خميرة الخبز

(د) **أنواع أخرى (Others):** تنشط أثناء عملية التصنيع أنواع أخرى من البكتيريا

لتنضم إلى ما هو موجود في محلول EM الأساسي فيتكون بذلك محلول EM

النشط والغني بالتنوع الميكروبي.

يتضح مما سبق أن كل مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة لها وظيفة خاصة

بها. ولكن بكتيريا التمثيل الضوئي لها الريادة والأهمية في نشاط EM1 حيث تدعم

نشاط الميكروبات الدقيقة الأخرى. كما تقوم بتحويل المواد المنتجة بواسطة الكائنات

الدقيقة الأخرى إلى مواد نافعة للنبات وصديقة للبيئة. ويطلق على هذه الظاهرة

التعاونية مبدأ التعايش والإزدهار "Coexistence and prosperity"

هذا. ويمكن استخدام EM1 مباشرة بالطرق التالية:

(أ) الإضافة الأرضية إلى التربة مع مياه الري (Soil application) بمعدل 1 لتر/فدان

مرة واحدة أسبوعياً.

(ب) إضافته رشاً على المجموع الخضري (Plant spraying) بمعدل 1 سم³/لتر ماء مرة

كل أسبوعين.

(ج) إضافته في صورة بعض المنتجات الثانوية التي يمكن تصنيفها في المزرعة مثل:

1- **منتج EM الثانوي (EM Secondary):** وفيه يتم تخضير ١٠٠ لتر EM ثانوي

من ٥ لتر EM الأساسي كما يلي: يضاف ٥ لتر من المولاس إلى كمية مناسبة

من الماء لإذابته. ثم يكمل محلول المولاس المخفف إلى ٩٥ لتر بالماء - يضاف ٥ لتر من

EM الأساسي إلى المحلول السابق مع التقليب جيداً - يوضع المحلول الجهاز السابق

في برميل بلاستيك نظيف محكم الغلق ويترك لمدة أسبوع صيفاً و أسبوعين شتاءً في مخزن مظلل. بعد هذه المدة يكشف على المحلول وسوف تجد أن طعمه أصبح حامضي وليس سكري أو كحولي. وهذا يدل على انه أصبح صالح للاستعمال (عندئذ يكون رقم pH المحلول الثانوي الناتج حوالي ٣,٥). يضاف محلول EM الثانوي مع مياه الري بمعدل ١٥ لتر/فدان/أسبوع بالحقن في نظام الري بالتنقيط أو بالرش أو بوضع وعاء بلاستيك به ثقب عند فتحة الري (في حالة الري السطحي بالغمر) بالإضافة إلى رشة على المجموع الخضري بمعدل ٥ سم^٢/لتر ماء مرة كل أسبوعين.

٢- إنتاج البوكاشي (Bokashi): كلمة بوكاشي تعني: مادة عضوية متخمرة بواسطة محلول EM1 الأساسي. وإضافته للتربة توفر وسط ملائم لنمو الكائنات الدقيقة النافعة. كما تمد النبات بالعناصر اللازمة لنموه. ويصنع البوكاشي من أي مخلفات نباتية متاحة بالمزرعة مثل: سرسة الأرز، الردة، قش القمح أو الذرة، عجينة الزيتون أو عجينة بذرة القطن.

وفيما يلي المقادير المطلوبة لعمل بوكاشي من عجينة الزيتون والسرسة:

- ١٦ كجم عجينة كسب الزيتون + ١٦ كجم سرس أرز ناعم (أو سرس قمح).
- ١٠٠ سم^٢ من EM1 الأساسي + ١٠٠ سم^٢ من المولاس.
- ١٠ لتر ماء خالي من الكلور.

ويضاف البوكاشي نثراً بمعدل ٥-١٠ كجم/م^٢ من الأرض أو للشجرة مرة كل شهر. كما يمكن إضافته أثناء إعداد الأرض أو الجورة أو الخندق للزراعة أو خلطه في بيئات المشاتل.

٣- إنتاج كومبوست الـ EM (EM Compost): وهذا سوف نتحدث عنه بالتفصيل عند شرح كيفية عمل الكمورة أو تصنيع الكومبوست.

٤- مستخلص الـ EM: ويتم تصنيعه من الحشائش الطازجة التي تحتوى على العديد من المركبات العضوية والمعادن المفيدة. وهي غير مكلفة. حيث تقطع الحشائش أو

تترك بدون تقطيع، ثم توضع في وعاء بلاستيك ويضاف إليها محلول مكون من EM1 بنسبة (٥٪) ومولاس بنسبة (٥٪) وماء خالي من الكلور بنسبة (٩٠٪) وتترك هكذا في الوعاء البلاستيك بعد إحكام غلقه لمدة ٣-٤ أسابيع (يصل pH المحلول عندئذ إلى ٣,٥ فيصبح جاهز للاستخدام) يصفى المحلول، ويضاف مع مياه الري بمعدل ١ سم^٣/لتر ماء/ أسبوع. بينما تضاف الحشائش (بعد أخذ المحلول) لأي كومة سمادية.

ولقد أثبتت التجارب التي أجريت بالتعاون مع مؤسسة EMRO اليابانية (Effective Microorganisms Research Organization, Ink.) أن استخدام EM1 بالمعدلات والطرق السابقة مع تقليل كمية الأسمدة المعدنية إلى النصف في وجود المادة العضوية أعطى أفضل النتائج. ومع استمرار إضافة EM1 لعدة سنوات فإنه يمكن الاستغناء كلية عن الأسمدة الكيماوية حيث تصبح التربة (EM soil) وتنتج عندئذ محصول متميز خالي من الكيماويات. إن العودة إلى الزراعة الطبيعية لتحقيق هدف الزراعة المستدامة (Sustainable agriculture) وإنتاج محاصيل ذات صفات عالية الجودة، خالية من الكيماويات الزراعية كإجاء عالمي يتم تدريجياً باستخدام الأسمدة العضوية بالإضافة إلى بعض الخصبات الحيوية المتكاملة مثل EM1.

ومن أهم التطبيقات العملية على ما ذكرناه من بعض الخصبات الحيوية التجارية شائعة التداول في مصر أن تسميد شتلات الببروميا الصغيرة (عمر ثلاثة أشهر) بالنيتروبن بمعدل ٥ جم/ إصيص قطرة ١٢ سم أدى إلى تحسين النمو الخضري والجذري، وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينات، النيتروجين، الفوسفور و البوتاسيوم مع تحسين مظهر النبات وجمال أوراقه المبرقشة. وفي عام (٢٠٠٨) أوضحت بشرة وآخرون أن أفضل سبيل لتحسين نمو وجودة مسطح التيف واي (Tifway) هو تسميده عقب كل حشه بالبيوجين أو النيتروبن بمعدل ٥٠ جم/م^٢ مع الرش بالأكتوسول (سماد عضوي سائل لحمض الهيوميك) بمعدل ٢٠ مل / لتر ماء. وعلى نباتات نخيل

مقدمة

تهدف السياسة العامة للإستراتيجية التنموية الزراعية المستدامة في مصر حتى عام ٢٠١٧ إلى زيادة قيمة الصادرات الزراعية من المستوى الحالي وهو ٢ مليار جنيه سنوياً إلى خمسة مليارات جنيه سنوياً، وذلك من خلال دعم الثقة في جودة وأمن وسلامة منتجاتنا الزراعية ، كأحد مفاتيح المنافسة في السياسة العامة لمنظمة التجارة العالمية (WTO) واتفاقيات الشراكة مع الإتحاد الأوروبي (EU) والولايات المتحدة الأمريكية (USA). وبالطبع، فإن ذلك يمكن تحقيقه من خلال الإعتماد بدرجة كبيرة على مصادر التسميد الحيوي والعضوي كأفضل البدائل للتسميد الكيماوي، وكذلك الإعتماد على المقاومة البيولوجية لكافة الأمراض والآفات أو زراعة أصناف مقاومة كبديل أفضل للإستخدام المبيدات الكيماوية الضارة بالإنسان والحيوان والنبات، من هنا ظهر ما يعرف بالزراعة النظيفة (Clean farming) أو الزراعة العضوية (Organic culture)، كأحد المفاهيم الحديثة للتنمية الزراعية في مصر، والذي يتضمن العديد من النقاط، منها على سبيل المثال:

١. تطبيق الإتجاهات الحديثة في مجال مكافحة المتكاملة للأمراض والآفات الزراعية، وذلك من خلال: العمليات الزراعية (كالعزيق ومقاومة الحشائش ودفن المخلفات الملوثة إلخ)، إستخدام الفرمونات أو "الجاذبات الجنسية"، إستخدام الأعداء الطبيعية لمكافحة الآفات ومسببات الأمراض "المكافحة الحيوية"، زراعة أصناف أو سلالات مقاومة، إستخدام أنظمة التنبؤ والإنذار المبكر والتي تعرف بالإستشعار عن بُعد.

البلح صنف ملكابي. وجدت لبنى وآخرون عام (٢٠١١) أن التسميد الحيوي بالنيتروبن + البيوجين بمعدل ١٥ جم / نبات (لكلٍ منهما على حدة) أعطى أفضل نمو خضري وجذري. وفى دراسة على تجذير عقل نبات الورد الصيني (الهيبيسكس) . وجد أن غمس العقل الخشبية لهذا النبات لمدة ساعة في محلول سماد حيوي متعدد السلالات البكتيرية بتركيز ١٠ مل / لتر أدى إلى زيادة سرعة ونسبة التجذير . وكذلك عدد الجذور / عقله وطول الجذر الناتج .

أما عن إستخدام الخميرة الجافة النشطة . فقد وجد أن تسميد شتلات نبات العلم الأبيض (سباتيفيللم) بتوليفة من السماد المركب (NPK) بمعدل ٢ جم / نبات + الرش بمحلول الخميرة بمعدل ٤ جم / لتر أعطى أفضل نمو وأعلى جودة للأزهار الناتجة. كذلك وجد أن إستخدام الخميرة النشطة بتركيز ٢٠ سم^٢ / ١٠٠ سم ماء + الميكروبن بمعدل ١٠ جم / نبات أعطى أفضل نمو خضري وجذري لشتلات نخيل البلح صنف برتمودا

التسميد العضوي (Organic fertilization)

يؤدي غياب التسميد العضوي إلى الإسراف في إستخدام الأسمدة المعدنية تحت الأنظمة الزراعية الكثيفة والتي تلوث التربة والمياه وبالتالي النبات؛ الأمر الذي جعل مستوى المادة العضوية بالتربة من العوامل المحددة للإنتاج. من هذا المنطلق فإن التوسع في برامج الزراعة العضوية يتحقق بالإستخدام المنظم للأسمدة العضوية. مما يؤدي إلى الحفاظ على خصوبة التربة وتحسين خواصها وإنتاج غذاء صحي وآمن، والمقصود بالزراعة العضوية (Organic agriculture) هو التسميد بالأسمدة العضوية المصنعة من المخلفات الزراعية وغير الزراعية لإسترجاع العناصر الغذائية والمركبات العضوية الموجودة بها في صورة يستطيع النبات الإستفادة منها. فعندما تضاف الأسمدة العضوية للتربة تتناولها الكائنات الحية الدقيقة بالهدم والتحليل منتجة مركبات عضوية بسيطة وعناصر سمادية مغذية في صورة ميسرة للنباتات. ومن هنا كان من الضروري إعادة تدوير المخلفات إلى أسمدة عضوية لتحقيق الفوائد التالية:

- ١- النظافة وتخليص البيئة من هذه المخلفات بشكل نافع ومفيد.
 - ٢- القضاء على بذور وريزومات الحشائش الضارة.
 - ٣- القضاء على الذباب والفئران والثعابين التي تتخذ من هذه المخلفات مأوى لها.
 - ٤- الحرارة الناجمة من نشاط الميكروبات أثناء التخمر كافية للقضاء على ما به من طفيليات وميكروبات مرضية في مدى قصير جداً (أنظر الجدول التالي). ويمتد هذا أيضاً للآفات الحشرية والفطريات والنيماطودا التي تصيب المحاصيل.
- جدول رقم (٧): يوضح الحرارة الناجمة من نشاط الميكروبات أثناء التخمر .

اسم الميكروب الممرض	المرض الذي يسببه	درجة الحرارة التي يموت عندها والمدة
١- سالمونيلا تيفوسا	التيفود	تموت على ١٠م°/٢٠ق
٢- إيشيرشيا كولاي	التسمم الغذائي	تموت على ١٠م°/١٥ق
٣- أنتاميبا هستوليتكا	الدوسنتريا الأميبية	تموت على ٥٥م°/عدة ثوان
٤- ميكوبكترم تيوبركيولوزس	السل الرئوي	تموت على ١٠م°/٢٠ق
٥- كورينيبكترم دفتريا	الدفتيريا	تموت على ٥٥م°/٤٥ق

- ٥- التخلص من المبيدات: فمثل هذه المخلفات النباتية يكون عالقاً بها بعض المبيدات ونواجٍ خللها غير البيولوجي. وهناك العديد من الميكروبات المحللة لهذه المبيدات مثل *Achromobacter*, *Arthrobacter* (خلل مبيد الحشائش D - 4, 2), *Pseudomonas*, *Bacillus* (خلل مبيد الحشائش Parathion). إلا أنه من الأفضل الحد من استخدام هذه المبيدات. حيث أن نواجٍ إختزال النترات إلى نيتريت تتحد مع نواجٍ خلل المبيدات وتتكون مركبات النيتروز أمين وهي مطفرة للخلايا وتسبب السرطان. كما أن استخدام المبيدات يؤثر على العمليات الحيوية الهامة بالتربة مثل التآزت وتثبيت الأزوت الجوي تكافلياً.



الشكل رقم (٤٨)
جنس سيديموناس
Pseudomonas sp.



الشكل رقم (٤٧)
جنس أرثروباكتري
Arthrobacter sp.

٦- تحول العديد من العناصر إلى الصورة الصالحة لتغذية النبات: فبعض أنواع البكتيريا مثل *Bacillus circulans* و *Bacillus polymexa* لها القدرة على اختزال الحديد إلى حديدوز ذائب في الظروف اللاهوائية، بينما بكتيريا *Thiobacillus* تؤكسد كبريتيد الزنك (ZnS) فيتحلل الزنك في صورة صالحة لتغذية النبات - أما بكتيريا التآزت (*Clostridium, Bacillus*) فتعمل خلال إنتاجها لحمض النيتريك على إنفراد الزنك للنبات. كما توجد أنواع من البكتيريا تختزل الصورة الرباعية للمنجيز إلى الصورة الثنائية الذائبة.



الشكل رقم (٥٠)
جنس ثيوباسيللس
Thiobacillus sp.



الشكل رقم (٤٩)
جنس كلوستريديام
Clostridium sp.

ومن الفوائد الأخرى للتسميد العضوي:

- أ- حماية البيئة من التلوث نتيجة لترشيد استهلاك الأسمدة المعدنية.
- ب- إنتاج غذاء نظيف وآمن صحياً للإنسان والحيوان خالي من الميكروبات والملوثات الكيماوية.
- ج- إنعدام رائحة السماد المنتج عند التحلل الجيد.
- د- ارتفاع محتواها من العناصر السمدية والمادة العضوية.

أنواع الأسمدة العضوية

والأسمدة العضوية أنواع، إلا أنها تختلف باختلاف مصادرها الأصلية كما يلي:

١. السماد البلدي: ناتج التخمير الهوائي لروث الماشية والخلفات الحيوانية الأخرى.
 ٢. السماد العضوي الصناعي: ناتج التخمير الهوائي لخلفات المحاصيل وبقايا المزارع.
 ٣. سماد الدواجن: ناتج التخمير الهوائي لزرق الدواجن.
 ٤. سماد البودريت: ناتج عن التجفيف الهوائي للحمأة بعد معالجتها.
 ٥. سماد الكومبوست: ناتج عن التخمير الهوائي لمخاليط الخلفات النباتية والحيوانية أو الأسمدة الأزوتية.
 ٦. سماد القمامة: ناتج من التخمير الهوائي لقمامة الشوارع ومخلفات المنازل بعد فرزها في المدن والقرى.
 ٧. سماد البيوجاز: ناتج عن التخمير اللاهوائي للمخلفات النباتية والحيوانية والأدمية بعد إنتاج غاز الميثان كمصدر دائم ومتجدد للطاقة.
- وبالطبع فإن محتوى كل سماد أو كومبوست من العناصر الغذائية والمكونات الأخرى يختلف باختلاف أصل المادة العضوية التي صُنعت منها. يوضح ذلك الجدول رقم (٧):
- جدول رقم (٨): يوضح التركيب الكيميائي لبعض أنواع الكومبوست ومقارنته بكومبوست مخلفات المزرعة .

نوع السماد أو الكومبوست	N%	P%	K%	OM%	C/N ratio
كومبوست ورد النيل	0,58	0,31	1,50	18,1	18
كومبوست قش الأرز	1,04	0,26	0,85	30,4	17
كومبوست الخلفات الأهلية (القمامة)	0,74	0,25	0,48	24,3	19
كومبوست مخلفات المزرعة	0,33	0,21	1,08	8,7	10

كيفية إعداد السماد العضوي:

لخلفات المزارع عديمة القيمة الاقتصادية أهمية كبرى في تصنيع أسمدة عضوية جيدة. تضم هذه المخلفات: أوراق الأشجار والأفرع المكسورة. عروش نباتات الخضر وبعض البقوليات. مصاصة القصب. كافة أنواع التبن. نواتج تقليم الأشجار إلخ. ولتحويل هذه المخلفات إلى سماد عضوي جيد التحلل لابد من توافر عدة شروط. من أهمها:

١- فرم المادة النباتية وجزئتها بحيث لا يزيد طول القطع الناجمة عن ١٠-١٥ سم. أما سيقان الموز فتقطع بالفئوس قدر الإمكان.

٢- إضافة كمية من النيتروجين تتناسب مع كمية المخلفات النباتية بالكومة (٣٠ كجم كبريتات أمونيوم/طن مخلفات). مع إضافة ١-٣٪ من وزن الكومة كربونات كالسيوم لمعادلة الحموضة.

٣- كبس الكومة جيداً مع قلبها بين الحين والآخر لتنشيط البكتيريا الهوائية. وتقليل التالف من الكومة بنقل محيطاتها الخارجية إلى أوساطها وبالعكس.

٤- أن يكون وسط التخمر ملائماً لنشاط الميكروبات المحللة للمخلفات النباتية بالكومة.

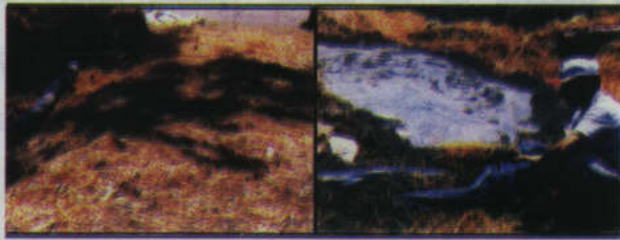
٥- أن تكون درجة حرارة الكومة في الحدود المناسبة (٣٠-٣٥ م°).

٦- إضافة التراب (١٠٠ كجم/طن مخلفات) يزيد قدرة الكومة على الاحتفاظ بالماء. ويحفظ P, N من فقدان بالرشح. ويعادل بعض الحامضية.

٧- ألا تقل المساحة المخصصة لبناء الكومة عن ٦ م^٢/طن مخلفات.

٨- ترطيب المخلفات أثناء بناء أو إعداد الكومة بكمية مناسبة من المياه (٦ صفائح/طن مخلفات). ويفضل استخدام ماكينة رش أو خرطوم لضمان توزيع الماء بالتساوي.

كمية السماد العضوي	٢٥.٠	١٥.٠	٥.١	١.٨١	٢١
كمية السماد العضوي	٢٥.١	٢٥.٢	٢٥.٣	٢٥.٤	٢٥.٥
كمية السماد العضوي	٢٥.٥	٢٥.٥	٢٥.٥	٢٥.٥	٢٥.٥
كمية السماد العضوي	٢٥.٥	٢٥.٥	٢٥.٥	٢٥.٥	٢٥.٥



الشكل رقم (٥١)

مراحل تصنيع السماد العضوي من المخلفات الزراعية

وبصفة عامة، يتم إعداد الكومة (عمل المكورة) بطريقتين:

الطريقة الأولى: باستخدام سائل الإسطبل، كما يلي:

- (أ) توضع كمية من القش أو المخلفات المفرومة في سائل المجاري لعدة ساعات لترطيبها. ثم تفرش على ريع المساحة المخصصة لعمل الكومة أو المكورة. يكرر العمل في اليوم التالي في الريع الثاني من المساحة. ويكرر ذلك في اليوم الثالث والرابع حتى تغطي المساحة كلها.

(ب) في اليوم الخامس تكبس الطبقة التي تم عملها في اليوم الأول ويوضع فوقها طبقة جديدة. وهكذا في اليوم السادس والسابع والثامن لاستكمال عمل الطبقة الثانية. (ج) نستمر في وضع طبقات التخمر فوق بعضها حتى يصل ارتفاع الكومة إلى ٢-٤م. ثم تغطى بطبقة من التراب. تترك الكومة ٣-٤ أشهر للتخمر. يتم بعدها نضج السماد والذي تصل فيه نسبة النيتروجين إلى ١-١,٥٪ محسوبة على أساس الوزن الجاف.

الطريقة الثانية: باستخدام الأسمدة الكيماوية. كما يلي:

(أ) تقسم كمية الخلفات المراد تخميرها بعد الفرغ إلى عشرة أجزاء. يفرش عُشر الكمية على المساحة المخصصة لعمل الكومة وترش بالماء. ثم تنثر عليها بالتساوي عُشر كمية مخلوط السماد الكيماوي المخصصة لكمية الخلفات الداخلة على عمل الكومة.

ملحوظة: يتكون المخلوط الكيماوي المنشط لكل طن مخلفات من: ١٥-٣٠ كجم كبريتات أمونيوم + ٣-٧ كجم فوسفات كالسيوم أو صخر فوسفاتي + ١-٣٪ كربونات كالسيوم لمعادلة الحموضة كما ذكرنا من قبل.

(ب) نستمر في العمل بهذه الطريقة حتى يتم عمل عشر طبقات ثم ترش الكومة بالماء. ويلزم لكل طن ٨٠٠ لتر ماء بعد الأسبوع الأول. ومثلها بعد الأسبوع الثاني. ومثلها بعد الأسبوع الثالث. ثم ترش الكومة بعد ذلك بالماء كلما لزم الأمر.

(ج) تقلب الكومة بعد (١) أسابيع. ومرة أخرى بعد (٣) أسابيع من المرة الأولى. ثم مرة ثالثة بعد أسبوعين من المرة الثانية.

(د) ينضج السماد بعد (٣-٨) أشهر. ويحتوى عندئذ على: ١٠٪ رطوبة. ١٥٪ مادة عضوية. ١,٦٪ نيتروجين. ٠,٤٪ فوسفور. ٠,٤٪ بوتاسيوم. وعادة يتم خلط السماد بالتراب عند استعماله ليسهل نثره على الأرض.

جدول رقم (٩) : يوضح بعض البقايا النباتية وما تحتاجه من مخلوط الأسمدة

الكيمياوية المنشّط لكل طن مخلفات:

نوع البقايا النباتية	مخلوط الأسمدة الكيماوية المنشّط
قش الأرز - الحشائش الخضراء - أوراق الخضروات - البصل التالف - أوراق الأشجار.	١٥ كجم سلفات نشادر + ٣ كجم سوبر فوسفات + ١٥ كجم كربونات كالسيوم + ١٠٠ كجم تراب.
تبين البرسيم والحلبة والقمح والشعير.	٢٠ كجم سلفات نشادر + ٤ كجم سوبر فوسفات + ٤١ كجم كربونات كالسيوم + ٧٠-١٠٠ كجم تراب.
تبين الفول واللوبياء - عروش الطماطم - قش القصب - عروش الفول السوداني أو البطاطا أو البطاطس أو القلقاس.	٢٥ كجم سلفات نشادر + ٥ كجم سوبر فوسفات + ٢٥ كجم كربونات كالسيوم + ٧٠-١٠٠ كجم تراب.
حطب الذرة - سيقان الموز - حطب الترمس - حطب الخروع.	٣٥ كجم سلفات نشادر + ٧ كجم سوبر فوسفات + ٣٥ كجم كربونات كالسيوم + ٧٠-١٠٠ كجم تراب.

وغالباً ما يعطي الطن الواحد من المخلفات النباتية نحو ٢,٥ م³ من السماد

العضوي الصناعي.

تصنيع كومبوست الـ EM (EM compost):

يساعد الخصب الحيوي EM1 في الإستفادة من مخلفات المزارع وتحويلها إلى سماد عضوي في فترة قصيرة نسبياً بدلاً من حرق هذه المخلفات وما تسببه من تلوث للبيئة. وذلك في عملية كمر لا هوائي دون الحاجة إلى تقليب كومة المخلفات كل فترة معينة كما يحدث في طرق التصنيع التقليدية. كما أن الكومة ترطب بالمياه فقط عند الحاجة فتعود بالفوائد التالية:

- تصنيع كومبوست جيد التحلل وغني في الوقت نفسه بالكائنات الحية الدقيقة النافعة.
- إنضاج الكومة السمادية في فترة زمنية وجيزة. وهذا يتوقف على نوع المخلفات النباتية المستخدمة في الكومة السمادية.

- عدم الحاجة إلى التقليب المستمر للكومة. وبالتالي تقليل الوقت والجهد والتكلفة.
- يمكن استخدام هذا المخصب (EM1) في تدوير مخلفات الموز بدلاً من حرقها في الزرعة. وذلك بعد فرمها أو تقطيعها بالفئوس إلى قطع صغيرة. ثم ترطب بحلول EM الثانوي والبوكاشي بمعدل 1 كجم/م³ من المخلفات. مع وضع طبقة من المخلفات الحيوانية (الروث) طازجة إن وجدت فيما بين طبقات الكومة وإضافة جزء من التربة الجافة إليها لامتصاص الرطوبة الزائدة وعدم فقد النيتروجين والفوسفور من الكومة بعد التحلل.
- ويفضل أن يزداد تركيز EM الثانوي نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة في مخلفات الموز كما يمكن استخدام EM مع أي طريقة أخرى في صناعة الكومبوست دون أي تعارض.
- إضافة إلى ما سبق. فإنه يمكن استخدام الـ EM في تدوير المخلفات الحيوانية الطازجة التي تنبعث منها روائح كريهة وتتكاثر فيها الحشرات والذباب. كما يمكن استخدامه في تدوير مخلفات المدن (القمامة) أو نواتج التصنيع الغذائي أو الأسواق المركزية.

التسميد الحيوي والعضوي وجهان لعملة واحدة

تستخدم المواد العضوية في صورة أسمدة حيوانية (Animal manures) أو مخلفات مزارع (Farmyard manure) أو سماد أخضر (Green manure) أو أي كومبوست (Compost) ناعم جيد التحلل. وكلها تضاف للتربة بقصد تحسين صفاتها الطبيعية والكيميائية معاً. حيث تزيد خصوبة التربة بما تحتويه من عناصر غذائية (كبرى وصغرى). أحماض أمينية وعضوية. سكريات وألياف عضوية. كما تحسن من بناء التربة وقوامها وتزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات. إضافة إلى ذلك، فهي تعتبر بيئة مناسبة للعديد من الكائنات الحية الدقيقة النافعة. بل أن غيابها يجعل وجود أنواع كثيرة من هذه الكائنات أمراً عديم الجدوى. ففي وجود المادة العضوية تزداد أعداد البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي. الميكورهيذا.

والكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات ... وغيرها. كما يزداد نشاطها بما ينعكس بالإيجاب على نمو وإنتاجية المحاصيل. على الجانب الآخر، فإن وجود المادة العضوية في التربة مهما بلغت نسبتها، أيضاً أمرٌ عديم الجدوى إذا غابت الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليل هذه المادة العضوية وحرير ما بها من عناصر ومواد في صورة يستطيع النبات الإنتفاع بها.

من هنا نرى أن التسميد الحيوي يأتي ثماره في وجود المادة العضوية. وأن المادة العضوية في وجود المخصب أو الملحق الحيوي تصبح ذات قيمة، فكلاهما مشدود إلى الآخر لا يستطيع أن ينفك عنه. وبالتالي فهما بالفعل وجهان لعملة واحدة.

وتستخدم الأسمدة العضوية كأسمدة حيوية وكيميائية في آن واحد. أو تضاف للتربة ومعها بعض المخصبات الحيوية المحتوية على سلالات معينة من الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تحليلها وهدمها. لتخرج ما فيها مواد طبيعية نافعة للنبات فيقل الاستخدام المكثف للأسمدة الكيماوية التي ارتفعت أسعارها بشكل كبير في الآونة الأخيرة والتي تسببت في تلويث التربة والمياه وربما الهواء أيضاً. ولقد أجريت العديد من الدراسات لمعرفة تأثير التسميد بالمواد العضوية على نمو وإنتاجية العديد من النباتات. ودورها في ترشيد استخدام الأسمدة المعدنية. من ذلك ما وجده Wootton *et al.* (1981) عندما قاموا بزراعة ثلاثة أنواع من نباتات الزينة المزهرة هي: القطيفة (*Zinnia elegans* Jacq. الزينيا. *Tagetes erecta* L. cv. Golden Jubille) والبيتونيا cv. Fire Cracker) و *Petunia hybrida* Hart. cv. Sugar Plum) في بيئات مختلفة تعتمد في تكوينها على كومبوست مخلفات المجاري المعالج. أوضحت النتائج حدوث زيادة في المادة الجافة لأوراق وسيقان الأنواع الثلاثة. خاصة المزروعة في بيئات تحتوي على مخلفات مجاري ذات جزيئات دقيقة ناعمة. مما يشير إلى ضرورة تنعيم المادة العضوية بعد تخميرها لتصبح جزيئاتها صغيرة قدر المستطاع فيسهل عمل البكتيريا عليها. أيضاً لم تظهر أية أعراض نقص للعناصر الغذائية أو أية أعراض سمية على النباتات المزروعة مما يشير إلى إمكانية الاستغناء عن إضافة الأسمدة الكيماوية أو إضافتها عند الضرورة بكميات بسيطة.

ولإنتاج أزهار الداليا (*Dhalia pinnata* Cav.) العملاقة (Giant). تم عمل محلول سائل بإضافة جزء واحد فقط من زرق الدواجن أو زيل الماعز إلى ثلاثة أجزاء من الماء. وتركها لمدة ثلاثة أيام. ثم أضيفت إلى قواعد النباتات بعد الري. أدى ذلك إلى زيادة في النمو وفي حجم الأزهار. في تجربة أخرى. أدى استخدام مسحوق الدم أو العظم إلى زيادة في طول نباتات التيوبيروز (*Polianthes tuberosa*). إطالة فترة التزهير وزيادة عدد وجودة الأبصال الناجمة.



الشكل رقم (٥٣)
التيوبروز



الشكل رقم (٥٢)
الداليا

ولقد أوضحت نتائج إحدى الدراسات أن كسب بذور بعض المحاصيل الزيتية (الزيتون والقطن). مسحوق العظم وبعض الأسمدة الخضراء وكومبوست مخلفات المزارع (FYM) كانت كافية لنمو وإزهار شجيرات الورد بشكل جيد عند إضافتها بمعدل ٤,٥ طن/هكتار. أو عند إضافتها بمعدل ٦-٨ كجم/شجيرة. بينما كانت إضافة كومبوست القمامة بمعدل 30 طن/هكتار هي المعاملة الأكثر تأثيراً في تحسين نمو وإزهار الورد (Bose and Yadav, 1989).

وعلى نباتات الأوركيد (Orchids) أشار العديد من الباحثين إلى أن إضافة روث الأبقار المجفف أو الطازج. كومبوست مخلفات الدواجن والماعز أو الخنازير. كومبوست

الأسماك، كومبوست أوراق الأشجار الجافة، مسحوق العظام، كسب بذور بعض المحاصيل الزيتية، وكذلك مخلفات عيش الغراب كان مفيداً للنمو والتزهير. فعندما أضيف كومبوست زرق الدواجن المجفف إلى نباتات الجنس *Oncidium* (صنف Golden Shower) ونباتات الجنس *Dendrobium* (صنف Louisae Dark) بمعدل ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠ جم/نبات كل ثلاثة أشهر كان عوضاً لتسميدها بأحد الأسمدة الكيماوية المركبة (رشاً على الأوراق) بمعدل 25 جم/5 لتر ماء كل عشرة أيام. كما أدت المعادلة السابقة إلى زيادة محصول الأزهار في نباتات جنس *Dendrobium* وزيادة طول النورات في نباتات جنس *Oncidium*.



الشكل رقم (٥٥)
أوركيد جنس *Oncidium*



الشكل رقم (٥٤)
أوركيد جنس *Dendrobium*

إن استخدام كومبوست المخلفات النباتية كمادة مدعمة للتربة يعتبر أحد الإجراءات الزراعية القديمة الفاعلة التي إنتهجها الفلاح المصري منذ مئات السنين. فهي تزيد من قدرة الأرض على الاحتفاظ بالماء، وتحسن بنائها وعمدها بالمادة العضوية اللازمة لنشاط البكتيريا النافعة. كما أنها تستخدم كمكون أساسي في بيئات المشاتل المنتجة للنباتات في أصص أو أوعية. ويعتبر كومبوست المخلفات النباتية الخضراء

(Compost of green wastes) أحد المواد المتوفرة في البيئة المصرية والتي يمكن الإستعانة بها في عمل بيئات نباتات الأصص والصوب. فبجانب فوائدها المعروفة كمادة عضوية. وجد أنها تحوز بعض المواد القادرة على خفض الإصابة بالأمراض. لاحظ ذلك Burger et al. (1997) عند زراعة نباتات القطيفة، الونكا، البيتونيا، الدندرانزما (*Dendranthema grandiflorum*). البتسبورم، الفوتينيا (*Photinia fraseri*) والجونيبيرس (*Juniperus sabina*) في بيئة مكونة من كومبوست المواد النباتية الخضراء، ومخلوط من الرمل الناعم + نشارة الخشب + بيتموس (بنسبة ١ : ١ : ١ حجماً). حيث أمكن الحصول عند الزراعة في البيئة المحتوية على كومبوست المواد النباتية الخضراء على أعلى نسبة إنبات، أعلى ارتفاع للنباتات، وكذلك أعلى وزن جاف وطازج للسيقان والجذور. بجانب عدم تعرض النباتات لأية إصابة مرضية أو حشرية مقارنة بالنباتات المزروعة في بيئة خالية من هذا الكومبوست.



الشكل رقم (٥٨)
بتسبورم



الشكل رقم (٥٧)
ونكا



الشكل رقم (٥٦)
بيتونيا

كيف يمكن زيادة تثبيت الأزوت حيويًا في التربة؟

- (١) زيادة مساحة الأراضي المنزرعة بالمحاصيل البقولية، أو زراعتها فيما بين نباتات المحاصيل الأخرى، أو تكرار زراعتها بالتبادل مع المحاصيل الأخرى غير البقولية.
- (٢) استنباط سلالات جديدة من الريزوبيم تكفي لتلقيح البقوليات، واكتشاف مثبتات نيتروجين أخرى غير تكافلية لتلقيح محاصيل الحبوب بها.

- (٣) تجديد النظم الحيوية الموجودة بالتربة من خلال دعمها بمثبتات جديدة للأزوت تشارك الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للأزوت والموجود أصلاً بالتربة.
 - (٤) إنتخاب سلالات أو أصناف نباتية أكثر استجابة لمثبتات الأزوت الحيوية والصناعية.
 - (٥) عدم الإسراف في التسميد بالأسمدة الأزوتية الكيماوية لأنه يثبط التثبيت الحيوي للأزوت.
 - (٦) الإهتمام ببعض العمليات الزراعية التي تساعد على تثبيت الأزوت بشكل أفضل والإحتفاظ به في التربة (كالعزيق ومقاومة الحشائش والعناية بالتسميد العضوي.... إلخ).
 - (٧) إكتشاف بعض مثبطات النترنة (Nitrification inhibitors) رخيصة الثمن. كزراعة أشجار النيم (Neem) أو إضافة الكسب (Cake) للتربة.
 - (٨) تحسين قدرة التربة على الإحتفاظ بالماء، لأن الرطوبة المثلى عنصر هام لنجاح تكوين العقد البكتيرية (Nodulation). وبالتالي نجاح تثبيت الأزوت حيوياً بواسطة البقوليات.
- يمكن ان نستخلص القول بأن إستخدام الأسمدة أو المخصبات الحيوية المثبتة للأزوت الجوي، أو المذابة للفوسفات أو المحللة للمادة العضوية مع العناية بالتسميد العضوي هما جناحي الطائر الذي سيحمل لنا منتج زراعي آمن ونظيف. كما أن الإعتماد على المقاومة الحيوية للأمراض والآفات، بجانب زراعة الأصناف المقاومة هي ذيل ذلك الطائر الذي سيحط بنا على بر الأمان.

٨. بشرة عبد الله، سيد شاهين و نجلاء يوسف (٢٠٠٧) إلى أي مدى يستطيع السماد الحيوي و حمض الجبريلليك تحسين نمو شتلات البروميا. مجلة الكيمياء البيولوجية و العلوم البيئية. مجلد (٢)، العدد (٤): ١٦٧-١٧٩.
٩. بشرة عبد الله، عزة عبد المنعم وسيد شاهين (٢٠١٠) تحسين كفاءة السماد المركب (NPK) لنبات العلم الأبيض بإستخدام الخميرة الجافة النشطة. مجلة الكيمياء البيولوجية و العلوم البيئية. مجلد (٥)، العدد (٤): ١٢-١٠.
١٠. حسان، محمد توفيق . محمد على مذكور ومحمد جمال حسونة (١٩٨٥): دور مثبتات الأزوت في علاج مرض الشعير المنزوع في المناطق الجافة بالساحل الشمالي الغربي لمصر. مجلة العلوم وبحوث التنمية، مجلد (١٢)، العدد (٦): ١١٨-١٣٠.
١١. حسونة، محمد جمال . محمد توفيق حسان ومحمد على مذكور (١٩٩٤): زيادة محصول Alfalfa الملقح بالبكتيريا المثبتة للأزوت والمنزوع بالتربة الجيرية بشمال غرب مصر. مجلة بحوث وإصلاح الأراضي الجافة. مجلد (٨)، العدد (١): ٣٨٩-٣٩٣.
١٢. سمية أحمد، ونبل السيد (٢٠٠٤): الزراعة النظيفة. الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي، نشرة فنية رقم (٩٢٧)، عدد الصفحات: ٣٢.
١٣. عبد الغفار، احمد سالم . (١٩٩٠): العوامل التي تؤثر على تكوين العقد البكتيرية وثبيت الأزوت الجوي تكافلياً بواسطة البقوليات. منظمة اليونسكو، مؤتمر الإيكاردا حول تكنولوجيا السماد الحيوي، جامعة عين شمس، الصفحات: ٦٠-٣٩.

المراجع الاجنبية

1. Ames, R.N. and R.G. Linderman (1977) Studies on the vesicular – arbuscular mycorrhizae of Easter lily in the pacific North West. Proc. Amer. Phytopathological Soc., 201 (4): 45-49.
2. Bose, T.K. and L.P. Yadav (1989) Commercial Flowers. Naya Prokash Calcutta – 700006, India. P. 2-3, 118, 242, 565, 610-611 and 673.
3. Burger, D.W., T.K. Hartz and G.W. Forister (1997) Composted gren waste as a container medium amendment for the production of ormamental plants. HortScience, 32 (1): 57-60.
4. Busch, E. and J. I. Leijey (1998) Use of endomycorrhizal fungi for plant cultivation on buildings. Angewandte Botanik, 71 (112): 50-53.
5. Coxwell, M.A. and C.R. Johnson (1985) Effects of vesicular- arbuscular micorrhizae and nitrogen source on growth and transport amino acids composition of *Pittosporum tobira*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110 (6): 800-803.

12. Johnson, C.R.; J.A. Menge and E.L. Johnson (1982) Effect of vesicular – arbuscular mycorrhizae on growth of *Chrysanthemum morifolium*. Scientia Hort., 17 (3): 265-269.
13. Kaloosh, A.A. (1994): Effects of inoculation and nitrogen fertilization on yield of intercropped wheat with some legumes. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 19 (9): 3101-3108.
14. Lakshami, V.; A. Satyanarayana Rao; M. Lakshami; S. Kumari and N.S. Subba Rao (1977) Establishment and survival of *Spirillum lipoferum*. Proc. Indian Acad. Sci., 86 (8): 397-404.
15. Lang, H.A. and G.C. Elliot (1997) Enumeration and inoculation of nitrifying bacteria in soilless potting media. J.Amer. Soc. Hort. Sci., 122 (5): 709-714.
16. Lazarovits, G. and J. Nowak (1997): Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment. Hort Science, 32 (2): 188-192.

تعريف التسميد الحيوي:

يعتبر التسميد الحيوي أحد التقنيات القديمة التي تعتمد على استخدام الكائنات الحية الدقيقة النافعة في مجالات تخدم الإنسان والبيئة. من هذه المجالات صناعة الأسمدة أو المخصبات الحيوية (Biofertilizers أو Bioinoculants). والتي تعتبر مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن وبدلاً طبيعياً للأسمدة المعدنية التي تلوث الأوساط البيئية الثلاثة (تربة - مياه - هواء) عند الإسراف في استخدامها. والسماذ أو المخصب الحيوي عبارة عن لقاح حي (Live inoculant) قد يحتوى على نوع أو سلالة معينة من هذه الكائنات الحية النافعة. وقد يكون خليط من عدة أنواع أو سلالات من هذه الكائنات ذات التأثير النافع والمفيد للإنسان والحيوان والبيئة أيضاً. فنواجج التمثيل الغذائي لبعض هذه الكائنات له تأثير مضاد للأكسدة (Antioxidant) والتي تقلل من التأثير الضار للأكسجين النشط (Active oxygen) وتكوين بعض الشقوق الحرة (Free radicals) المسببة لبعض الأمراض في الإنسان والحيوان والنبات. وتوجد معظم هذه الكائنات بصورة طبيعية في بيئاتها المحلية وتستخدم بنجاح في تصنيع الغذاء (كاستخدام الخميرة في صناعة الخبوزات) وفي الطب (كاستخدام البنسلين وأشباهه في صناعة المضادات الحيوية). وفي العديد من المجالات الأخرى بشكل آمن ودون أية أضرار لخلوها من الهرمونات الصناعية. وهذا ثابت منذ عشرات السنين من الإستخدامات التطبيقية لها. وأيضاً من نتائج الأبحاث والدراسات التي أجريت عليها في العديد من دول العالم. بما فيها مصر.

أما المقاومة الحيوية:

فيقصد بها استخدام الأعداء الطبيعية كوسائل بيولوجية في مقاومة الآفات ومسببات الأمراض. بمعنى استخدام كائن حي في مقاومة كائن حي آخر دون اللجوء إلى المبيدات المصنعة.

وللكائنات الحية الدقيقة عديد من الفوائد، نذكر منها:

١- إفراز إنزيمات تقوم بتحليل المواد العضوية المعقدة. ومعدنة العناصر الغذائية الموجودة

- بها. أي تحويلها من الصورة العضوية غير الذائبة إلى الصورة المعدنية الذائبة التي يستطيع النبات امتصاصها والاستفادة منها.
- ٢- إفراز الأحماض التي تقوم بإذابة العناصر المعدنية الموجودة في التربة كإذابة أملاح الفوسفات الصخري غير الذائبة وتحويلها إلى أملاح فوسفات ذائبة. وكذلك تحرير عنصر البوتاسيوم وغيره من العناصر المرتبطة بمعادن التربة وتيسيرها للنبات.
 - ٣- إفراز بعض المواد الخلبية (Chelating agents). كحوامل الحديد التي تيسر للنباتات إمتصاص عنصر الحديد.
 - ٤- إفراز بعض المواد المنظمة للنمو مما يسرع من معدل نمو النباتات.
 - ٥- إفراز بعض المضادات الحيوية التي تثبط نمو بعض الميكروبات الممرضة فيقل تعرض النباتات للإصابة بالأمراض.
 - ٦- أكسدة مركبات الكبريت غير الذائبة وتحويلها إلى صورة ذائبة.
 - ٧- تثبيت الأزوت الجوي فيزداد محتوى التربة من النيتروجين. وكذلك تمثيل ثاني أكسيد الكبريت بواسطة البكتيريا الأوتوتروفية فيزداد الكبريت العضوي.
 - ٨- تحسين بناء التربة (Soil structure) بتجميع حبيبات التربة مع بعضها بواسطة هيفات الفطريات والأكتينومييسينات. أو لصقها بواسطة مواد صمغية تفرزها الكائنات الدقيقة مما يحسن من تهوية التربة.
 - ٩- تساعد في تكوين الدوبال (Humus) بالتربة. وهو تركيب معقد له طبيعة غروية ناتج من خلل المواد العضوية. يزيد هذا المعقد من السعة التثبيعية بالماء (Water holding capacity) والسعة التبادلية الكاتيونية (Cation exchange capacity) والقدرة التنظيمية لحموضة (pH) التربة (Buffering capacity). كما يعتبر الدوبال مخزن للمواد الغذائية في التربة مما يحسن من خصوبتها بوجه عام.
 - ١٠- تخليق الأسترات التي تلعب دوراً هاماً في طرد الحشرات الضارة.
 - ١١- تكسير المواد السامة (مثل المبيدات بأنواعها) والتخلص منها.

١٢- تكوين مركبات معقدة من العناصر الثقيلة وجعلها في صورة غير صالحة للإمتصاص.

١٣- إمداد التربة بأعداد وفيرة من الكائنات الحية الدقيقة النافعة فتقوى على منافسة الميكروبات الضارة وتحول دون نشاطها وإصابتها للنباتات.

١٤- ترشيد إستخدام الأسمدة الكيماوية والحد من تلوث البيئة.

١٥- إعادة التوازن بين العناصر في التربة وتنشيط العمليات الحيوية بها.

ليس هذا فحسب، بل إن هذه الكائنات الحية الدقيقة تستخدم بصورة مباشرة في مجالات تحسين البيئة والإنتاج الحيواني والداجني ومزارع الأسماك وتدوير المخلفات والمعالجة البيولوجية لنواتج الصرف الصحي. كما تستخدم منتجاتها الثانوية (By-Products) في مجال الطاقة والتصنيع والطب.

مجالات استخدام اللقاحات الحيوية:

١ - تدوير المخلفات العضوية النباتية باستخدام بعض أنواع البكتيريا المحللة (Biodecomposition) أو إضافة مخصب حيوي للمكمورة.

٢ - التسميد: وتستخدم فيه العديد من الخصبات منها:

أ- مخصب حيوي فوسفاتي للأراضي الجيرية (Biodesertin - P)

ب- مخصب حيوي آزوتي للبقوليات في الأراضي حديثة الإستصلاح

(Biodesertin - Legum)

ج- مخصب حيوي آزوتي لغير البقوليات في الأراضي الجديدة الملحية وغير

الملحية (Biodesertin - N)

د- مخصب حيوي فطري للأراضي الصحراوية الفقيرة في العناصر الغذائية

(Biodesertin - M)

٣. إنتاج المبيدات الحيوية (Biocidal desertin) لمقاومة أمراض أعفان الجذور والذبول للمحاصيل الحقلية والخضروات والنباتات الطبية والعطرية في الأراضي الجديدة.