ا.د. ادهام علي عبد جامعة الانبار كلية للزراعة

تكنولوجيا الأسمدة الحيوية

أنواع الأسمدة

1- الأسمدة الكيماوية وتشمل:

الأسمدة النيتروجينية – الأسمدة الفوسفاتية - الأسمدة البوتاسية – أسمدة العناصر الصغرى.

2- الأسمدة العضوية وتشمل:

السماد البلدى – سماد الكومبوست – سماد الحماة - سماد القمامة – سماد المجازر – وغيرها.

3- الأسمدة الحيوية:

وهى عبارة عن ميكروب أو مجموعة من الميكروبات التى تعمل على توفير عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات والتى يمكن بها الإستغناء عن كل أو جزء من الأسمدة الكيماوية التى تحتوى على العنصر المطلوب.

تشتمل الأسمدة الحيوية على عديد من الكائنات الحية الدقيقة تختلف باختلاف الغرض المستخدم من أجله هذا السماد ويمكن تقسيم الأسمدة الحيوية من حيث طبيعتها وسلوكها في التربة إلى:

1 – أسمدة حيوية تكافلية Symbiotic Biofertilizers:

ويتم إنتاجها من أحياء دقيقة تعيش معيشة تعاونية مع جذور النباتات وتقوم هذه الميكروبات بإمداد النباتات ببعض العناصر الغذائية مع أخذ احتياجاتها الغذائية وخصوصاً مصدر الكربون من النبات أي أنه يحدث تبادل منفعة Mutualism بين كائنين مختلفين يعيشان مع بعضهما أي يكفل كل منهما الآخر ويطلق عليهما الكائنين المتكافلين Symbionts

2 – أسمدة حيوية لا تكافلية: A symbiotic Biofertilizer

يتميز هذا النوع من الأسمدة الحيوية بأن الأحياء الدقيقة المستخدمة في إنتاجه تعيش معيشة حرة في التربة وتحصل على احتياجاتها الغذائية من التربة.

قد تشجع إفرازات بعض النباتات الجذرية النشاط الحيوي لهذه الكائنات وبالتالي زيادة كفاءتها كسماد حيوي.

من أمثلة الميكروبات المستخدمة في هذا النوع من الأسمدة ميكروبات الأزوتوباكتر *Azotobacter* والأزوسبيريللم *Azospirillum* (مثبتات الأزوت الجوي اللاتكافلية) ومذيبات الفوسفات Phosphate dissolving bacteria والطحالب الخضراء المزرقة Blue green algae وكذلك بكتريا الكبريت المعدنية.

وقد تقسم الأسمدة الحيوية من حيث نشاطها الحيوي ونوع العناصر الغذائية التي توفرها للنبات إلى ما يلي:

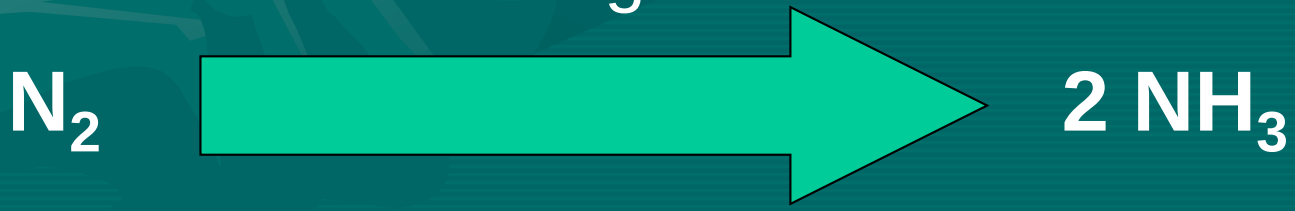
1 – أسمدة حيوية لإمداد النبات بعنصر النيتروجين:

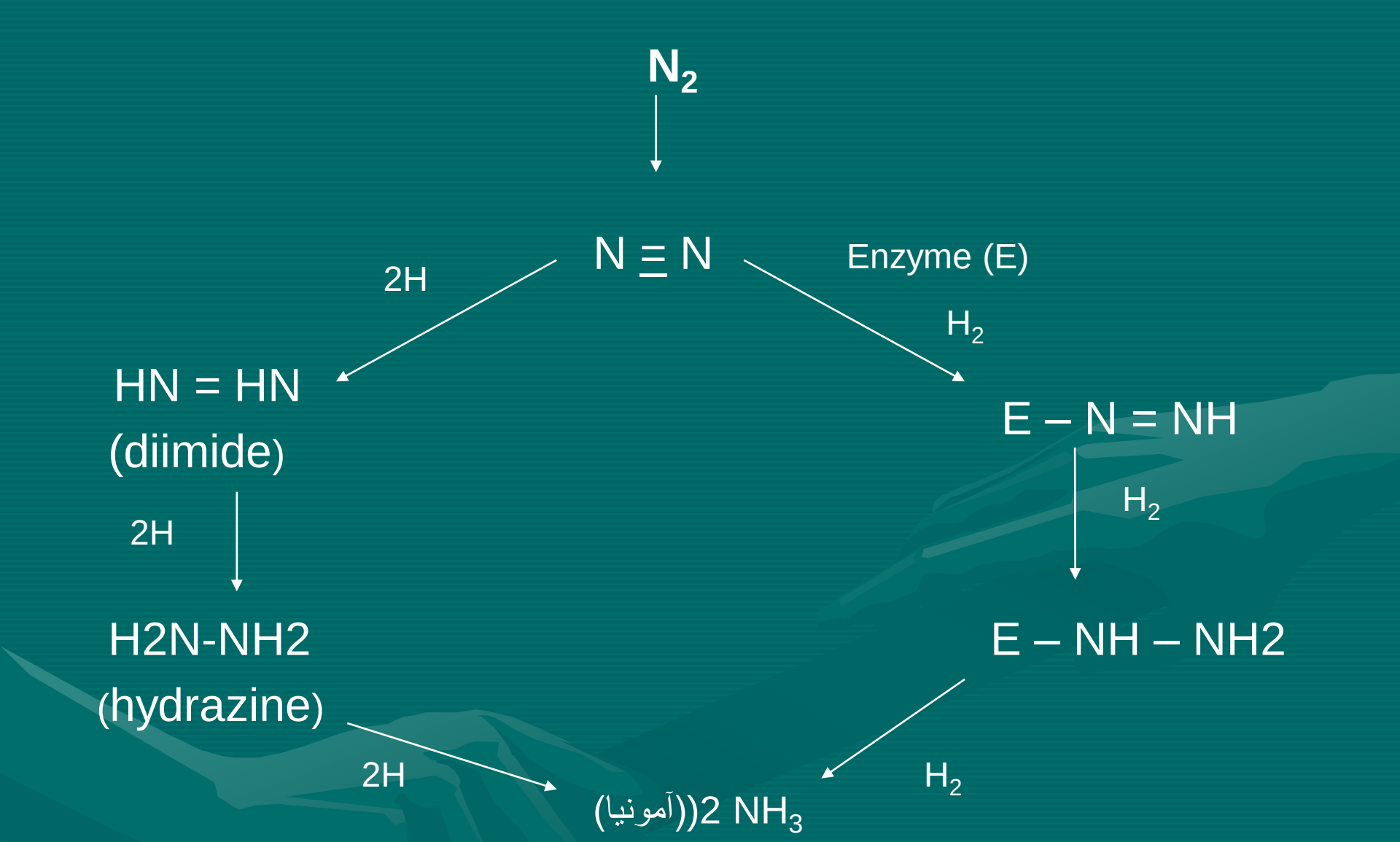
يتمتع عدد كبير جدا من الكائنات الحية الدقيقة بخواص بيولوجية تمكنها من استخدام النتروجين الجوى.

تلعب الكائنات الحية الدقيقة الدور الأكبر فى تحويل النتروجين N2 إلى أمونيا وبالتالى إلى بروتين وذلك من خلال ما يسمى التثبيت البيولوجى للآزوت BNF آو ما يطلق عليه Biological nitrogen fixation.

جزئ الداى نيتروجين

Dinitrogen





المسار الحيوي لاختزال النتروجين وتكوين الأمونيا
بواسطة الأحياء الدقيقة المثبتة للأزوت الجوي

- الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنيتروجين الجوى
Nitrogen Fixers

تقع كل الكائنات التى تمتلك القدرة على تثبيت النيتروجين ويعيش بعضها بصورة حرة بينما يتطلب البعض الآخر ارتباطا تكافليا وثيقا مع بعض النباتات أو الكائنات الأخرى للقيام بتثبيت النتروجين.

بعض نماذج الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنتروجين بيولوجيا و التى يستخدم العديد منها فى إنتاج لقاحات الأسمدة الحيوية

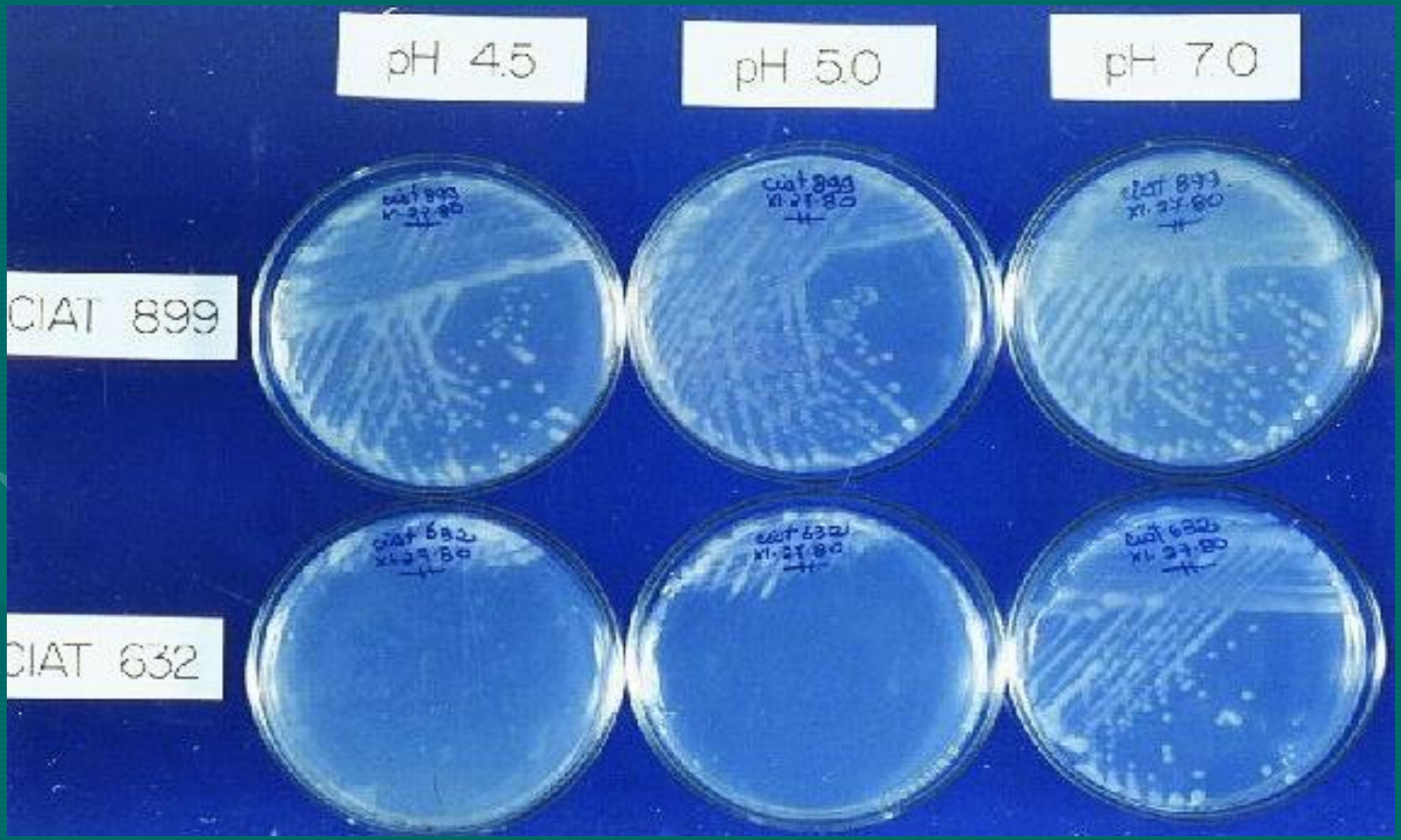
Free living		Symbiotic with plants	
Aerobic	**Anaerobic**	**Legumes**	**Other plants**
Azotobacter *Azospirillum* *Beijerinckia* *Klebsiella* (some) Cyanobacteria (some)*	*Clostridium* (some) *Desulfovibrio* Purple sulphur bacteria* Purple non-sulphur bacteria* Green sulphur bacteria*	*Rhizobium*	*Frankia*

* Denotes a photosynthetic bacterium

المجموعات المتخصصة من البقوليات

- 1- مجموعة البرسيم الحجازي Alfalfa group:
- وهي تضم البرسيم الحجازي والحلبة والحندقوق والبكتريا المتخصصة لهذه المجموعة هي *Rhizobium meliloti* .
- 2- مجموعة البرسيم Clover group:
- وهي تضم البرسيم المصري الأحمر والبرسيم القرمزي والسلالة البكتيرية المتخصصة لهذه المجموعة هي *Rhizobium trifolii*.
- 3- مجموعة البسلة Pea group:
- وهي تضم البسلة وبسلة الزهور والعدس والفول البلدي والسلالة المتخصصة هي *Rhizobium Leguminosarum* .
- 4- مجموعة الفاصوليا Bean group:
- وهي تضم الفاصوليا والسلالة المتخصصة هي *Rhizobium phaseoli* .
- 5- مجموعة فول الصويا Soybean group:
- وهي تضم نباتات فول الصويا والسلالة المتخصصة هي *Bradyrhizobium japonicum*
- 6- مجموعة الترمس Lupine group :
- وهي تضم نبات الترمس والسلالة المتخصصة هي *Bradyrhizobium lupini*.
- 7- مجموعة اللوبيا Cowpea group:
- وهي تضم اللوبيا والفول السوداني واللبلاب والسلالة المتخصصة لهذه المجموعة هي *Bradyrhizobium Sp*.

مزارع سلالات الريزوبيا

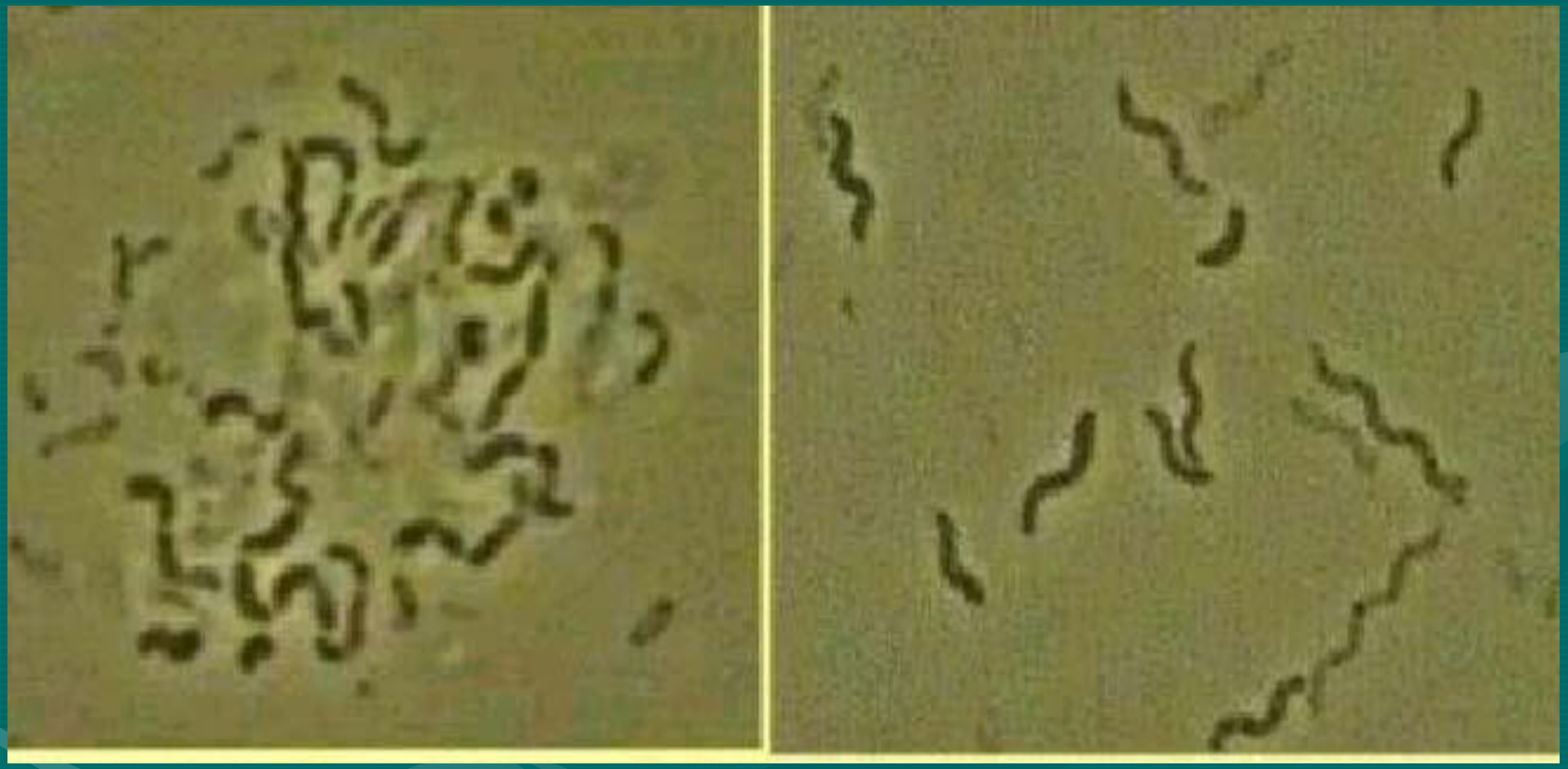


أشكال مختلفة للعقد الجذرية

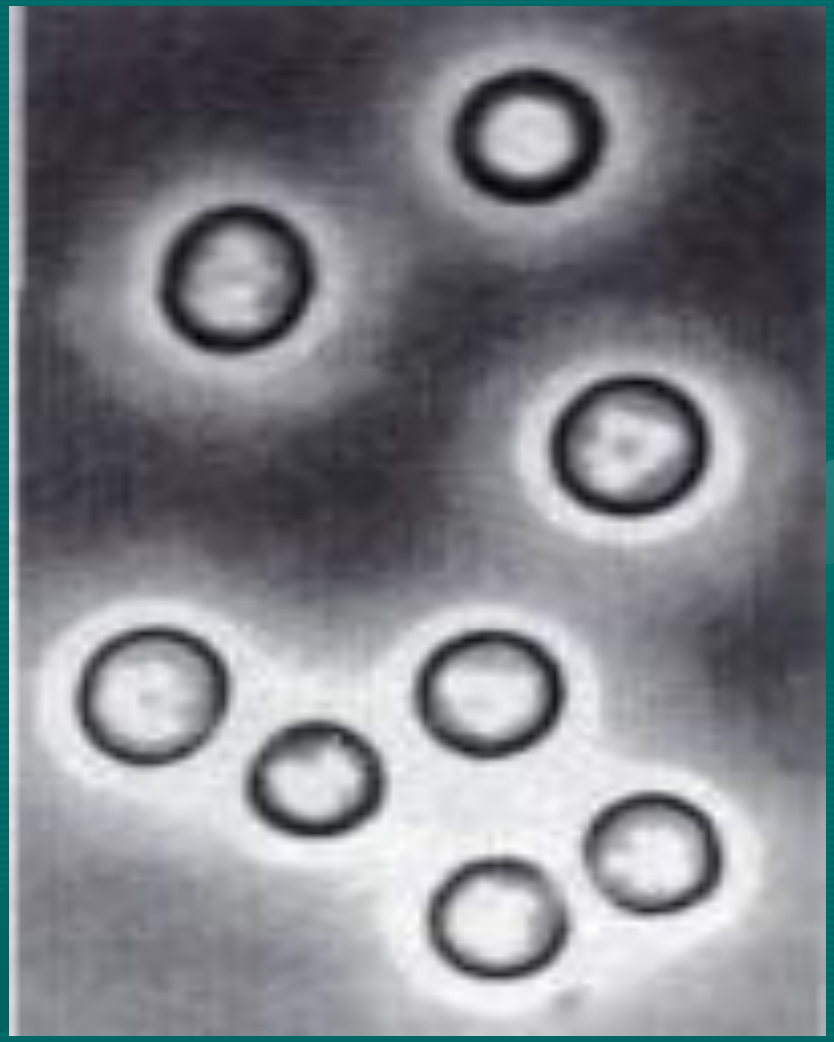
أشكال مختلفة للعقد الجذرية

كمية النيتروجين المثبتة بالريزوبيا

النبات البقولي	N مثبت (كجم N/هكتار/سنة)
الفول البلدي	91 - 114
الحمص	27 - 98
العدس	53 - 92
فول الصويا	40 - 108
الفول السوداني	79
الترمس	138
البرسيم الحجازي	**229 - 290**
البرسيم المصري	238 - 276



بكتيريا الأزوسبيريللم تحت الميكروسكوب



بكتيريا الازوتوباكتر تحت الميكروسكوب

الأزوتوباكتر تستخدم حوالي 90% من النيتروجين المثبت في بناء خلاياها والباقي يفرز خارجها.

الطحالب الخضراء المزرقة تستخدم حوالي 30% من النيتروجين المثبت لبناء خلاياها والباقي يفرز خارجها.

الريزوبيا تستخدم حوالي 10% فقط من النيتروجين المثبت لبناء خلاياها والباقي يفرز خارجها.

تثبت الريزوبيا حوالي 270 مليجرام نيتروجين / جرام سكر مستهلك.

تثبت الأزوتوباكتر حوالي 20 مليجرام نيتروجين/جرام سكر مستهلك.

تثبت الكلوستريديا حوالي 10 مليجرام نيتروجين/ جرام سكر مستهلك.

تثبت الطحالب حوالي 24- 60 كيلوجرام نيتروجين/ هكتار.

2- أسمدة حيوية لمعدنة الفوسفور العضوي:

تقوم بعض ميكروبات التربة بمعدنة الفوسفور العضوي الموجود في بقايا النباتات والحيوانات والأحياء الأخرى والتي تحتوي على الفوسفور في كثير من مركباتها العضوية مثل الأحماض النووية DNA, RNA والفوسفوليبدات (الليسيثين والسينالين) والفيتين والسكريات المفسفرة والمرفقات الأنزيمية، الـ ATP، الـ ADP وعادة يوجد الفوسفور في المواد العضوية في صورة PO4-3 ومن أنشط الميكروبات في تحليل المركبات العضوية الفسفورية

Flavobacterium, Enterobacter, Achromobacter, Streptomyces, Candida, Aspergillus niger

3 – أسمدة حيوية لإذابة الفوسفات المعدني:

يوجد الفوسفور المعدني عادة في صورة فوسفات الكالسيوم الثلاثية $Ca_3 (PO_4)_2$ وهي صورة غير ميسرة وغير قابلة للامتصاص بالنباتات وذلك في الترب المتعادلة أو التي تميل قليلاً إلى القلوية وعند إضافة الأسمدة الفوسفاتية المعدنية إلى هذه النوعية من الترب الزراعية فإن جزء يسير منها يستفيد منه النبات والباقي سرعان ما يتحول إلى الصورة الغير ذائبة أو الغير ميسرة للنبات وتكون الترب غنية بالفوسفور ولكن لا يستطيع النبات الاستفادة منه.

$Ca (H_2PO_4)_2$	←	$Ca_3 (PO_4)_2$
صورة ذائبة وميسرة للنبات	تربة قلوية	غير ذائب وغير ميسر للنبات

وتقوم بعض الميكروبات بتحويل الصورة الغير ذائبة (فوسفات كالسيوم ثلاثية) إلى صورة ذائبة مرة أخرى (فوسفات كالسيوم أحادية) ودور هذه الميكروبات هام جداً في الأراضي المتعادلة أو المائلة للقلوية فإذا وجدت بكثافة عالية في منطقة الريزوسفير فإنها تنمو وتنشط نتيجة للإفرازات الجذرية وما بها من مواد عضوية وتخرج نواتج التحولات الغذائية خارج خلاياها وعادة تكون هذه النواتج عبارة عن أحماض عضوية وثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى تحويل الفوسفات الثلاثية إلى فوسفات أحادية ذائبة وميسرة كما يلي:

$$Ca_3(PO_4)_2 \xrightarrow[\text{للفوسفات المعدني}]{\text{البكتيريا المذيبة}} Ca(H_2PO_4)_2$$

وتقسم الميكروبات المذيبة للفوسفات المعدني إلى:

1– ميكروبات غير تكافلية:

ومن أشهر أنواع البكتريا المستخدمة في التلقيح كسماد حيوي بكتريا

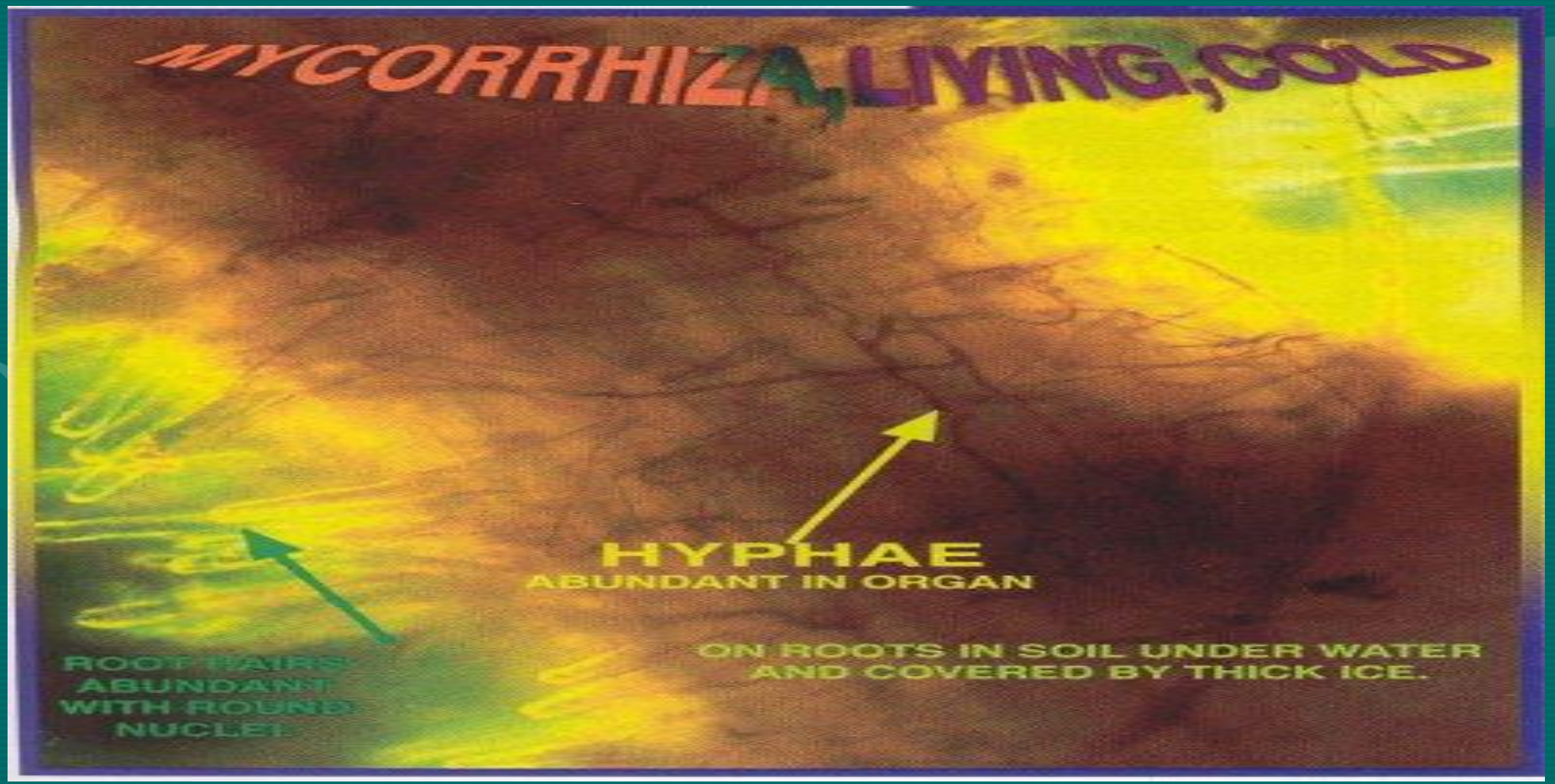
Bacillus megatherium var. Phosphaticum والذي ينتج تجارياً باسم فوسفوباكترين أو فوسفورين. ويلجأ المنتجون للأسمدة الحيوية عادة إلى استخدام أكثر من نوع من الميكروبات المذيبة للفوسفات حتى يتناسب مع العديد من الترب الزراعية. وتلعب هذه الميكروبات أيضاً دوراً هاماً في إذابة الفوسفات الصخري Rock phosphate إذا أضيف إلى التربة كمصدر للفوسفات.

- **2- ميكروبات تكافلية (الميكوريزا Mycorrhizae) :**

- الميكوريزا كلمة يونانية تعنى الجذور الفطرية fungus roots تقوم فيها فطريات الميكوريزا بإنشاء علاقة تكافلية مع النباتات.

- **هناك نوعين رئيسين من الميكوريزا :**
- **الميكوريزا الخارجية ectomycorrhizae** وفيها لا يخترق الفطر الجدار الخلوى لجذور النباتات.
- **الميكوريزا الداخلية endomyorrhizae** التى تخترق الجدر الخلوية لخلايا جذور النباتات.

وتشكل فطريات المجموعة الثانية أهمية بالغة للتسميد الحيوى ويطلق عليه Arbuscular mycorrhizae (AM) إشارة إلى تكوين التفريعات المميزة لها داخل خلايا جذور النباتات كما هو موضح بالشكل



4 – أسمدة حيوية لإذابة الكبريت:

يضاف الكبريت المعدني كمخصب للترب القلوية للحد من قلويتها وزيادة محتواها من الكبريتات اللازمة لتغذية النبات. والكبريت المعدني مسحوق غير ذائب في الماء وتقوم بكتريا الكبريت الكيمومعدنية التغذية Chemolithotrophes بأكسدة الكبريت المعدني في الترب الجيدة التهوية في حمض كبريتيك ومن أهم هذه الميكروبات ما يلي:

1 – *Thiobacillus*

2 – *Leptospirillum*

3 – *Sulfolobus*

4 – *Sulfobacillus*

5 – *Acidianus*

$$S + H_2O + 3/2\ O_2 \xrightarrow{\text{بكتيريا أكسدة الكبريت}} H_2SO_4$$

5 – أسمدة حيوية لمعدنة المادة العضوية:

قد تتحلل المادة العضوية سواء الموجودة بالتربة أو المضافة إليها ببطيء نتيجة لعدم توفر أنواع خاصة من الميكروبات أو تواجدها بأعداد قليلة لا تفي بمعدنة المادة العضوية وتحتاج إلى فترات زمنية طويلة. لذا فإن الأنواع النشطة في هذا المجال يتم إكثارها معملياً بحيث نحافظ على حيويتها ثم تلقح بها التربة وعادة يتم استخدام سلالات مناسبة لكل نوع من الترب الزراعية وتتحمل الظروف الطبيعية والكيماوية الموجودة فيها مثل الميكروبات التي تتحمل الحرارة العالية Thermophilic bacteria أو الحرارة المنخفضة Psychrophiles أو المحبة للحرارة المتوسطة Mesophiles أو التي تتحمل الجفاف ويستخدم عادة أنواع خاصة من الفطريات والأكتينوميتن والبكتريا ومن أهمها:

- *Bacillus, Cytophaga, Pseudomonas, Clostridium, Aspergillus, Penicillium, Trichoderma, Chaetomium.*

6- أسمدة حيوية لاستخلاص البوتاسيوم من معادن الطين:

يحتاج النبات إلى عنصر البوتاسيوم بكميات كبيرة وهو من العناصر الهامة في تغذية النبات وجزء كبير من البوتاسيوم يوجد مرتبطاً بالجزء المعدني للتربة في صورة غير قابلة للتبادل وقد وجد أن بعض أنواع الميكروبات مثل ***Mucor, Penicillium, Pseudomonas,*** ***Bacillus, Aspergillus, Streptomyces*** يمكنها تحليل سليكات الألمونيوم الموجودة في معادن الطين وينفرد البوتاسيوم منها وتستطيع بكتريا ***Bacillus circulans*** تحرير عنصري السليكون والبوتاسيوم من معادن الطين السليكاتية مثل البيوتيت Biotite والأرثوكلاز **Orthoclase** وتنمو هذه الميكروبات في أوساط غذائية خاصة وتجمع الخلايا وتلقح بها التربة.

7- أسمدة حيوية لإذابة بعض العناصر الصغرى:

توجد بعض العناصر الصغرى في صورة غير ميسرة في الترب القلوية أو الجيرية مثل الحديد والزنك والمنجنيز وغيرها وعادة فإن الميكروبات المستخدمة في صورة أسمدة حيوية لتحليل المواد العضوية أو لإذابة الفوسفات تفي لهذا الغرض حيث أنها تعمل على إذابة بعض العناصر الصغرى وتحويلها إلى صورة ميسرة للنبات.

وقد يلجأ بعض المزارعون إلى رش المجموع الخضري لبعض المحاصيل بمحلول تم إعداده من المولاس المتخمر مع إضافة بعض العناصر الصغرى اللازمة للنبات وأثناء التخمر بالبكتريا والخمائر تتكون بعض الأحماض العضوية والكحولات التي تزيد من معدل امتصاص هذه العناصر بواسطة المجموع الخضري.

8 – أسمدة حيوية للتخلص من بعض ملوثات التربة:

تصل إلى التربة كثير من المواد الغريبة عنها أو الدخيلة عليها والتي يطلق عليها اسم **Xenobiotic** والتي يكون لها تأثير ضار على خواص التربة الطبيعية والكيماوية والحيوية ولذا يطلق عليها ملوثات التربة **Soil Pollutants** ومثال ذلك المبيدات بكافة أنواعها والمواد البترولية.

وتستطيع بعض الميكروبات تحليل بعض هذه المبيدات والتخلص منها أو قد تتكون مركبات أكثر سمية أثناء تحللها، ولذا فإنه يتم انتقاء الميكروبات ذات الكفاءة العالية في التخلص من المبيدات وإكثارها معملياً واستخدامها في تلقيح التربة ومن أمثلة هذه الميكروبات ما يلي:

1 – *Streptomyces*

2 – Pseudomonas

3 – Xanthomonas

4– *Mucor*

5 – *Aspergillus*

6 – Trichoderma

يلاحظ أن الكثير من الميكروبات المستخدمة كأسمدة حيوية لإمداد النبات بالعناصر الغذائية المختلفة تفرز أثناء نموها وتكاثرها مواد منظمة لنمو النباتات تسمى Plant growth regulators أو Plant growth promotors مثل الجبريلينات والمواد الشبيهة بها والذي تفرزه بعض الميكروبات في منطقة الريزوسفير مثل ميكروبات *Azotobacter, Arthrobacter, Mucor* وبعض الطحالب والميكورهيزا الخارجية وهناك مواد أخرى تفرزها الميكروبات يطلق عليها auxins أوكسينات مثل اندول حمض الخليك Indole acetic acid (IAA) ويفرز بواسطة الميكورهيزا الخارجية (تفرز السيتوكينين أيضاً) وتفرز بعض أنواع من الريزوبيا السيتوكينين أي أن هذه الميكروبات عند استخدامها كأسمدة حيوية فإنها تلعب دورين هامين أحدهما إمداد النباتات بالعناصر الغذائية والآخر إفراز المواد المنظمة لنمو النبات.

الميكانيكيات المختلفة التي تؤثر من خلالها الأسمدة الحيوية على العوائل النباتية.

السماد الحيوي	ميكانيكية التأثير
1- بكتريا العقد الجذرية. (*Frankia* ، *Rhizobium*)	- تثبيت أزوت الهواء الجوي. - إنتاج منشطات النمو.
2- البكتريا المثبتة للأزوت بصورة حرة. (*Azospirillum* ،*Azotobacter*)	- تثبيت أزوت الهواء الجوي. - إنتاج منشطات النمو. - الحماية من المسببات المرضية.
3- الطحالب الخضراء المزرقة. (السيانوبكتيريا)	- تثبيت أزوت الهواء الجوي. - إنتاج منشطات النمو.
4- الأزولا.	- تثبيت أزوت الهواء الجوي.
5- مذيبات الفوسفات البكتيرية	- إنتاج أحماض عضوية. - إنتاج منشطات النمو. - الحماية من المسببات المرضية.
6- فطريات الميكوريزا	- زيادة امتصاص العناصر الغذائية. - زيادة المقاومة للجفاف. - الحماية من المسببات المرضية.
7- بكتريا السليكات.	- إنتاج أحماض عضوية.
8- بكتريا السيدوموناس	- إنتاج مخلبيات الحديد.
9- الخميرة.	- إنتاج منشطات النمو.

المتطلبات العامة لإنتاج اللقاحات الميكروبية:

General Requirements for Inoculants Production

- بعيداً عن الجانب المالي والتسويقي للقاحات الميكروبية فإن هناك أربعة متطلبات علمية لإنتاج اللقاحات الميكروبية وهي:-
- 1- اختيار السلالة الميكروبية المناسبة.
- 2- اختيار بيئة الإنتاج المناسبة.
- 3- استخدام الطريقة المثلى لإنتاج أقصى معدل من الكتلة الحيوية Biomass.
- 4- حصاد الكتلة الحيوية وتحميلها على مادة حاملة مناسبة.

- والالتزام بهذه المتطلبات على هذا النحو يحقق الفوائد الآتية:-

1- الحفاظ على حيوية ونشاط الخلايا الميكروبية.
2- الحصول على منتج يتسم بالثبات وفترة حفظ Shelf-life محددة.
3- الحصول على منتج ذو مواصفات قياسية.
4- ضمان المنافسة التسويقية لهذا المنتج بما يحقق عائد اقتصادي.

الطرق المختلفة لإضافة الأسمدة الحيوية:
Application Methods of Biofertilizers

- يتم إضافة السماد الحيوي إما إلى البذور (التقاوي) أو إلى التربة ويستخدم في الحالتين كما يلي:-

- أ- تلقيح البذور (التقاوي) Seeds Inoculation
- ب- تلقيح التربة: Soil Inoculation

(أ)

(ب)

شكل رقم (5) : (أ) بذور فول الصويا غير ملقحة وملقحة
(ب) ببكتريا *B.japonicum* المحملة على البيتموس

أهمية الأسمدة الحيوية Importance of Biofertilizers

يمكن باستخدام الأسمدة الحيوية تحقيق الفوائد الآتية:-

أولاً: تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية نتيجة توفير جزء كبير من العناصر الغذائية اللازمة لتغذية النبات مما يؤدي إلى:-

تقليل تكاليف الإنتاج الزراعي.

خفض معدلات التلوث البيئي.

ثانياً: التأثير الإيجابي على العائل النامي من خلال واحد أو أكثر من التأثيرات الآتية:-

1- الإسراع من إنبات البذور.

2- تحسين أداء المجموع الجذري سواء:

- بتشجيع تكوين الشعيرات الجذرية.
- بزيادة مسطح المجموع الجذري.
- أو بتجميع حبيبات التربة في منطقة الجذور مما يؤدي إلى:
  - زيادة امتصاص العناصر الغذائية والماء.
  - زيادة مقاومة العائل للإجهاد المائي Water stress.
  - زيادة معدل التهوية حول الجذور.

3- تحسين نمو المجموع الخضري.

4- تحسين إنتاجية العائل النباتي من خلال:

أ - التبكير في المحصول.

ب - زيادة كمية المحصول النهائي.

ج - تحسين نوعية المحصول سواء:

- بزيادة محتوى الثمار من العناصر الغذائية.
- و بتقليل تراكم الملوثات الكيماوية بأنسجتها مما يؤدي إلى الحصول على غذاء ذو جودة عالية وآمن صحياً.

5- حماية النبات من المسببات المرضية الموجودة بالتربة Soil borne pathogens سواء:

- بزيادة مناعتها ضد الإصابة.
- أو بزيادة قدرتها على تحمل الإصابة عند حدوثها.

- **ثالثاً: المحافظة على خصوبة التربة على المدى الطويل من خلال إمداد التربة بأعداد عالية من الكائنات الدقيقة المفيدة مما يؤدي إلى:**

- 1- تغيير التوازن الميكروبي بالتربة لصالح الميكروبات المفيدة.
- 2- تنشيط العمليات الحيوية المفيدة بالتربة.
- 3-المحافظة على التنوع الحيوي بالتربة.
- 4- تحسين الخواص الطبيعية للتربة

متطلبات إقامة صناعة أسمدة حيوية متميزه لتغطية إحتياجات السوق المحلى والإقليمى:

- يلزم وضع سياسة مهدفة تبنى على عدد من نقاط الارتكاز الهامة التى تضمن نجاح وازدهار صناعة الأسمدة الحيوية على ان تتضمن:

1-دعم البحث والتطوير R&D لإنتاج أسمدة حيوية متنوعة ذات كفاءة عالية ولها خاصية الثبات لفترات طويلة حتى يتم تسويقها.

2-مراعاة أن تكون تلك الاسمدة فعالة تحت ظروف الإجهاد البيئى السائد فى مناطق الاستخدام.

3-تطوير أسمدة حيوية متعددة الخصائص لتقديم منفعة متعددة فى جرعة واحدة من تلك الاسمدة

4-استمرار جهود البحث و التطوير جنبا الى جنب مع خطط الانتاج الصناعى لتقديم منتجات جديدة و مبتكرة لمواكبة التطور المنشود فى قطاع الانتاج الزراعى.

5- الاعتماد على تقنيات البيولوجيا الجزيئية molecular biology لتتبع تأثيرات تلك الاسمدة على النباتات و عناصر البيئة.

6- تبنى التدريب المستمر كمنهج لتطوير المنتجات وإدخال تقنيات جديدة وتوعية الفلاحين بفوائد تلك المنتجات.

7- تشجيع رؤوس الأموال الكبيرة للاستثمار فى إنتاج الأسمدة الحيوية لضمان تبنى خطط البحوث والتطوير المناسبة وإنشاء خطوط إنتاج متطورة للوصول إلى منتج نهائى عالى الجودة اضافة إلى قدرة تلك الشركات على التوسع مستقبلا فى الانتاج فى ضوء نمو احتياجات السوق.

المعوقات الحالية لتطوير الاسمدة الحيوية:

Current Biofertilizer Development Hurdles

أولا :- المعوقات الصناعية Industry hurdles

1. صعوبة تحديد الكفاءات الموهوبة فى الصناعة و البحث العلمى التى يمكن أن تقود هذا العمل.
2. عدم توافر و سائل دقيقة لمتابعة جودة الانتاج و ثباته.
3. غياب الوعى والمعرفة لدى المزارعين التقليديين بفوائد الاسمدة الحيوية
4. دخول صغار المنتجين فى الاستثمار فى هذه الصناعة مع غياب دعمً حقيقى دائم لتلك الصناعة من خلال برامج البحث و التطوير R&D.

ثانيا :- المعوقات التقنية Technical hurdles

1. الاحتياج الى تطوير وسائل حفظ الاسمدة الحيوية.
2. الاحتياج الى تطوير وتحسين المنتجات التى تقوم بوظائف متعددة.
3. مدى أقلمة الكائنات الحية المستخدمة للظروف البيئية السائدة فى مناطق استخدامها.

تحليل نقاط القوة والضعف والفرص والمخاطر لصناعة الأسمدة الحيوية:

Biofertilizers Industry SWOT Analysis

- **1- نقاط القوة Strength**
- تتواجد السلالات الميكروبية بكثرة فى مختلف البيئات الزراعية فى مناطق الانتاج الزراعى بالدول العربية. وتتمتع عدد من الدول بقدرات عالية فى الصناعات التخمرية سواء من حيث الكفاءات البشرية أو المصانع المتخصصة . و يمكن البناء على تلك القدرات و استغلالها سواء للإنتاج المباشر للأسمدة الحيوية أو لإنشاء وحدات إنتاجية جديدة اعتمادا على الخبرة المكتسبة من العمل فى الصناعات التخميرية القائمة.

- **2- نقاط الضعف Weakness**

- تتمثل فى ضعف الوعى لدى المزارعين و ضرورة عمل برامج تعليمية لتدريبهم على استخدام المنتجات الجديدة. كما أن ثقافة تسجيل براءات الاختراع للسلالات الميكروبية عالية الكفاءة يكاد يكون غائباً لدى العلماء مما يتسبب فى إهدار فرص حقيقة للاستفادة من مصادر الثروة الميكروبية فى الدول العربية .

- **3- الفرص Opportunities**

- إن مفاهيم تطوير الزراعة العضوية وحماية البيئة آخذة فى الزيادة فى مختلف دول العالم مما يفتح مجالا لتطوير الاسمدة الحيوية مع المبيدات لتنويع منتجات الشركات و لتقليل تكلفة الانتاج . ولا شك أن البحث فى مصادر الثروة الميكروبية المحلية يتيح الفرصة للحصول على سلالات متأقلمة لظروف البيئات المحلية التى غالبا ما تفوق فى أدائها تلك الوافدة من مصادر خارجية مختلفة فى بيئتها الاصلية.

- 4- المخاوف Threats

- ويأتى على رأسها تسرب منتجات مصنعة بالخارج فى صور منتجات تجارية تحمل مسمى الاسمدة الحيوية و لكنها ليست بالكفاءة المطلوبة مما يؤثر سلبا على سمعة تكنولوجيا الاسمدة الحيوية ككل. كما أن هناك تخوف من احتكار الشركات متعددة الجنسية لتلك التقنيات بما لها من قدرات هائلة على النفاذ للأسواق خاصة فى ضوء قوانين التجارة العالمية.

- **السوق العالمى للأسمدة الحيوية:**

- يتم إنتاج الأسمدة الحيوية فى عديد من دول العالم المتقدمة والنامية على حد سواء إلا أن الإنتاج ليس كافياً لسد احتياجات الأسواق خاصة إذ ا أخذنا فى اعتبارنا تلك الزيادة الكبيرة على طلب هذا النوع من الأسمدة التى يمكن أن تصاحب حملة التوعية بأهمية استخدام تلك الأسمدة من أجل إنتاج زراعى أنظف وللمحافظة على صحة الإنسان وسلامة والبيئة التى يعيش فيها.

بخصوص السوق العالمى للأسمدة الحيوية فإن الإحصاءات تشير إلى أن الاستخدام العالمى للأسمدة بمختلف أنواعها يعادل حوالى 10 بليون دولار أمريكى سنوياً.

برغم عدم توافر إحصاءات دقيقة عن إنتاج الأسمدة الحيوية على المستوى العالمى الإ أن حجم المبيعات المتوقع من هذا النوع من الأسمدة يفوق 3 بليون دولار سنويا طبقا لأشد الإحصاءات تواضعاً.

يتم إنتاج الأسمدة الحيوية فى الهند وعدد من الدول الأخرى (بنجلادش وبرازيل ومصر والمغرب وكينيا وتننزانيا وزبمباوى وزامبيا والسنغال).

فى كل هذه الدول لا يزال الاحتياج للأسمدة الحيوية أكثر مما هو متاح سواء من مصادر محلية أو عن طريق الاستيراد. وتبلغ تكلفة مصنع لإنتاج 100-150 طن سنويا من الأسمدة الحيوية فى احد الدول النامية ما قيمته 40-50 الف دولار أمريكى.

أي دولة تستطيع أن تتوسع دعايتها على السوق العالمى مثل ما فعلت الهند.

تعتبر السوق الهندية من الاسواق النامية القادرة على استيعاب كميات كبيرة من لقاحات الأسمدة الحيوية حيث توضح المؤشرات ان هناك احتياج الى 10000 طن من لقاحات الريزوبيا و مثلها من الطحالب الخضراء المزرقة سنوياً.

توجد فرص حقيقية لاستثمار ما قيمته 200مليون روبية (4.5 مليون دولار أمريكى) خلال السنوات الخمس القادمة لتغطية جانب من احتياجات دولة الهند من الأسمدة الحيوية، وهناك طلب متزايد على هذا النوع من الأسمدة فى الهند ودول جنوب شرق اسيا بصفة عامة.

تشير تقديرات الاحصاء الزراعى فى الهند أن توفير 10% من السماد النيتروجينى عن طريق استخدام الأسمدة الحيوية سوف يوفر سنويا 1.1 مليون طن من تلك الأسمدة وهو ما يعدل 550 مليون روبية هندية.

وأخيراُ تشير الدراسات الاقتصادية الى ان نسبة العائد إلى التكلفة Benefit Cost Ratio فى صناعات الأسمدة الحيوية تصل إلى 1.2 % مما يؤكد أن الاستثمار فى هذا المجال يعد استثمارا واعداً وآمناً.