جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
League of Arab States
Arab Organization For Agricultural Development

دراسة حول التقانات الحديثة في العالم في مجال المخصبات الحيوية وإمكانية تطبيقها في الدول العربية

الخرطوم

ديسمبر (كانون أول) 1998

الرمز البريدي: 11111 - Postal Code: 11111 ص.ب: 474 - P. O. Box: 474 تلكس: AOAD SD: 22554 - Telex: 22554 البريد الكتروني: E-Mail: aoad@sudanet.net
برقياً: أوادد الخرطوم - Cable: AOAD Khartoum فاكس: (249-11-)471402 - Fax: (249-11-)472176 - 472183 تلفونات: Telephones: (249-11-)472176 - 472183

التقديم

تقديم

يعتبر التسميد من المعاملات الزراعية الأساسية التي تستهدف زيادة الإنتاج ورفع مستوى الإنتاجية لوحدة المساحة . وقد أسفر التسميد الكيماوي عن نتائج بالغة الأثر في تطور الإنتاج الزراعي والغذائي على الصعيد الدولي ، إلا أن العالم تنبه مؤخراً إلى الآثار السلبية للتسميد الكيماوي على البيئة والموارد الطبيعية، وما يحدثه من تلوث للأرض والمياه ، وكذا الأخطار البالغة للمتبقيات الكيماوية في المحاصيل الغذائية على صحة الإنسان .

ولذا فقد تحول الإهتمام العالمي بشكل واضح نحو الحد من الإستخدام الزراعي للمواد الكيماوية ، وتشجيع زيادة الإعتماد على المواد السمادية الناتجة من مصادر طبيعية حيوية ، والعمل على إحداث قدر مناسب من المزج بين الأسمدة الكيماوية والأسمدة الحيوية فيما يعرف بالتسميد المتكامل ، للتقليل قدر الإمكان من التلوث البيئي والإضرار النوعي بالموارد الطبيعية ، والتقليل من المخاطر المحتملة على صحة الإنسان. وقد أخذ هذا الإهتمام إتجاهاً واضحاً ومتزايداً في إطار ما تدعو إليه المنظمات العالمية والإقليمية المتخصصة ، وما تقرره المؤتمرات الدولية ذات العلاقة ، وما تفرضه المستويات المتزايدة التشدد والمغالاة لمعايير السلامة الصحية، والسلامة النباتية والحيوانية، والمواصفات السلعية التي تطبقها الدول في إطار المبادلات التجارية الدولية، وبخاصة الدول المتقدمة .

في هذا الإطار ، ومن منطلق الوعي بأهمية قيام التنمية الزراعية في الدول العربية وفق أسس وإعتبارات الإستدامة والحفاظ الموردي وسلامة البيئة والحد من تلوثها، وكذلك الحد من الإضرار بصحة الإنسان ، فقد إهتمت المنظمة العربية للتنمية الزراعية بالعمل على نشر الوعي والتطبيق للتقانات الحديثة لإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ضمن برامج ومعاملات تسميدية متكاملة . ولذا فقد حرصت المنظمة في خطة عملها لعام 1998 وفي إطار البرنامج الفرعي للحد من تلوث البيئة الذي يندرج ضمن البرنامج الرئيسي لحماية البيئة وتنمية الموارد الطبيعية ، أن تتضمن هذه الخطة مشروعاً لإستخدام المخصبات الحيوية للحد من تلوث البيئة بالكيماويات الزراعية ، ومن بين مكونات هذا

المشروع الدراسة الحالية حول التقانات الحديثة في العالم في مجال المخصبات الحيوية وإمكانية تطبيقها في الدول العربية .

وإلى جانب ماتهدف إليه هذه الدراسة من عرض للتقانات العالمية الحديثة المطبقة في مجال إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ، فقد إهتمت الدراسة بتحديد التقانات المناسبة منها لظروف الزراعة العربية ، ومن ثم قامت بوضع دليل إرشادي حول إنتاج وإستخدام تلك التقانات يساعد الفنيين والمرشدين والمزارعين في الإستفادة مما يناسبهم من تلك التقانات وتطبيقها على أرض الواقع ، لا سيما وأن إستخدام العديد من تلك التقانات يعتمد على مواد ومستلزمات متوافرة في البيئة الزراعية المحلية ، ويعد أكثر إقتصاداً من حيث التكلفة ، ويساعد في الحصول على منتجات ذات خصائص ومستويات عالية للجودة تتيح فرصاً تصديرية أوسع وبأسعار أفضل، هذا إلى جانب مزاياها الأساسية في مجال الحفاظ على سلامة البيئة والموارد وصحة الإنسان .

والمنظمة إذ تأمل أن تساعد هذه الدراسة، والدليل الذي تتضمنه، على إتساع نطاق تطبيق التقانات الحيوية في التسميد الزراعي ، والحد من إستخدام الأسمدة الكيماوية، فإنها تتقدم إلى فريق الخبراء الذين قاموا بإنجاز هذه الدراسة وإخراجها في صورتها النهائية بكل الشكر والتقدير على ما بذلوه فيها من جهود وما قدموه من خلالها من عطاء.

والله ولي التوفيق .

المدير العام

الدكتور يحيى بكور

المحتويات

المحتويات

	رقم الصفحة
التقديم	أ
المحتويات	ج
موجز الدراسة	1
المقدمة	7
الباب الأول: المخصبات الكيميائية والحيوية والإعتبارات الفنية والبيئية لإنتاجها وإستخدامها :	11
1-1 المخصبات الكيميائية	11
1-1-1 التأثير على التربة والنبات والكائنات الدقيقة	13
1-1-2 التأثير على المياه الجوفية	13
1-1-3 التأثير على نضج المحصول	14
1-1-4 التأثير على صحة الانسان والحيوان	14
1-1-5 التأثير على المسطحات المائية	14
1-1-6 التأثير على طبقة الاوزون	15
1-2 المخصبات الحيوية	16
1-2-1 المخصبات الحيوية الميكروبية	16
1-2-2 المخصبات والمحسنات العضوية	20
1-3 الاعتبارات الفنية والبيئية والاقتصادية للمخصبات الكيميائية والحيوية	45
1-4 التسميد (التخصيب) المتكامل	53
1-4-1 مفهوم التسميد المتكامل	53
1-4-2 المكونات الأساسية للتسميد المتكامل	54
1-4-3 العائد من تطبيق نموذج التسميد المتكامل	58
1-4-4 نموذج الاستخدام المرشد	58

5-1 الوضع الراهن لانتاج واستخدام المخصبات المختلفة بالوطن العربي 59
1-5-1 المخصبات الكيميائية 59
2-5-1 المخصبات الحيوية 65

الباب الثاني: التقانات الحديثة لإنتاج المخصبات الحيوية (اللقاحات المبكروبية): 72
2-1 تطور التقانات العالمية لإنتاج المخصبات الحيوية 72
2-2 القتانات العالمية المستخدمة لإنتاج اللقاحات الميكروبية 75
2-2-1 تطوير تقانة اللقاحات الميكروبية 76
2-2-2 إنتاج اللقاحات الميكروبية التكافلية 77
2-2-3 إنتاج اللقاحات الميكروبية اللاتكافلية 161

الباب الثالث: التقانات الحديثة لإنتاج المخصبات الحيوية (الأسمدة العضوية) : 174
3-1 موارد المخلفات والمواد العضوية 174
3-2 التقانة التقليدية لإنتاج السماد العضوى بالكمر 185
3-3 تقانة إنتاج سماد زرق الدجاج البياض 189
3-4 تقانة إنتاج سماد القمامة 192
3-5 تقانة إنتاج سماد البيوجاز 193
3-5-1 الطريقة الصينية ذات القبة الثابتة 198
3-5-2 الطريقة الهندية ذات الغطاء العائم 198
3-5-3 طريقة القربة 198
3-5-4 طريقة المرشحات اللاهوائية 198
3-5-5 طريقة المخمرات ذات التواصل المتبادلة 200
3-5-6 طريقة التلامس اللاهوائي 200
3-5-7 طريقة التغذية السفلية 200

3-6 تقانة معالجة المجاري 201
3-7 تقانة إنتاج سماد دودة الأرض 202
3-8 إنتاج سماد الاعشاب المائية 204

الباب الرابع : تقانات إستخدام المخصبات الحيوية : 205
4-1 أساليب إستخدام اللقاحات الميكروبية 205
4-1-1 تقانة إستخدام لقاح الريوبيوم 206
4-1-2 إستخدام اللقاحات الطحلبية 210
4-1-3 إستخدام الازوتوباكترين 212
4-1-4 إستخدام لقاح الازوسبريللام 213
4-1-5 إستخدام الازولا 213
4-1-6 استخدام لقاح البكتريا المذيبة للفسفور 214
4-1-7 إستخدام فطر الميكروريز 214
4-2 أساليب استخدام المحسنات العضوية 216
4-3 أساليب استخدام المخصبات العضوية 218
4-3-1 استخدام سماد زرق الدجاج 218
4-3-2 استخدام سماد القمامة العضوية 218
4-3-3 تقانة استخدام سماد الغاز الحيوي 219
4-3-4 إستخدام سماد حماة المحابري 220
4-3-5 إستخدام سماد دودة الأرض 220
4-3-6 إستخدام سماد الأشعاب البحرية والنهرية 221
4-3-7 إستخدام السماد السمكي 222
4-3-8 إستخدام السماد الحيوي المتكامل 222

الباب الخامس : الآفاق المستقبلية في مجال إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية في المنطقة العربية : 224
5-1 تمهيد 224

2-5 مبررات إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية بالأقطار العربية 225
3-5 محددات وإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية بالأقطار العربية 229
5-3-1 المحددات الفنية 229
5-3-2 المحددات المؤسسية 229
5-3-3 المحددات الإقتصادية 230
4-5 سبل تطوير وتعزيز وإستخدام المخصبات الحيوية في الوطن العربي 230
5-5 السياسة المقدمة لإنتاج واستخدام المخصبات الحيوية 232
6-5 برامج العمل المقترحة لإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية 233
5-6-1 البرامج القطرية 233
5-6-2 البرامج القومية 234
5-6-3 الكيانات والآليات المقترحة لتعزيز الإنتاج والإستخدام المتطور للمخصبات الحيوية بالوطن العربي 234

الباب السادس: دليل إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية 237
6-1 تمهيد 237
6-2 تقانة إنتاج وإستخدام لقاح الريزوبيوم 238
6-3 تقانة إنتاج وإستخدتام اللقاح الطحلبي 243
6-4 تقانة معالجة وإسخدام زرق الدجاج 246
6-5 تقانة إنتاج وإستخدام الكمبوست 248
6-6 تقانة إنتاج وإستخدام سماد الغاز الحيوي 250
6-7 تقانة إتسخدام سماد دودة الأرض 252
المراجع 255
الملخص الانجليزي 262
الملخص الفرنسي 267
فريق الدراسة 271

ملخص الدراسة

موجز الدراسة

يواجه الإنتاج الزراعي في الاقطار العربية تحديات كبيرة بسبب الضغوط المتزايدة التي تتعرض لها الموارد الزراعية لمقابلة الزيادة المضطردة في عدد سكان الوطن العربي، مما حتم إيجاد بدائل ووسائل لزيادة الإنتاجية الرأسية بتوفير تقنيات متطورة شملت إستخدام أصناف عالية الإنتاج وزيادة في إستهلاك الأسمدة والتي تسببت مع الزراعة المكثفة في إحداث أضرار بيئية ، مما إستلزم إستخدام حزم تقنية تهدف لزيادة الإنتاج كماً ونوعاً وتقلل من الآثار السلبية التي تنجم عن عدم ترشيد إستخدام المدخلات الكيميائية وخاصة المخصبات . وتعتبر تقنية إستخدام المخصبات المتكاملة كيميائياً وحيوياً (ميكروبياً وعضوياً) من أهم تلك الحزم ، لذا يتواصل جهد المنظمة العربية للتنمية الزراعية بإجازة مشروع في خطة عملها للعام 1998 بإستخدام المخصبات الحيوية للحد من تلوث البيئة بالكيماويات الزراعية ، بهدف إدخال التقانات الحديثة المستخدمة لإنتاج المخصبات الحيوية في الأقطار العربية ، وهو موضوع الدراسة الحالية والتي إكتملت في خمسة أبواب رئيسية بالإضافة للمقدمة والملاحق والصور التوضيحية وملخصات باللغات الانجليزية والفرنسية بينما تضمن الباب السادس دليل للإنتاج والإستخدام للمخصبات الحيوية .

تناولت المقدمة مبررات وأهداف الدراسة ومنهجية تنفيذها، حيث أشارت لأهمية إستخدام تقنية المخصبات الحيوية بمكوناتها الميكروبية والعضوية للتقليل من الآثار السلبية التي تترتب على مستوى إستخدام المخصبات الكيميائية (المعدنية) بمفردها ، ومن ثم ضرورة وضع إستراتيجية للتسميد المتكامل كيميائياً وحيوياً كأساس للزراعة العضوية لإنتاج محاصيل طبيعية ، وأيضاً لدرء مشاكل تدهور الاراضي وتحسين خصوبتها وإدارتها على أسس مستدامة بما يتماشى مع مقررات قمتي الأرض ومعايير المواصفات العالمية ، وبما تمليه إتفاقية التجارة العالمية (الجات) .

وقد تضمن الباب الأول من الدراسة تعريفاً عاماً للمخصبات الكيميائية بعناصرها

الأساسية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) والصغرى (النادرة) ، وأيضا المخصبات الحيوية بمكوناتها الميكروبية (بكتيرية وفطرية وطحلبية) والعضوية المتنوعة المصادر (نباتية وحيوانية وبشرية) .

كما تعرض الباب الأول للوضع الراهن لانتاج وإستخدام المخصبات الكيميائية بالأقطار العربية ، والآثار السلبية الناتجة عن إستخدامها المفرط وتذبذب ذلك الإستخدام بسبب عدم الوعى السمادي وما يتبعه من إستخدام الأسمدة بمعدلات تفوق معدلات الدول المتقدمة ، بما يعتبر بمثابة إنذار مبكر بحدوث أضرار بيئية جسيمة . وتم أيضاً تعريف المخصبات الحيوية الميكروبية ، متضمناً الأنظمة البيولوجية المختلفة التي تتعامل معاً لتثبيت وتيسير العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، سواء كان تكافلياً أو لا تكافلياً ، وكذلك المخصبات والمحسنات الحيوية العضوية المعالجة ومصادرها المختلفة والتي تلعب دوراً رئيسياً في تغذية النبات وتنشيطه وتحسين بيئة نموه، خاصة في الأراضي العربية والتي غالباً ما تعد فقيرة في محتواها العضوى ، كما ويتأثر إنتاجها بسبب إرتفاع درجة تركيز الأيون الأيدروجيني . وتعمل هذه المخصبات على تحسين قدرة التربة على الإحتفاظ بالماء ، وبالتالي ترشيد إستخدام مياه الري بإقلال عدد مرات الري مما يؤدى إلى تخفيض الطاقة المستخدمة ، وأيضاً تفادي الفقد في الأسمدة الكيميائية النيتروجينية التي تتكامل معها ، حيث يصل التكامل إلى نسبة 30٪ مع نظم الري بالغمر ، مسبباً تلوث في المياه الجوفية مصحوباً بظاهرة سمية ترات.

واستعرض هذا الباب أيضاً المصادر المختلفة للمخصبات والمحسنات العضوية ها المختلفة سائلة أو صلبة ، كما تم التطرق إلى الجوانب الفنية والإقتصادية ية التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار لإنتاج وإستخدام المخصبات الكيميائية ات العضوية واللقاحات الميكروبية ، حيث تم إستعراض الوضع الراهن لإنتاجها ها بأنواعها المختلفة بالأقطار العربية ، مع شرح تفصيلي لنموذج الإستخدام ستلزمات الكيميائية والعضوية والبيولوجية ، الذي توصى به المنظمة العربية اعية من خلال الدراسة التي أنجزتها حول الآثار المترتبة على إستخدام لهرمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات عام 1994.

ويؤكد هذا الباب على أهمية المخصبات الحيوية ، خاصة وأن الوضع الراهن في الوطن العربي لإنتاج وإستخدام تلك المخصبات لا يزال محدوداً للغاية ويتطلب جهوداً حثيثة للعمل على نشرة وتطويره .

ويتناول الباب الثاني عرض التقانات العالمية لإنتاج المخصبات الحيوية وتطورها، مع التركيز على التقانات الخاصة بإنتاج اللقاحات الميكروبية التكافلية واللاتكافلية ، سواء كانت بكتيرية أو فطرية أو طحلبية ، خاصة الأكثر شيوعاً في العالم ومنها لقاح الريزوبيوم البكتيري التكافلي الجذري للبقوليات ولغير البقوليات ، وأيضاً الساقي والورقي ، ولقاح الطحالب الخضراء المزرقة التكافلية مع الأزولا وكلها تعد مثبتات للنيتروجين . واللقاحات الفطرية الميسرة للفوسفور تكافلياً (فطر الميكوريزا)، وكذلك اللقاحات المثبته للنيتروجين لا تكافلياً مثل الأزوتوباكترين والأزوسبيريللام والفرانكيا والطحالب الخضراء المزرقة ، بالإضافة إلى اللقاحات الميسرة للفوسفور لا تكافلياً مثل الفوسفوباكترين ، والميسرة للبوتاسيوم مثل السليكوباكترين . وقد واشتمل الباب الثالث أيضاً على الأشكال التجارية للقاحات الميكروبية ، حيث تبين أن أكثر اللقاحات إنتاجاً هي اللقاحات التكافلية المثبتة للنيتروجين ، سواء كانت بكتيرية (بكتريا العقد الجذرية مع البقوليات) أو طحلبية (الطحلب الأخضر المزرق مع الأزولا) .

أما اللقاحات الأخرى فلم يصل إنتاجها بعد للمستويات الطموحة لأسباب تتعلق بجوانب فنية تعوق إنتاجها على مستوى موسع . ورغم ذلك فإنه توجد جهود ملموسة في معظم المراكز البحثية ومراكز المصادر الميكروبية لتطوير التقانات الخاصة بإنتاج اللقاحات الفطرية والبكتيرية الأخرى . وتمتاز اللقاحات الميكروبية بقدرتها على توفير العناصر الأساسية اللازمة لنمو النبات .

ويشير هذا الباب إلى إمكانية معالجة مشكلة تثبيت البوتاسيوم برقائق معدن الطين بالتربة ، وهي مشكلة جديرة بالإهتمام ، خاصة في الأقطار التي تروى أراضيها بمياه فقيرة في البوتاسيوم ، مثلما يحدث في جمهورية مصر العربية بسبب تراكم الطمي الغني في محتواه من البوتاسيوم وراء السد العالي ، مما يبرر أهمية إستخدام لقاح السليكوباكترين وضرورة الإهتمام بحثياً وإنتاجه تجارياً .

أما الباب الثالث فقد إتسعرض الشق الثاني من المخصبات الحيوية ، والذي يشمل

المحسنات والمخصبات العضوية ، متضمناً مصادر النفايات العضوية المختلفة ، سواء كانت بشرية أو حيوانية أو نباتية (زراعية أو مائية) ، ومدى توفرها في الوطن العربي، وإمكانيات الإستفادة منها بتصنيعها وإستخدامها في الزراعة العضوية ، والتي تعتمد أساساً على تخفيض الكيماويات من الأسمدة والمبيدات للحد الأدنى ، أو عدم إستعمالها وإستبدالها بمصادر مخصبات ومبيدات طبيعية ، وتشير الدراسة في هذا الباب إلى أهمية إعادة إستخدام النفايات العضوية في إنتاج الغاز الحيوي من محطات المجاري اللاهوائية، والإستفادة منها في التوليد الكهربائي ، وإنتاج سماد الغاز الحيوي ، وإقامة المزارع السمكية وإنتاج الرقائق الطحلبية، في إطار ما يعرف بالنمذجة المتكاملة لإدارة النفايات العضوية .

ويتناول هذا الباب أيضاً عرض التقانات المختلفة لانتاج المخصبات والمحسنات العضوية مثل سماد زرق الدجاج البياض، والذي يزيد من قدرة النبات على تحمل ملوحة مياه الري لتركيزات تصل إلى 3000 ملليجرام لكل لتر ، هذا بالإضافة إلى سماد القمامة، وسماد الغاز الحيوي ، وسماد دودة الأرض ، وسماد الأعشاب المائية النهرية والبحرية ، وتمتاز الأخيرة بفاعليتها الثلاثية كمغذية ومحسنة ومنشطة ، خاصة وأن هناك كميات هائلة من النفايات العضوية بالوطن العربي والتي تتباين مصادرها من قطر لآخر ، مما يشير إلى جدوى إعادة إستخدام هذه النفايات لإنتاج مخصبات ومحسنات عضوية ، الأمر الذي تتزايد أهميته في العصرالقادم والذي يطلق عليه البعض عصر النفايات .

ويستعرض **الباب الرابع** تقانات إستخدام المخصبات الحيوية ، ومعايير الاختيار من بين التقانات المعروفة والأكثر شيوعاً مثل إستخدام لقاح الريزوبيوم ، إستخدام اللقاحات الطحلبية ، وإستخدام الأزوتوباكترين لإستزراع الأزولا ، وإستخدام الفوسفوباكترين ، هذا إلى جانب إستخدام فطر الميكوريزا ، وتقانة إستخدام المحسنات العضوية ، وأيضاً تقانات إستخدام المخصبات العضوية ، وما تشمله من سماد زرق الدجاج ، وسماد القمامة العضوية ، وسماد الغاز الحيوي، وسماد حمأه المجاري ، وسماد دودة الأرض، وغيرها مثل سماد الأعشاب المائية ، والسماد السمكي ، والسماد الحيوي المتكامل . وقد أشار هذا الباب إلى أهمية وضع إستراتيجية لإستخدام المخصبات الحيوية بالدول العربية، يتمخض عنها خطة عمل إقليمية ومشاريع قطرية

وقومية تمشياً مع متطلبات القرن القادم من الحفاظ على التنوع البيولوجي ، وما يتعلق به من الأمان الحيوي الزراعي ، والإلتزام بمعايير الجودة والمواصفات ومقررات إتفاقية الجات وبخاصة في مجال السلام الصحية والنباتية ، والترويج للزراعة العضوية في الوطن العربي.

وقد إستعرض الباب الخامس الآفاق المستقبلية في مجال إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية في المنطقة العربية وفق الأطر الأساسية لتطوير نظم الإدارة المتكاملة للنفايات العضوية لانتاج محسنات ومخصبات عضوية ، وتطوير إنتاج وإستخدام اللقاحات الميكروبية، وتطوير نماذج التسميد المتكامل للإحلال الجزئي للتسميد الحيوي بالتسميد الكيميائي . كما اقترح هذا الباب قيام شبكة عربية للأسمدة الحيوية أو انشاء مركز عربي للأسمدة الحيوية .

وقد تضمن هذا الباب عرض إطار للسياسة المقترحة لإنتاج وإستخدام الأسمدة الحيوية وبرامج قطرية وقومية ضمن هذا الإطار، بالإضافة إلى مشروعات لتعزيز الإنتاج والإستخدام المتطور للمخصبات الحيوية بالدول العربية تشمل مشروع تكوين شبكة عربية للأسمدة الحيوية ، ومشروع انشاء مركز عربي للأسمدة الحيوية ، ومشروع تأسيس إتحاد عربي لمنتجي الأسمدة الحيوية .

هذا وقد إشتملت الدراسة في الباب السادس على دليل لإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية الأكثر شيوعاً ، والتي يمكن تطبيقها في معظم الأقطار العربية . وقد أعد الدليل بأسلوب مبسط ومباشر يفيد المرشد الزراعي على تأدية مهامه الإرشادية بكفاءة عالية ويُمكّن المزارع من إستيعاب محتواه لتطبيق ما ورد به . وقد تم التركيز في هذا الدليل على التقانات الخاصة بإنتاج وإستخدام لقاح الريزوبيوم ، ولقاح الطحلب الأخضر المزرق ، وزرق الدجاج ، إضافة إلى الكمبوست ، وسماد الغاز الحيوي ، وسماد دودة الأرض . كما روعي عند إعداد الدليل أن يكون متضمناً بالنسبة لكل تقانة معطيات كاملة عن المواد الخام ، والمعدات ، وطريقة الإنتاج ، وشكل المنتج ، وطريقة الإستخدام والعائد من الإستخدام.

ويمكن ايجاز أهم التوصيات التي انتهت إليها الدراسة فيما يلي :

1- ضرورة ترشيد إستخدم المخصبات الكيميائية بتكاملها مع المخصبات الحيوية،

كأساس للتسميد المتكامل .

2- أهمية حصر وتصنيف التنوع الميكروبي الزراعي بالوطن العربي ، والاحتفاظ بأصوله الوراثية في مركز عربي للمصادر الميكروبية MIRCEN.

3- أهمية الترويج للزراعة العضوية كأساس لحماية المستهلك من مضار الكيماويات من خلال آليات وأساليب فاعلة في هذا الصدد .

4- تشجيع إنتاج اللقاحات الميكروبية على نطاق موسع يكفل توفيرها للمزارع العربي خاصة مع المحاصيل والأعلاف البقولية .

5- تبني الدول العربية لأساليب الإدارة المتكاملة للنفايات العضوية وإعادة إستخدامها للإستفادة من نواتجها من المحسنات والمخصبات العضوية والنواتج الثانوية الاخرى مثل الغاز الحيوي، والسوائل الغنية بالعناصر الغذائية.

المقدمة

المقدمة

تتعرض البشرية إلى أزمات محدقة تتهدد رفاهيتها ومستويات معيشتها في الحاضر والمستقبل ، وعلى رأس هذه المهددات الإتساع المستمر في الفجوة الغذائية ، الناجمة عن محدودية وسوء إستخدام الموارد الطبيعية ، إضافة للزيادة المضطردة في عدد سكان العالم ، والتي قد تصل لأكثر من 7 بليون نسمة بحلول عام 2000 . ويشكل هذا تحدياً كبيراً يواجه الانتاج الزراعي في الدول النامية والأقل نمواً على وجه الخصوص ، كما أن التباين في توزيع الدخل بين شعوب العالم تؤدى أيضاً الى ضغوط كبيرة على الموارد الزراعية وعلى التوازن البيئي. ويحتم كل ذلك إيجاد بدائل ووسائل لزيادة الانتاجية رأسياً ، وتقليل الآثار السلبية للعوامل والاجتماعية والاقتصادية التي تتهدد البيئة وإستدامة الموارد ، ويعتبر توفير تقنيات متطوره للانتاج من الوسائل الفعالة والمباشرة في رفع الانتاجية ، وتشمل هذه التقنيات إستخدام أصناف عالية الإنتاج والتوسع في إستخدام الاسمدة ، والتي تسببت مع الزراعة المكثفة في احداث أضرار بيئية متزايدة بتلويث الهواء والتربة والمياه والمواد الغذائية ، كما تسببت في أمراض عصرية لم تكن معروفة من قبل .

إن التوسع والتركيز على الإستخدام المتكامل للتقنيات الزراعية المتطورة (الحزم التقنية) على أسس علمية مدروسة ، إنما يؤدى للزيادة في الإنتاجية وتحسين النوعية ، ويقلل في ذات الوقت من الآثار السلبية التي تترتب على سوء الاستخدام للمواد الكيمائية الملوثة والإفراط فيها . وفي هذا الإطار تعتبر تقنية إستخدام المخصبات الحيوية (الميكروبية والعضوية) إلى جانب الاستخدام المرشد والمتكامل للأسمدة الكيميائية (المعدنية) . من أهم تلك التقانات .

ولقد ثبت أن الافراط في استخدام الأسمدة المعدنية بسبب تشجيع السياسات الزراعية لدعم المدخلات في كثير من أقطار الوطن العربي دون حساب للاحتياج الفعلي في إطار التسميد المعدني المتوازن ، يؤدي إلى كثير من الآثار السلبية وفي المقابل فقد

الإصلاح الإقتصادي في العديد من الأقطار العربية سياسة تحرير ا
تالي رفع أسعارها ، مما أعجز صغار المزارعين عن إستخدامها في الزراعة
ف قدراتهم التمويلية مما كان له أثره المباشر في تدني الإنتاجية .
جمع مفهوم التسميد المتكامل بين التسميد الكيميائي والتسميد الحيوي ، سواء
عضوياً أو ميكروبياً ، وذلك بهدف المحافظة على خصوبة التربة خاصة وأن معظم
ضي المنطقة العربية تقع في مناطق جافة أو شبه جافة ، وتتميز بقلوية عالية (درجة
ركيز الايون الايدروجيني أكثر من 9) بجانب إفتقارها للمادة العضوية والنشاط الحيوي ،
واللذان يمثلان أحد المكونات الرئيسية في منظومة خصوبة التربة الثلاثية (الفيزيائية
والكيميائية والحيوية) ، لذا كان من الضروري وضع استراتيجية للتسميد المتكامل (ميكروبية وعضوية).
بين الاسمدة الكيميائية (المعدنية) والاسمدة الحيوية Biofertilizers
وتلعب الاسمدة الحيوية الميكروبية دوراً هاماً في تثبيت النيتروجين الجوي تكافلياً
Symbiotic مع المحاصيل البقولية، ولا تكافلياً Non-Symbiotic مع المحاصيل غير
البقولية . وأيضاً تيسير وإذابة الفوسفور بكتيرياً وفطرياً ، وتشير التقارير العلمية إلى
قدرة الاسمدة الحيوية الميكروبية على تثبت مايزيد عن 40 كجم نيتروجين للهكتار.
وفي إطار إهتمام المنظمة العربية للتنمية الزراعية بتطوير الانتاج الزراعي كماً ونوعاً
في الاقطار العربية ، فقد أنجزت دراسة عام 1994 حول الآثار المترتبة على إستخدام
المخصبات والهرمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات . ومواصلة لتلك
الجهود فقد أدرجت المنظمة في خطة عملها للعام 1998 . هذه الدراسة الحالية حول
إستخدام المخصبات الحيوية الحد من تلوث البيئة بالكيماويات الزراعية ، بهدف إدخال
التقانات الحديثة المناسبة لانتاج المخصبات الحيوية في الاقطار العربية . وتسعى هذه
الدراسة لتنمية ونشر مفهوم تقانة إستزراع المخصبات Nutrient Farming
Technique (NFT) بمواد ميكروبية وعضوية لتتكامل مع التسميد الكيميائي (المعدني)
كأساس للزراعة العضوية الحيوية أو الطبيعية (Bio-Organic Farming) .
إن اعادة استخدام الموارد العضوية وتثبيت النيتروجين وتيسير وتنويب الفوسفور
والبوتاسيوم حيوياً لتحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاجيتها ، تعتبر من بين القضايا
الهامة المعاصرة التي تشغل اهتمامات الهيئات والمنظمات الإقليمية والدولية ذات العلاقة

وفي مقدمتها المنظمة العربية للتنمية الزراعية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة(FAO) ، وهيئة التنمية الدولية السويدية (SIDA) وغيرها ، حيث تم تنظيم مجموعة من الإجتماعات الإستشارية المشتركة للخبراء لتطوير إستخدام الموارد العضوية والأسمدة الحيوية ، كما تم عقد مجموعة من الندوات لتطوير الإستخدام ونشر المعلومات المتاحة عن إنتاج الأسمدة الحيوية (الميكروبية والعضوية) ، والتي أصبحت ضرورية للغاية بعد الجفاف الشديد والتغير المناخي الذي أصاب كثير من بلدان العالم ، ولاحتواء مشكلة تدهور الأراضي Land Degradation . ومن هنا فقد أهتمت هذه الدراسة بإجراء مسح شامل للتنوع الميكروبي Microbial Diversity المفيد للزراعة ، إضافة إلى توفير المعلومات الأساسية عن خصائص إنتاج وإستخدام الأسمدة الحيوية الميكروبية والعضوية في الزراعة ، بهدف تحسين خصوبة التربة وإدارة النظم البيئية على أسس مستدامة ، وبما يتماشى مع مقررات قمتى الارض بالبرازيل عام 1992 ونيويورك عام 1997 اللتان أوصتا بضرورة ربط التنمية بالبيئة ، مع أهمية الإلتزام بمتطلبات ومعايير المواصفات العالمية (ISO 9000) ، (ISO14000) للمنتجات الغذائية . وبما تمليه أطر إتفاقية التجارة العالمية (GATT) .

وبصفة عامة يمكن القول أن السياسات الزراعية في بعض الاقطار العربية قد شجعت وحتى وقت قريب دعم مدخلات الانتاج الزراعي ، خاصة من الأسمدة والمبيدات الكيماوية ، مما أدى الى الافراط في استخدامها وبمعدلات عالية في العديد من الاقطار العربية مقارنة بالدول العربية الاخرى . ومع أن معظم الدول العربية لم تصل الى معدلات الإستخدام العالية التي تستخدمها الدول المتقدمة ،إلاّ أن الملاحظ ان كل بلد عربي له اهتمام خاص بأحد أو بعض المحاصيل الزراعية التى تلعب دوراً هاماً في أمنه الغذائى ، حيث يستخدم المزارعون كميات عالية نسبيا من الاسمدة الكيماوية لتلك المحاصيل مقارنة بالمحاصيل الاخرى. .

وربما تغيرت الصورة في عدد من هذه الاقطار بسبب ما استحدث من برامج للإصلاح الإقتصادي والتكيف الهيكلى ، والتى ترتب عليها تحرير أسعار الأسمدة ، وبالتالى رفع أسعارها بدرجة تؤدى الى خفض استخداماتها، على الرغم من ضعف مستويات التسميد للعديد من المحاصيل وفي العديد من الأقطار العربية بوجه عام .

وتهدف هذه الدراسة إلي التعرف على التقانات الحديثة على المستوى العالمي في مجال انتاج واستخدام المخصبات الحيوية ، والتحقق من مدى ملاءمة هذه التقانات لظروف الزراعة العربية ، إضافة إلى وضع مقترحات لرفع كفاءة الكوادر الفنية العربية وتعريفهم بالجوانب الفنية للتقانات الملائمة لإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية .

هذا إلى جانب وضع دليل إرشادي لأنسب التقانات التي يمكن توظيفها لإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية في إطار التقانات الحديثة الملائمة .

الباب الأول

المخصبات الكيميائية والحيوية والإعتبارات الفنية والبيئية لإنتاجها وإستخدامها

الباب الأول

المخصبات الكيميائية والحيوية والإختبارات الفنية والبيئية لإنتاجها وإستخدامها

تتنوع مصادر المخصبات المغذية للنبات لمقابلة إحتياجات نموه، سواء كانت من مصادر صناعية كيميائية (معدنية أساسية وصغرى Macro & Micro Nutrients) ، أو من مصادر طبيعية حيوية (ميكروبية وعضوية معالجة) بغرض توفير العناصر الغذائية الرئيسية اللازمة لزيادة وتحسين الإنتاج بتنشيط الوظائف الحيوية للنبات أنزيمياً ، وتوفير الطاقة اللازمة لهذه الأنشطة (ATP) بهدف بناء المكونات البروتينية والكربوهيدراتية والدهنية ، وأيضاً تخزينها داخل الحبوب أو الثمار لتحسين المحصول المنتج كماً ونوعاً .

وتتباين مصادر المخصبات المغذية للنبات في محتواها من العناصر الغذائية الأساسية والصغري بل وفي طرق انتاجها وإستخدامها ، كما تتباين أيضاً في تأثيراتها على المحصول والبيئة ، لذا يتناول هذا الباب عرضاً مختصراً لأنواع المخصبات في الجوانب الفنية والبيئية والإقتصادية لإنتاجها وإستخدامها كمدخل رئيسي للدراسة الحالية، والقاء الضوء على أهمية تكامل تلك الإستخدامات ، وكذلك على الوضع الراهن لإنتاجها وإستخدامها في الوطن العربي.

1-1 المخصبات الكيميائية :

تعتبر الأسمدة الكيميائية من المستلزمات التقنية الهامة لزيادة الغلة الهكتارية للمحاصيل ، بجانب المحافظة على خصوبة التربة . وتختلف الإحتياجات المحصولية منها بناءً على نوعية ودرجة خصوبة التربة ونوعية المحاصيل ونظام الري والتسميد(Fertigation) .

وتشتمل الاسمدة الكيميائية على مجموعة رئيسية توفر العناصر الأساسية التي يحتاجها النبات ، وتضم كلاً من الاسمدة النيتروجينية (N) ، والاسمدة الفوسفاتية (P_2O_5) . والاسمدة البوتاسية (K_2O) . وتتنوع صورها من حبيبية سهلة الذوبان أو بطيئة الذوبان ، كما وتتباين تركيباتها إما أحادية العنصر (مثل اليوريا) أو متعددة العناصر (مركبة) ، والأخيرة ذات إنتشار محدود في الوطن العربي، وقد تنتج الأسمدة في صورة سائلة (ورقية) تضم المكونات الأساسية والمكونات المعدنية الصغرى .

إن الإستخدام غير المرشد للأسمدة الكيميائية في الزراعة المروية بغرض زيادة الانتاج وتحسين نوعية المحصول دون النظر للاعتبارات البيئية ، قد يؤدى إلى أن تأخذ بعض الأسمدة الزائدة عن حاجة المحصول طريقها إلى المياه الجوفية (مثل النترات والكبريت) ، مما يؤدي إلى تلوث البيئة مسببة أضراراً للمياه والهواء والانسان والكائنات الدقيقة المفيدة في إمتصاص العناصر، كما أن إرتفاع معدل إستخدامها لبعض المحاصيل بما يفوق معدل الاحتياج الأمثل للمحصول يجعل التسميد الكيميائي ذو عائد غير اقتصادي ، وهذا النمط يحدث في كثير من الاقطار العربية . وتلعب ثقافة المزارع ومدى وعيه باخطار تلوث البيئة دور مباشر في أسلوب إستخدامه للاسمدة الكيميائية بأبعاده الاقتصادية والبيئية ، فأحياناً يقتصر الإستخدام على العناصر السمادية الأساسية فقط ، وأحياناً على إحداها فقط (غالباً النيتروجينية) ، وإغفال العناصر الصغرى ، مما يسبب عدم توازن في التسميد يؤدي بدوره الى فاقد اقتصادي كبير .

وتشير بيانات المنظمة العربية للتنمية الزراعية في مجال استخدام الاسمدة الكيماوية ، أن الاسمدة النيتروجينية والفوسفاتية هي الأكثر إستخداماً ، وقد تضاعفت كمياتها نحو ثلاث مرات خلال العشرين عاماً الأخيرة . وبالرغم من ذلك فإن هناك الكثير من الاقطار العربية تعاني من ضعف الوعي السمادي والإستخدام غير المتوازن (عناصر كبرى وصغرى) وغير المتكامل (كيماوية وحيوية) ، وعدم إدراك البعد البيئي في السياسات الزراعية .

ويشير تقرير منظمة الاغذية والزراعة العالمية عن الزراعة حتى عام 2000 إلى زيادة الطلب على المنتجات الزراعية بمعدل سنوي حوالي 3٪، مما يدفع إلى الإتجاه نحو التكثيف الزراعي وزيادة الطلب على استهلاك الاسمدة .

وتشير دراسات وبيانات المنظمة العربية للتنمية الزراعية إلى أن متوسط معدل استخدام (إستهلاك) الأسمدة النيتروجينية في الوطن العربي يصل أحياناً 5 أضعاف الاسمدة الفوسفاتية وعشرة أضعاف الاسمدة البوتاسية لمقابلة متطلبات زيادة انتاج الحبوب لتحقيق الاكتفاء الذاتي للغذاء . ويتفاوت معدل استهلاك الأسمدة بوحدة المساحة (كجم/ هكتار) ، حيث يبلغ متوسط الاستهلاك (الاستخدام) اكثر من 280 كجم من N+ P_2O_5 + K_2O للهكتار، وهذا أكبرمن المعدلات المستخدمة في الدول المتقدمة (250 كجم/هكتار) ، فهذا التذبذب وهذا المعدل المرتفع في الاستخدام يعد بمثابة إنذار مبكر بحتمية حدوث أضرار بيئية بالوطن العربي ، مما يستلزم الحد من هذاالمعدل والتعويض ببدائل حيوية .

وبرغم أهمية الأسمدة الكيمياوية إلا أن إستخدامها المفرط أحياناً وغير المرشد أحياناً يسفر عن عدد من الآثار السلبية والضارة ، والتي يمكن إيجاز أهمها في النقاط التالية :

1-1-1 التأثير على التربة والنبات والكائنات الدقيقة :

إن إستخدام المعدلات الكبيرة من الاسمدة قد ترفع من ملوحة التربة وبالتالي ترفع الضغط الاسموزي لمحلول التربة ، مما يحد من إمتصاص النبات للماء . كما انه قد يؤدي إلى خفض معدلات عنصر الماغنسيوم في أنسجة نباتات الحشائش مما يسبب الهيبوماغنسيميا في الابقار التي ترعى على تلك الحشائش (Grass Tetany)، وقد يعوق هذا ايضاً نمو بكتريا التربة اللازمة لاختزال الاسمدة من صورة لأخرى ، كما أن لها أثراً مباشراً على زيادة البوتاسيوم ، وبالتالي تغيير التركيب البنائي للتربة مما يصعب معه إستصلاحها .

2-1-1 التأثير على المياه الجوفية :

يؤدي تسرب النترات (NO_3) القابلة للذوبان (غير قابلة للادمصاص Non-Adsorpent) الى المياه الجوفية التي لا يزال يعتمد الكثير من سكان الريف والبدو عليها في الشرب إلى اختزال هذه النترات الي نيتريت (NO_2) والذي يسبب مرض الازرقاق (مثيمو جلو بنميا) للاطفال الرضع أقل من 6 أشهر بتفاعلها مع الدم مما يقلل

من قدرة الهيموجلوبين على نقل الاكسجين . أما الاسمدة الفوسفاتية فقابليتها للادمصاص عالية ،مما يعني عدم تسربها للمياه الجوفية .

كما يؤدي نقص كفاءة استخدام اليوريا الى عدم تحللها بسبب عدم ملاءمة الظروف البيئية لتنشيط أنزيم اليوريز ، مما يؤدى لتسربها للتربة والمياه الجوفية، وبالتالي فإن ارتفاع ملوحة تربة الاراضي العربية وإنخفاض محتواها العضوي يجعل من إستخدام سماد اليوريا مشكلة بيئية .

1-1-3 التأثير على نضج المحصول :

إن إستخدام المعدلات الكبيرة من الأسمدة تطيل من فترة النمو الخضري . مما يؤدي الى تقليل الازهار وتأخير النضج ، مما ينعكس سلباً على جودة بعض المحاصيل مثل ضعف الالياف في القطن ، ونقص كمية السكر في بنجر السكر ، وتكون المحاصيل أكثر عرضه للامراض والآفات لاحتوائها على كمية كبيرة من العصارة .

1-1-4 التأثير على صحة الانسان والحيوان :

بجانب تسرب كميات كبيرة من النترات وتحولها الى نيتريت وما ينتج عنه من مرض المثيموجلوبنميا (الازرقاق) الذي يودي بحياة الأطفال ، فان اختزال النترات بكتيرياً داخل المجترات ، يؤدى أيضاً الى تكوين أحماض أمينية نيتروجينية سامة للحيوانات (Nitrosamine) المسببة للسرطان Carcinogenic، والتشوهات للانسان Mutanogenic وللنبات والحيوان Teratogenic.

1-1-5 التأثير على المسطحات المائية :

يؤدي تسرب النترات والفوسفورإلى المسطحات المائية الى زيادة نمو الطفيليات والنباتات المائية Eutrophication (اليترفه) ، مما يؤدى الى إستنفاد الاكسجين ، وبالتالي يشجع نمو البكتريا اللاهوائية ، والتي تنتج غازات الميثين والايثيلين السامة على الكائنات الهوائية ، والتي تزيد أيضاً من تصاعد ظاهرة الإنبعاث الحراري Global warming .

6-1-1 التأثير على طبقة الاوزون (O_3) :

تسبب أكاسيد النيتروز (NO_2) المتصاعدة لطبقات الجو العليا ، بسبب سوء استخدام الاسمدة إلى تكسير الـ (O_3) ، مما يكون له تأثير مباشر على طبقة الاوزون.

وتجدر الاشارة إلى أن التمعدن الذي يحدث للاسمدة الكيماوية ويسبب التلوث لا يقتصر على تلك الأسمدة فقط بل أيضاً يشمل الأسمدة العضوية في وجود ظروف بيئية خاصة .

ونظراً لإنتشار الآثار السلبية للأسمدة الكيمائية بدرجة كبيرة ، فقد نشطت الجهود من أجل العمل على الحد من تلك الآثار وتلافي حدوثها ، ومن بين الطرق المتبعة في هذا الشأن ما يلي :

أ- استخدام النظائر المشعة (N^{15}) لمراقبة تسرب النترات إلى المياه الجوفية .

ب- إجراء البحوث لتحديد طبقات التربة الغنية بالنترات ، وأيضاً استنباط محاصيل ذات استهلاك عالي من النترات مثل الذرة الشامية .

ج- نمذجة التسميد المتوازن المتكامل وفقاً لنوعية المحصول والظروف البيئية واستخدام أسمدة معدنية بطيئة التحرر.

د- إضافة بعض المحسنات Amendments للتربة لزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالنترات والماء ليستفيد منها المحصول .

هـ- استخدام موانع النترتة (Inhibitors) للكبح المؤقت لنشاط البكتريا التي تحول المواد النيتروجينية إلى نترات ، وأيضاً موانع لانزيم اليوريز لتخفيض معدل تسرب النترات من اليوريا .

و- وضع التشريعات والقوانين التي تنظم تداول واستخدام الاسمدة الكيماوية طبقاً للحاجة واعتماداً على نوع المحاصيل والمساحة المزروعة .

وعليه يمكن القول أن استخدام الاسمدة الكيماوية بصورة مكثفة تزيد عن المعدلات

اللازمة لحاجة النبات تؤدى لأضرار بيئية متعددة تكمن في تلوث مياه الانهار والبحيرات والمياه الجوفية وتدهور التربة الزراعية ، ولتفادي تلك الاضرار ولتقليل خطر التلوث البيئي لا بد من العمل للترويج لنظام التسميد المتوازن المتكامل لدي المزارعين ورفع الوعي البيئي لديهم واستنباط تقنيات حديثة للحد من التلوث التسميدي للمياه والذي لا يعرف حدود جغرافية ، وتطبيق سياسات وتشريعات تنظم تداول واستخدام الاسمدة الكيماوية طبقاً للحاجة وخدمة البيئة والمجتمع .

وتجدر الإشارة إلى أنه رغم كل السلبيات السابقة لاستخدام الأسمدة الكيماوية إلا أن لها ميزات تبرر عدم الإستغناء عنها ، وإنما بترشيد إستخدامها وتكاملها مع المصادر الحيوية (العضوية والميكروبية) وتنحصر هذه الميزات في أنها متوفرة ، سهلة الإستخدام وسهلة التعبئة والتوزيع .

2-1 المخصبات الحيوية Biofertilizers

يقصد بالمخصبات الحيوية ، كل الاضافات ذات الأصل الحيوي (ميكروبي) ، أو الناتجة من تخمير الفضلات النباتية والحيوانية حيوياً والتي تمد النبات باحتياجاته الغذائية أو تحسن خواص التربة الزراعية لزيادة واستمرارية انتاجيتها (كماً ونوعاً) ودون الاضرار بالبيئة الزراعية ، وتشمل المخصبات الحيوية الميكروبية (بكتيرية ، فطرية ، طحلبية ، طحلبية/سرخسية) والعضوية (المحسنات والاسمدة العضوية الحيبية مثل الـ Compost والـ Peatmoss السائلة مثل الـ Growth Enhancer أو المعلقة مثل سماد Harrison أو (تربة ،مياه ، نبات ، حيوان) والـ Agrispon والـ Actosol) . والاستخدام غير المرشيد للموارد الزراعية تلك الميكروبات المفيدة والتي تلعب دوراً هاماً في حفظ التوازن الطبيعي للبيئة ، ومن هنا تبرز أهمية حصر تلك الأنواع وتصنيفها في مراكز خاصة لحفظ الثروة الميكروبية Microbial Resources Centre (MIRCEN وذلك لحمايتها من الانقراض .

ويمكن تقسيم المخصبات الحيوية الى مجموعتين على النحو التالي :

1-2-1 المخصبات الحيوية الميكروبية Microbial Biofertilizers:

تعتبر المخصبات الحيوية الميكروبية مصادر غذائية للنبات قليلة التكلفة Low-Cost

Nutrients إذا ما قورنت بالاسمدة الكيماوية . ويتم انتاجها باختبار الميكروب (بكتيري أو فطري أو طحلبي) ثم اكثاره في بيئات مغذية سائلة Liquid cultures ثم نقلها الى حوامل Carriers وتحفظ في ظروف مناسبة لحين استعمالها كلقاح للبذور أو التربة .

ومنذ ان بدأ التعرف في بداية هذا القرن على الدور الذي تلعبه بكتريا العقد الجذرية في زيادة انتاجية المحاصيل بتثبيت النيتروجين الجوي حيوياً (Biological Nitrogen Fixation, (BNF) ، إتجه الإهتمام لإستخدام أحياء التربة الدقيقة كوسيلة لمد النباتات بإحتياجاتها الغذائية الرئيسية من تثبيت النيتروجين وتيسير الفوسفور والبوتاسيوم وأحياناً بعض العناصر الصغرى مثل الزنك والنحاس ، ومن هنا بدأ إستخدام إصطلاح أسمدة حيوية ميكروبية . ويقصد بالأسمدة الحيوية كل الاضافات ذات الأصل الحيوي التي تمد النبات بإحتياجاته الغذائية ، ومثل هذه الاضافات يمكن ان تسمى اللقاحات الميكروبية Microbial Inoculants ، والتي تعتمد في انشطتها (توفير العنصر المغذى حيوياً) على نظامين رئيسيين ، إما تكافلياً Symbiotic أو غير تكافلياً (Non-Symbiotic) للأنظمة البيولوجية المسؤولة عن تثبيت وتيسير العناصر الغذائية ، والتي تؤثر على العوائل النباتية Host Plants بآليات متعددة كما هو موضح في الجدول رقم (1-1) .

ومن أمثلة الاسمدة الحيوية المكيروبية ذات الاهمية الاقتصادية مايلي :

1- **لقاحات الريزوبيا للبقوليات**، والتي بدأ تسويقها منذ سنوات طويلة على نطاق تجاري في بلاد عديدة ، وأصبحت في الثلاثين سنة الأخيرة تستعمل كلقاحات للتربة أو للبذور في أغلب بلاد العالم ، حيث تنتج وتستخدم حالياً بكل من مصر والسودان والعراق وسوريا .

2- **لقاح الازوتوباكترين** Azotobacterin ، المحتوي على Az. chroococcum الذي يضاف للتربة ليمد النبات باحتياجاته من النيتروجين من خلال تثبيته لاتكافليا . Non-Symbiotic.

3- **لقاح الأزوسبيريللام**: أدت زيادة المعلومات المتاحة الخاصة بعلاقات الازوسبيريللام بالنباتات ، الى استخدام هذا الميكروب كلقاح لبذور النجيليات

جدول رقم (1-1)

الآليات المختلفة التي تؤثرمن خلالها الأسمدة الحيوية الميكروبية على العوائل النباتية (Host Plants)

السماد الحيوي	ميكانيكية التأثير
1- بكتيريا العقد الجذرية (الريزوبيا ، الفرانكيا)	- تثبيت نيتروجين الهواء الجوي - انتاج منشطات النمو
2- البكتيريا المثبتة للنتروجين بصورة حرة (الازوتوباكتر ، الازوسبيريللام)	- تثبيت نيتروجين الهواء الجوي - انتاج منشطات النمو - الحماية من المسببات المرضية
3- الطحالب الخضراء المزرقة	- تثبيت نيتروجين الهواء الجوي - انتاج منشطات النمو
4- الأزولا	- تثبيت نيتروجين الهواء الجوي
5- مذيبات الفوسفات	- انتاج احماض عضوية - انتاج منشطات النمو - الحماية من المسببات المرضية
6- الميكوريزا الداخلية	- زيادة امتصاص العناصر الغذائية - زيادة المقاومة للجفاف - الحماية من المسببات المرضية
7- بكتريا السليكات	- انتاج أحماض عضوية

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الدورة التدريبية القومية حول إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ، عمان/الأردن ، 1998 .

للعمل كمثبت لنيتروجين الهواء الجوى، خاصة في الدول النامية ، حيث يصعب الحصول على ما يكفى من الاسمدة النيروجينية المعدنية.

4- **لقاح الفرانكيا** : لقد أدى التقدم المستمر في البحوث الخاصة بالفرانكيا كمثبت للنيتروجين في غير البقوليات إلى تمكن الباحثين من إستخدام هذه الكائنات كلقاحات مخصبة للأراضي لزيادة انتاجيتها .

5- **اللقاحات الطحلبية**: في الاراضي الغدقة المنزرعة أرزا، فإن الميكروبات المثبتة للنيتروجين الممثلة للضوء مثل الطحالب الخضراء المزرقة ، تساهم في إمداد نبات الارز بجزء كبير من إحتياجاته النيتروجينية ، بالاضافة الى ما تفرزه من مواد منشطة للنمو. لذلك فان إنتاج لقاحات من الطحالب الخضراء المزرقة لاستخدامها كلقاح بالارض المنزرعة أرزا ، اصبح يتم الآن على نطاق تجاري كبير في عدد من الدول ومنها الهند والصين.

6- **لقاح الازولا** : في السنوات الاخيرة ، تأكد الدور الهام الذي تلعبه الازولا في مزارع الارز ، من حيث تثبيت الأزوت كسماد عضوي للتربة. وأصبحت الازولا (نباتات سرخسيه) تنمي الآن في مزارع مائية مناسبة لاستخدامها كلقاح في مزارع الارز، كما يمكن تنميتها في تلك المزارع بعد عملية الشتل .

7- بالاضافة الى ما سبق ذكره من أنواع الأسمدة الحيوية الميكروبية المثبتة للنيتروجين الجوي ، فان التسميد الحيوي يضم ايضاً لقاحات لكائنات لها دور هام في تيسير فوسفات التربة للنبات ، وبذلك تمده باحتياجاته الفوسفورية ، ومن هذه اللقاحات :

أ- لقاح فطريات الميكوريزا Mycorrhiza الذي يفيد كثيراً من المحاصيل خاصة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية التي تعاني تربتها من زيادة تثبيت الفوسفات بها، بالاضافة الى أن الحرارة العالية في تلك المناطق تساعد على زيادة نشاط اللقاح الفطري عنه في أراضي المناطق المعتدلة أو الباردة .

ب- الفوسفور بكترين Phosphobacterin المحتوى على بكتريا (Bacillus megatherium var. phosphaticum) ذو الكفاءة العالية في إذابة الفوسفات غير الذائبة بالتربة . ويستعمل هذا اللقاح بكثرة في روسيا وبلدان أوروبا الشرقية لزيادة تيسير الفوسفات بالتربة الزراعية .

وبالاضافة الى ان اللقاحات الميكروبية تؤدي الى زيادة الاستفادة من عملية تثبيت النيتروجين والى تيسير الفوسفات والبوتاسيوم بالتربة ، فان هذه اللقاحات تفرز مواداً منشطة لنمو النباتات تساعد على إنبات البذور ونمو الجذور . كما أنها تفرز الكثير من المضادات الحيوية ، للفطريات والنيماتودا Biocide وتساعد أيضاً على تيسير بعض العناصر الصغرى مثل الزنك (Zn) والنحاس (Cu) . وتتباين كفاءة الأنظمة البيولوجية المختلفة لتثبيت النيتروجين الجوي كما هو موضح في الجدول رقم (1-2) وتتنوع صور إستخدام اللقاحات الميكروبية المتعددة (Microbial Inoculants) سواء كانت بكتيرية أو طحلبية أو فطرية ، ويشير الجدول رقم (1-3) إلى مدى توفر هذه اللقاحات وإستخدامها بالاقطار العربية والعالم . وتساهم هذه اللقاحات بفاعلية مع المحسنات العضوية في استصلاح الأراضي ذات الانتاجية المتدنية لأسباب فيزيائية أو كيميائية أو حيوية ، وذلك باستخدام اسلوب الحراثة مع المعالجة الحيوية (ميكروبية وعضوية) . وتمتاز هذه اللقاحات الميكروبية برخص تكلفتها ونتائجها الملموسة سواء لخصوبة التربة أو المحافظة على البيئة ، لا سيما إذا إستخدمت بطريقة صحيحة .

2-2-1 المخصبات والمحسنات العضوية :

Organic Fertilizers and Amendements

يقصد بالمخصبات أو المحسنات العضوية كل المخلفات المعالجة حيوياً سواء كانت مخلفات نباتية أو حيوانية أو بشرية ، واستخدامها إما لتحسين المحتوي الغذائي للتربة جزئياً من العناصر الاساسية Macro (NPK) والعناصر الصغرى Micro (Trace Elements) لتغطية بعض الاحتياجات الغذائية للنبات ، أو تحسين بناء التربة (Structre) بزيادة تماسكها أو تفكيك حبيباتها حسب قوامها (texture).لتحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء اذا كانت خفيفة أو تحسين نفاذيتها اذا كانت ثقيلة بهدف تشجيع النشاط الميكروبي المفيد في المحافظة على خصوبة التربة .

جدول رقم (1-2)

كفاءة الأنظمة البيولوجية المختلفة المثبتة للنيتروجين الجوي

النظام البيولوجي	كمية النيتروجين (كجم/هكتار)
أولاً: انظمة تكافلية Symbiotic:	
أ- الريزوبيا - بقوليات جذرية	40-500/ محصول
ب- الريزوبيا - بقوليات ورقية	30-600/ عام
ج- أشجار بقولية	70-540/ عام
د- اكتينو ميسيتات- مغطاه البذور (الكازوارينا)	12-350/ عام
هـ- الطحالب الخضراء المزرقة مع سرخسيات (الازولا)	40-100 يوم
و- الفرانكيا	2-262/ عام
ثانياً : أنظمة غير تكافلية Non-Symbiotic:	
أ- بكتريا هيتروتروفية (ازوتوباكتر وأزوسبيريللام)	19-50/ عام
ب- طحالب خضراء مزرقة (نوستوك انابينا)	5-75/ محصول

جدول رقم (1-3)

الاسمدة الحيوية (اللقاحات الميكروبية) وصور استخدامهاومدى توفرها وفعالياتها

السماد الحيوي الميكروبي	صور استخدامه الشائعة	مدى توفره		فعاليته
		الاقطار العربية	العالم	
1- لقاح بكتريا العقد الجذرية				
الريزوبيا	لقاح للبذور	+	+	عالية
الفرانكيا	لقاح للبادرات	-	+	عالية
2- لقاح البكتريا المثبتة للنتيروجين بصورة حرة :				
الازوتوباكتر	لقاح للبذور	+	+	تحت البحث
الازوسبيريللام	لقاح للبذور	+	+	تحت البحث
3- الطحالب الخضراء المزرقة	لقاح لحقول الارز	+	+	جيدة
4- الأزولا	لقاح لحقول الارز	-	+	عاليه
	سماد اخضر	-	+	عاليه
5- مذيبات الفوسفات	لقاح للبذور	+	+	عاليه
6- الميكوريزا الداخلية*	لقاح للتربة أو للبادرات في المشاتل	+	+	عالية
7- بكتريا السليكات	لقاح للتربة	–	نادر	تحت البحث

* تم انتاجه على نطاق محدود في بعض الدول .

+ اعطت نتائج ايجابية تحت ظروف بعض الاقطار العربية - مصر، السودان ، سوريا ، العراق) ،وكثيرمن دول العالم .

وتفتقر معظم الأراضي الزراعية في الوطن العربي للمادة العضوية حيث لا يتعدى محتواها عن 2٪ إلا فيما ندر ، ويرجع ذلك لقلة استخدام المخصبات العضوية في معظم البدان العربية رغم توفر امكانيات انتاجها . مما ترتب عليه إنخفاض مستوى انتاج بعض المحاصيل (كماً ونوعاً) في الوطن العربي عن بلدان اخرى كثيرة على الرغم من استخدام التسميد الكيماوى المكثف الذي قد يؤدى لأضرار بيئية بالامكان احتوائها ومعالجتها باستخدام تلك المحسنات العضوية والتي تلعب دوراً رئيسياً في الزراعة الحيوية العضوية Bio. Organic Farming بتكاملها مع اللقاحات الحيوية الميكروبية على منتجات غذائية خالية من مسببات الأمراض للانسان والحيوان على السواء .

والتسميد العضوي يشتمل على انماط ومصادر كثيرة يمكن تصنيفها ضمن مجموعتين أساسيتين وهما المخصبات العضوية غير المعالجة والمخصبات العضوية المعالجة .

1-2-2-1 مخصبات عضوية غير معالجة :

أ- الأسمدة الخضراء Green Manures:

الأسمدة الخضراء هي محاصيل تزرع بالتربة لتقلب بالأرض وهي خضراء لزيادة محتوى التربة من المادة العضوية ، ولتحسين خواصها الفيزيائية والحيوية . ويتم تسميد التربة بالاسمدة الخضراء بزراعة نبات (بقولي أو غير بقولي) وتركه لينمو الى حد معين ثم يحرث في الأرض وهو أخضر. على سبيل المثال يقلب البرسيم في التربة الزراعية قبل زراعة القطن ، ويتم اختيار النبات المراد التسميد به بناء على عدة عوامل أهمها طبيعة التربة والمناخ والدورة الزراعية ونوع التربة . ويلاحظ عادة عند اختيارالنباتات المراد التسميد بها بأن تكون ذات نسبة عالية من النتروجين والأملاح القابلة للذوبان وتحتوى على نسبة بسيطة من السليلوز واللجنين .

وعند حرث النباتات الصغيرة (غير الناضجة) في التربة بقصد استعمالها كأسمدة خضراء ، فان كثيراً من النتيروجين يفقد من التربة على هيئة أمونيا، وهذه الخسارة (أو الفقد) تعتمد على كمية النتيروجين الكلية الموجودة بأنسجة

النباتات، ومن المعروف ان النباتات الصغيرة (غير الناضجة) تحتوى على نسبة منخفضة من السليلوز واللجنين، ولكنها تحتوى على نسبة عالية من النتيروجين والأملاح القابلة للذوبان في الماء ، وعلى ذلك فهذه النباتات تتحلل أسرع من النباتات الناضجة ، وتترك كمية بسيطة من المواد العضوية في التربة . على هيئة دوبال مختزناً معه أيضاً كمية بسيطة من النيتروجين ، أما عند استعمال النباتات الناضجة فإنها تتحلل ببطء وتترك كمية كبيرة من الدوبال لاحتوائهاعلى نسبة عالية من اللجنين والسليلوز، وينشأ عن ذلك التحلل البطئ كميات محدودة من العناصر المناسبة لتغذية النباتات التي تتكون باستمرار طالما كان التحلل سائراً في طريقه ، وبذلك لا يحدث الفقد – خصوصاً في النتيروجين وغيره من العناصر الهامة في تغذية النبات – كالذي يحدث لو استعملت نباتات غير ناضجة كأسمدة خضراء، وعلى ذلك يمكن القول أن درجة نضج النباتات المستعملة كأسمدة خضراء تلعب دوراً هاماً في إمداد التربة بالعناصر اللازمة لنمو النباتات وكمية الدوبال الذي يعتبر مخزناً لهذه العناصر .

وعموماً فإن التسميد بالأسمدة الخضراء يفيد كل من التربة والنباتات وفقاً للتأثيرات التالية :

- زيادة النتيروجين الكلي والنتيروجين القابل للتمثيل في التربة الزراعية ، وتستعمل عادة النباتات البقولية للتسميد لتحقيق هذا الغرض.
- الاحتفاظ بالعناصر الغذائية الصالحة للنبات خصوصاً النترات والحد من تسربها خلال التربة الزراعية وذلك اثناء الموسم الذي تترك فيه التربة بدون زراعة (Fallow).
- زيادة كمية المواد العضوية بالتربة.
- حماية التربة من عوامل التعرية (Erosion) وذلك في الأراضي المعرضة بكثرة للعوامل الطبيعية كالرياح الشديدة والأمطار الغزيرة .

وتجدر الاشارة الي أن الاسمدة الخضراء سريعة التحلل في الأراضي الرملية وذلك بسبب قوام التربة وارتفاع درجة الحرارة وكثرة عدد مرات الري ، ولهذا

يجب اضافة المواد العضوية لهذه الاراضي بصفة مستمرة لتحسين خصوبتها لرفع قدرتها الانتاجية، وان لم يتوفر فتضاف أسمدة معدنية نتروجينية مناسبة على دفعات أثناء نمو المحصول بالارض ، مع التحكم في كمية وفترات الري حتى لا يضيع السماد المضاف في الصرف .

ب- سماد دودة الارض :

تقوم ديدان الارض بدور هام في هدم المادة العضوية الموجودة بالتربة بالاضافة الي زيادة تهوية التربة . ونظراً لقيامهابهذا الدور فقد أطلق عليها (محراث التربة الزراعية) ويعتبر تواجد مخلفاتها على سطح التربة مؤشراً لخصوبتها وصلاحيتها من الناحية الكيمياوية والطبيعية للاراضي.

وقد تناولت عديد من الدراسات موضوع قدرة دودة الأرض على هدم المادة العضوية ، وذلك باستغلالها في انتاج الاسمدة العضوية من المخلفات المختلفة (نبات ، وحيوان، إنسان، وقمامة مدن) بايجاد انسب الظروف الملائمة للانتاج.

وقد استغلت قدرة دودة الأرض على تحويل المخلفات إلى اسمدة عضوية باقامة مزارع خاصة تضم وحدات انتاج كبيرة ، تعالج بها المخلفات بتحويلها لأسمدة عضوية، وتستخدم في هذه المزارع سلالات عالية الانتاج وذات قيمة اقتصادية كبيرة، وتقوم هذه الديدان تحت الظروف الملائمة من الرطوبة والتهوية بهضم المادة العضوية وبناء أجسامها وتكاثرها بما يزيد الكتلة الحية .

وفي نفس الوقت تقوم هذه الديدان بافراز مخلفاتها وهي عبارة عن سماد عضوي جيد، وتعتبر عملية تحويل المخلفات العضوية ، عملية حيوية غير ملوثة للبيئة وغير مستهلكة للطاقة ومحدودة التكاليف ويمكن تطبيقها بدون مشاكل .

ويوضح الجدول رقم (1-4) التحليل الكيماوى لسماد دودة الأرض ، ويتميز هذا السماد بخلوه من الشوائب وبذور الحشائش وتفككه وخفة وزنه ، بالاضافة الى كونه عديم الرائحة غير المقبولة ، وهو كسماد عضوي حيوي يساعد في تحسين الصفات الطبيعية والكيمياوية للاراضي كما يلي :

1- تفكيك التربة وتحسين تهويتها بما ينشط العمليات الحيوية بها .

2- انطلاق العناصر الغذائية من السماد بكميات بسيطة طوال فترة النمو حيث

جدول (1-4)

التحليل الكيماوي لسماد دودة الارض على أساس الوزن الجاف

المادة الجافة	٪54.5-32.66
الرطوبة	٪67.34-45.50
درجة الحموضة pH	7.95-7.20
النيتروجين الكلي	٪2.57-1.50
النترات	500-400 ميكروجرام/كجم
المادة العضوية	٪39.7-35.4
الكربون العضوي	٪25.54-20.5
متوسط N:C	1:12.4-9.9
حمض الهيوميك	٪7.53-6.85
حمض الفلفيك	٪3.46-1.27
الفوسفور الكلي (P_2O_5)	٪3.06-1.5
البوتاسيوم الكلي (K_2O)	٪3.29-1.5
الكالسيوم الكلي (Ca)	٪1.8-1.2
المغنسيوم (Mg)	٪1.5-1.2
الحديد (Fe)	٪1.5-1.2
المنجنيز (Mn)	435 ميكروجرام/كجم
النحاس (Cu)	212 ميكروجرام/كجم
الزنك (Zn)	732 ميكروجرام/كجم
(Co)	76 ميكروجرام/كجم
الكروم (Cr)	أقل من من 50 ميكروجرام/كجم

المصدر : الاسمدة العضوية والاراضي الجديدة ، سامي محمد شحاته ومحمد راغب الزناتي ، بهجت السيد علي (الدار العربية للنشر والتوزيع) - القاهرة ، 1993 .

3- ارتفاع محتواه من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم.

4- احتوائه على العناصر الصغرى اللازمة لنمو النبات.

5- إرتفاع محتواه من الأحماض الدبالية كحامض الهيوميك والفولفيك.

6- يحتوى على أعداد كبيرة من الكائنات الدقيقة بالاضافة للانزيمات التي تفرزها القناة الهضمية لديدان الارض ، كما يحتوى على منظمات ومنشطات النمو التي لها تأثيرها الواضح في زيادة نمو النبات .

ج- سماد الدواجن Chicken Manure :

تنتشر مزارع الدواجن الخاصة بالتسمين وانتاج البيض في مختلف الدول العربية ، ونتيجة للتوسع في هذه المزارع ينتج عنها كميات هائلة من مخلفات الدواجن تستخدم كأسمدة عضوية عالية الكفاءة . وفي نفس الوقت تحتاج هذه المخلفات إلى معاملات خاصة حتى لا تصبح مصدرا للتلوث البيئي، من حيث انتشار الروائح الكريهة والامراض . وتختلف القيمة السمادية لمساد الدواجن حسب نوعه ، وذلك كما يلي :

- سماد دجاج التسمين :

يختلف السماد العضوي الناتج من مزارع الدواجن طبقاً للغرض الذي انشئت من أجله المزرعة، ففي حالة مزارع التسمين تستخدم فرشة تبن القمح أو الفول أو نشارة الخشب، تقوم بامتصاص المحتوى الرطوبي للافرازات ، ويتم تجميع هذه الفرشة وما عليها من زرق الدواجن بعد حوالي شهرين من بداية دورة التسمين، حيث تكون صالحة للبيع . وفيما يلي محتويات سماد الدواجن (التسمين):

نسبة الرطوبة	٪ 25
النيتروجين الكلي	٪ 2.5
النتيروجين الذائب	٪ 0.7
مادة عضوية	٪60

كربون عضوي	35٪
نسبة N: C	25٪

ويتميز سماد دواجن التسمين بجفافه وارتفاع محتواه النيتروجيني ، حيث يفضله منتجو الخضر والفاكهة لما له من آثار ايجابية في تحسين الانتاجية لهذه المحاصيل .

– سماد الدجاج البياض :

يتم تغذية الدجاج بعلائق خاصة محتوية على النشويات والبروتينات المركزة المحتوية على كل الاحماض الامينية ، كما تحتوى على جميع الفيتامينات والاملاح المعدنية الضرورية بتركيزات متوازنة، لاعطاء أعلى معدل في انتاج البيض.

ويفرز الدجاج حوالي 50٪ من العليقة في صورة زرق يحتوى على 60٪ رطوبة. وهو ذو رائحة كريهة ، كما انه مصدر لتوالد الذباب وتلوث البيئة . ويجدر بالذكر انه اذا ما ترك في العراء فانه يصعب جفافه نظراً لجفاف السطح فقط دون ما تحته الذي يظل محتفظاً برطوبة عالية . الأمر الذي يتيح ظروفاً مناسبة للتحلل اللاهوائي منتجاً روائح كريهة ، مما يضعف إقبال المزارعين عليه ويعوق تداوله ، مما حدا ببعض الشركات إلى القيام بشراء وحدات تجفيف للزرق الناتج باستخدام تيار هواء ساخن على درجة 150° مئوية ، وتشمل هذه الوحدات أيضاً نظاماً لحرق الغازات الناتجة خلال عملية التجفيف ، للتخلص من مصادر التلوث.

وبانتهاء عملية التجفيف يتم جرش السماد وتعبئته في عبوات تستخدم بعد ذلك بدون مشاكل في التداول . ومما لا شك فيه أن تكلفة تجفيف الزرق يرفع من سعر السماد الناتج، ولذا يستخدم غالباً كأعلاف للمزارع السمكية .

ويتميز زرق الدجاج المجفف بارتفاع محتواه النيتروجيني ، والذي يبلغ حوالي 3.357 كيلو جرام نيتروجين للطن الواحد ، في نفس الوقت يوجد حوالي 22.8٪ من هذه الكمية في صورة نيتروجين ذائب (جدول 1-5 و 1-6) .

ومن الجدير بالذكر ان عدم احتواء السماد على مواد صعبة التحلل مثل اللجنين أومركباته يسهل انحلال النيتروجين غير الذائب ،مما يجعله مصدراًمستمراً لهذا العنصر لمقابلة احتياجات المحاصيل خلال موسم النمو.

جدول (1-5)
تحليل عينات الزرق قبل التجفيف لانتاج السماد العضوي

المكون أو الخاصية	٪
الرطوبة ٪	63
المادة الجافة ٪	36
درجة الحموضة pH	أقل من 7
النيتروجين الذائب ٪	0.55
النيتروجين الكلي ٪	3.3
المادة العضوية ٪	76.60
الكربون العضوي ٪	44.4
نسبة : ك : ن N:C	1:13
كلوريد الصديوم ٪	0.94

المصدر : سامي محمد شحاته وآخرون ، الأسمدة العضوية والأراضي الجديدة ، مصدر سابق .

جدول (1-6)

الصفات الطبيعية والتحليلات الكيماوية للعناصر السمادية الكبرى في السماد العضوي المنتج بعد تجفيف زرق الدواجن البياض

المكون أو الخاصية	الكمية أو النسبة لمئوية
الرطوبة	٪5.9
المادة الجافة	٪94.1
وزن المتر المكعب	575 كيلو جرام
القدرة على الاحتفاظ بالماء WHC	٪153.1
درجة الحموضة pH	6.3
النيتروجين الذائب في الماء	٪7651
النيتروجين الكلي	٪3.3573
االبوتاسيوم الذائب في الماء	1677 ملليجرام/كيلو سماد جاف
البوتاسيوم الذائب في المستخلص الحامضي	15210ملليجرام/كيلو سماد جاف
البوتاسيوم الكلي	23790ملليجرام/كيلو سماد جاف
الفوسفور الذائب في الماء	3.9ملليجرام/كيلو سماد جاف
الفوسفور الذائب في المستخلص الحامضي	441ملليجرام/كيلو سماد جاف
الفوسفور الكلي	1644ملليجرام/كيلو سماد جاف
المادة العضوية	٪70.11
الكربون العضوي	40.66
نسبة الكربون الى النيتروجين	1:12.1
نسبة كلوريد الصوديوم	٪0.9

المصدر : سامي محمد شحاته وآخرون ، الأسمدة العضوية والأراضي الجديده ، مصدر سابق .

كما يحتوى هذا السماد على عنصر البوتاسيوم الذي يبلغ حوالي 23.8 كيلو جرام بوتاسيوم للطن الواحد ، بجانب توافر عنصر الفوسفور والمنجنيز والحديد والنحاس بصورة ذائبة سهلة الامتصاص النباتي.

أما من حيث المحتوى العضوى لهذا السماد فان النتائج الموضحة بالجداول السابقة (1-5) ، (1-6) تشير الى احتواء الطن على حوالي 700 كيلو جرام مادة عضوية ، تؤدى إضافتها الى زيادة قدرة الأراضي على الاحتفاظ بالماء والعناصر السمادية ، وتقليل فقدها بالرشح في قطاع التربة.

ومن ناحية أخرى يتميز سماد الدواجن برفع ومقدرة المحاصيل على تحمل الملوحة ، حيث يؤدى استخدام سماد الدواجن تحت ظروف الري بمياه عالية الملوحة إلى انتاجية عالية لا تتناسب مطلقاً مع انخفاض نوعية هذه المياه المستخدمة، ويظهر هذا من الانتاجية المتحصل عليها في حالة محاصيل الخضر ، كالطماطم والكنتالوب في بعض مزارع القطاع الخاص بمصر والمملكة العربية السعودية ، حيث تصل ملوحة المياه المستخدمة لاكثر من 3000 ملليجرام/ اللتر. كما يمكن إستخدام سماد الدواجن مع استخدام مياه البحر في الري بتركيزات تصل الى 30٪ ، 50٪ من الملوحة الكلية لماء البحر حيث يحسن ذلك من قدرة النباتات على تحمل الملوحة ، فقد أمكن الحصول على قيم عالية من النمو والمادة الجافة تحت هذه الظروف ، مما يشير الى فعالية سماد الدواجن في زيادة تحمل النباتات لملوحة مياه البحر والتي ترجع الى ما يلي :

* زيادة مدى الماء الصالح للنبات.
* زيادة صلاحية بعض العناصر الصغرى والكبرى.
* تعديل نسبة الصوديوم : الكالسيوم ، وكذلك نسبة الصوديوم : البوتاسيوم في مستخلص التربة ، حيث تنخفض هذه النسب في حالة الارض المعاملة بسماد الدواجن ، وبالتالي استمرار فعالية الغشاء الخلوي للنبات.

وقد اشارت نتائج الدراسات في بعض الدول إلى أن الاراضي المعاملة بسماد الدواجن ترتفع بها القيم الظاهرية والحقيقية للماء الصالح بالتربة ، الأمر الذي يعني أن هذه المعاملة ذات تأثير معنوى في تحسين العلاقات المائية / التربة / النبات ، ويقلل

من مشاكل الملوحة مما يعطى أهمية كبيرة لاستخدامات هذا السماد لذلك الغرض .

د- السماد البلدي (سماد فناء المزرعة) :

تتراكم العديد من المخلفات الزراعية نتيجة للانشطة الزراعية المختلفة سواء نباتية أو حيوانية وتشكل عبئاً كبيراً على البيئة ، ولذا فان تصنيع تلك المخلفات بتعريضها لعوامل التحلل يشكل أحد العوامل الهامة في تحسين الانتاج الزراعي ، خاصة في أراضي التوسع الافقي . ولا شك ان مجال تصنيع هذه المخلفات يقلل في نفس الوقت من آثار التلوث البيئي نتيجة حرق هذه المخلفات .

ويتكون السماد البلدي من روث وبول الماشية والحيوان الزراعي ، مضافاً الى فرشة أو تربة ، وله أهميته المتميزة في الزراعة منذ وقت بعيد ، حيث اعتمد عليه المزارع بصفة عامة في تعويض ما تستنفذه التربة الزراعية من عناصرها خلال مراحل الانتاج المختلفة.

وتختلف الحيوانات فيما بينها في التركيب الكيماوي للروث والبول المكونين الاساسيين للسماد ، حيث تختلف هذه المكونات حسب نوع وعمر الحيوان، وكذلك كمية ونوعية الأعلاف المقدمة له (الجدول رقم 1-7).

وتتواجد العناصر الغذائية الموجودة في البول في صورة ذائبة تصلح لتغذية النبات، فمثلاً يوجد عنصر النتيروجين في صورة يوريا وحامض يوريك .

وتوضع عادة تحت الحيوانات فرشة تمتص البول وسوائل الروث ، وهذه الفرشة تتكون اساساً من الفضلات النباتية أو الاتربة التي يجلبها المزارع أو خليط منهما معاً.

ويحتوى بول وروث الحيوان على ما يقرب من 50٪ من المادة العضوية، 75٪ من النيتروجين، 80٪ من الفوسفور ، 90٪من البوتاسيوم الموجودة في أعلاف الحيوانات وتخرج مع الفضلات الحيوانية من البول والروث . وهذ يؤكد ضرورة اعتبار السماد البلدي أحد منتجات النشاط الزراعي الحيواني كالالبان وغيرها، مع ضرورة تحديث وتطوير طرق انتاج هذا السماد حتى لا يصبح مصدراً للتلوث.

جدول رقم (1-7)
تركيب بول وروث الحيوانات

الحيوان	بـــــول					روث				
	رطوبة	مادة جافة	N	P	K	رطوبة	مادة جافة	N	P	K
أبقار	95	5	1		1.5	83	10	0.3	0.15	0.10
أغنام	87	13	2	0.1	2.2	65	35	0.55	0.3	0.15
خيل	90	10	1.6	-	1.5	75	25	0.45	0.35	0.35

المصدر : المنظمة العربيةللتنمية الزراعية ، دراسة الآثار المترتبة على إستخدام المخصبات والهرمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات ، الخرطوم ، 1994 .

وتتعرض مكونات السماد البلدي لعديد من التغيرات نتيجة نشاط الكائنات الدقيقة ابتداء من فترة تواجده بالحظيرة ، والتي تستمر بعد ذلك في أكوام التخزين . ويعتمد النشاط الحيوي للكائنات على عديد من العوامل وفي مقدمتها :

- نوع وكمية الفرشة .
- حالة الفرشة من حيث كونها هشة يتخللها الهواء ، أو مندمجة .
- مدى اختلاط الفرشة بمخلفات الحيوان .
- طول فترة بقاء السماد بالحظائر .
- معاملة السماد في أكوام التخزين .

وتتماثل التغيرات بالسماد البلدي مع مثيلاتها من الفضلات النباتية والحيوانية عند خضوعها لعوامل التحلل ، حيث تتحول جميع أنواع الكربوهيدرات والبروتين إلى مركبات وسطية ، تتحول بعدها إلى مركبات بسيطة نسبياً، كالنشادر وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الايدروجين وبعض الاحماض العضوية بجانب تكوين الدبال . كما تحدث عدة تغييرات أخرى لها أهميتهاحيث يتعرض نتروجين السماد للفقد في صورة نشادر أو نتيروجين منفرد، أو أكاسيد نيتروجينية ، ويمكن معالجة ذلك باضافة السوبر فوسفات .

هـ- سماد الفضلات البشرية Night Soil :

لقد عرف الاغريق والرومان استعمال الاخراجات البشرية في تسميد النباتات ، حيث يساعد ذلك على تحسين وزيادة انتاجيتها ، وكما كانت تستعمل الى عهد قريب في بعض مناطق آسيا في الصين والهند واليابان، إلا أن الاخيرة قللت استعماله . ويمكن استعمال هذا النوع من السماد على عدة صور إما بالاضافة المباشرة (له عواقب صحية ضارة) ، أو بعد عمل كمبوست (هضم) للاخراجات أو بعد المعالجة البيولوجية والكيمائية (محطات معالجة المجاري) .

وتعتبر مخلفات الانسان من أغني المخلفات العضوية بالعناصر السمادية طبقاً لما تظهره المؤشرات الواردة بالجدول (1-8) والخاصة بالتحليل الكيميائي للمخلفات الصلبة والسائلة للانسان ، وتحتوي هذه المخلفات على مسببات الأمراض التي تستوجب الحرص في استخدامها بما يقلل فاعليتها كمصدر للتلوث البيئي .

و- أسمدة مركزات المخلفات الحيوانية Animal Waste Concentrates:

وتشمل هذه المجموعة :

جدول رقم (1-8)

التحليل الكيميائي لمخلفات الانسان الصلبة والسائلة

المكونات على أساس الوزن الجاف تماماً	المخلفات الصلبة* (البراز)	المخلفات السائلة**
المادة العضوية (٪)	97-88	85-65
النيتروجين الكلي (٪)	7-5	19-15
الفوسفور (P_2O_5) (٪)	5.4-3	5-2.5
البوتاسيوم (K_2O) (٪)	2.5-1	4.5-3
الكربون (٪)	55-40	17-11
الكالسيوم CaO (٪)	5-4	6-4.5
نسبة N:C	1:11-5	-

* تبلغ مخلفات الانسان 135-270جم/يوم مواد رطبة تحتوى على 35-70 جم مادة جافة تقريباً

** يتراوح حجم البول المفرز للفرد يومياً حوالي 1-1.3 لتر/يوم تحتوى على 50-70 جم مادة جافة في اليوم

1- مخلفات ذبح الحيوانات مثل الدم المجفف ، ومسحوق اللحم ومسحوق الحوافر والقرون ، وهذه المخلفات غنية بمحتواها من النيتروجين . وتعتبر اسمدة عضوية مركزة، ومفعولها سريع ، ولا يوجد خطورة في استعمالها ، وفعالة لجميع المحاصيل.

2- اسمدة السمك وتضاف كبقايا جافة أو رطبة أو في صورة مسحوق السمك ، وتعطى النيتروجين والفوسفور . وهي أسمدة عضوية مركزة مثل مخلفات المجازر .

3- العظام ونواتج العظام وهذه كانت أقدم أسمدة فوسفاتية استعملت ولكن استعمالاتها الآن تقتصر على المحاصيل البستانية . ومسحوق العظام الخام يحضر بطحن العظام ويحتوى 2-4٪ نيتروجين ، 22-24٪ خامس اكسيد الفوسفور ، منها 40٪ يذوب في حامض الستريك . أما مسحوق العظام المعالجة بالبخار فيحضر بمعالجة العظام بالبخار أولاً لازالة المواد الجيلاتينية وغيرها ، ثم يطحن ويحتوى على نسبة بسيطة من النيتروجين و 22-30٪ خامس اكسيد الفوسفور منها 70٪ يذوب في حامض الستريك، ويعتبر مسحوق العظام المعالج بالبخار مصدر أفضل للفوسفور من مسحوق العظام الخام، ولكن كلاهما مفعوله بطئ ، ويجب طحنه ، وكفاءته وفاعليته افضل ما يكون لأنواع التربة الحامضية (Acidic) . والجدول رقم (1-9) يوضح تركيب أهم مركزات المخلفات الحيوانية .

1-2-2-2 مخصبات عضوية معالجة (حيوية) :

وهي المخصبات العضوية الناتجة من تخمير المخلفات النباتية الأرضية (مثل قش الارز وعروش النباتات والبقاس .... الخ) أو المائية (مثل ورد النيل أو الاعشاب البحرية)، وتخلو عادة من الروائح، وتعتبر ذات قيمة سمادية وبيئية عالية ، ولا تتعدى نسبة N:C بها عن 1:20 حتى تتاح لها فرصة للتحلل وتصل لحالة الاتزان 10 : 1 وهي النسبة الموجودة بدبال تربة المناطق المعتدلة ، ويعتبر استخدام هذه المخلفات كمخصبات أحد الوسائل الهامة للتخلص من النفايات المتنوعة ، وتمتاز بخلوها من بذور الحشائش ومسببات الأمراض وبالتالي يسهل استخدامها بأمان في أية مناطق جديدة ، خاصة وأن قدرتها على الاحتفاظ بالماء عالية . ومن هذه المخصبات :

جدول رقم (1-9)

محتوى الاسمدة العضوية من مركزات المخلفات الحيوانية

السماد العضوي	النيتروجين N ٪	الفوسفور P_2O_5٪	البوتاسيوم K_2O٪
1- سماد الدم المجفف	12.0-10.0	1.0-1.0	0.8-0.6
2- السماد العضوي من السمك	10.0- 4.0	9.0-3.0	1.5-0.3
3- سماد مسحوق الحوافر والقرون	0.0-14.0	1.0	-
4- سماد مسحوق العظام	4. - 2.0	24.0 - 22.0	-
5-سماد مسحوق العظام المعالج بالبخار	-	(30.0-22.0)	-

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ،دراسة عن الآثار المترتبة على إستخدام المخصبات والهرمونات والملحقات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات ، الخرطوم . 1994 .

Parr, J.F. and colacicco, D., Organic materials as alternative nutrient sources C.F. Nutrition and pest control, Elsevier Sci. Pub.Amst. Netherland, 1987.

أ- السماد العضوي الصناعي Compost :

يمتاز عن الأسمدة غير المعالجة بأن معدل اضافته للأرض أقل بكثيرمن معدل اضافة الأسمدة البلدية ، ولان قيمته السمادية ضعف المحتوى السمادي للاسمدة البلدية (بدون معالجة)، ويتم انتاجه بالتخمير الهوائي (Aerobic Fermentation) للمخلفات النباتية التي تحتوى على كثير من العناصر السمادية الأساسية كما هو موضح بالجدول رقم (1-10) ويتم ذلك إما بالكمر أو بالتصنيع . ويتواجد طبيعياً ما يسمى بالتربة الصناعية (Peat Moss) بالمناطق ذات المناخ الرطب أو المعتدل ويمكن الزراعة عليها بدون اضافة أسمدة .

ب- سماد القمامة :(Refuse fertilizer)

تمثل مشكلة المخلفات الصلبة (القمامة) في كثيرمن البلدان العربية إحدى المشكلات البيئية الهامة، لما لها من آثار صحية واجتماعية ضارة ، بجانب ما تحويه من مادة عضوية أخذت اصلاً من الأرض مما يستوجب إعادتها مرة أخرى بالمعالجة العلمية والاستفادة من السماد المنتج . ويتم ذلك باستخدام الطرق البيولوجية . وتتفاوت نسب مكونات المخلفات الصلبة العضوية حسب مستوى الدخل .

ج- سمادالغاز الحيوي:(Biogas fertilizer)

وهو ناتج ثانوي من استغلال المخلفات العضوية كبيرة الحجم لتوليد الطاقة من غازات قابلة للاشتعال . والتي تنتج من تخمير تلك المخلفات العضوية ، ويتخلف عن هذه العملية سماد عضوي يتفوق على الأسمدة البلدية التقليدية في ارتفاع محتواه السمادي في شكل عناصر ميسرة (جدول رقم 1-11) . وليست له آثار بيئية سالبة ويُعرف سماد الغاز الحيوي بأنه ذلك المخلوط الذي يتبقى بعد تخمير المواد العضوية للحصول على الغاز الحيوي . وهو يتكون من جزئين جزء سائل ، وجزء صلب يتكون من الحمأه والمادة العضوية . كما يتفوق على الأسمدة الكيميائية منفردة أو في وجود الاسمدة البلدية بما يوفره للنبات من عناصر غذائية ضرورية وصغرى . وتصل الزيادة في انتاج المحاصيل الرئيسية نتيجة استخدام سماد الغاز الحيوي الى ما يتراوح بين 10٪ ، 28٪ كما يلي :

جدول رقم (1-10)

محتوى المخلفات النباتية من العناصر السمادية الاساسية

المخلف النباتي	% على أساس الوزن الجاف تماماً		
	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم
تبن القمح	0.94-0.21	0.22-0.04	1.72-0.48
قش الارز	1.1-0.36	0.17-0.02	3.7-0.4
حطب القطن	1.33-0.44	0.7-0.04	2.3-0.55
حطب الذرة	0.75-0.42	0.69-0.06	1.137-0.19
مخلفات قصب السكر (البقاس)	0.35	0.04	0.50
قول الصويا	1.30	-	-
حطب الفول	1.57	0.32	1.34
اللوبيا	1.99	0.19	2.20
الفول السوداني	2.56	0.17	2.11
قمم البطاطس	1.6		
كرنب	3.6		
خس	3.7		
بصل	2.6		
فلفل	2.6		
طماطم	2.30-1.84	0.31-0.29	0.28-0.01
جزر	1.6		
تقليم أشجار	1.51-0.50	0.43-0.17	0.57
مخلفات فاكهة	1.90-0.70	0.18-0.11	0.66-0.01

المصدر.

Parr, J.F. and colacicco, D., Organic materials as alternative nutrient sources C.F. Nutrition and pest control. Elsevier Sci. Pub.Amst. Netherland, 1987.

جدول رقم (1-11)

الفرق بين تركيب سماد الغاز الحيوي من تخمير روث البقر والسماد البلدي

(على أساس الوزن الجاف تماماً)

مكونات السماد	سماد البيوجاز	السماد البلدي
مادة عضوية	٪54-35.00	٪8-5.0
نيتروجين (N)	٪1.65-1.30	0.3
فوسفور(P_2O_5)	٪0.45	٪0.2
بوتاسيوم(K_2O)	٪0.24	٪0.1
زنك(Zn)	3 ملليجرام/كجم	1 ملليجرام/كجم
منجنيز (Mn)	6 ملليجرام/كجم	3 ملليجرام/كجم
حديد (Fe)	10 ملليجرام/كجم	4.6 ملليجرام/كجم
نحاس(Cu)	0.4 ملليجرام/كجم	0.5 ملليجرام/كجم

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الدورة التدريبية حول إستخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي ، الفيوم ، 1992 .

المحصول	٪ للزيادة
ذرة	28
أرز	10
قطن	24.7
قمح	12.5

د- سماد حماة المجاري (سماد البوريت):(Sewerage Fertilizer)

وهو يحتوى على قيمة سمادية مرتفعة سواء من عناصر رئيسية (NPK) ، أو عناصر صغرى لازمة لنمو النبات ، ولا ينصح باستخدامها إلا بعد التأكد من تطابق محتواها من العناصر الثقيلة مع المعايير المسموح بها الواردة بالجدول رقم (1-12) وبمعدلات لا تتعدى 2 طن في العام وخلال فترة زمنية لا تزيد عن 30 سنة ، تفادياً لتراكم العناصر الثقيلة السامة والمسببة للامراض.

هـ- سماد الاعشاب البحرية والنهرية :(Water Weed Fertilizer)

ويجرى إنتاجها من الاعشاب البحرية باستراليا .Australis sp ، وهي منشطات نمو تحتوى على قيم سمادية عالية على أساس عضوي ، وتصلح لانتاج الخضر والفواكه الخالية من الملوثات أو المتبقيات الكيميائية بما تسببه من مخاطر وأمراض مختلفة ، وبالاماكان انتاج هذا السماد من الاعشاب النيلية (ورد النيل Water Hyacinth).

و- مخصبات عضوية سائلة :(Liquid Organic Fertilizer)

اتجهت كثير من البلدان المتقدمة لانتاج المخصبات العضوية السائلة والمتوازنة بعناصرها السمادية مما يسهل استخدامها مع نظم الري الحديثة، ويسهل تداولها ايضاً ، وقد ثبت نجاح مثل هذه الاسمدة في بعض دول الخليج العربي ، وتستخدم لانتاج الاعلاف والخضر والفاكهة ومحاصيل الحبوب ، وليست لها أية آثار سلبية سواء على البيئة أو الانسان . إلا أن تكلفتها مرتفعة نسبياً ، لذا لا ينصح باستخدامها إلا في زراعة البيوت المحمية ذات الانتاجية الرأسية العالية .

جدول رقم (1-12)

الحدود المثلى والمسموح بها للعناصر النادرة والثقيلة في الاراضي الزراعية

العنصر		التركيز الكلي للعنصر ملليجرام/كيلوجرام تربة		
		الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأمثل
الحديد	Fe	10000	200000	40000
المنجنيز	Mn	100	3000	800
الزنك	Zn	10	300	80
النحاس	Cu	2	100	20
الكوبلت	Co	1	40	15
النيكل	Ni	5	500	50
الكادميوم	Cd	0.01	0.7	0.1
الرصاص	Pb	2	200	30
البورون	Br	2	100	10
الموليبدنيوم	Mo	1›	5	1
الباريوم		100	4000	1000
الفضة	Ag	1›	1›	1›
الزرنيخ	As	.1	40	6
البريليوم	Br	1›	40	3
الكروم	Cr	5	100	100
الزئبق	Hg	0.01	0.3	0.03
الليثيوم	Li	5	200	50
السلينيوم		3›	20	8
التيتانيوم	Ti	1000	20000	4000
القانديوم	Va	20	500	100
الزركون	Z	60	2000	500

المصدر

Swaine, D.J. 1955 & Bowen, 1966.

ز- سماد البقاس :Baggassot (PLANCOM)

يمكن إنتاج هذا السماد من مخلفات صناعة السكر (مصاصة القصب أو البقاس Bagasse) والتي تتوفر بكميات كبيرة ببعض مصانع السكر (خاصة التي لا تستخدم البقاس في التوليد الكهربائي الحراري) . ويمتاز بسهولة استخدامه في مناطق الاستصلاح أو في استزراع الصحراء وأيضاً في المسطحات الجمالية الخضراء (Green Land Scape) مثلما يطبق في دول مجلس التعاون الخليجي وخاصة دولة الكويت ، والامارات العربية المتحدة . ويوضح الجدول رقم (1-13) خصائص هذا السماد .

ح- السماد الحيوي الميكروبي العضوي:

وهو سماد سائل جديد ينتج ببعض الدول ومنها المملكة العربية السعودية وذلك بالهضم البكتيري الهوائي لخليط مكون مما يأتي :

- مركزات بروتينية معالجة بالرطوبة
- مواد كربوهيدراتية .
- أعشاب بحرية .
- خام الفحم الحجري .
- أحماض عضوية
- بعض النباتات الصحراوية مثل الصبار .

ويساعد هذا السماد على تحسين خواص التربة الفيزيائية (البناء والنفاذية والقدرة على الاحتفاظ بالماء) والكيميائية (بتخفيض درجة ال pH بكتيريا وأنزيميا لتيسير العناصر الأساسية مثل الفوسفور ، الكالسيوم ، المغنسيوم وأيضاً العناصر الصغرى) والعضوية بتكوين حامض الدبال Humic Acid) والميكروبية أو البكتيرية والتي تقوم بكل التحسينات السابقة عن طريق :

- الاكسدة ، حيث يساعد على وجود شحنات سالبة متنافرة على ذرات التربة مما يجعلها مفككه مسامية .

جدول رقم (1-13)
خصائص سماد البقاس

الخاصية أو المكون	النسبة أو الصفة
المادة العضوية	أقل من 70٪
الرطوبة	25 ٪
درجة الـ Ph	4-3
التوصل لكهربي	0.15-0.1
N	أقل من 0.1
P	أقل من 0.1
K	أقل من 0.1
العناصر الثقيلة السامة	لاتوجد
القدرة على الاحتفاظ بالماء	200٪
نسبة 1	15:1
القابلية للهضم	ممتاز
الاشعاع	خالي
بذور الحشائش	خالي
التربة الحاملة للأمراض	خالي
النيماتودا	خالي
الآفات الضارة	خالي
الحشائش والميكروبات الضارة	خالي

- تخفيض معامل الـ pH (Acidic) ليساعد على توفير كل العناصر .
- إفراز الانزيمات لتحرير عناصر الفوسفور والكالسيوم وتحلل املاح ال NaCl ومنع اتحادها، ويستفاد منها في الزراعة الملحية الحيوية .
- إفراز أحماض عضوية مما يساعد على تخفيض معدل ال pH .
- إفراز إنزيمات لموازنة الحموضة اللازمة لنمو النبات .

3-1 الاعتبارات الفنية والبيئية والاقتصادية للمخصبات الكيميائية والحيوية :

إن تصنيع المخصبات الكيميائية يحتاج لتقنيات متقدمة ومدخلات كثيرة أهمها عنصرالطاقة ، حيث يستحيل قيام مثل هذه الصناعة في دول لا تتوفر لديها موارد طاقة مستقرة . خاصة أن مجموعة التفاعلات الكثيرة تحتاج لطاقة كبيرة لانتاج المخصب الكيمائي المطلوب سواء كان نيتروجيني أو فوسفوري أو بوتاسي .

وأما تصنيع المخصبات الحيوية فإنها لاتحتاج لتقنيات معقدة ، فانتاج اللقاحات المبكروبية تنحصر في عمليات الاكثار Enrichment على بيئات مغذية ، والمخصبات أو المحسنات العضوية تعتمد أساساً على استخدام النفايات المختلفة . ويتضح من مجموعة جداول المقارنة المرفقة (1-14 ، 1-15 ، 1-16) فيما يتعلق بالاعتبارات الفنية ، البيئية والاقتصادية أن لكل مخصب ميزات نسبية معينة في بعض الجوانب وقصور نسبي في جوانب أخرى ، والاعتماد كلية على أحد المصادر قد لايفي بالانتاج الكمي المطلوب أو النوعي المرغوب مما يفرض ضرورة التكامل فيما بينها لإنتاج محاصيل غذائية بمستويات انتاجية عالية وخالية من مسببات الأمراض للانسان والحيوان ، وذلك لمواجهة المنافسة العالمية وبما يتماشى مع معايير المواصفات العالمية وفي إطار إتفاقية التجارة (GATT).

وفي هذا الصدد فإن الاتفاقية الدولية للتنوع البيولوجي والتي أجيزت الاجندة الخاصة بها في براتسلافا في مايو (آيار) 1998 ، تتضمن برنامج عمل عن الزراعة والتنوع البيولوجي (الفقرة 7/2 من الاجندة) ، خاصة فيما يتعلق بنظم الزراعة المستدامة والممارسات الزراعية الصديقة للتنوع البيولوجي (Biodiversity - Friendly and

جدول رقم (1–14)

مقارنة الاعتبارات الفنية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة من المخصبات

الجوانب الفنية	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
أولاً: للانتاج :			
المساحة اللازمة للنشاط الإنتاجي	انشاء مصنع يحتاج لمساحة كبيرة جداً	لاتحتاج لمساحات كبيرة	ينحصر استعادة نشاطها داخل المعمل
– احتياجات الطاقة	تحتاج لطاقة عالية	لديها طاقة ذاتية	لديها طاقة ذاتية
– المواد الخام	تعتمد على مواد أو غازات خام أو ترسبات طبيعية	تعتمد على النفايات العضوية الزراعية والصناعية والحضرية	بيئات مغذية فقط
– التقنية المستخدمة	معقدة	غير معقدة	بسيطة
– السلامة المهنية	تحتاج لحرص شديد	تحتاج لبعض الحرص	تحتاج لعناية
– المهارات المطلوبة للعاملين	مهارات عالية جداً	مهارات عالية	مهارات بسيطة
–التعبئة والعبوات	سهل التعبئة في اكياس أو جوالات (سعة 50 كجم)	التعبئة تكون محكمة (للمحافظة على C/N) في اكياس من 50 كجم – 500 كجم	في اكياس صغيرة على حوامل CARRIERES
– معدل الانتاج بالنسبة للأمن	عالي	متوسط	متوسط
– التخزين	سهل التخزين	تحتاج لأماكن واسعة للتخزين	سهلة التخزين
– الترحيل	سهل الترحيل	تحتاج مرات ترحيل كثيرة لانها تشغل حيز كبير	سهلة جداً

CB= Capacity Biulding.

تابع جدول رقم (1-14)

مقارنة الاعتبارات الفنية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة من المخصبات

الجوانب الفنية	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
ثانياً : للاستخدام - التداول Handling	سهلة التداول	أقل سهولة في التداول	سهلة جداً
- طريقة الاستخدام Application	يدوياً وآلياً لتوزيع السماد الصلب أو الرش للسائل	يدوياً وآلياً للفرش	يدوياً وآلياً للتلقيح
- كفاءة الاستخدام (آلية توفير المغذيات)	سهلة الذوبان (مباشرة)	بالتحلل البطئ (غيرمباشرة)	بالتثبيت والتيسير الميكروبي
- عدد مرات الاستخدام اللازمة للمحصول	2-3 دفعات	مع بداية الزراعة	مع التحضير للزراعة أو في بدايتها
- الفاقد Loss في التربة	كبير جداً خاصة مع نظم الري بالغمر Gravity	الفاقد لا يذكر	يتوقف على الاحياء المنافسة الاخرى بالتربة
- التدريب والارشاد اللازم	تحتاج لترشيد الاستخدام	تحتاج لتدريب علي الاستخدام	تحتاج لتدريب على الاستخدام
- مدة الصلاحية Expiring	لها صلاحية محددة شريطة تخزينها بطرق سليمة	طويلة الأمد طالما مخزنة بطريقة لا تؤثر على تحللها و كفاءتها	المزارع الاساسية Mother cultures يمكن تخزينها لسنوات طويلة . أما اللقاحات الجاهزة للاستخدام فلا يمكن حفظها لأكثر من 3-6 شهور حسب ظروف التخزين

جدول رقم (1-15)

مقارنة الآثار البيئية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة من المخصبات

الجوانب البيئية	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
أولاً: للانتاج :			
- مصادر التلوث			
* هوائي	ينتج عند تصنيعها تلوث هوائي من الغازات المنتجة	لا ينتج عنها سوى غاز المبثين (غاز حيوى) يستفاد منه في الطهي والإضاءة	لا ينتج عنها أية ملوثات
* ضوضائي	ينتج عنها تلوث ضوضائي من المفاعلات المستخدمة	لاينتج عنها تلوث ضوضائي	
* مائي	ينتج أيضاً تلوث مائي من النفايات السائلة	لا تنتج عنها تلوث مائي ، وأحياناً عند تصنيع زرق الدواجن تنتج بعض الغازات السامة .	
- الأثر الضار			
* مسببات أمراض	النفايات المذكورة اعلاه تسبب أمراض للجهاز التنفسي والهضمي والعصبي	بعض الغازات السامة قد تؤثر على الجهاز التنفسي وجهاز الخصوبة	ليست لها آثار ضارة
* روائح غير مستحبة	تنتج روائح غير مستحبة أحياناً	أحياناً تنتج روائح غير مستحبة	ليست لديها روائح غير مقبولة
* مصادر إشعاع	تحدث عند إنتاج الأسمدة الفوسفاتية من الرواسب الطبيعية	لا توجد مصادر إشعاع	ليس بها إشعاع
* عناصر ثقيلة	خاصة في الرواسب الطبيعية	لا توجد عناصر ثقيلة إلا في سماد حمأه المجاري	ليس بها عناصر ثقيلة

تابع جدول رقم (1-15)

مقارنة الآثار البيئية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة في المخصبات

الجوانب البيئية	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
ثانياً: الاستخدام :			
- الأثر الفيزيائي Conditioning	ليس لها أثر في تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء	أثرها كبير جداً في تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء فقد تصل الى أكثر من 150٪	ليس لها أثر مباشر في تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء
- الأثر الكيميائي (التضاد) Antagomism	إذا استخدمت بطريقة غير مرشدة قد يكون لها أثر في منع امتصاص بعض العناصر الصغرى	تحللها ينتج عنه بعض الاحماض العضوية والتي تساعد على امتصاص بعض العناصر الضرورية بتنظيم درجة الحموضة	من خلال الانظمة البيولوجية المتعددة تساعد على تثبيت وتيسير كثيرمن العناصر الاساسية والصغرى
- الأثر الحيوي	قد تؤثر سلباً Inhibition على نشاط بعض البكتريا المفيدة	تزيد من النشاط الميكروبي المفيد	تزيد من النشاط الحيوي
- الأثر المتبقي Residual Effect	يبقى لها أثر في التربة قد يكون مفيد	أثرها في التربة يتوقف على الظروف البيئية والمناخية	استمرارية وجودها يساعد على استمرارية خصوبة التربة
- تلوث المياه الجوفية Nitrate Txicity	عدم ترشيد استخدامها يزيد من محتوى ال NO3 في المياه الجوفية مما يسبب أمراض كثيرة	لا تسبب تلوث للمياه الجوفية	لا تسبب تلوث للمياه الجوفية
- تلوث التربة	تسبب أحياناً تلوث التربة مما يؤثر على التنوع الميكروبي Microbial Diversity	لا تسبب تلوث التربة	لا تسبب تلوث التربة

تابع جدول رقم (1-15)

مقارنة الآثار البيئية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة من المخصبات

	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
الجوانب البيئية - تلوث النبات	تسبب تلوث للنبات (مع الجرعات الكبيرة)	لا تسبب تلوث النبات	لا تسبب تلوث النبات
- الأثر على مواصفات الجودة للمنتجات وبخاصة الغذائية	عدم ترشيد استخدامها يزيد من المحتوى الكيميائي للمحاصيل وهذا يتعارض مع مواصفات ضبط الجودة العالمية	تساهم بفاعلية في إنتاج منتجات طبيعية خالية من مسببات الأمراض وبما يتماشي مع مواصفات ضبط الجودة	تساهم بفاعلية في انتاج منتجات طبيعية بمواصفات جودة عالمية
- حشائش وبذور ضارة	لا توجد بها حشائش أو بذور ضارة	إذا استخدمت بدون معالجة فقد تحمل حشائش وبذور ضارة	لا تحمل حشائش أو بذور ضارة
- وجود ميكروبات ضارة	لا تحمل أية ميكروبات ضارة	اذا استخدمت بدون معالجة قد تسبب أمراض	لا تحمل ميكروبات ضارة

جدول رقم (1-16)

مقارنة الاعتبارات الاقتصادية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة من المخصبات

الجوانب الاقتصادية	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
أولاً: للانتاج :			
- التكلفة الكلية تشمل			
* المواد الخام	ذات تكلفة عالية	عبارة عن نفايات لذا تكون تكلفتها شبه معدمة	البيئات المغذية تكلفتها قليلة
* الطاقة	ذات تكلفة عالية	ذات تكلفة بسيطة حتى مع المخمرات الحديثة	بسيطة جداً وغير مكلفة
* المعدات	ذات تكلفة عالية	ذات تكلفة متوسطة إلا مع المخمرات الحديثة	غير معقدة وغير مكلفة
* العمالة	تكلفتها عالية	تكلفتها مقبولة	غير مكلفة
* التشغيل والصيانة	تكلفتها عالية	لا توجد إلا في أضيق الحدود	لا توجد إلا في حدود ضيقة جداً
ثانياً: للاستخدام			
- العمالة	تكلفة عالية في حالة الاضافة اليدوية Manual فقط	تكلفة عالية في حالة الفرش البدوي M.Mulching فقط	تكلفة بسيطة جداً
- الترحيل والنقل	بسيطة التكلفة بالمقارنة مع المحسنات العضوية	مكلف لأن سعته الحجمية عالية Volumenous	قليلة التكلفة
- الاسعار والمتغيرات السعرية	أسعار عالية وتتأثر بالمتغيرات السعرية	اسعاره مقبولة ولا تتأثر كثيراً بالمتغيرات السعرية إلا في حدود ضيقة جداً	اسعاره رخيصة ولا تتأثر بالمتغيرات السعرية

تابع جدول رقم (1-16)

مقارنة الاعتبارات الاقتصادية لانتاج واستخدام الأنواع المختلفة من المخصبات

الجوانب الاقتصادية	مخصبات كيميائية	مخصبات أو محسنات عضوية	مخصبات أو لقاحات ميكروبية
- معاملات الاضافة	تضاف أكثر من مرة عند زراعة المحصول	تضاف عند تحضير الارض فقط	تستخدم عند تحضير الارض أو في بداية الزراعة
- مردود الاستخدام مع الري والتسميد Fertigation	لا يوجد مردود	يقلل من عدد مرات الري Frequency مما يعني توفير ماء وطاقة ومغذيات	ليس لها مردود
- صافي المردود Net Profit	يكون أفضل بالتكامل مع المخصبات الاخرى للمنافسة في الاسواق العالمية كماً ونوعاً رغم قدرتها منفردة على الانتاج الكمي الملوث وغير المستساغ والمسبب للامراض	يكون أفضل بالتكامل مع المخصبات الاخرى للمنافسة في الاسواق العالمية كماً ونوعاً ، خاصة وانها قد لا تفي بالاحتياجات الغذائية الفعلية للمحصول ، الا بعض المخصبات المنتجة من الاعشاب البحرية أو من المركزات الحيوانية ، وهذا لا يتم إلا في ظروف بيئية خاصة	يكون أفضل بالتكامل مع المخصبات الاخرى للمنافسة في الاسواق العالمية كماً ونوعاً، رغم إنها في بعض الحالات قد تفي باحتياج المحصول لعنصر واحد فقط ، مما يستدعى استكمال العناصر الاخرى

(and Agricultural Practices) Sustainable Farming Systems وقد أمنت الأجندة ايضاً في الفقرة (16/1) على أهمية تطبيقات التقنيات الحيوية (Biotechnology) وحددت لها تعريفاً في البند الثاني على أنها أية استخدامات للنظم البيولوجية والكائنات الدقيقة ومشتقاتها لتطوير منتجات أو طرق لاستخدامات محددة . وهذا يتطابق تماماً مع توجهات المنظمة العربية للتنمية الزراعية وتفاعلها مع المتغيرات الدولية لما فيه صالح التنمية في الاقطار العربية ، وبما يتماشى مع القدرات والامكانات العربية الساعية لتأمين الحد المناسب للوفرة الغذائية Food Wellfare بالمستوى الكمي والنوعي المطلوب . وفي هذا الإطار تأتي أهمية تطوير تقانة التخصيب المتكامل ، وهو الجمع بين المخصبات الكيميائية والمخصبات العضوية والميكروبية ، ومن المفيد في هذا الصدد بذل الجهود العربية القطرية والمشتركة في عدد من المجالات التي يأتي في مقدمتها :

أ- عمل رصد للتنوع الميكروبي المفيد والذي يمكن استخدامه في الزراعة .

ب- العمل على نقل وتطبيق التقانات المستخدمة للاستفادة من هذا التنوع الميكروبي لانتاج المخصبات أو المحسنات العضوية وأيضاً اللقاحات الميكروبية .

ج- عقد دورات تدريبية قطرية وقومية للتدريب على طرق وأساليب إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية وأيضاً ندوات للترويج لهذه التقانة .

4-1 التسميد (التخصيب) المتكامل :

1-4-1 مفهوم التسميد المتكامل Integrated Fertilization Concept

إن التحدي الحقيقي في قضية الغذاء العالمي ، يكمن فى قدرة الزراعة العالمية على مضاعفة إنتاج الغذاء لمواجهة الزيادة المضطردة في عدد السكان والتي تقارب 7 بليون نسمة عام 2000 . ولذلك فانه من المتوقع ان استهلاك الاسمدة الكيميائية سيزيد ايضاً بمعدل سريع ، وعلى سبيل المثال فان سماد النيتروجين المطلوب خلال القرن القادم لمواجهة الزيادة المتوقعة في الطلب قد تصل إلى ما قيمته 40 بليون دولار عام 2000 إلا أن إنتاجه قد لا يزيد بذلك المعدل المطلوب بسبب كلفة الإنتاج العالية الى جانب تدنى موارد الطاقة اللازمة لتصنيعه .

من هنا تبرز أهمية التسميد أو التخصيب المتكامل والذي يعني على وجه التحديد رفع كفاءة التكامل في استعمال الاسمدة الكيميائية بجانب المصادر البديلة من موارد المخصبات النباتية المتجددة سواء كانت عضوية أو بيولوجية ، أي ان التسميد المتكامل هو الجمع بين التسميد الكيميائي والعضوي والبيولوجي (الميكروبي) بهدف المحافظة على خصوبة التربة، لضمان استمرارية الزيادة في الانتاج الزراعي وبالتالي زيادة الانتاج للمزارعين، وتفادي الآثار البيئية السالبة التي تنتج عن الاعتماد كلية على التسميد الكيميائي.

ويتبع هذا النمط من التسميد المتكامل في اجزاء كثيرة من العالم وما زالت البحوث تتطور في هذا المجال من أجل المحافظة على خصوبة التربة وأيضاً من أجل تحسين النظم الزراعية المتبعة والنظم البيئية المحيطة .

1-4-2 المكونات الاساسية للتسميد المتكامل :

تعتمد كونات التسميدالمتكامل على المصادر التالية :

- مصادر التربة .
- الاسمدة المعدنية (الكيميائية) .
- المحسنات العضوية .
- اللقاحات الميكروبية .

ويهدف منهج التسميد المتكامل إلى التوليف بين هذه المصادر بطريقة متوازنة لضمان أقصي كفاءة ممكنة في إستخدامها .

1-4-2-1 مصادر التربة :

من المعلوم أن قدرة الامداد الغذائي للتربة ، تتأثر بعوامل عديدة من بينها الممارسات الزراعية من حيث العمليات والمعاملات والتركيب المحصولي ومعدل التكثيف وطبيعة الدورة الزراعية ، إلى غير ذلك . ومن الطبيعي أن ممارسات الزراعة المستمرة المكثفة تؤدى لنقص مغذيات التربة . ولتحسين الامداد الغذائي للتربة يراعى ما يلي :

- اتباع طرق مناسبة لادارة وصيانة التربة لتقليل الفقد في المغذيات. (العناصر)
- علاج مشكلة تحرك العناصر الغير متاحة (غير مذابة)

- اختيار الاصناف المناسبة من المحاصيل والطرق الزراعية المناسبة، والتركيبة المحصولية المناسبة من أجل رفع كفاءة إستخدام الأسمدة المتاحة .

- التلقيح الميكروبي للتربة (بكتيريا أو فطرياً) لزيادة ذوبان الفوسفور اللازم لنمو النبات

1-4-2-2 الاسمدة المعدنية (الكيميائية) :

لعبت الأسمدة المعدنية ولا تزال الدور الاساسي في تطوير وزيادة الانتاج الزراعي ، وفي إطار الإتجاه نحو تقليل الإعتماد على هذا النوع من الأسمدة فإن الأمر يتطلب سياسة واضحة في هذا الشأن تراعى التدرج وتحسين كفاءة الإستخدام والإحلال بالمصادر الغذائية العضوية أو أية مصادر أخرى ، ومن العوامل المساعدة في هذا الشأن ما يلي :

- جدولة التوصيات السمادية التي تعتمد على التركيبة المحصولية المتعددة .

- تحسين كل مقومات الانتاج بما فيها استخدام المغذيات الكبرى والصغرى

- تقليل نسبة الفقد الحقلي عند إضافة الأسمدة . باختيار الزمن والطريقة المناسبة للتسميد .

- تقليل الفقد أثناء الترحيل

- استعمال الأسمدة الفوسفاتية الحبيبية التركيب والتشجيع على استعمال الصخور الفوسفاتية .

1-4-2-3 المحسنات العضوية :

لقد بلغت الاشارة لهذه المحسنات ببعض التفصيل غير أنه يمكن في هذا الصدد عرض أهم مصادر هذه المحسنات في صورة موجزه .

أ- نباتية ومنها :

- **سماد البيتموس** : ويتواجد غالباً بالمناطق ذات المناخ الرطب أو المعتدل ، وقد يتواجد بالمناطق القارية الحارة (فلسطين ، أندونيسيا) ويستخدم عادة لتحسين خواص التربة القارية ، وأراضي البيتموس يمكن الزراعة فيها بدون إضافة أسمدة

- **السماد الاخضر (الأزولا)** : نبات الأزولا من النباتات السرخسية وتعيش طافية فوق سطح الماء ويتكاثرخضرياً وتبرز أهميته كسماد أخضر عند زراعة محصول الأرز في المناطق الآسيوية مثل اندونيسيا ، الصين ، اليابان ، الفلبين، الهند ، حيث تدفن الاوراق في التربة قبل الزراعة لتكون مصدر نيتروجين هام للأرز . كما يمكن ايضاً زراعة بعض النباتات البقولية ثم تحرث بعد نضجها لتزيد من خصوبة التربة وتحسين خواصها الفيزيائية كما يمكن استعمال النباتات المائية لنفس الغرض.
- **سماد كمبوست** : وهو بقايا الاجزاء النباتية والحيوانية المتحللة بفعل النشاطات الميكروبية حيث يتم دفن المخلفات الزراعية مع روث الحيوانات على عمق 3-5 متر وعرض 6-8 متر . وتترك لمدة 2-4 أسابيع قبل استعمالها حسب درجات الحرارة ، ويستعمل بكثرة في ريف الهند والصين وبعض البلدان الافريقية ويمكن انتاجه آلياً. واذا تعذر إنتاج الكمبوست من أجل توفير مصدر عضوي للتسميد يمكن استخدام طريقة دمج بقايا المحاصيل في التربة وفرشها على السطح .

ب- حيوانية ومنها :

- **سماد بلدي** : لقد عرف استعمال روث الحيوانات كسماد بلدي منذ أكثر من 2000 عام مثل مخلفات الجاموس والبقر بالاضافة لامكانية انتاج غاز الميثين من الروث بواسطة النشاط الميكروبي وتحت ظروف غير هوائية كما هو متبع بالصين (البيوغاز) ، كما أن من فوائد استعمال السماد البلدي تحسين انتاج الأعلاف في مناطق تربية وتسمين الماشية، وبالتالي تحسين تغذية الحيوانات كما ان استعمال مخلفات الطيور (الدجاج والحمام) له أثر ملموس في تحسين إنتاج المحاصيل في المناطق الريفية . وثبت حديثاً أن مخلفات الخفاش ذات قيمة غذائية عالية للنباتات.
- **سماد عضوي سمكي**: لقد عرف حديثاً انه بالامكان طهي مخلفات صناعة الأسماك واستعماله كمصدر تسميد غني بالعناصر الاساسية اللازمة للنمو وهي النتيروجين ، الفوسفور، البوتاسيوم . ويعرف هذا النوع من السماد باسم سماد هاريسون .

- **سماد مخلفات سلاخانات الذبيح** :وما تحويه من دماء وعظام .

- **سماد الديدان الأرضية** :بأكثارها ثم خلطها بالتربة لتستعيد خصوبتها المفقودة وتستخدم في الصين واستراليا بكفاءة عالية .

ج- **بشرية** :لقد عرف الاغريق والرومان استعمال الاخراجات البشرية في تسميد النباتات ، حيث يساعد ذلك على تحسين وزيادة انتاجية تلك النباتات، وكانت تستعمل أيضاً الى عهد قريب في مناطق آسيا في الصين والهند واليابان، إلا أن الأخيرة قللت استعماله ويمكن استعمال هذا النوع من السماد إما:

- بالاضافة المباشرة (وله عواقب صحية غير جيدة) .

- أو بعد عمل كمبوست (هضم الاخراجات) لانتاج الغاز الحيوي .

- أو بعد المعالجة البيولوجية والكيميائية (محطات معالجة المجاري)) .

1-4-2-4 لقاحات ميكروبية :

وتشمل اللقاحات البكتيرية والفطرية والطحلبية :

- **اللقاحات البكتيرية** : مثل لقاحات الريزوبيوم للمحاصيل البقولية أو لقاحات الازوتوباكتر للمحاصيل الغير بقولية ، فكلاهما يقوم بتثبيت عنصر النيتروجين الجوي في التربة، فيحصل النبات على احتياجه من النيتروجين ، ولهذا النوع من التسميد أهمية خاصة في البلدان الأقل نمواً حيث لا يحتاج تطبيقه إلى تكنولوجيا معقدة بالاضافة للفوائد الكبيرة في زيادة الانتاج .

- **اللقاحات الفطرية** :مصدرها الاساسي هو فطر الميكوريزا حيث يستطيع ان يعيش تكافلياً مع النباتات ، فيقوم بتحويل الفوسفور الغير ميسر الى فوسفور ميسر في التربة فيستطيع النبات أن يستفيد منه في بناء الطاقة الكبيرة اللازمة لنموه . هذا وقد ثبت حديثاً انه يمكن خلط الريزوبيوم والميكوريزا دون أن يحدث بينهما أي تضاد وبالتالي يمكن توفير عنصرين أساسيين لنمو النباتات وهما النيتروجين والفوسفور .

- **اللقاحات الطحلبية** : الطحلب الاخضر المزرق (Blue Green Algae) شائع الاستعمال مع زراعات الارز حيث يقوم بتثبيت النيتروجين اللازم لنمو هذا المحصول . بالاضافة لافرازه فيتامين B12، وفيتامين C ، وأوكسينات تساهم كلها مساهمة فعالة في تحسين نمو نبات الأرز .

1-4-3 العائد من تطبيق نموذج التسميد المتكامل :

ينطوي التسميد المتكامل على العديد من العوائد والمنافع الإقتصادية والفنية والبيئية ويمكن حصر أهمها فيما يلي :

أ- توفير العملات الصعبة اللازمة لاستيراد الاسمدة الكيميائية لبعض الاقطار العربية الغير منتجة للاسمدة .

ب- تقليل تكاليف التسميد بالمقارنة بالاعتماد الكامل على التسميد الكيميائي .

ج- التقليل من التلوث البيئي الذي يحدثه استخدام الاسمدة الكيميائية بمفردها .

د- تحسين الانتاج كماً ونوعاً، بما يتماشى مع معايير المواصفات العالمية .

هـ- لا يحتاج تطبيقه تكنولوجيا متقدمة .

و- تحسين الخواص الكيميائية الفيزيائية والحيوية للتربة خاصة عند استصلاح الاراضي المتأثرة بالملوحة Salt Affected Soils .

ز- توفير العناصر اللازمة للنمو (مثل النيتروجين والفوسفور) وأيضاً البوتاسيوم وبعض من العناصر الكبرى والصغري الاخرى .

1-4-4 نموذج الاستخدام المرشد Rational Use Model :

في إطار جهود المنظمة العربية للتنمية الزراعية لزيادة الانتاجية الهكتارية للمحاصيل فى البلدان العربية فقد طورت في إحدى دراساتها السابقة نموذجاً لترشيد استخدام المدخلات الزراعية الكيميائية والعضوية والبيولوجية ، وهذا النموذج يعتبر تطويراً لنموذج نظام التغذية المتكاملة Intergrated Plant Nutrition System الذى طرحته منظمة الـ FAO فى الثمانينات، ويعتبر هذا النموذج في حال تعميم تطبيقه ذو أهمية وفائدة كبيرة لتحسين وزيادة الانتاج كماً ونوعاً .

ويعتمد نموذج الاستخدام المرشد للمستلزمات الكيميائية – العضوية – البيولوجية الزراعية Rational Use Model for Bio-Organic-chemical Agro-Inputs

على المعطيات البيئية الزراعية ، وبناءاً على تحاليل معملية للتربة والنبات والمياه ، بالاضافة الى التركيبة المحصولية المتبعة ومصادر المخصبات النباتية المتاحة ، مع الاخذ فى الاعتبار ان يكون ذلك مقروناً باستخدام مرشد متكامل للمركبات التى تنظم نمو النبات او التى تحميه من الآفات الضارة . ويتوقف تطبيق هذا النموذج على دعم وترقية البنيات الاساسية والمؤسسية والبحثية فى كل قطر عربى. والشكل رقم (1-1) يوضح عناصر ومكونات هذا النموذج

ويوضح الشكل رقم (1-2) الدورالذي يمكن أن تلعبه الأسمدة الحيوية العضوية في إحتواء محددات الأراضي الملحية المتدنية الإنتاجية على النحو التالي :

- تحليل الأسمدة العضوية الى أحماض عضوية يساعد على تنظيم درجة أيون الأيدروجين (pH) إلى درجة تميل قليلاً للحموضة مما يساهم في تحسين ذوبان العناصر مثل الفوسفور والعناصر الصغرى وهذا يرفع من كفاءة إمتصاص النبات للعناصر الغذائية
- إضافة الأسمدة العضوية للتربة يزيد من كفادة النشاط الحيوي (الميكروبي) بإمدادها ببعض العناصر الأساسية لها
- تساعد اضافة الأسمدة العضوية في المحافظة على نفاذية (تهوية) التربة عند إستخدام الحرث التحتي ، وبالتالي المحافظة على بناء التربة بجانب قدرتها الهجروسكوبيه في الاحتفاظ بمياه الرى مما يقلل تكرار ممرات الري

5-1 الوضع الراهن لانتاج واستخدام المخصبات المختلفة بالوطن العربي:

1-5-1 المخصبات الكيميائية :

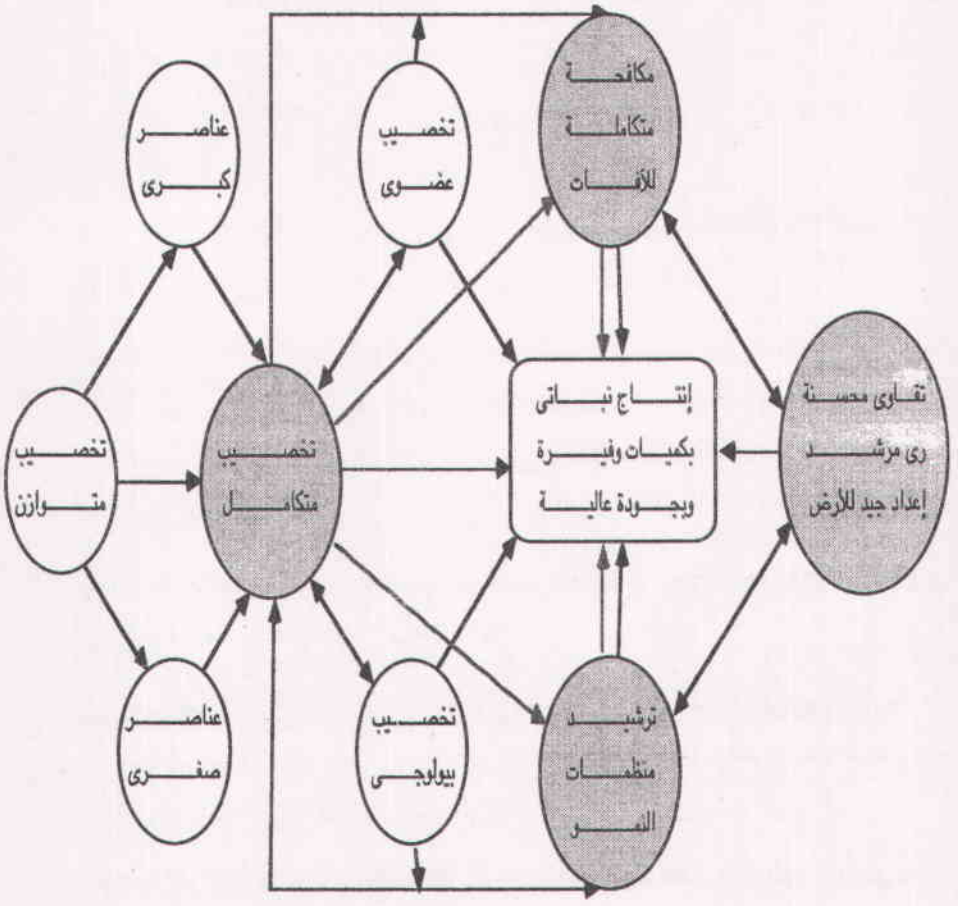
تتفاوت الاحتياجات الغذائية للنبات على النحو التالي[1] :

---

(1) المصدر: Fertilizer Management Crops, Guide Book 1988

شكل رقم (1-1)

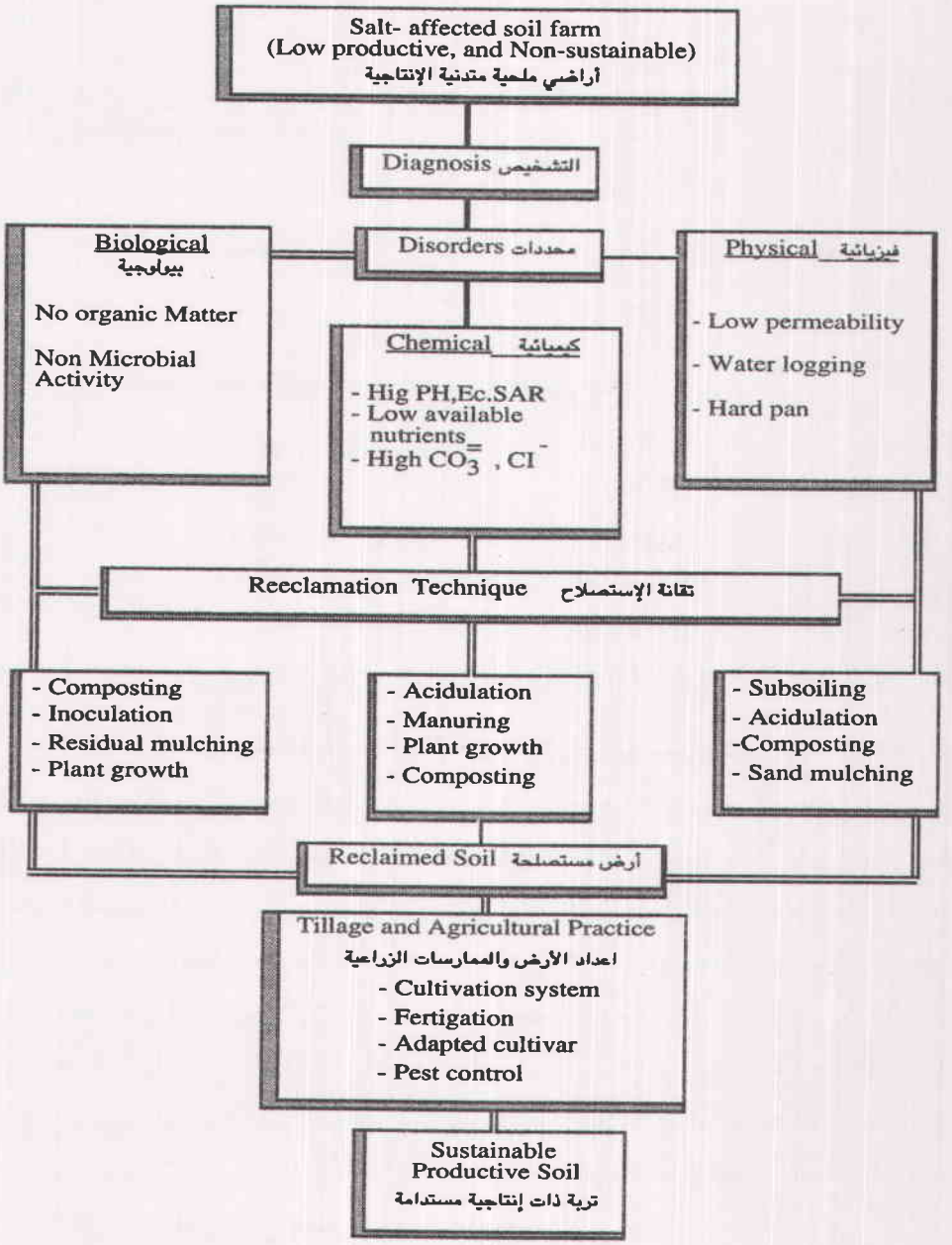
عناصر نموذج الاستخدام المرشد للمستلزمات الكيميائية والعضوية والبيولوجية الزراعية



المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1994، دراسة الآثار المترتبة على استخدام المخصبات والهورمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات.

شكل رقم (1-2)

أهمية اللتسميد الحيوي في معالجة الأراضي الملحية متدنية الإنتاجية



أ- عناصر غذائية آساسية (كبرى)	كجم/ هكتار
N	140-100
P_2O_5	60-50
K_2O	160-130
ب- عناصر غذائية ثانوية	**كجم/ هكتار**
Ca	24-19
Mg	14-12
S	21-10
ج- عناصر غذائية صغرى	**كجم/ هكتار**
Fe	3.5-0.6
Zn	0.4-0.2
Mn	0.6-0.5
Cu	0.2-0.08
B	0.2-0.06
Mo	0.01-0.004

ويوضح الجدول رقم (1-17) أن الوطن العربي يزخر بموارده من مصادر الأسمدة الكيماوية وبخاصة الآزوتية والفوسفاتية ، حيث يقدر حجم الإنتاج من الأسمدة الآزوتية عام 1995 بحوالي 6.2 مليون طن ، ومن الأسمدة الفوسفاتية حوالي 5.3 مليون طن . وفي جانب الإستخدامات فإن الجدول رقم (1-18) يوضح أن جملة الإستخدامات من الأسمدة الكيماوية في متوسط عامي 1994 ، 1995 تقدر بنحو 3 مليون طن منها حوالي 2 مليون طن أسمدة أزوتية ، وحوالي 850 ألف طن أسمدة فوسفاتية ، والباقي من الأسمدة البوتاسية . ويلاحظ أن استخدام الأسمدة الكيماوية يرتبط إلى حد ما بكل من المساحات الزراعية في الدول والاقاليم المختلفة في الوطن العربي ، كما يرتبط بدرجة أكبر بالزراعات المروية . ومن ثم يلاحظ أن الاقليم الأوسط هو الأكثر إستخداماً لتلك الأسمدة وبتأثير الرقعة الزراعية المروية في مصر وأيضاً في السودان .

جدول رقم (أ-17)

انتاج المخصبات الكيميائية بالوطن العربي عامي 1994 ، 1995

(بالألف طن متري)

الاقليم	القطر	الأسمدة الأزوتية		الأسمدة الفوسفاتية	
		1994	1995	1994	1995
الاوسط	جيبوتي	-	-	-	-
	السودان	-	-	-	-
	الصومال	-	-	-	-
	مصر	870.33	940.23	145.35	178.35
	المجموع	870.33	940.23	145.35	178.35
المشرق العربي	الاردن	749.7	729.3	394.09	506.52
	سوريا	272.35	236	201.67	171
	العراق	301.25	283.38	277.32	281.22
	لبنان	-	-	250	250
	فلسطين	-	-	-	-
	المجموع	1323.3	1248.68	1123.08	1208.74
المغرب العربي	الجزائر	220	61	179	80
	تونس	113	193	1841	1836
	المغرب	371.86	373.91	1525.74	1887.25
	ليبيا	205.17	189	-	-
	موريتانيا	-	-	-	-
	المجموع	910.03	816.91	3545.74	3803.25
الخليج العربي	السعودية	212.7	177	116.6	15.47
	الكويت	687.12	849.47	-	-
	الامارات	357.57	463.93	-	-
	قطر	1643.1	1680.1	-	-
	البحرين	-	-	-	-
	اليمن	-	-	-	-
	عمان	-	-	-	-
	المجموع	2900.49	3170.5	116.6	95.47
المجموع الكلي		6004.16	6176.32	4930.77	5285.81

(-) غير متاحة

المصدر الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية ، المجلد 17

جدول رقم (1-18)

استخدام المخصبات الكيميائية بالوطن العربي متوسط عامي 1994 ، 1995

الاقليم	القطر	الالف طن متري في السنة			
		N	P_2O_5	K_2O	N.P.K
الاوسط	جيبوتي	-	-	-	-
	السودان	161.5	19	-	180.5
	الصومال	78	-	-	0.78
	مصر	770.36	130.05	58	958.41
	المجموع	932.64	149.05	58	1139.69
المشرق العربي	الاردن	39.57	1.55	1.19	2.31
	سوريا	223.99	133.44	6.18	363.61
	العراق	159.05	82.63	1.56	243.24
	لبنان	31.16	10	3	44.16
	فلسطين	-	-	-	-
	المجموع	453.77	227.62	11.93	693.32
المغرب العربي	الجزائر	25.15	14.19	1.29	40.63
	تونس	109.65	42.25	3.49	500.9
	المغرب	102.7	70.05	31.45	204.2
	ليبيا	29.4	69.53	1.25	100.18
	موريتانيا	2.26	-	-	2.26
	المجموع	269.16	196.02	37.48	502.66
الخليج العربي	السعودية	235.31	274.6	43.1	553.01
	الكويت	28	-	-	28
	الامارات	14.2	1.5	2.6	18.3
	قطر	6.37	-	-	6.37
	البحرين	0.24	0.11	0.28	0.63
	اليمن	15.98	0.71	0.48	17.17
	عمان	11.56	0.96	1.98	14.5
	المجموع	311.66	277.88	48.44	637.98
المجموع الكلي		1967.23	850.57	155.85	2973.65

(-) غير متاحة

المصدر : الكتاب السنوي للإحصاءات الزرعية العربية ، المجلد 17 .

2-5-1 المخصبات الحيوية :

تتنوع مصادر المخصبات الحيوية في الوطن العربي ، وتعتبر المخلفات الزراعية النباتية والحيوانية من أهم هذه المصادر والتي لم يتم استغلالها حتى الآن استغلالاً اقتصادياً مناسباً .، ومعظم هذه المخلفات لا تزال خارج دائرة الإهتمام وينتج عن إهمالها أو التخلص منها بطرق غير مناسبة آثار بيئية وصحية ضارة في كثير من الأحيان .

وعلى الرغم من أن الإحصاءات الزراعية العربية لا تزال تهمل إجراء التقديرات الكمية لهذه المخلفات التي تعتبر في حقيقة الأمر نواتج ثانوية ذات أهمية اقتصادية كبيرة ، إلا أن تقديرات إجدي دراسات المنظمة العربية للتنمية الزراعية تشير إلى أن المخلفات الزراعية النباتية تبلغ حوالي 182 مليون طن سنوياً ، وذلك كما يتضح من الجدول رقم (1-19) . وإذا كانت نسبة من هذه المنتجات الثانوية تستغل اقتصادياً في مجالات مختلفة ، فإن واقع الأمر يشير إلى أن كميات كبيرة منها لا تزال دون الاستغلال الأمثل أو أنها غير مستقلة على الإطلاق . الأمر الذي يعني أن هناك رصيداً ضخماً من المصادر الوفيرة والرخيصة نسبياً والتي يمكن إستغلالها في إنتاج المخصبات الحيوية في الوطن العربية .

وفي واقع الأمر فإن هناك بعض الدول العربية تقوم في الوقت الحاضر بأنشطة تصنيعية قائمة على الإستفادة من مخلفات المدن (القمامة) لانتاج مواد سمادية . ويعرض الجدول رقم (1-20) بعض تلك الدول والطاقات التصنيعية المتاحة بكل منها وفق ماتوفر من بيانات ويتضح من هذا الجدول أن دول الخليج العربية تمتلك أكبر طاقات تصنيعية في هذا المجال تليها مصر ، ويضاف إليها بعض الدول الأخري بطاقات أقل مثل سوريا والجزائر .

ويوضح الجدول رقم (1-21) مصادر المخصبات العضوية واللقاحات الميكروبية في بعض الدول العربية التي توافرت المعلومات عنها . ومن الجدول المشار إليه يتبين أن هناك إمكانيات ومقومات لانتاج احتياجات الوطن العربي من المخصبات الحيوية . وفيما يلي أهم ملامح الوضع الراهن لمقومات الإنتاج في الدول العربية .

1- يعتبر مصر والسودان والعراق من الدول العربية الرئيسية التي تهتم بإنتاج واستخدام اللقاحات الميكروبية (لقاح الريزوبيوم للمحاصيل البقولية ولقاح الميكوريزا للمحاصيل والحراج) .

جدول رقم (1-19)
التقدير الكمي لأهم النواتج الثانوية الزراعية النباتية
في الوطن العربي (بالألف طن مادة جافة)

الاقاليم	مخلفات المحاصيل النجيلية	مخلفات القطن (سيقان)	مخلفات محاصيل البذور الزيتية	مخلفات المحاصيل البقولية	مخلفات المحاصيل السكرية	مخلفات النخيل	مخلفات التصنيع الزراعي الغذائي	المجموع
الاقليم الأوسط	61590	1973	8111	490	337	1220	9040	82761
الجزيرة العربية	7371	53	95	71	...	1606	4525	15721
المشرق العربي	72779	834	374	580	117	1004	1897	37585
المغرب العربي	40697	7	407	1083	190	1154	2679	46217
مجموع الوطن العربي	144436	2867	8987	2224	644	4984	18141	182284

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية - دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية للإستفادة من المخلفات الزراعية النباتية ، الخرطوم ، سبتمبر (أيلول) 1997

جدول رقم (1–20)*

الاقطار العربية التي تقوم بصناعة سماد القمامة

القطـــر	المدينة	الطاقة الانتاجية	تاريخ الانشاء
الامارات	أبوظبي	150 طن/8 ساعة	1976
الامارات	الشارقة	150 طن/8 ساعة	1977
الامارات	العين	150 طن/8 ساعة	1978
الامارات	أبوظبي	600 طن/8 ساعة	1979
السعودية	ينبع	300 طن/8 ساعة	1984
قطر	الدوحة	300 طن/8 ساعة	1984
مصر	شبرا	160 طن/8 ساعة	1984
مصر	دمياط	160 طن/8 ساعة	1985
مصر	المقطم	100 طن/8 ساعة	1985
الجزائر	تلمسان	100 طن/8 ساعة	1985
سوريا	دمشق	700 طن/8 ساعة	1988

* لم تتوفر معلومات عن بقية الاقطار العربية .

المصدر: الاسمدة العضوية والأراضي الجديدة ، سامي محمد شحاته، محمد راغب الزناتي ، بهجت السيد علي الدار العربية للنشر والتوزيع 1993– القاهرة .

جدول رقم (1-21)*

مصادر المخصبات العضوية واللقاحات الميكروبية بالوطن العربي

الاقليم	القطر	مصادر مخصبات عضوية			مصادر لقاحات ميكروبية		
		حيوانية	نباتية	أخري	بكتيرية	فطرية	طحلبية
الاوسط	السودان	زرق، روث	كمبوست	مخلفات سلخانات	ريزوبيوم	ميكوريزا	
	مصر	زرق، روث	كمبوست	حمأه مجاري، غاز حيوي قمامة	ريزوبيوم، ازوتوباكتر	ميكوريزا	طحالب خضراء، زرقاء
المشرق العربي	الاردن	زرق، روث	كمبوست	حمأه مجاري، غاز حيوي	-	-	-
	سوريا	-	كمبوست+فحم عضوي	قمامة	ريزوبيوم، ازوتوباكتر	-	-
	العراق	-	كمبوست+فحم عضوي		ريزوبيوم، ازوتوباكتر	ميكوريزا	طحالب خضراء، زرقاء
شبه الجزيرة العربية والخليج العربي	السعودية	زرق+ روث	-	قمامة	-	-	-
	الامارات	-	-	قمامة	-	-	-
	البحرين	زرق+ روث	كمبوست+بيتموس	حمأه المجاري	-	-	-
	اليمن	زرق،+روث نفايات سلخانات	كمبوست	حمأه مجاري	-	-	-

* لم تتوفر معلومات عن بقية الاقطارالعربية

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الاستبيان للدورة التدريبية عن انتاج واستخدام الاسمدة الحيوية عمان/الأردن (نموذج الإستبيان مرفق بالملاحق) .

2- تنحصر بعض الانشطة في استخدام بعض اللقاحات على مستوى بحثي أو تجريبي في بعض الاقطار العربية وتنعدم كلية في بعضها.

3- يتم في مصر إنتاج سماد الغاز الحيوي (Biogas) والاستفادة من الغاز الناتج في الاضاءة، وتسير المملكة الاردنية الهاشمية على نفس النهج باستحداث وحدة إنتاج الغاز الحيوي لمدينة عمان الكبرى .

4- تتفوق المملكة العربية السعودية في انتاج سماد زرق الدجاج المعالج فيزيائياً (غيرمخمر) على بقية الاقطار العربية الأخرى .

5- يتميز السودان بوجود كميات هائلة من المخلفات الزراعية (حيوانية ونباتية) مما يؤهله لقيام صناعة إنتاج المحسنات العضوية الشبيهة بالفحم العضوي (Peat Moss Like) واستخدامها في استزراع الصحراء وتحسين خواص التربة.

6- تتمتع كل من اليمن وموريتانيا والمغرب بوجود نفايات سمكية بكميات كبيره مما يؤهلها لقيام صناعة سماد مركزات مسحوق السمك الغني بمحتواه الغذائي من العناصر الاساسية (NPK) والبديلة للاسمدة الكيميائية .

7- تنتشر على السواحل الليبية ما يسمى بحشيشة البحر بكميات كبيرة قد تصلح لتصنيع سماد الأعشاب البحرية بعد تقييم جدوى تصنيعه إقتصادياً وبيئياً.

8- توجد في بعض الاقطار العربية صناعة سماد القمامة بغرض التخلص من النفايات المنزلية والاستفادة من السماد الناتج في تحسين انتاج التربة الزراعية.

9- تتميز جمهورية مصر العربية بوجود مركز للموارد الميكروبية Microbial Resources Centre (MIRCEN) التابع لجامعة عين شمس ، وهذا المركز مؤهل ليكون نواه لمركز عربي للأسمدة الحيوية (عضوية وميكروبية).

10- يتوافر بالوطن العربي كميات هائلة من المخلفات الزراعية النباتية تقدر بما يقرب من 180 مليون طن على النحو السابق ذكره في الجدول رقم (1-19) . وتعتبر هذه الكميات ، أو علي الأقل غير المستخدم منها ، رصيداً هاماً للإستفادة منه اقتصادياً في انتاج المخصبات الحيوية .

11- تقدر مركزات المخلفات الحيوانية والتي يمكن استخدامها في صناعة سماد مركزات المخلفات الحيوانية بأكثر من مليون طن في العام (الجدول رقم 1-22) مما يعني أن هناك مصادر طبيعية يمكن الاستفادة منها بإعادة استخدام .

12- استحدثت المملكة العربية السعودية إقامة صناعة الاسمدة العضوية الميكروبية المتطورة ذات المزايا الحيوية المتعددة والتى سبق الاشارة اليها .

13- تنفرد مصر والعراق باستخدام الطحالب الخضراء الزرقاء في التسميد العضوي الحيوي ، بل تنفردان أيضاً باستخدام التسميد الاخضر.

جدول رقم (1-22)

مركزات المخلفات الحيوانية التي يمكن انتاجها بالوطن العربي

المركزات	الكمية بالألف طن/العام
أ- مخلفات المجازر :	227.5
- مسحوق العظم	43.7
- مسحوق الدم	178.3
- مسحوق الاحشاء	42.1
- مسحوق الريش	39.4
الاجمالي	531.0
ب- مسحوق السمك	399.9

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الإستفادة من المخلفات الزراعية في إنتاج الأعلاف الحيوانية ، الخرطوم ، 1998 .

الباب الثاني

التقانات الحديثة لإنتاج المخصبات الحيوية (اللقاحات الميكروبية)

الباب الثاني

التقانات الحديثة لانتاج المخصبات الحيوية (اللقاحات الميكروبية)

1-2 تطور التقانات العالمية لانتاج المخصبات الحيوية :

منذ بدايات القرن العشرين إستنبط الإنسان تقنيات متنوعة تهدف إلى زيادة الانتاج الغذائي دون الاضرار بالموارد الزراعية المتجددة ، وقد اخذت تقانة انتاج وإستخدام المخصبات الحيوية قدراً كبيراً من اهتمامه ، حيث بدأ التعرف على الدور الذي تلعبه بكتريا العقد الجذرية في زيادة إنتاج المحاصيل البقولية بتثبيتها للنيتروجين الجوى، ثم إتجهت أنظاره لاستخدام أحياء التربة الدقيقة لتيسير بعض العناصر الغذائية الاخرى ، ومن ثم عرفت الأسمدة أو اللقاحات الحيوية الميكروبية Microbial Inoculants . وقد تطورت تقنية اللقاحات الميكروبية لتشمل أنظمة بيولوجيه متنوعة منها التكافلي (Symbiotic) ، مثل تقانة إستخدام لقاح الريزوبيوم (Rhizobium) مع البقوليات، والازولا (Azolla) مع الطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae) كسماد اخضر ، والاكتينوميسيتس Actinomycetes لتوفير عنصر النيتروجين ، والميكوريزا Mycorrhiza لتوفير عنصر الفوسفور . ومنها اللاتكافلي (Non-symbiotic) مثل الازوتوباكتر Azotobacter، والأزوسبريلام Azosprillum ، والطحالب الخضراء المزرقة (BGA) ، الأنابينا (Anabena) ، لتوفير عنصر النيتروجين . ومذيبات الفوسفور ، مثل الباسيلاس Bacillus، و الاسبرجلس Aspergillus ، الأورثروباكتر Orthrobacter لتوفير عنصر الفوسفور ، هذا بالإضافة إلى بكتريا السليكات والاسبرجلس والبسيدوموناس والباسيلاس لتوفير عنصر البوتاسيوم ، وبذلك يمكن بتقانة اللقاحات الميكروبية توفير العناصر الاساسية للنبات على النحو التالي :

النظام الحيوي / العنصر	نظام تكافلي Symbiotic System	نظام لا تكافلي Non-Symbiotic System
N	+	+
P	+	+
K	-	+

هذا وقد تطور انتاج اللقاحات الميكروبية ، فاصبحت تُنتج حالياً على نطاق تجاري وعلى حوامل (Carriers) مختلفة ، أحدثها حوامل الفحم العضوي Peat-Moss . وفي بعض البلدان تنتج مخلوطة مع حوامل سائلة (Emulsified) غالباً تكون مبيدات بتركيزات لا تؤثر على نشاط اللقاح ، بل تكون درعاً واقياً للمثبطات Inhibitors الطبيعية الحيوية الأخرى .

لقد أصبحت المخصبات الحيوية الميكروبية تنتج مخلوطة بعناصر رئيسية (NPK)، وعناصر صغرى، وأحياناً منظمات نمو مع الدبال السائل (Humic Acid) . وتنتج اللقاحات الميكروبية بعد عزلها في ظروف معقمة في المعمل ، ثم يتم استزراعها إما على بيئات مغذية خاصة سائلة ، واستخدامها لتلقيح بذور المحصول أو التربة ، أو استزراعها في الحقل مباشرة ثم حرثها . ويطلق الخبراء على هذه العملية الحرث البيولوجي (Biological ploughing) وقد أستخدمت هذه التقنية بنجاح في علاج مشكلة التلوث البترولي لكي يستفيد المحصول من المخزون الغذائي للميكروب المستزرع وافرازاته الطبيعية ، التي تنظم درجة الأس الهايدروجيني pH بما يسهل تيسير العناصر غير الميسرة Non-Available .

وقد استدرك الانسان أيضاً تراكم النفايات الزراعية بأشكالها المختلفة (نباتية وحيوانية) والحضرية (نفايات القمامة والمخلفات البشرية والصناعية) ، ومدى خطورة ذلك على صحة البيئة والموارد الطبيعية ، فهداه تفكيره للاستفادة ، القصوى من تلك المخلفات

العديدة والمتنوعة ، وذلك باعادة استخدامها (Recycling) ، باعتبارها مخزون غذائي ومصدر للطاقة لا يستهان به . وكما سبقت الاشارة من قبل ، فقد بدأ الانسان سعيه في المحافظة على الطبيعة ومواردها المتجددة منذ ان عرف الزراعة وبعد التحضر الذي إرتبط بظهور أنماط إستهلاكية مستنزفة للموارد الطبيعية ، فقد اتجه الانسان للإستفادة من النفايات المتراكمة ، سواء الناتجة عن نشاطه الانتاجي وسعيه لتوفير الغذاء ، أو الناتجة عن سلوكه الإستهلاكي وتصنيع ذلك الغذاء ، وما يتبع ذلك من افراز نفايات القمامة والمخلفات البشرية البشرية والمخلفات النباتية (بقايا المحاصيل) والحيوانية (زرق الطيور وروث الحيوانات Manures).

وقد تطورت طرق الإستفادة من النفايات من تقانات يدوية تقليدية تعتمد على نفايات محدودة ، الى تقانات آلية حديثة متطورة ، تعتمد على نفايات كبيرة تأسست لها مصانع ضخمة . وقد امتدت مجالات الإستفادة إلى بعض النباتات المائية ، مثل ورد النيل والنفايات الأخرى ليس فقط في إنتاج المحسنات والمخصبات العضوية ، بل أيضاً في انتاج الطاقة باستخدام تقنية الغاز الحيوي أو التوليد الحراري للكهرباء ، بحرق النفايات بطرق حديثة لاتنتج عنها ملوثات تضر بالبيئة . وقد تنبه الانسان أيضاً أثناء سعيه للتطوير لوجود مصادر هامة يمكن الاستفادة منها في توفير الإحتياجات الغذائية للمحاصيل المختلفة ، فكانت الاستفادة من الاعشاب البحرية ، وما تختزنه من عناصر أساسية وصغرى ومنشطات نمو طبيعية ، والتي تعتبر من الوسائل الهامة في الزراعة العضوية ، لما تقوم به من فاعلية ثلاثية (مغذية – محسنة – ومنشطة) في منتج واحد.

ولم يقف إهتمام الإنسان عند هذا الحد بل إتجه للإستفادة من الكائنات الحية الصغيرة مثل الديدان الأرضية ، بتربيتها على القمامة ، حيث تتغذى عليها وتفرزها مرة أخرى في شكل اسمدة عضوية ذات محتوى غذائي عالى . ولقد تطورت التقانات المستخدمة للانتاج التجاري للمحسنات والمخصبات الحيوية العضوية في بلدان كثيرة من دول العالم المتقدم ويمكن تلخيص مدى الأثر الذي تقوم به المحسنات والمخصبات العضوية المتنوعة فيما يلي :

المخصبات والمحسنات العضوية الحيوية	المصدر	أثر مغذى Nutritional	أثر محسن Conditioner	أثر منشط Enhancer
أ- محسن عضوي	1- نباتي كمبوست	+	++++	+
حيوي	2- نباتي بتيموس	++	++++	++
ب-مخصب عضوي	1- حيواني مركزات	+++	++	-
حيوي	2- حيواني زرق	+++	++	-
	3- حيواني روث	++	++	-
	4- حيواني سمك	+++	++	-
	5- حيواني ديدان أرضية	+++	++	+
	6- اعشاب بحرية	++++	++++	+++
	7- اعشاب نهرية (غاز حيوي)	++	++++	++
	8- حمأة المجاري	+++	+	-
	9- سائل	+++	++	++

(-) معدوم (+) قليل (++) متوسط (+++) جيد (++++) جيد جداً

2-2 التقانات العالمية المستخدمة لانتاج اللقاحات الميكروبية :

تعرف المخصبات الحيوية على أنها مستحضرات أو منتجات تحتوى على خلايا حية أو ساكنة Latent لسلالات ميكروبية قادرة على تثبيت وتيسير العناصر الغذائية الرئيسية اللازمة لنمو النبات (النيتروجين ، الفوسفور، البوتاسيوم) ، أو تحليل المواد السليلوزية (العضوية) المحسّنة لظروف نموه . وتستخدم إما لتلقيح البذور Seed Inoculation أو تلقيح التربة Soil Inoculation أو تغطية التربة Soil Mulching ثم حرثها بهدف توفير مستلزمات وتهيئة بيئة نمو النبات من تغذية وتحسين وتنشيط . ويقتصر العرض في هذا

الباب على الشق الأول من المخصبات الحيوية وهو اللقاحات الميكروبية .

1-2-2 تطور تقانة اللقاحات الميكروبية :

أدخل Nobbe، Hilnter عام 1895 تقانة انتاج اللقاحات الميكروبية لسلالة الريزوبيوم التي اكتشفها العالم الهولندي Beijerinck عام 1888 وأسماها بالنتراجين Nitragin، حيث تم تنمية هذه السلالة على بيئة صلبة تحتوى على مستخلص للنباتات البقولية والجيلاتين والسكر والاسبارجين ، ولم تأخذ الشكل المصنع إلا في منتصف الثلاثينات بالولايات المتحدة الامريكية ، ثم انتقلت لأوروبا واستراليا والهند ، وبعد النجاح الذي تحقق للقاحات الريزوبيوم ، تم انتاج لقاحات الازوتوباكتر للمحاصيل غير البقولية والتي أصبحت شائعة الاستعمال بالهند مع القمح والارز، والبصل ، والطماطم ، ثم إمتد الاهتمام بها بعد ذلك إلى روسيا وبولندا ، حيث تم انتاجها تجارياً تحت اسم Azotobakterin وتستخدم لمعاملة التربة والبذرة . وقد كانت لها نتائج مفيدة مع الخضر والحبوب .

أما استخدام تقانة لقاح الطحالب الخضراء المزرقة في زراعة الارز ، فلم تبدأ الا في عام 1948 ، ثم تطور استخدامها بنجاح بواسطة مجموعة من العلماء الهنود . وبدأ ظهور تقانة مذيبات الفوسفور ، سواء مع السوبر فوسفات أو مع صخور الفوسفات في عام 1948 بواسطة Gerretsen وتطورت هذه التقانة بواسطة العلماء الروس الذين انتجوا ما أسموه بالـ Phosphobakterin يحتوى على ميكروبات الـ Bacillus لاستخدامها مع التربة والبذرة ، وقد عزز العلماء الهنود أهمية استخدامها باعتبارها تقانة واعدة . وقد لاقت تقانة استخدام محللات السليلوز Cellulose Decomposers اهتماماً كبيراً في أوروبا والولايات المتحدة الامريكية ، فتم انتاج المستخلصات الانزيمية Enzymatic Extracts لتلك الميكروبات (مخلوطة معها) لاستخدامها في تحضير وصناعة الأسمدة العضوية بطريقة سريعة ، وأخذت المنتجات الأوروبية أسماء تجارية عديدة منها Cofuna، الـ Agromax الـ Eokomit وأصبحت تنتج ايضاً بالهند تجارياً .

وانتجت البكتيريا المذيبة للكبريت (Thiobacilli) في إستراليا باسم Biosuper ، لاستخدامها في إذابة الفوسفور من الصخور الفوسفاتية بعد خلطها بالكبريت ، حيث أن

حامض الكبريتك H_2SO_4 المنتج من النشاط البكتيري يقوم بإذابة الفوسفور اللازم للنبات، ويتوقف استخدام هذه التقانة على مدى توفر عنصر الكبريت وصخور الفوسفات .

وكان اكتشاف Dobereiner وآخرين عام1976 بالبرازيل لميكروب الـ Azospirillum brasilance كلقاح مفيد لزراعة القمح والارز والشعير والذرة له أثر كبير في توفير ما يزيد عن 20 كجم نيتروجين للهكتار .

2-2-2 إنتاج اللقاحات الميكروبية التكافلية :

يتعرض النيتروجين الموجود بالتربة لعمليات فقد بخلاف ما يستهلكه المحصول بسبب الانشطة الحيوية وغير الحيوية كالغسيل :Leaching والاختزال Reduction والانطلاق أو التطاير Volatilization، وتتوقف خصوبة التربة وانتاجيتها على مقدار تعويض هذا الفقد. وهذا لا يتم الا بتثبيت النيتروجين الجوى حيوياً (Biological(BNF Nitrogen Fixation بتكافل البكتريا مع عائل (تكافلياً) أو بدون عائل (لاتكافلياً) حيث تحتوي البكتيريا على انزيم النيتروجينيز Nitrogenase Enzyme والذي يقوم بالتفاعل التالي:

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{Nitrogenase}} 2\,NH_3 \text{ (أمونيا)}$$

$$\text{أمونيا} \xrightarrow{\text{تمثيل حيوي}} \text{بروتين (Protein)}$$

Biosynthesis

وفي الطبيعة تلى عملية تثبيت النتروجين الجوى عملية التمثيل الضوئي من حيث الاهمية لاستمرار الحياة على الارض، خاصة وان تصنيع الامونيا بتقانة Haber Bosch المعروفة تحتاج لحرارة وضغط مرتفعين بجانب العوامل المساعدة Catalysts حسب التفاعل التالي :

$$N_2 + 3\,H_2 \xrightarrow[500\,C^{\circ}\quad 250\text{ atm}]{Fe_2O_3} 2\,NH_3$$

ومن هنا تتضح الأهمية الاقتصادية لتثبيت النيتروجين الجوي والاستفادة الكاملة منه للحد من الافراط في استخدام المخصبات الكيميائية وتفادياً للأضرار البيئية التي تحدثها ويمكن توضيح ذلك في حالة محصول الفول البلدي على سبيل المثال الذي يقدر الامداد الناتج منه في عملية تثبيت النتروجين الجوي بحوالي 140 وحدة نيتروجين للهكتار (تقريباً) للريزوبيوم فإذا ما قدرت قيمتها بنحو 20 دولار أمريكي فإن ذلك يعني ان الوفر الذي ينتج عن زراعة 100.000 هكتار فقط يقدر بحوالي 2000000 دولار امريكي . ومن الجدير بالذكر أن كمية النيتروجين المثبته تتراوح ما بين 10^8 إلى 10^9 طن في العام على مستوى العالم (تقديرات Hardy, Burns & Holston 1976) .

وتشير الاحصاءات الحديثة إلى أن ما يزيد عن 90٪ من نيتروجين التربة في العالم Global Soil Nitrogen يسترجع بواسطة الـ BNF وان 5٪ فقط عن طريق Haber/Bosch والباقي بوسائل أخرى بالبرق والرعد والأشعة فرق البنفسجية

وتنحصر صور التكافل الميكروبية في تثبيت النيتروجين الجوي سواء في العقد الجذرية أو العقد الورقية أو العقد الساقية بكتيرياً أو فطرياً أو طحلبياً على النحو التالي :

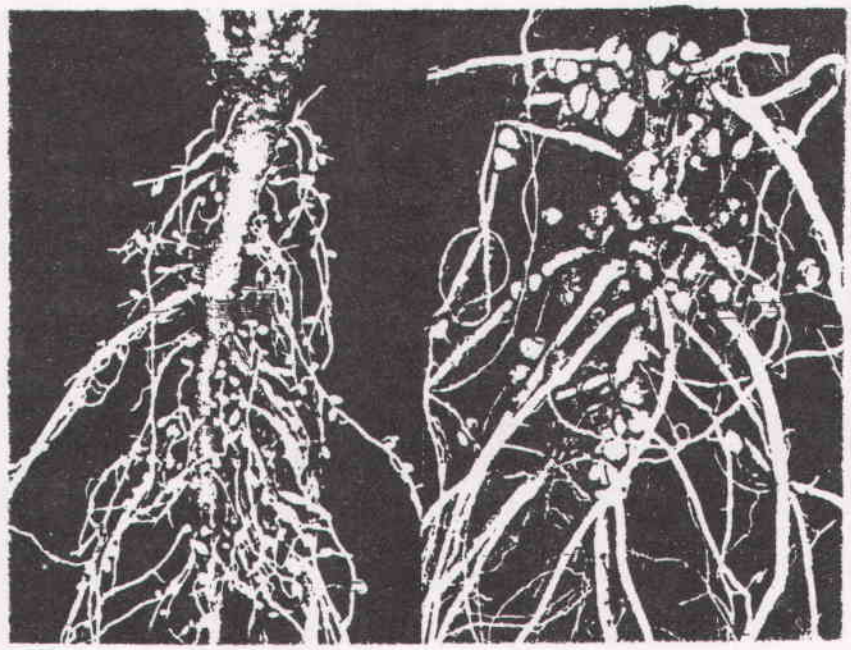
أ- التكافل بين الريزوبيوم وجذور البقوليات Rhizobium-Legume Symbiosis مثل البرسيم وفول الصويا شكل رقم (2-1).

ب- التكافل بين الريزوبيوم وجذور غير البقوليات Rhizobium - non- legume symbiosis كما في نبات الباراسبونيا - شكل رقم (2-2).

ج- التكافل بين الفرانكيا Frankia (الاكتينو ميست Actinomycete) وجذور غير البقوليات كما في نبات الالناس - شكل رقم (2-3).

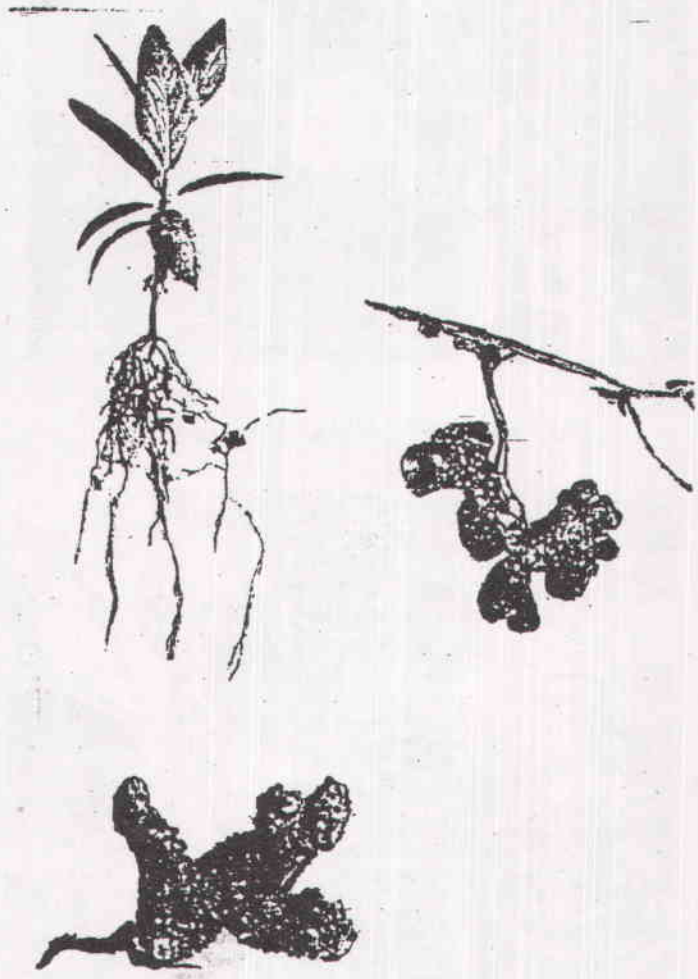
د- التكافل بين الباسيلاس Bacillus وأوراق النباتات الاستوائية وشبه الاستوائية مثل نبات الايكتوريا - شكل رقم (2-4).

هـ- التكافل بين الريزوبيوم وسيقان البقوليات مثل السيسبانيا - شكل رقم (2-5) .



شكل رقم (2-1)

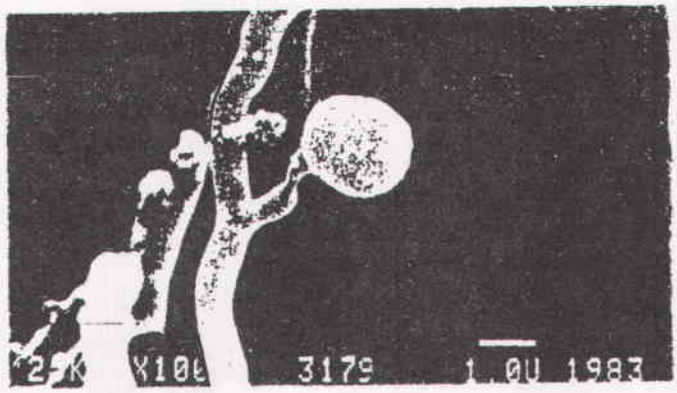
عقد جذرية للريزوبيوم في البرسيم وفول الصويا



شكل رقم (2-2)

عقد جذرية للريزوبيوم في نبات غير بقولي

الباراسبونيا Parasponia rugosa



الفرانكيا : وعاء كروي على تفرع جانبي للهيفا

شكل رقم (2-3)

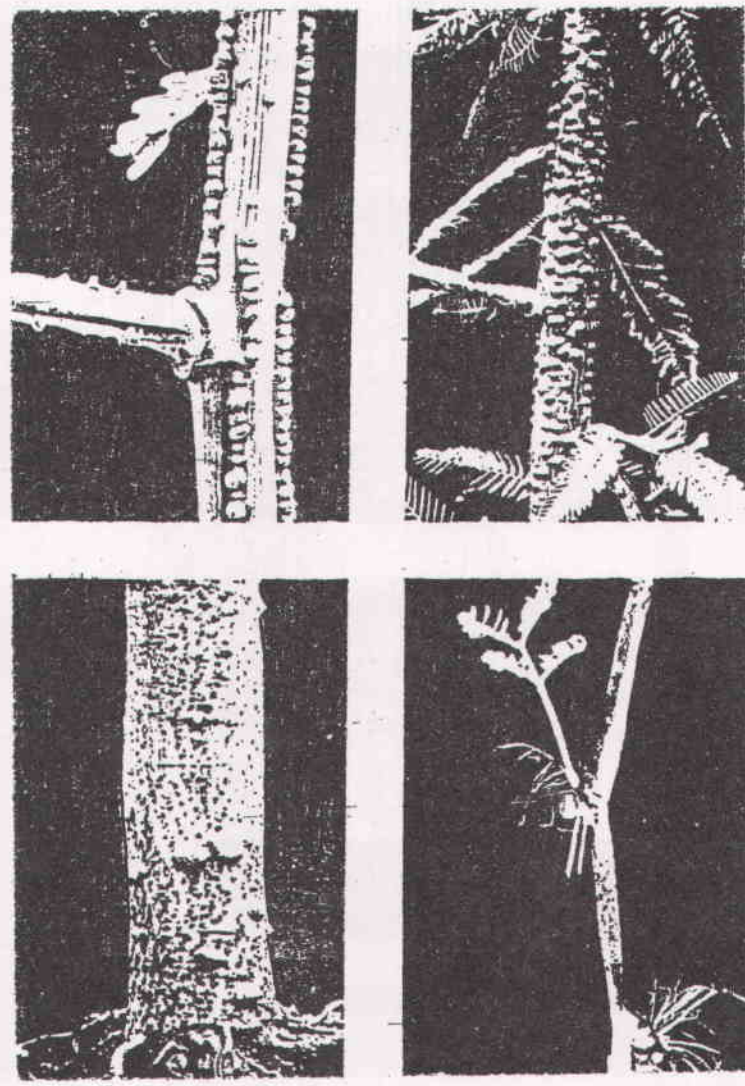
عقد جذرية للفرانكيا في نبات الألناس Alnus glutinosa

hcw: خلية العائل　　h : هيفا

n : نواه　　m : ميتوكوندريا

شكل رقم (2–4)

عقد ورقية للباسيلاس على اوراق نبات الايكتوريا



شكل رقم (2-5)

عقد الريزوبيوم على سيقان نباتات بقولية مختلفة

(Source : Klug & Reddy 1984)

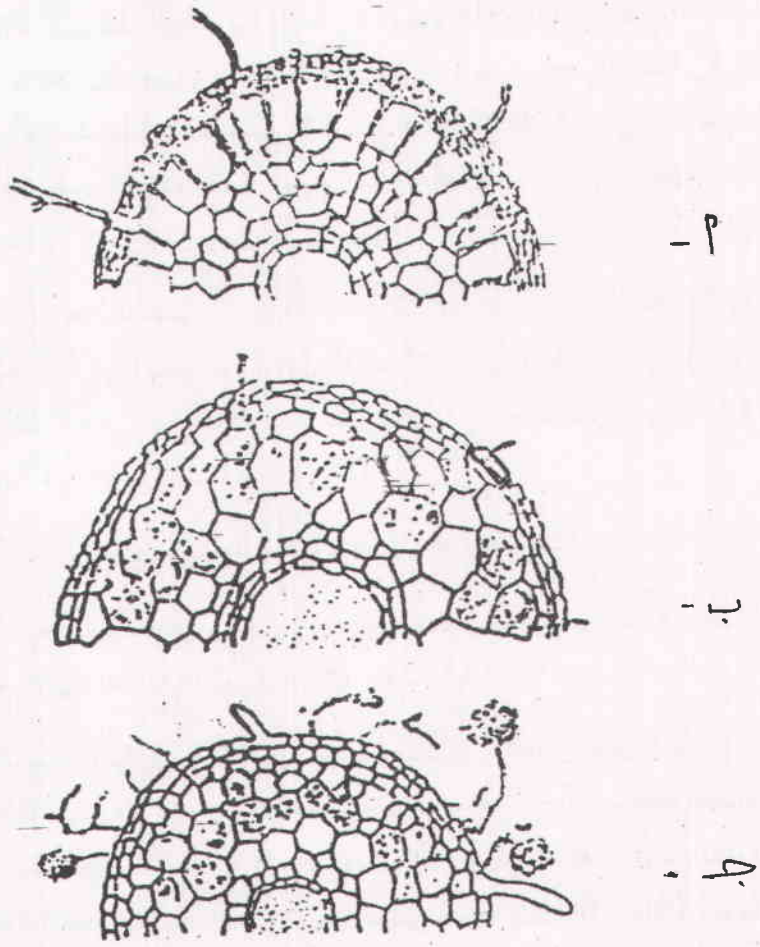
و- التكافل بين فطر الميكوريزا الوعائي الشجري Vasicular Arabscular (VAM) Mycorrliza وبين جذور النبات كما هو موضح في الشكل رقم (2-6) ، ويطلق عليها أحياناً جذور فطرية Fungal Roots وهي تزيد من جاهزية الفوسفور للنبات بافراز انزيم الفوسفاتيز أو بتشجيع جذور العائل لافراز أحماض عضوية تزيد من ذوبان الفوسفور.

ز- التكافل بين الطحلب الازرق الأخضر (BGA) وأوراق الازولا Azolla والتي يكثر انتشارها في البحيرات وجداول المياه والاراضي الغدقة Paddy Soils في جميع انحاء العالم حيث تتكاثر فيها بسرعة ، وهي نباتات سرخسية (مائية طافية) ، كما هو موضح بالشكل رقم (2-7) .

3-2-2-1 إنتاج لقاحات الريزوبيوم للعقد الجذرية :

تعد تقنية انتاج لقاح الريزوبيوم من أكثر التقانات شيوعاً في العالم ، وذلك إلى جانب التقانات الميكروبية التكافلية الاخرى (شكل رقم 2-8) .

ويتم تثبيت النيتروجين الحيوي بواسطة بكتيريا العقد الجذرية التابعة لجنس الـ Rhizobium السريعة النمو (تصل اقصى نمو لها بعد 40-70 ساعة) مسببة حموضة على بيئة مستخلص الخميرة والمانيتول (YEM) وأيضاً البكتيريا التابعة لجنس Bradyrhizobium البطيئة النمو (تصل أقصى نموها بعد 100-190 ساعة) مسببة قلوية على نفس البيئة (YEM) ، ويتم التعرف على هذه البكتريا باستخدام تقنية الفلورسنت (بتكوين الاجسام المضادة Anti-bodies) وتتخصص الريزبيوم Microsymbient في عملها بتكافلها مع عائل Macrosymbient أو عوائل بقولية محددة Cross Inoculation Groupكما هو موضح في الجدول رقم (2-1) والذي يضم المجموعات البقولية وانواع الريزوبيوم المتخصصة في إصابتها ، حيث يتم تكوين العقدة البكترية بعد الانبات مباشرة باجتذاب الريزوبيوم بالافرازات السكرية والانزيمية لقمة الجذر النباتية - شكل رقم (2-9) - والمشجعة على تكاثرها والالتصاق بها ، وبالتالي تتكون العقدة البكتيرية للرايزوبيوم بواسطة خيط العدوي Infection Thread (نمو في الشعرة الجذرية) حيث تتحول



شكل رقم (2-6)

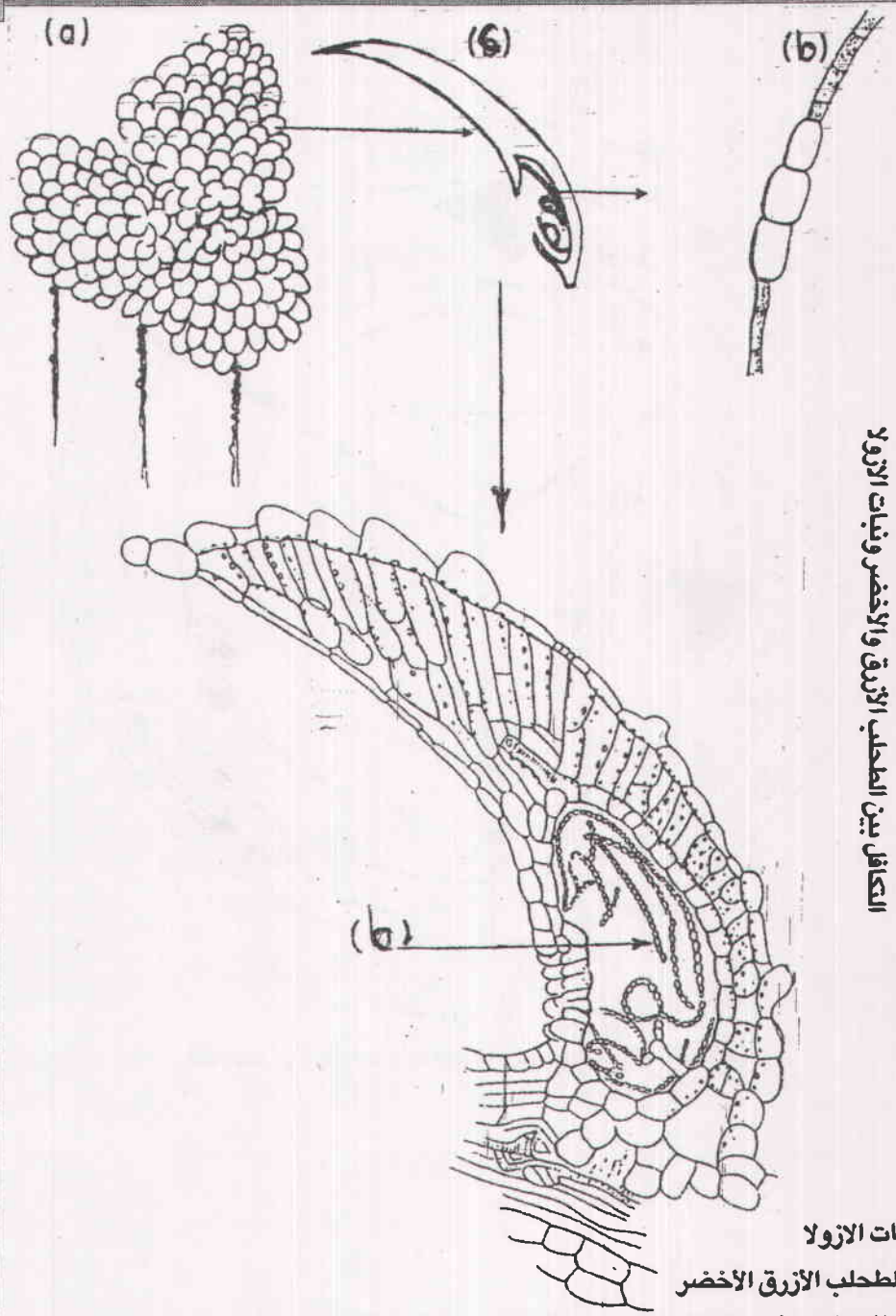
التكافؤ بين الميكوريزا والنبات

قطاع عرض في نباتات مصابة بالميكورهينزا Intracellular

أ- نشاهد فيها الهيفات تدخل من بين الخلايا Intracellular

ب- تشاهد فيها الهيفات تدخل داخل الخلايا Vesicular-arbuscular

ج- تساهد فيها دخول هيفات الميكورهيزا من نوع Endophyte مع وجود اجسام ثمرية بالمسيليوم الخارجي .



شكل رقم (2-7)

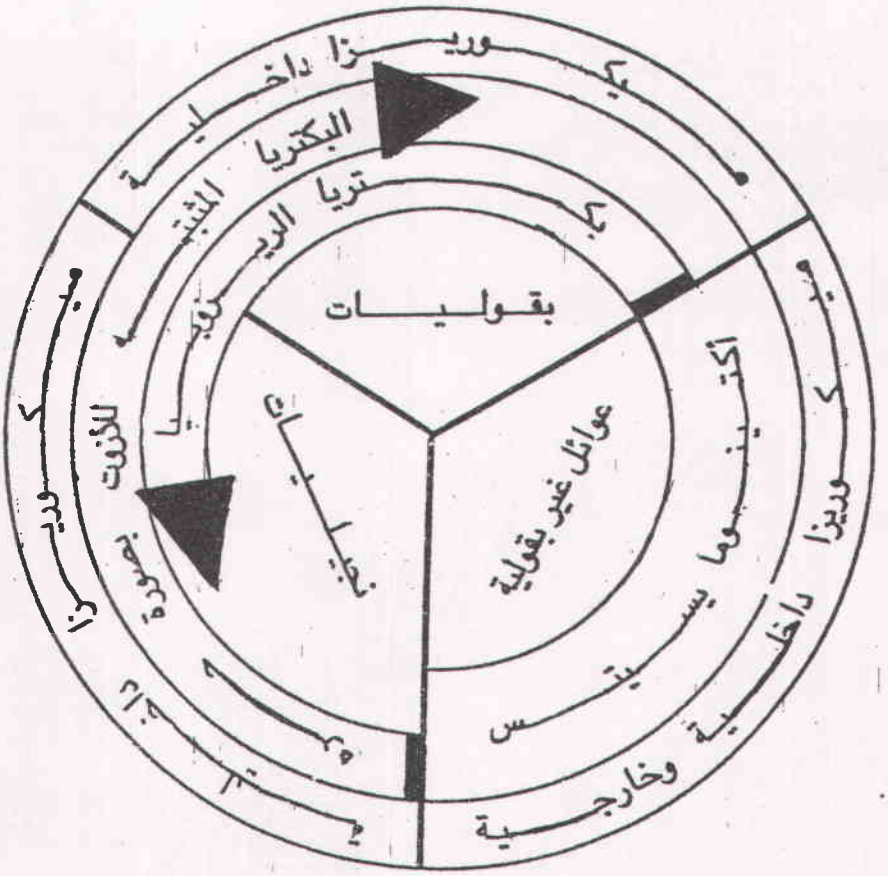
التكافل بين الطحلب الأزرق والأخضر ونبات الازولا

أ- نبات الازولا

ب- الطحلب الأزرق الأخضر

ج- قطاع طولي في نبات الازولا بداخله الطحلب الأزرق والأخضر (مصغر)

د- قطاع طولي في نبات الازولا بداخله الطحلب الأزرق والأخضر ((مكبر)



شكل رقم (2-8)

العلاقات التكافلية بين اللقاحات الميكروبية والعوائل النباتية

المصدر : محمدالسيد مصطفي الحداد ، الدورة التدريبية لانتاج واستخدام المخصبات الحيوية ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية و، عمان 1998 .

جدول رقم (2-1)

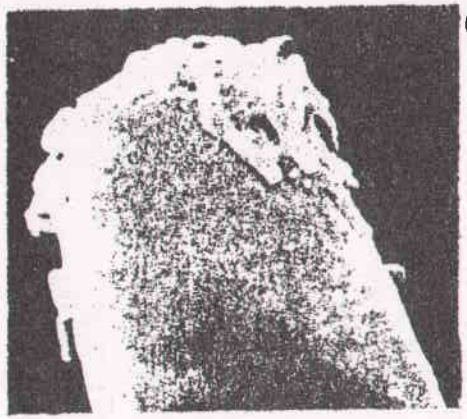
المجموعات النباتية وأنواع البكتيريا المتخصصة في إصابتها

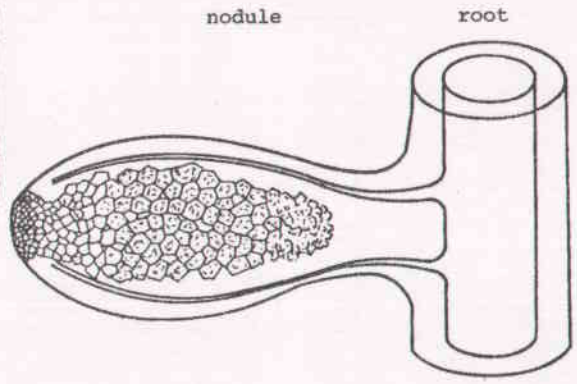
اسم المجموعة	نوع البكتريا	النباتات التي تضمها المجموعة
أ) مجموعات سريعة النمو :Rhizobium		
مجموعة البرسيم الحجازي Alfalfa group	*R. meliloti*	البرسيم الحجازي، الحلبة ، النقل، الحندقوق
مجموعة البرسيم Clover group	*R. trifolii*	البرسيم المصري، البرسيم الاحمر، البرسيم القرمزي
مجموعة البسلة Pea group	*R. leguminosarum*	البسلة ، بسلة الزهور، العدس، الفول العادي
مجموعة الفاصوليا Bean group	*R. phaseoli*	الفاصوليا
ب) مجموعات بطيئة النمو :Bradyrhizobium		
مجموعة الترمسLupine group	*B.Iupini*	الترمس
مجموعة فول الصوياSoybean group	*B.japonicum*	فول الصويا
مجموعة اللوبيا Cowpea group	*B.sp.*	اللوبيا، الفول السوداني، فاصوليا الليما، اللايلاب

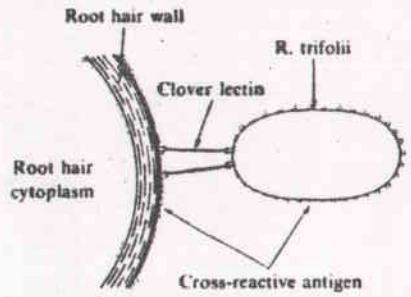
شكل رقم (2-9)

يوضح التصاق الريزوبيوم بطرف الشعيرة الجذرية للبرسيم (اليسار)

وقطاع طولي للقدة البكتيرية في البسلة (اليمن)







الريزوبيوم داخل الخلايا الى طور يسمي Bacteroids الذي يحتوى على انزيم النيتروجينيز Nitrogenase ولفترة تصل لمدة 7 أسابيع ، مصحوباً بتكوين الهمجلوبين ذو لون أحمر وردي Pink (اذا كانت عقدة نشطة) ، او بدونه اذا كانت عقدة غير نشطة او كاذبة Pseudo-nodule ، فتتم عملية تبادل المنفعة Symbiosis وبالتالي تثبيت النيتروجين الجوي تكافلياً Symbiotic .

ومن هنا تظهر أهمية العقد الجذرية للنباتات البقولية في قدرتها الفائقة على تثبيت النيتروجين الجوي وتفوق احياناً الـ 897 كيلو جرام نيتروجين للهكتار/سنة (جدول رقم 2-2) ، ولا يتم تكوين العقد البكتيرية لجنس الريزوبيوم على جذور البقوليات فقط بل أيضاً على سيقانها Stem Nodulating Rhizobium والتي لاحظها أول مرة العالم الهولندي Hagerup عام 1928[1] على نبات بقولي ينمو في المياه الضحلة بنهر النيجر . وتمكن كل من Dommergues و Dreyfus عام 1981 من اثبات هذه الظاهرة على سيقان وجذور السيسبانيا Sesbania sp. بالسنغال .

وتمتاز عقد الريزوبيوم الساقية عن الجذرية بقدرة نظامها الأنزيمي Nitrogenase على تثبيت النيتروجين الجوى في وجود تركيزات مرتفعة من الاكسجين لوجودها في أماكن قريبة من مواقع التمثيل الضوئي . وتميل الريزوبيوم البطئية إلى تثبيت النيتروجين الجوي تكافلياً في ظروف لا هوائية لذوات الفلقتين غير البقولية مثل الباراسبوانيا Parasponia . وتتأثر عملية تثبيت النيتروجين بالعوامل التي تؤثر على نمو العائل البقولي، ومنها بيئة التربة (درجة تركيز الايدورجين، درجة الملوحة ، درجة الحرارة ، نسبة الرطوبة) ، وطفيلياتها النافعة والمفيدة (آفات، يرقات الحشرات، البكتريوفاج ، فطر الميكوريزا) ، ومحتواها الغذائي (كالسيوم، موليبدنيوم، كوبالت ، الفوسفور ، البوتاسيوم ، النيتروجين) ، كما أنها تتأثر بعوامل حيوية أخرى (فاعلية سلالة الريزوبيوم Effective Rhizobium strain ، وتخصص النبات العائل Host plant specificity، وعدد خلايا الريزوبيوم) . وعموماً يتم انتاج لقاحات الريزوبيوم Rhizobium Inoculants من خلال الخطوات التالية :

---

(1) المصدر سعد زكي ، (1988) ، ميكروبيولوجيا الأراضي ، مكتبة الأنجلو المصرية .

جدول رقم (2-2)

تقديرات كمية النيتروجين المثبت تحت الظروف الحقلية لمحاصيل وأعلاف بقولية متنوعة

النبات		النيتروجين المثبت كجم/هكتار/سنة
الاسم الانجليزي	الاسم العلمي	
Food legumes		
Calapo	*Calopogonium mucunoides*	370-450
Horse bean	*Vicia faba*	45-552
Pigeon Pea	*Cajanus cajan*	168-280
Cowpea	*Vigna unguiculata*	73-354
Mung bean	*Vigna mungo*	63-342
Guar	*Cyanopsis tetragonoloba*	41-220
Soybean	*Glycine max*	60-168
Chick-pea	*Cicer arietinum*	103
Lentil	*Lens esculenta*	88-114
Groundnut	*Arachis hypogaea*	72-124
Pea	*Pisum sativum*	52-77
Bean	*Phaseolus vulgaris*	40-70
Forage legumes		
Tick clover	*Desmodium intortum*	897
Sesbania	*Sesbania cannabina*	542
Leucaena	*Leucaena leucocephala*	74-584
Centro	*Centrosema pubescens*	126-398
Alfalfa	*Medicago sativa*	229-290
Subclover	*Trifolium subterraneum*	207
Ladino clover	*Trifolium repens var. gigantea*	165-189
White clover	*Trifolium repens*	128
Stylo	*Stylosanthes spp.*	34-220
Vetch	*Vicia villosa*	110
Puero	*Pueraria phaseoloides*	99

المصدر : سعد زكي ، ميكروبيولوجيا الأراضي ، مكتبة الأنجلو المصرية ، 1998 .

أ- عزل سلالات الريزوبيوم .

ب- اختبار قدرة السلالات على تكوين العقد البكترية .

ج- حفظ السلالات .

د- الاستزراع والانتاج الموسع .

هـ- انتاج اللقاحات المحمولة .

و- ضبط الجودة

2-2-1-1 عزل سلالات الريزوبيوم Rhizobium strains selection:

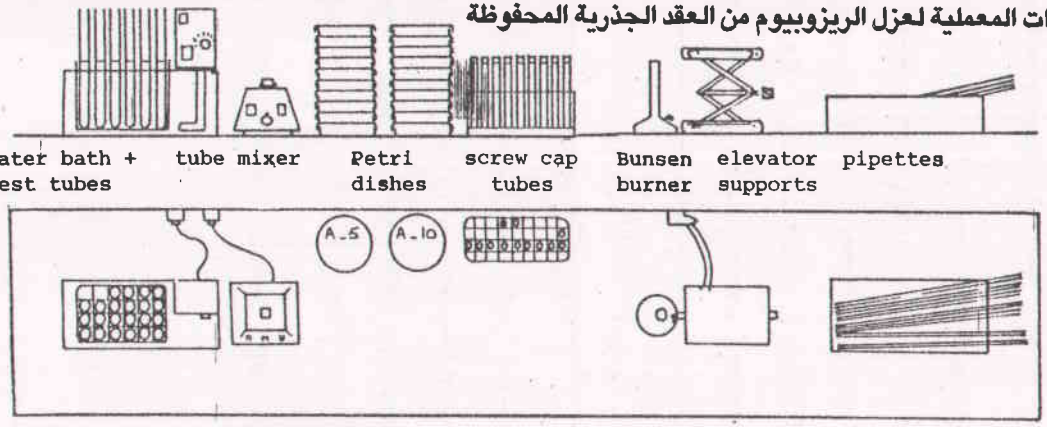
يتم تجهيز معمل الميكروبولوجي بالوضع الموضح بالشكل رقم (2-10) ، حيث يتم اختيار العقد البكتيرية الفاعلة Healthy Nodules ذات اللون القرمزي Pink السليمة Unbroken من النبات البقولي المعنى وحفظه داخل زجاجات صغيرة Vials على النحو الوارد في الشكل رقم (2-10) لحين احضارها للمعمل لاجراء عمليات عزل الريزوبيوم .

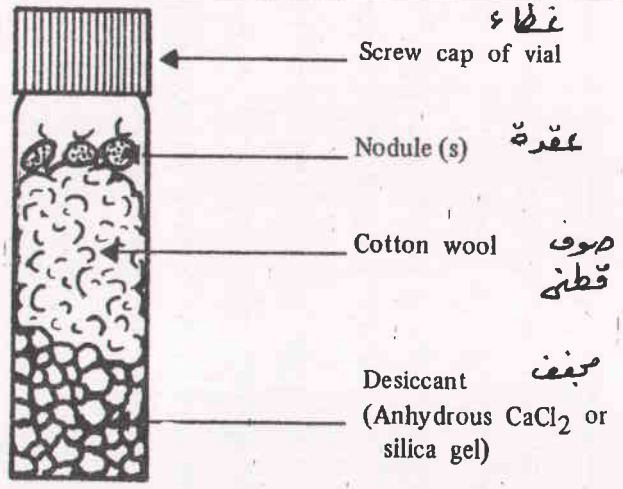
يتم العزل بغسل العقدة بالماء ثم تغمس في محلول كلوريد الزئبق الحامضي Acidified HgCl (0.1٪) لمدة 5 دقائق أو في ماء الاكسجين (H_2O_2) (3-5٪) ، ثم يعقم سطحها بمحلول الكحول الايثيلي (95٪) ثم تغسل بالماء المعقم ، وبذلك يتم التخلص من كل الكائنات الدقيقة الملوثة لسطح العقدة ، ثم تسحق العقدة (Crushed) في ماء معقم بواسطة قضيب زجاجي للحصول على مستخلص العقدة (Nodule Extract) ، والذي يتم نثره مباشرة دون تخفيف على بيئة من الآجار والمانيتول ومستخلص الخميرة (YEMA) Yeast Extract Mannitol Agar ، كما هو متبع في طريقة Date Hallicdy بالشكل رقم (2-11) ، وبعد تخفيفه كما هو متبع في تقانة Subba Rao بالشكل رقم (2-12).

وتجدر الاشارة إلى أنه من الممكن زراعة أي محصول بقولي في تربة قد تحتوى على ريزوبيوم طبيعي Native Rhizobium في أصص لفترة حوالي 4-6 أسابيع حتى تتكون العقد الجذرية (Root Nodule) ، ثم تجمع في أوعية زجاجية كما سبق ذكره لاجراء العزل بعد ذلك .

شكل رقم (2-10)

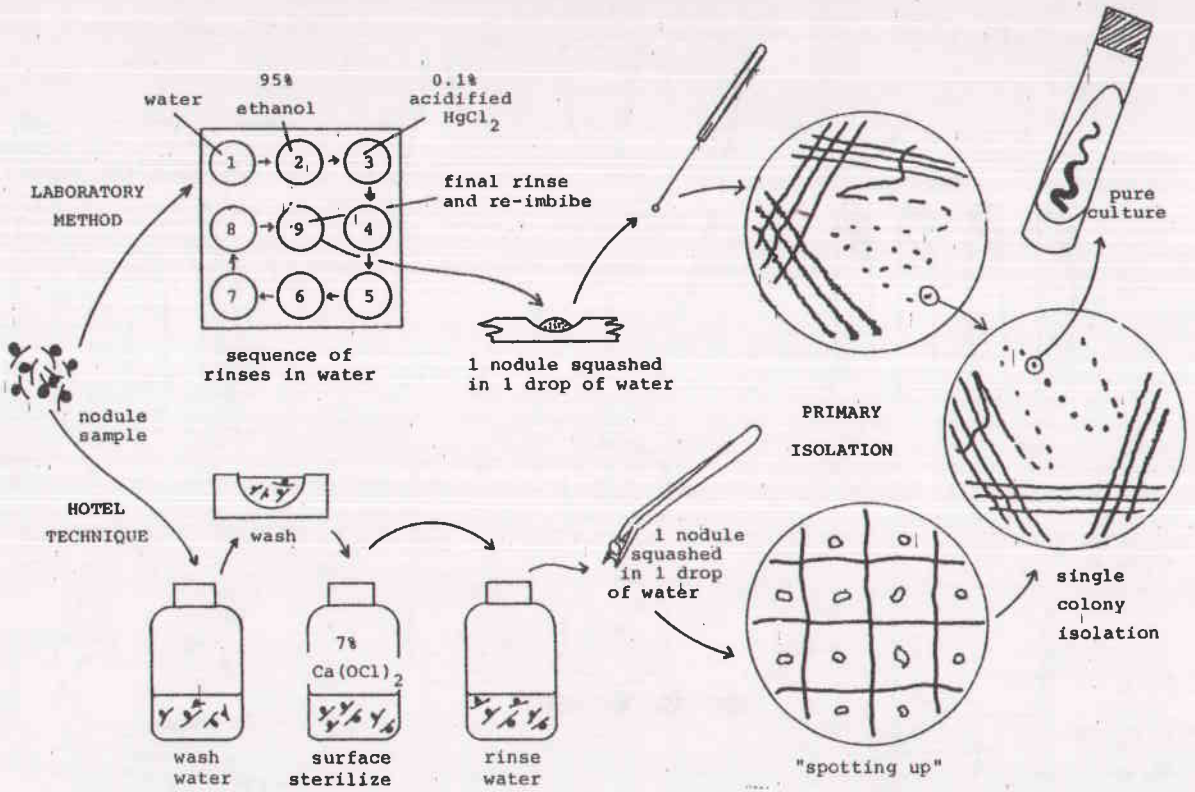
التجهيزات المعملية لعزل الريزوبيوم من العقد الجذرية المحفوظة





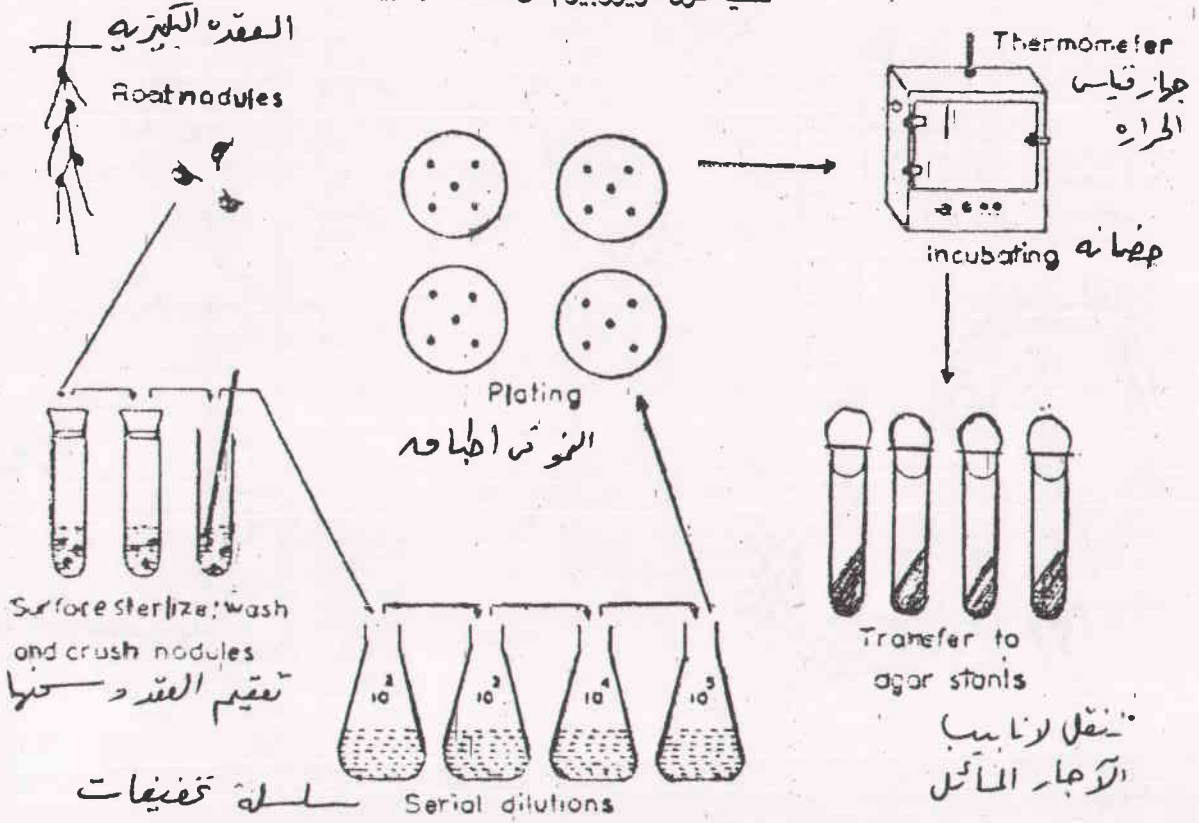
شكل رقم (2-11)

تقنية Date ، Halliday لعزل الريزوبيوم



شكل رقم (2-12)

تقنية عزل الريزوبيوم من العقد الجذرية



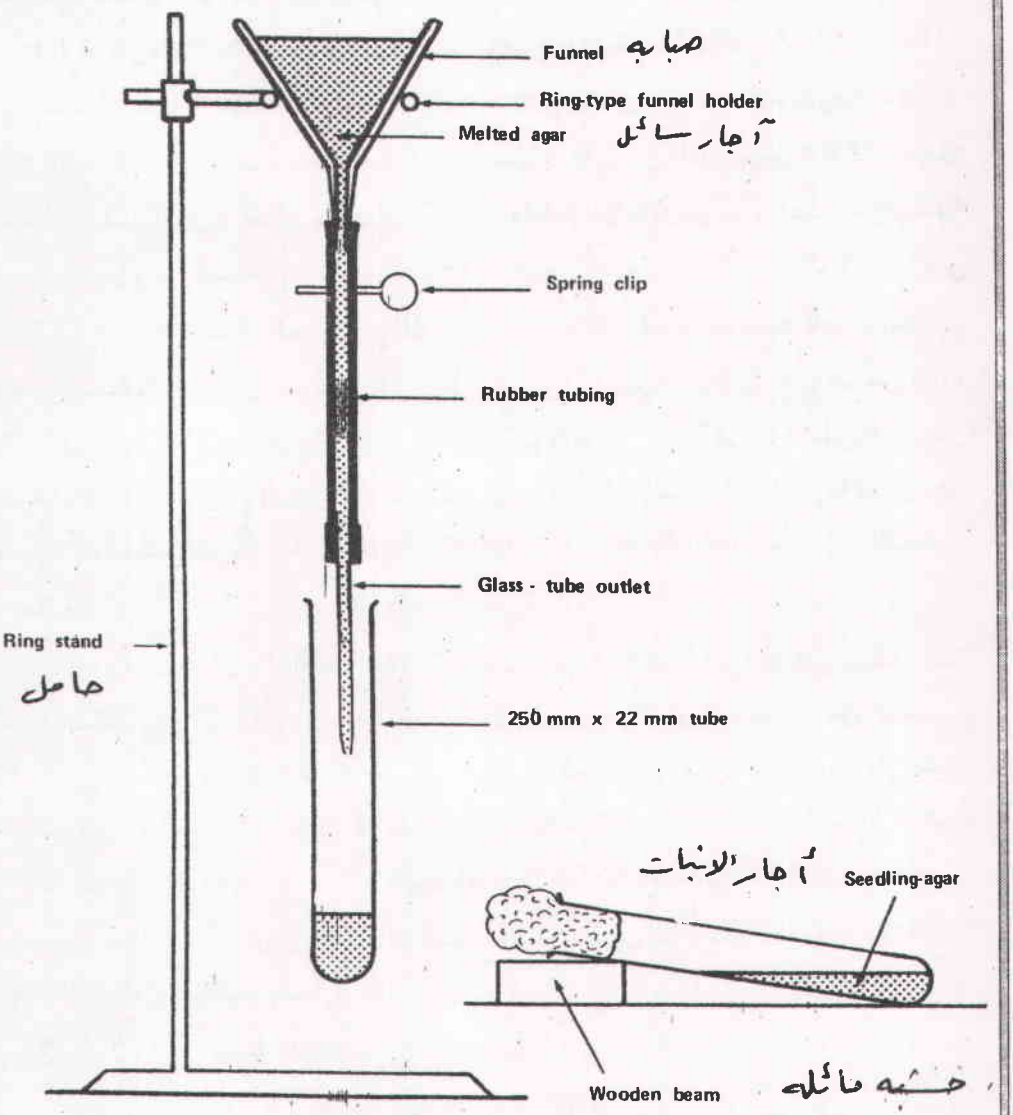
2-1-2-2-2 **إختبار تكوين العقد البكتيرية** Nodulation Test :

ويتم إما بتحضير بيئة الانبات للأجار المائل الخالي من النيتروجين Slant Agar ، كما في الشكل رقم (2-13) ، وهي تشمل YEMA كما سبق ذكره وباستخدام طريقة Jensen او طريقة Gibson المعدلة ، كما هو موضح بالاشكال (2-14 ، 2-15 ، 2-16) أو استخدام طريقة Fahraeus للانبات على محلول مغذي ، وقد يستخدم وعاء ليونارد Leonard gar لنمو النبات مع استخدام بيئة سائلة خالية من النيتروجين N-Free، وقبل استخدام احد الطرق المذكورة يجب التأكد من فاعلية خلايا الريزوبيوم العضوية والسالبة لصبغة جرام ، باستخدام اختبار صبغة الكونجو الحمراء Congo Red (1٪ في YEMA)، حيث تختزل الريزوبيوم اللون الاحمر، ويمكن فحصها تحت الميكروسكوب وتحديد شكلها (الشكل رقم 2-18) . وبالامكان ايضاً اجراء الاختبار في أصص Pots (الشكل رقم 2-19) داخل بيوت محمية . وقد يتم الاختبار ايضاً في غرف مبردة ، يمكن التحكم فيها في ظروف النمو . وقد تستخدم طريقة اصابة الشعيرات الجذرية للبادرات . وحديثاً تستخدم طريقة زراعة الأنسجة Tissue culture، وأحياناً يتم إجراء التجارب الحقلية لتحديد قدرة الريزوبيوم على تثبيت النيتروجين .

عموماً تتنوع اشكال العقد البكتيرية الجذرية سواء كانت نشطة أو غير نشطة ، كما في الاشكال رقم (2-20) ، (2-21) ، حيث يتم توزيعها بمواقع مختلفة من المجموع الجذري ، كما هو موضح بالشكل رقم (2-22) . وللتأكد من قدر ة الريزوبيوم على تثبيت النيتروجين تستخدم طرق متعددة منها طريقة كالداهل Kjeldahl وطريقة النظائر المشعة N^{15} وطريقة نشاط اختزال الاستيلين Acetylene Reduction Activity (ARA) ، وللتمييز بين انواع الريزوبيوم ، تستخدم طريقة تكوين الاجسام المضادة Serelogy باستخدام أحد حيوانات التجارب (الارانب) ثم فحص تلك الاجسام بتقانة الفلورسنت .

3-1-2-2-2 **حفظ السلالات** Maintenance:

تتنوع طرق حفظ السلالات المعزولة ويعتبر توافر معمل الميكروبيولوجي ، المرفق الأساسي لصون الموارد الميكروبية Microbial Resources conservation ، بهدف المحافظة على نقاوة السلالة Purity of Culture ، وإعطاء سمعة طيبة للمؤسسة أو الهيئة التي تقوم بالعزل ، وتحديد الصفات المختلفة .



شكل رقم (2-13)

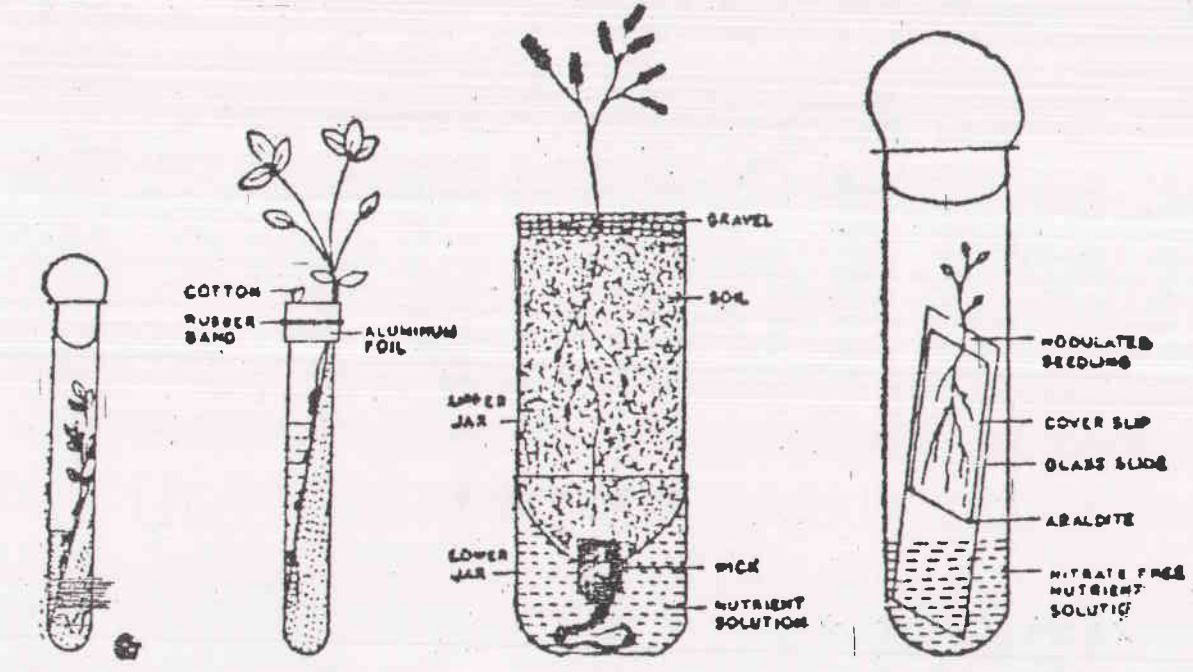
تشكيل أنابيب الإنبات على الآجار المائل Slant Agar

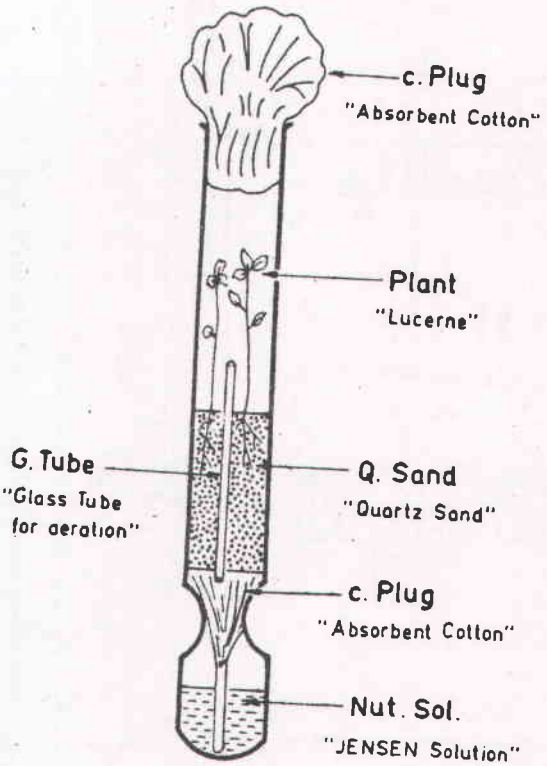
شكل رقم (2-14)

التقنيات المستخدمة لاختبار قدرة لقاحات الريزوبيوم على تكوين العقد البكتيرية

من اليسار إلى اليمين

- تقنية Jensen للانبات على الآجار (الانبوبة المغلقة)
- تقنية Gibson المعدلة للانبات على الآجار (الانبوبة المغلقة جزئياً)
- تقنية Leonard لزراعة البقول على محلول مغذي



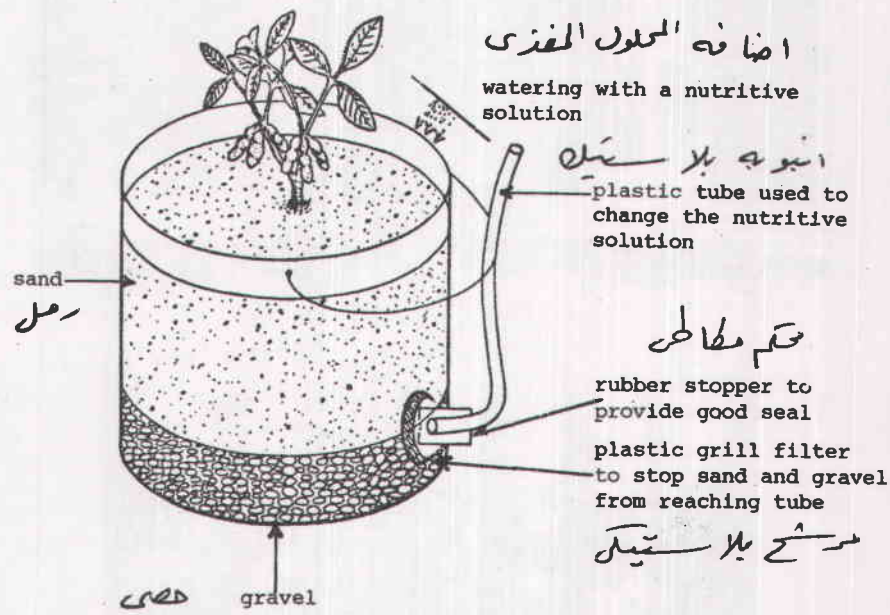


ROUX TUBE. Sterilized and self-irrigated sand culture technique

شكل رقم (2-15)

احد تقنيات الزراعة الرملية لاختبار تكوين العقد (انبوبة رو Roux تحت ظروف معقمة

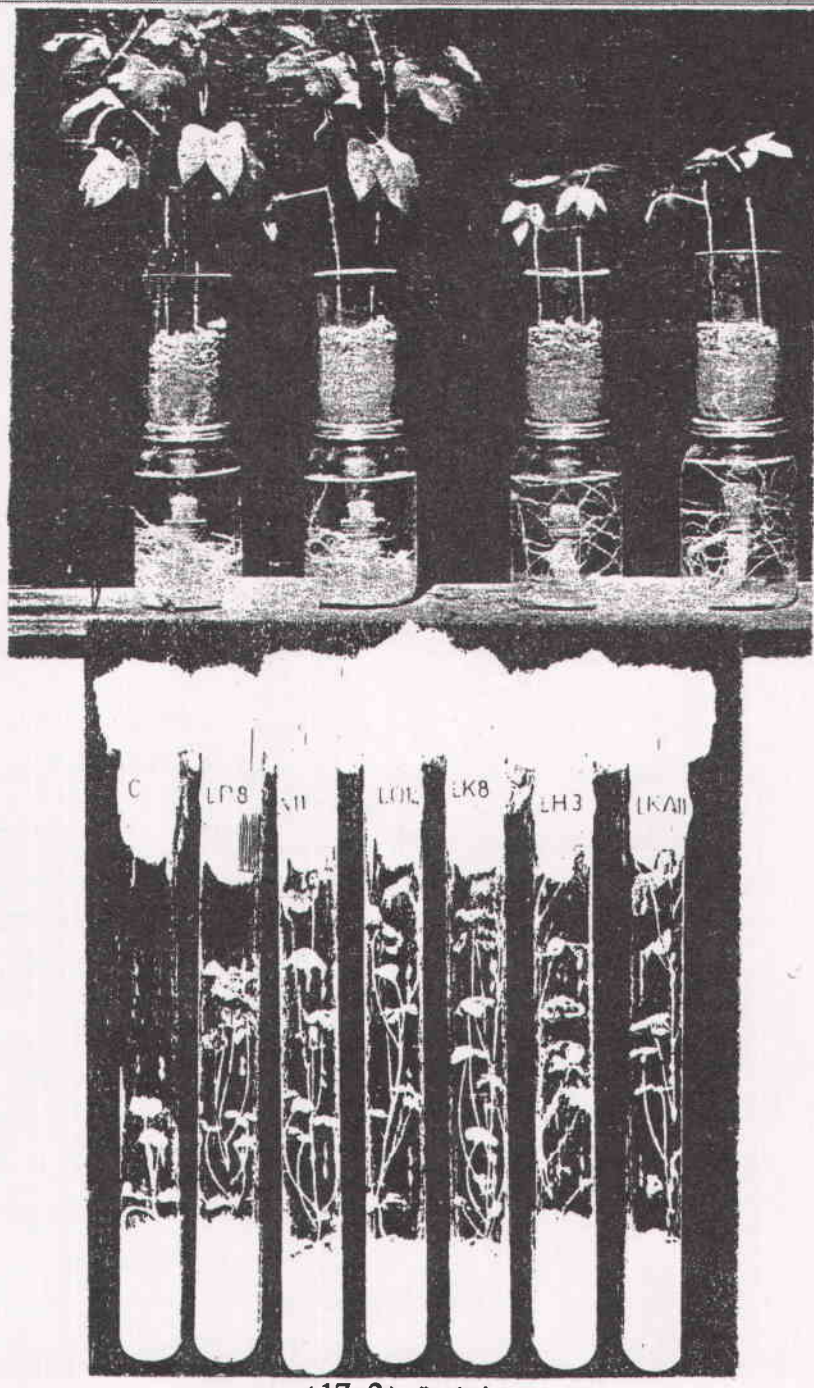
(تم تطويرها على النحو الحالي بواسطة تاج السر بشير عبد الله)



شكل رقم (2–16)

تقنيات متطورة لزراعة رملية لاختبار تكوين العقد البكتيرية

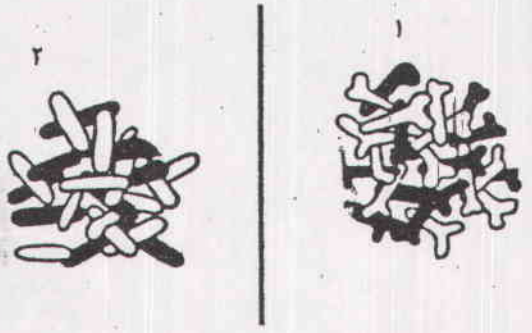
(Source : Rhiezobium Technology)



شكل رقم (2-17)

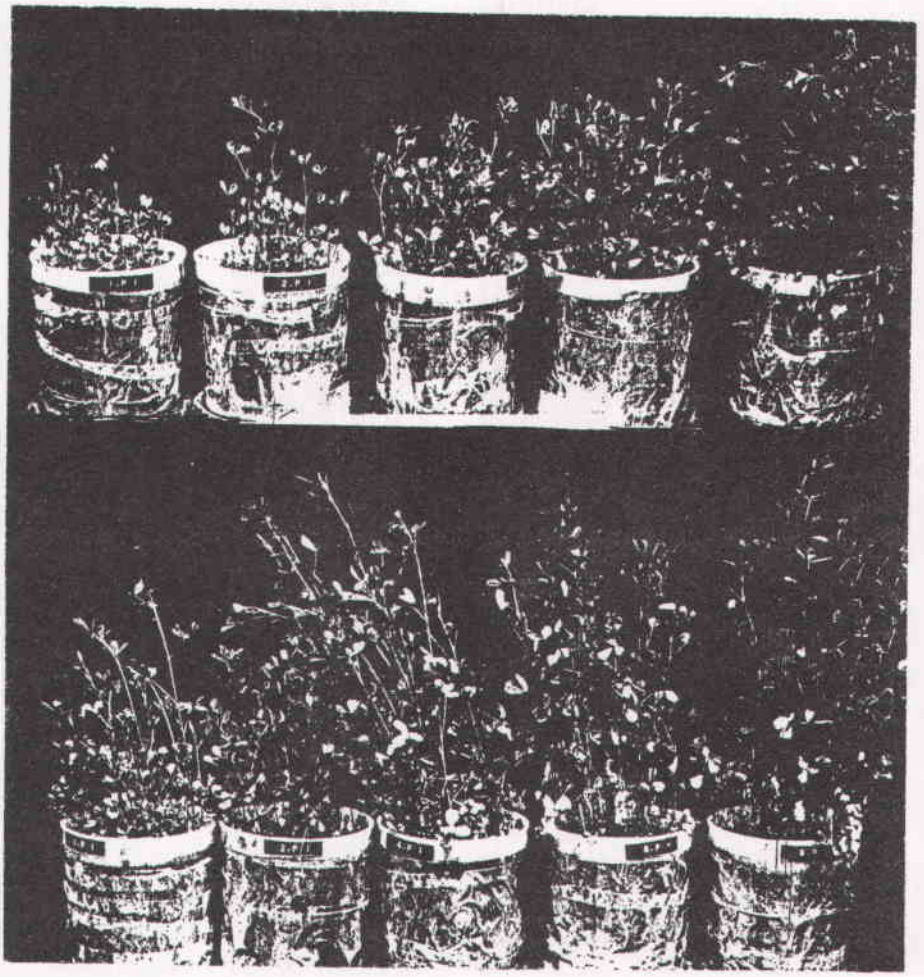
أثر التلقيح بسلالات الريزوبيوم على نمو نبات Cowpea (اعلا)وبادرات البرسيم (أسفل)

المصدر : Vincent 1970 (اعلا) ، تاج السر بشير عبد الله 1984 (أسفل)



شكل رقم (2-18)

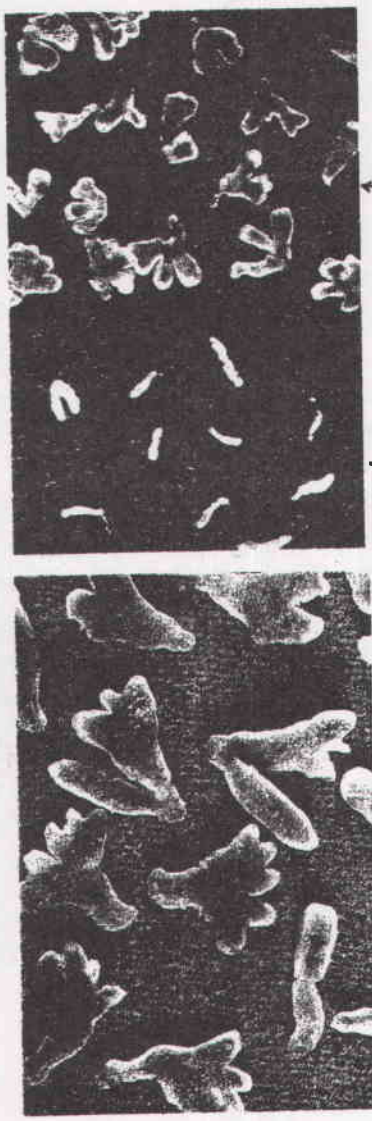
يوضح خلايا الريزوبيوم الفاعلة (1) والتي تقوم بتثبيت النيتروجين وغير الفاعلة (2) والتي تنمو في وجود نيتروجين معدني



شكل رقم (2-19)

يوضح تاثير التلقيح بالريزوبيوم (أسفل) بالمقارنة مع النمو على مستويات متدرجة من النيتروجين (اعلا) لمحصول البرسيم الحجازي

المصدر : تاج السر بشير عبد الله



Effective and ineffective nodules:

(*a*) nodules of *Trifolium* spp., ineffective on bottom effective on top

(*b*) effective nodules of crown vetch (*Coronilla varia*)

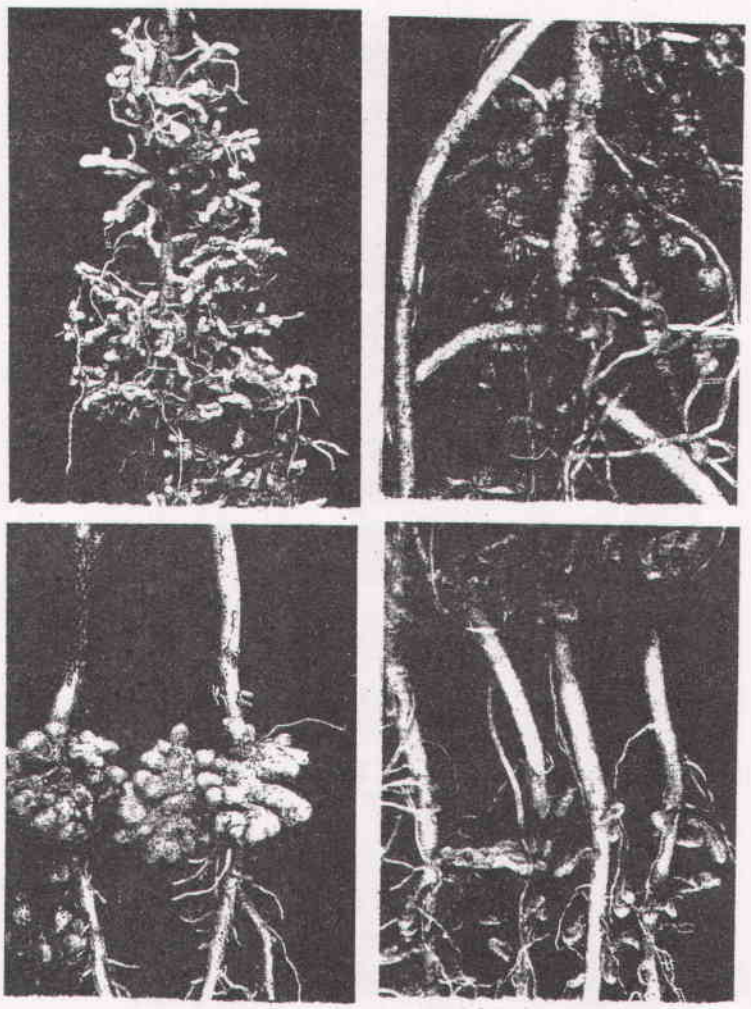
شكل رقم (2–20)

يوضح العقد البكتيرية النشطة وغير النشطة

: Kinds of nodules on forage legumes:

(*a*) birdsfoot (*Lotus corniculatus*)

(*c*) sainfoin (*Onobrychis viciifolia*)

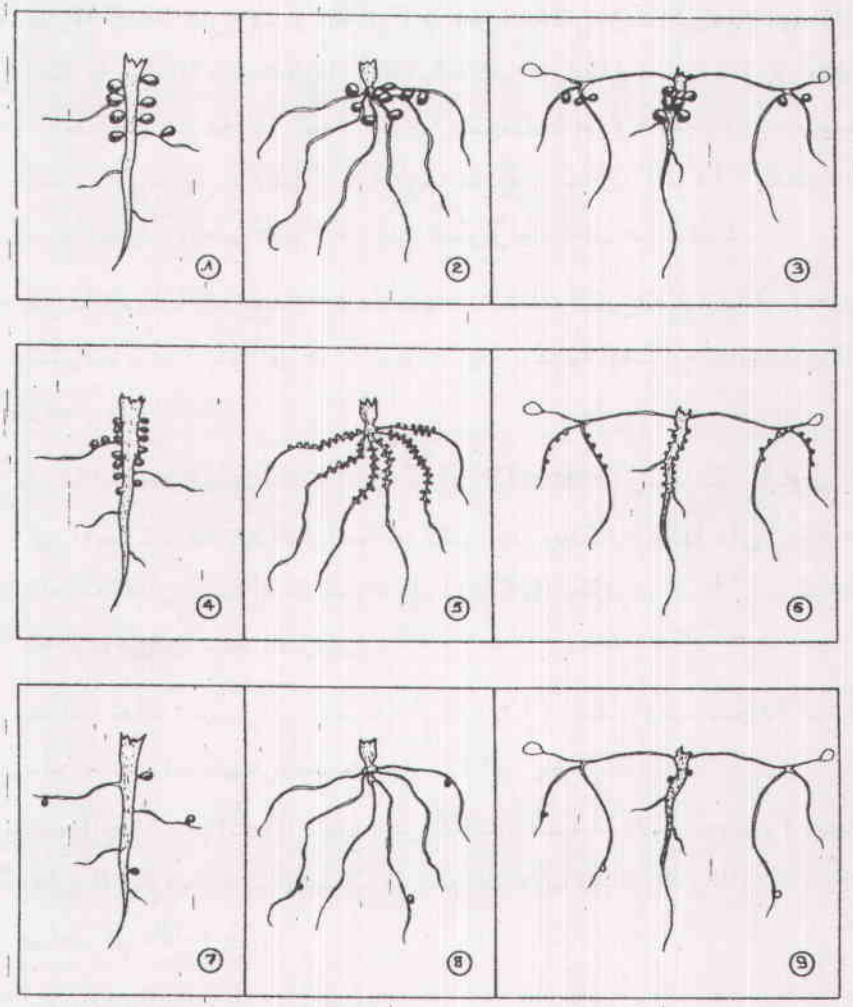


(*b*) white clover (*Trifolium repens*)

(*d*) guar (*Cyamopsis tetragonoloba*)

شكل رقم (2–21)

العقد البكتيرية لبعض البقوليات العلفية



شكل رقم (2-22)

يوضح توزيع العقد البكتيرية علي جذور البقوليات

ومن الجدير بالذكر أن البرنامج البيولوجي الدولي (IBP) International Biological Programme أصدر في عام 1971 أول كتالوج للعزلات المبكروبية . والذي أصبح مرجعية دولية في هذا المجال وتنحصر طرق الحفظ على النحو التالي :

* طريقة الحفظ على الآجار المائل أو الآجار المغطي بزيت البرافين ، وتمتاز هذه التقانة بسهولة تنفيذها وقلة تكلفتها ، كما لا تحتاج لخبرة كبيرة ، بل وتتيح المحافظة على فاعلية السلالة دون إعادة نقلها لمدة لا تقل عن 1-2 سنة اذا حفظت في درجة حرارة 26-28 درجة مئوية ، وقد تزيد المدة اذا حفظت عند 5 درجة مئوية ، ويعاب عليها قصر مدة التخزين واحتمال حدوث تلوث .

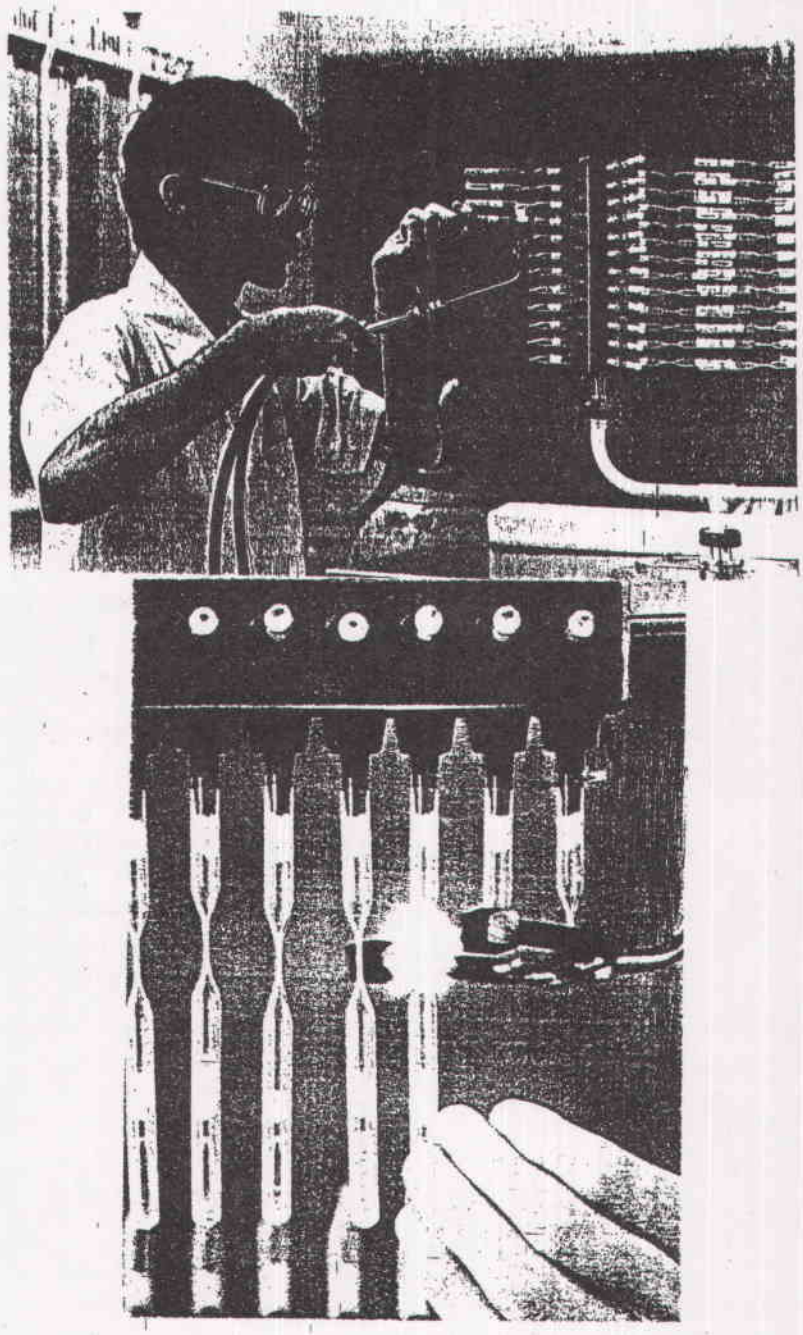
* طريقة الفرشة الخزفية Porcelain Bed تشابه الطريقة السابقة ، الا أن مدة تخزينها تزيد نسبياً الى 3-4 سنوات ويعاب عليها أيضاً إحتمال حدوث التلوث وقصر مدة التخزين .

* طريقة التجميد الجاف Lyophilized (Freeze Dried) وتمتاز بأن احتمال التلوث في الامبولات Ampoules المنتجة نادرا جداً ويمكن حفظها على درجة حرارة الغرفة إلا أن تكلفة المعدات والمواد باهظة والشكل رقم (2-23) يوضح تقنية لحام الامبولات لحفظ الريزوبيوم .

* طريقة تقانة النيتروجين السائل Liquid .N ، وتمتاز بأنها سريعة التحضير وتحفظ لسنوات طويلة (غيرمحددة) ، إلا انها باهظة التكاليف .

ويوضح الجدول رقم (2-3) مقارنة بين التقانات السابقة الذكر ، ويجب أن يهتم كل مركز للموارد الميكروبية بايجاد وسيلة لترقيم السلالات Strain Labelling System (SLS) ويراعى في ذلك ما يلي :

- وضع رقم للسلالة التي يتم جمعها .
- بيان أصل العائل Host وموقعة (Locality) .
- بيان الكفاءة التكافلية (Symbiotic capacity) .



شكل رقم (2-23)

تقنية لحام امبولات الريزوبيوم لحفظها

جدول رقم (2-3)

تقانات حفظ سلالات الريزوبيوم

التقانة	المقومات	مدة الحفظ	المميزات	العيوب	ملحوظات
1- تقانة الأجار المائل المغطي بالبرافين (Agar slopes in screw cap tubes or agar covered with paraffin oil)	الدراسة الأساسية بالمعلومات الميكروبية وتوفير الامكانيات المعملية الأساسية للحصول على مزارع نقية (جهاز التعقيم،الأنابيب،المغذيات الخ)	1-2 سنة دون نقل على درجة حرارة 26-28 درجة مئوية ، ويمكن زيادة مدة الحفظ على درجة حرارة 5 درجة مئوية .	بسيطة قليلة التكاليف تتطلب الحد الأدنى من الخبرة والامكانيات المعملية	قصر مدة التخزين وإحتمال حدوث تلوث أو تغيير بسبب الإستزراع المستمر من المزرعة الأم	غير مرغبة عند التخزين لفترات طويلة
2- تقانة فرش الخزف (Porcelain Beds)	كالتقانات السابقة بالإضافة لتوفير فرشة الخزف، أوانية محكمة ، وسائل تعقيم جافة بإستخدام مجفف السليكاجل	3-4 سنوات مع بعض الريزوبيوم مع أخرى	قليلة التكلفة فترة حفظ طويلة، لذا تظل مزارع الأمهات لفترة أطول مثل اعادة تنشيطها (أو استزراعها)	ليست بمستوى تقانة التجميد الجاف وبالتالي مخاطر التلوث والتغيير واردة	جيد عند التخزين لفترة 6-12 شهر ومعايشة سلالات الريزوبيوم سريعة النمو تكون ضعيفة (مثل الفاصوليا، السيسبانيا)
3- تقانة التجميد الجاف (Lyophilized)	امكانيات معملية ميكروبية بالإضافة لأجهزة التجميد الجاف (طلمبة ضغط ، وسائل تجميد تحت التفريغ ، جوالات،جهاز تشكيل الزجاج)	15-20 سنة كحد أدنى	احتمالات التلوث والتغيير ضعيفة جداً بسبب الحفظ داخل البولات	ذات تكلفة عالية بسبب الأجهزة ولمواد المستخدمة	مرغوبة ومفضلة
4- تقانة النيتروجين السائل	امكانيات معملية ميكروبية بالإضافة إلى توفير نيتروجين سائل	سنوات طويلة ولاتتوفر معلومات كثيرة	سريعة التحضير	باهظة التكاليف وتحتاج لحرص شديد خاصة عند التجميد	لا توجد

N.S. Subba Rao (1982)
Biofertilizers in Agriculture .

ومن الجدير بالذكر في هذا الصدد أن جمهورية مصر العربية ، بدأت تنتج لقاح الريزوبيوم منذ الخمسينات . وكذلك جمهورية السودان والجمهورية العراقية ، أما بقية الاقطار العربية فإنها إما تقوم بالاستيراد من الخارج ، أو مازالت في طور البحث والتطوير، وهذا يؤكد الحاجة الماسة والملحة بضرورة قيام مركز عربي للمخصبات الحيوية لمساعدة الدول على تطوير قدراتها على انتاج تلك اللقاحات ، وكذلك العمل على تعزيز صيانة الموارد الوراثية الميكروبية المفيدة ، وتشجيع الإستفادة من تلك الموارد لتدعيم التنمية الزراعية المستدامة، وبالامكان التنسيق مع هيئة الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة بمنظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) ، في هذا الصدد .

4-1-2-2-2 **الاستزراع والانتاج الموسع** Cultivation and Mass Production:

سبق الاشارة إلى أن حفظ سلالات الريزوبيوم الأم (Mother culture) يعد الأساس ، حيث أنها هي التي تستخدم في إنتاج اللقاحات على نطاق واسع بإعادة تنشيطها على بيئة خميرة الآجار والمانيتول المغذي (YEMA) . وتتم عملية الانتاج الموسع من خلال الخطوات التالية :

* اختيار السلالة Strain selection :

من بين أهم معايير إختيار سلالة الريزوبيوم التي تستخدم للانتاج الموسع ما يلي :

- القدرة على تكوين عقد غزيرة ونشطة في تثبيت النيتروجين مع العائل.
- القدرة على استمرارية الميزة السابقة تحت الظروف الحقلية والمعايشة مع كائنات التربة Saprophytic ، في غياب العائل البقولي ومنافسة الريزوبيوم المستوطنة Native Rhizobium.
- تحمل الظروف البيئية للتربة مثل الحرارة ومحتواها من المبيدات والأسمدة .
- القدرة اللقاحية (Inoculation Capcity) لبقول واحد أو مجموعة بقوليات ، وقد يستخدم أحياناً لقاح متعدد السلالات الفاعلة (Multi-strain inoculants) ، ويعتبر ذلك من التقانات الحديثة والمرغوبة في كثير من بلدان العالم .
- المعايشة Survival على البذرة وفي التربة .

* تحضير مرق الريزوبيوم Rhizobial Broth :

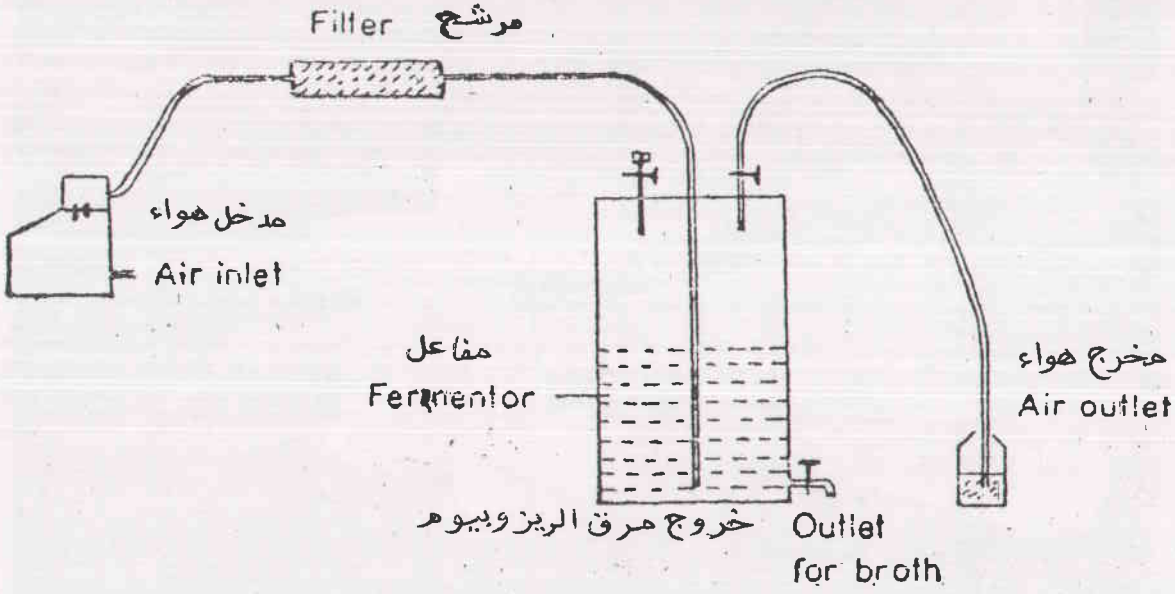
أ- يتم ذلك بتنمية السلالة أو السلالات المختارة على الآجار المائل Slant Agar لمدة 3-9 أيام (حسب سرعة النمو إذا كان بطيئاً أو سريعاً) وبعد التأكد من نقاوتها ينقل النمو إلى دورق كبير يحتوى على بيئة سائلة أو صلبة لمدة 4-9 أيام ويطلق على هذه المزرعة اللقاح البادئ Starter culture والتي بدورها ستنقل الى خزان المفاعل المنتج Seed Tank Fermenter (STF) حيث تترك لمدة 4-9 أيام للتحضين Incubation (راجع الاشكال 2-24 ، 2-25).

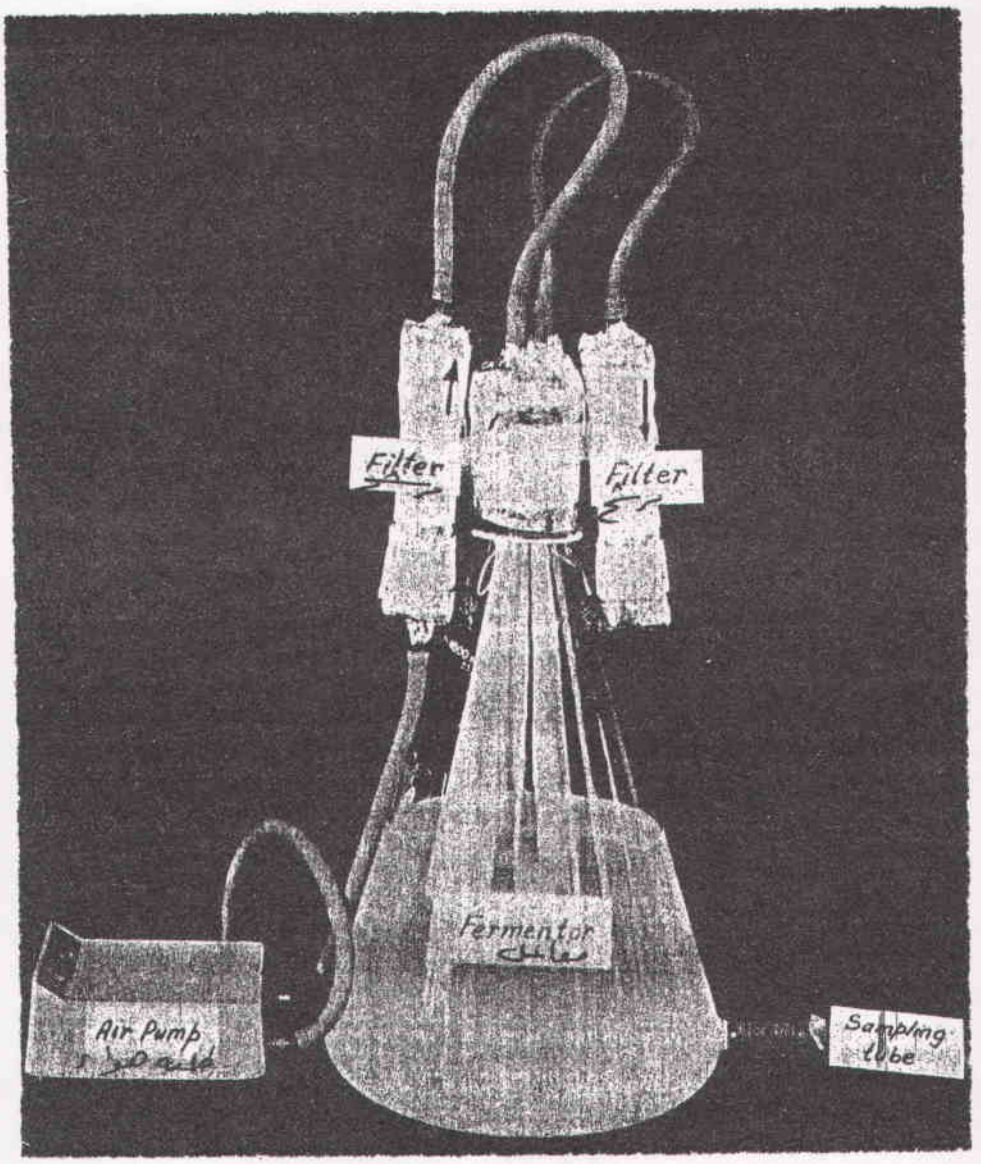
ب- يتم وضع كمية كبيرة من البيئة السائلة Broth داخل المفاعل وتعقيمها بعد ضبط درجة تركيز أيون الايدروجين (pH الي 6.5-7 باستخدام ايدروكسيد البوتاسيوم K.OH أو حمض الكبريتيك H_2SO_4 لضبط ال pH) وبعد التبريد حتى حوالي 30 درجة مئوية ينقل اليها اللقاح (بنسبة 5٪) من الحجم الكلي للبيئة السائلة من STF تحت ظروف معقمة وتهوية ايضاً معقمة بمعدل 1٪ (حجم/حجم) ، ثم تترك لمدة 4-9 أيام للتحضين كما سبق ذكره ، حيث يصل عدد خلايا الريزوبيوم حوالي 5×10^9 في خلال 96 ساعة ، وعموماً يتوقف حجم خلايا الريزوبيوم المنتجة على التهوية Aeration وحجم البيئة Volume ومستوى اللقاح في البداية Initial Inoculum level، السلالة Strain ، درجة الحرارة Temperature والتحضين Incubation والتحكم في هذه العوامل يهدف إلى الحصول على أقصى تعداد في حدود ما يتراوح بين (2×10^9 ، 4×10^9) من الخلايا في وقت قصير.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم مفاعلات كبيرة مرتبطة بأجهزة معقدة Complicated devices للتعقيم بالبخار وتكوين البيئة (Burton 1967) وفي استراليا يتم التحكم في الرغوة ومعدل النمو باستخدام مفاعل معقم (بضبط الاوتكلاف على 0.7 كجم/سم2) يوضع به 50 لتر فقط من البيئة Broth والسماح بدخول وخروج الهواء خلال مرشح ، كما هو موضح بالشكل السابق رقم (2-24) ، ويعتقد الاستراليون أن هذه التقانة أكثر دقة من نظم التحكم الذاتي المعقدة والتي يستخدم فيها التعقيم بالبخار.

شكل رقم (2-24)

جهاز التحضير الاسترالي لإنتاج الريزوبيوم





شكل رقم (2-25)

مفاعل Fermenter تحضير الريزوبيوم

ج- فحص مرق الريزوبيوم بالتأكد من القياسات التي حددها IBP Vincent 1970[1] : وفقاً للمعايير التالية :

- قياس ال pH والتأكد بألا تكون أكبر من 8 أو أقل من 6 حتى لا يحدث تلوث .
- اختبار صبغة Gram للتأكد من غياب الملوثات الموجبة والجراثيم (أو وجودها باعداد قليلة) .
- اجراء الاختبار الكتلي Agglutination اذا توفرت الوسائل لذلك للتأكد من السيرم المعاكس Antiserum (1/100) لسلالة الريزوبيوم المنتج .
- اختبار التلقيح على بيئة ببتون الآجار Peptone Agar والتأكد من عدم ظهور نمو ميكروبي غزير في خلال 48 ساعة وألا يكون المرق ملوث.
- اختبار التخطيط Streaking على بيئة الآجار المغذى YEMA والتأكد من شكل نمو الريزوبيوم المحضر Pattern of Rhizobium Growth .

د-**تقدير عدد** خلايا المرق الريزوبيوم بطريقة العد على اطباق بتري وعلى درجة حرارة تحضين 28C° ، والتأكد من ان عدد خلايا المرق لا يقل عن 10^9/ملليمتر ويستخدم لذلك طريقة سلسلة التخفيف Serial Dilution أو استخدام شريحة العد Petroff-Hausser وفي تحضير مرض الريزوبيوم يراعى ما يلي :

* لا ينصح بتخزين مرق الريزوبيوم لاكثر من 24 ساعة لذا يجب حقنه بانتظام على الحوامل Carriers ، إلا أنه في بعض الشركات الأمريكية يتم تحويل المرق الى عجينة Paste باستخدام الطرد المركزي وحفظ العجينة على درجة حرارة (28C° -) لحين استخدامها حيث يتم تخفيفها مرة اخري بمعدل يعطى 10^9/ملليمتر من خلايا الريزوبيوم .

---

(1)IBP Hand book (1970 No. 15 : A mannual for Practical Study of Root nodule bacteria

* لايستخدم مرق الريزوبيوم مباشرة إلا للتجارب الصغيرة وكان هذا الاسلوب هو المتبع قديما في كل دول أوروبا وأمريكا الى أن تطورت تقانة التحميل على الفحم العضوي Peat-Moss وحوامل أخرى حيث تعطى حماية أكثر لخلايا الريزوبيوم ولمدة أطول.

5-1-2-2-2 انتاج اللقاحات المحمولة Carrier Based Inoculants :

بعد أن يتم إنتاج مرق الريزوبيوم (بمعدل 10^9 خلية لكل ملليمتر) بكميات موسعة يتم تحضيرالحامل المستخدم بحيث يكون ناعم (لايزيد عن 100 mesh) ونو درجة pH متعادلة Neutralized (يستخدم لذلك كربونات الكالسيوم $Ca\ Co_3$) ومعقم (باستخدام ضغط 15 رطل لمدة 4 ساعات) ، وبعد أن يبرد يضاف مرق الريزوبيوم بكميات ترفع درجة الرطوبة في الحامل إلي 40٪ Water Holding Capacity of the Carrier وتخلط جيداً إما يدوياً Manual أو آلياً Blended ثم تحفظ بعناية لمدة 2-5 أيام في صواني Trays على درجة حرارة C° 22-24 لحين تعبئتها في أكياس بلاستيك ، ويتحصل على لقاح محمول به 3×10^8 خلية ريزوبيوم لكل جم من الحامل ، ويمكن تخزين أكياس اللقاح لمدة 12 شهر اذا ما حفظت على درجة حرارة 4C° لضمان فاعلية البكتريا.

ويستخدم بودرة حامل البردي Sedge Peat في الولايات المتحدة الامريكية مع ضرورة عمل ثقب صغير Pin hole لتفادي أثر التبادل الغازيGas Exchange، بينما التقنية الأسترالية لا ترى ضرورة لعمل الثقب الصغير خاصة وانه يتم استخدام اشعة جاما Gamma Radiation كوسيلة لتعقيم أكياس البلاستك المغلقة تماماً (0.04-0.05mm High density) والمحتوية على الحامل (مسحوق الفحم العضوي) الجاف (نسبة الرطوبة 15٪) ، ثم يتم حقنها بمرق الريزوبيوم للحد الذي يرفع نسبة الرطوبة الي 50٪ ، ثم يتم التحضين لمدة 5-10 يوم حيث يصل تعداد خلايا الريزوبيوم لأكثر من 10 مليون خلية لكل جم من الحامل المستخدم ، وقد تستخدم بعض الحوامل الشبيهة بالفحم العضوي مثل اللجنيت Lignite ويستخدم بكثرة في الهند والجدول رقم (2-4) يوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحوامل اللقاحات الميكروبية المختلفة، والخليط منها يعطى نتائج أفضل بالمقارنة مع كل حامل على حده .

جدول رقم (2-4)

الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحوامل اللقاحات الميكروبية

الحوامل	المادة العضوية ٪	النيتروجين الكلي ٪	الكثافة الكلية جم/سم3	كثافة المساحات الجزئية جم/سم3	الكثافة الجزئية جم/سم3	القدرة على الاحتفاظ بالماء ٪	المساحة السطحية جم/متر مربع
1- الخث الامريكي	76.15	0.95	0.82	1.43	44.58	208.50	1063.3
2- تربة الحنث الهندي	41.65	0.69	1.02	2.18	53.16	149.3	646.6
3- تربة الحنث الهندي + الفحم النباتي (1:1)	34.91	0.66	0.87	1.88	53.73	182.4	766.8
4- روث الزراعة	79.05	0.93	0.79	1.77	55.34	153.4	911.1
5- روق الزراعة + الفحم النباتي (1:)	58.19	078	0.64	1.72	62.70	169.4	885.8
6- الطين المضغوط	76.50	0.83	0.75	1.7	56.12	155.4	889.0
7- الطين المضغوط + الفحم النباتي (1:1)	55.25	0.85	0.72	1.8	65.50	165.4	870.1
8- كمبوست	55.00	0.55	0.75	1.82	58.48	171.3	940.8
9- كمبوست + فحم نباتي (1:1)	42.71	0.57	0.61	1.77	65.52	177.2	888.5
10- معدن الفيرميكيولايتا	1.07	0.01	0.98	2.66	63.24	152.4	104.3
11- مطحون اوراق شجرة التيك	65.14	1.14	0.46	1.65	71.96	219.9	821.1
12- المعدن + مطحون أوراق شجرة التيك (1:1)	40.00	0.55	0.81	1.95	58.91	196.7	563.6
13- اللجنيت	75.16	0.31	1.88	1.66	34.79	198.9	556.4
14- بودرة قشرة جوز الهند	72.60	0.78	1.02	1.57	30.25	185.8	540.1
15- اللجنيت + بودرة قشرة جوز الهند (1:1)	75.05	0.72	0.75	1.49	50.75	225.3	840.9
16- اللجنيت + مطحون أوراق شجرة ال (1:1)	70.46	0.72	0.72	1.55	53.03	212.2	810.9
17- التربة	3.37	0.25	1.33	2.59	48.69	59.8	70.2
18- الفحم	21.60	0.01	0.43	1.62	73.39	200.0	870.9

الخث : نبات نصف متفحم (أم متحلل) .

6-1-2-2-2 ضبط الجودة Quality control:

تتوقف جودة اللقاح الريزوبي المنتج في المصانع المنتجة داخل البلد الواحد على الخبرة والظروف المحلية ، وخدمات تحكم اللقاحات(AIRCS) Australin Inoculant Research And Control Service وعادة ما تقوم مراكز البحوث (كما في استراليا) بمهمة المحافظة على جودة اللقاحات المنتجة حيث تقوم بالوظائف التالية :

- اختبار واختيار سلالات الريزوبيوم
- المحافظة على المزرعة الأم Mother culture للسلالات المختارة .
- اختبار مرق الريزوبيوم قبل الاستخدام وضمان احتوائه على ما لا يقل عن 500×10^6 خلية ريزوبيوم لكل ملليتر.
- رصد عدد خلايا الريزوبيوم بحيث لا يقل عن 10^9 لكل جرام من المادة الحاملة.
- صلاحية اللقاح المنتج Viability لا تزيد عن 6 أشهر من بداية التصنيع في استراليا وتصل الى عام في الولايات المتحدة الامريكية .

وعموماً فإن المعايير للجودة تختلف من دولة لأخرى وأحياناً من مصنع إلى آخر فهناك معايير استرالية وهي غير مقبولة في الولايات المتحدة التي لها معاييرها الخاصة كما أن هناك معايير هندية يحددها معهد القياسات الهندي (ISI) . ويمكن عرض المواصفات الهندية كنموذج لمواصفات الجودة وذلك على النحو التالي :

* يحضر اللقاح على حامل .
* عدد خلايا الريزوبيوم الفاعلة لا تقل عن 10^8 لكل جرام من الحامل في خلال 15 يوم من التصنيع ولا تقل عن 10^7 لمدة 15 يوم قبل إنتهاء الصلاحية عند التخزين على درجة حرارة 25-30 درجة مئوية .
* لا تتعدى مدة صلاحية اللقاح عن 6 أشهر من تاريخ الانتاج.
* خلو اللقاح المنتج من أية تلوثات ميكروبية .
* درجة الـ pH تتراوح بين 6-7.5.

* فاعلية اللقاح في تكوين العقد الجذرية النشطة ذات اللون القرمزي للمحاصيل الملقحة بنسبة لا تقل عن 50٪ زيادة عن المحصول الشاهد Control غير الملقح.
* الحامل يكون على شكل مسحوق ولا يزيد حجم حبيباته عن 75-106 micron .
* حفظ بيانات كافية عن عزل وتحديد مزارع الريزوبيوم وقدرتها على تكوين العقد وقدرتها على النشاط موسمياً.
* التعبئة تكون في أكياس بلاستيك ذات سمك 50-75 ميكرون (m) ويكتب عليها ما يلي :
  - اسم اللقاح الريزوبي المنتج .
  - اسم وعنوان المصنع .
  - نوع الحامل المستخدم .
  - تاريخ الانتاج والصلاحية .
  - معدل الاستخدام للهكتار .
  - تعليمات لطريقة الحفظ (تحفظ بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة في أماكن باردة) .
  - تطبع البيانات السابقة على خلفية ملونة .
  - وضع علامة شهادة ضبط الجودة ISI.
  - يتم الحفظ في الأكياس المنتجة في المصنع في درجة حرارة في حدود 15 درجة مئوية ولا يزيد عن 30 درجة مئوية مع تنبيه الوكلاء الموردين بذلك .
  - تجرى الاختبارات من حين لآخر للتأكد من فاعلية اللقاح المنتج .

وتتنوع معايير ضبط الجودة فيما يخص عدد خلايا الريزوبيوم لكل جرام من الحامل المعقم والملقح في الدول المختلفة على النحو التالي :

- تشيكوسلوفاكيا 300×10^6
- هولندا 4000×10^6 - 25000×10^6
- نيوزيلندا 100×10^6
- روسيا 50×10^6 - 100×10^6
- الهند 100×10^6
- استراليا 1000×10^6
- امريكا 1000×10^6
- مصر 500×10^6
- السودان 500×10^6

وفي مصر يجرى إنتاج ما يسمى بالعقدين منذ منتصف الخمسينات (بالمركز القومي للبحوث الزراعية) وتبعها السودان مع بداية السبعينات (هيئة توفير المياه والتنمية الريفية) بنفس الاسم وكان الحامل المستخدم للقاح الريزوبي في مصر يتكون من :

- تربة ناعمة (منخولة) 900 جم
- مسحوق فحم حيواني ناعم 100 جم
- جيلاتين 10 جم
- ما نيتول 10 جم
- فوسفات ثنائي البوتاسيوم 5 جم

ويستخدم في السودان ومصر حامل عبارة عن خليط من طمي النيل وقش البرسيم المطحون بنسبة 3 : 2 وكربونات الكالسيوم لتوفير الوسط المتعادل والرطوبة والمواد المغذية للريزوبيوم ، حيث يتم تلقيح الحامل بمزرعة نقية نشطة عمرها 5 أيام وتخلط جيداً حيث يعطى الخليط حوالي 500×10^6 خلية ريزوبيوم/جم حامل ريزوبي وتكفي 250 جم منها لتلقيح هكتار وتنتج اللقاحات الريزوبية باسماء تجارية مختلفة في العالم . (جدول رقم 2-5) .

جدول رقم (2-5)

الأسماء التجارية للقاحات البقوليات الشائع استخدامها على مستوى العالم

الدولـــــــة	اللقاحـــــات
الارجنتين	Radibak
استراليا	Nodule Aid, Adlife, Nitrogerm
بلغاريا	Radiksya, Niirogin
روسيا	Nitragin
تشيكوسلوفاكيا	Nitrogen
المجر	Bactoleg
مصر	Okadin (Soil)
السودان	Al- Ogadin (charcoal)
المانيا	Peat culture, Radicin - Impfstoff
الهند	Jeevankhad, Bactogin, calcutta, Nodin, Nitrofix and TDC (Lignite), Rhizogen, Rhizofeeka , Nitrobac Kampur (Peat), Hissar (Soil compost)
اليابان	Ager cultures, Soil - Sand cultures
هولندا	Peat cultures, Soil - Alfalfa meal , Entstof
نيوزيلندا	Legulin, Inoculaid , Rhizocote, Coated Seed
بولندا	Soil- Peat Inoculant Nitragina
اسبانيا	Leguminal, Nodosit, Nitrogen
اورجواي	Peat Culture
الولايات المتحدة الامريكية	Nodogen, Nitragin, Legume Aid, RP
بلجيكا	Nodosit, Radicin
السويد	Bakterieculture
فرنسا	N-germ
النمسا	Biobak
سويسرا	Impfkulture

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الدورة التدريبية القومية حول إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ، عمان/الأردن ، 1998 .

2-2-2-2 إنتاج لقاحات الريزوبيوم المكونة لعقد على الساق :

سبق الاشارة إلى أن أكثر التقانات اللقاحية الميكروبية إنتشاراً في العالم هي تقانة إنتاج اللقاحات الريزوبية (لقاحات العقد الجذرية للبقوليات) إلا أنه هناك بعض العلاقات التكافيلة الهامة التي تقوم بها الريزوبيوم ومنها لقاحات الريزوبيوم المكونة لعقد على الساق.

فلقد لاحظ العالم الهولندي Hagerup عام 1928 وجود عقد على ساق نبات بقولي ينمو في مياه ضحلة بالنيجر (Aeschynomene aspere) وأثبت وجود هذه الظاهرة كل من Dommergues, Dreyfus عام 1981 أيضاً على سيقان النبات الاستوائي السريع النمو Sesbania rostorata في اراضي السنغال وهو يحتوى على عقد ساقية ريزوبية تفوق 5-10 أضعاف ما تحتويه البقوليات الأخرى ذات العقد الجذرية، ولهذا النبات القدرة على تثبيت ما يزيد عن 250 كجم للهكتار نيتروجين في خلال شهرين ، لذا يستعمل كسماد اخضر لزراعة الارز في الاراضي الغدقة ، ونظراً لوجود العقد في مناطق قريبة من أماكن التمثيل الضوئي للنبات ، لذا فإنها تمتاز على العقد الجذرية بقدرة نظامها الانزيمي على تثبيت النيتروجين في وجود مركزات مرتفعة من الاكسجين ولا يعرف من ريزوبيا الساق سوى ثلاثة أجناس :

- مجموعة Sesbania restorata، سريعة النمو، لها بعض الصفات الفسيولوجية لريزوبيا اللوبيا R. Cowpea.
- مجموعة Neptuna ، سريعة النموتشبه ريزوبيا البرسيم R. meliloti في صفاتها .
- مجموعة Aeschynomene ، منها سلالات سريعة وأخرى بطيئة النمو .

ولانتاج لقاح ريزوبي ساقي تتبع نفس خطوات الانتاج المذكورة في انتاج اللقاح الريزوبي الجذري للبقوليات ، ولم تتوفر معلومات عن انتاج اللقاحات الريزوبية الساقية على نطاق تجاري، وهذا المجال لا يزال بحاجة لمزيد من الجهود البحثية حتى يمكن بلوغ مرحلة الإنتاج والإستخدام التجاري .

2-2-2-3 الريزوبيوم الجذري لغير البقوليات :

تم عزل سلالة Parasponia rhizobia في السبعينات والتي لها القدرة على تثبيت

النيتروجين تكافلياً مع نباتات ذوات فلقتين غير بقولية من جنس Parasponia (شكل رقم 2-26) ، وتمتاز هذه الريزوبيوم بأنها بطيئة النمو تتشابه في صفاتها مع ريزوبيا اللوبياR. Cowpea (Bradyrhizobium) ولها القدرة ايضاً على تثبيت النيتروجين مع البقوليات وأن تعيش حرة في ظروف لاهوائية ، وقد يستفاد من هذه الظاهرة في إمكانية استخدام هذه التقانة مع المحاصيل الاستراتيجية مثل القمح خاصة وأن احتياجاتها من النيتروجين كبيرة ، والتقليل من استخدام الاسمدة الكيميائية ، وتتجه الأبحاث أيضاً نحو إيجاد طرق تسمح باستخدام الريزوبيوم مع النجيليات .

ولانتاج لقاح الريزوبيوم لغير البقوليات تتبع نفس الخطوات المذكورة سابقاً لانتاج اللقاح الريزوبي الجذري للبقوليات .

4-2-2-2 إنتاج لقاح الفرانكيا Frankia :

يوضح الجدول رقم (2-6) أهمية الفرانكيا (Frankia) أو الاكتنيوميسيتس (Actinomycetes) للنباتات غير البقولية المكونة للعقد الجذرية الميكروبية Non-legume Root Nodulated Plants . ووضعها ضمن التقسيم العام للنباتات غير البقولية المكونة للعقد الجذرية والتنوع الميكروبي المكون للعقد .

وتعتبر الفرانكيا من الاكتينوسيتات الخيطية البطيئة النمو وهي تكون عقد Actinorhizas على جذور عوائل النباتات غير البقولية (جدول رقم 2-7) مثل شجر الالناس والكازوارينا . وتثبت النيتروجين تكافلياً ولا تستطيع تثبيته في التربة الزراعية لانها تكون حرة، وتظهر العقد بعد حوالي 3 اسابيع من تلقيح الجذور بمعلق من مسحوق العقدة، وتشبه بكتريا الريزوبيوم عند غزوها العائل لتكوين العقدActinorhizas وتأخذ هيفات الفرانكيا شكلا خيطيا نو وعاء صولجاني Club-ShapedVesicles يحدث فيه تثبيت النيتروجين وتشغل 10٪ من حجم العقدة تحتوي على صبغة الانثوسيانين الحمراء ، وامكن عزل الفرانكيا على بيئة سائلة شكل رقم (2-27) ، ومن الفوسفاتيدال كولين Phosphatidel cholin المستخلص من البيض ومن فول الصويا إلا أن الطريقة المتبعة حتى الآن هو مع أخذ العقد الجذرية وطحنها لحين استخدامها كلقاح .

شكل رقم (2–26)

عقدة ريزوبيوم جذرية على نبات غير بقولي Parasponia rugosa

(Source : Hardy & silver 19770 1977)

حدول رقم (2–6)

تقسيم النباتات غير البقوليةالمكونة للعقد الجذرية والتنوع الميكروبي المكون للعقد وأهمية الفرانكيا لها

Endophyte	Symbiotic Plant	Habitat
العقد البكتيرية	A - Angiosperms نباتات مغطاة البذور	النباتات الاستوائية وشبه الاستوائية
I- Rhizobium	Trema; Zgophyllum	Tropical & Subtropical plants
أكتينوميسيتس		
II- Actinomycetes (Frankia) بكتريا الفرنكيا	Alnus	Temperate مداري
	coriaria	Temperate مداري
	Hippophase	Temperate مداري
	Casuarina	Tropical أستوائي
	Myrica	Cosmopolitan
	B- gymnosperms نباتات معراة البذور	
الطحالب الخضراء الزرقاء		شبه استوائي استوائي
III- Blue green alage	Cycas	Tropical & Subtropical
	Zamia	Tropical & Subtropical
	Macrozamia	Tropical & Subtropical

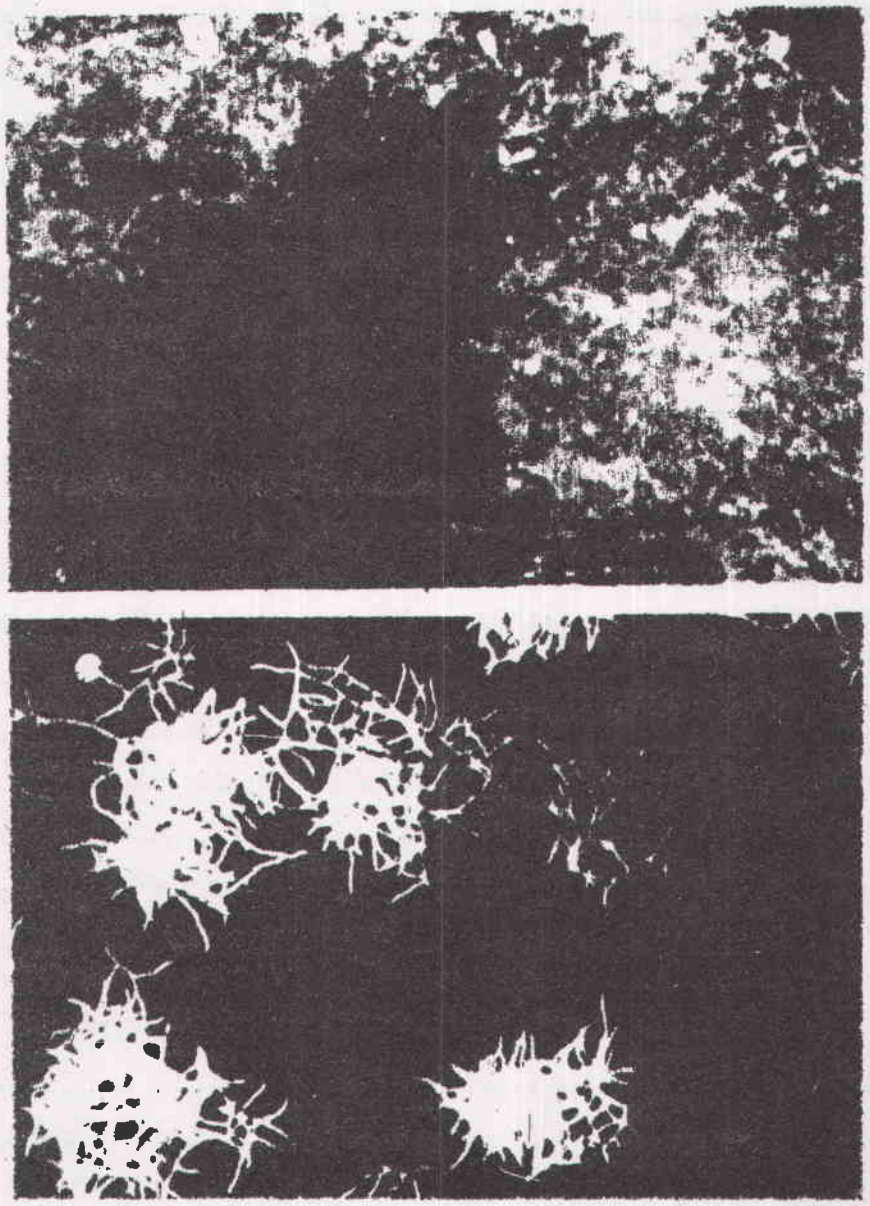
المصدر : سعد زكي (1988) ، ميكروبيولوجيا الأراضي ،مكتبة الانجلو العربية ، القاهرة .

جدول رقم (2-7)

العوائل النباتية غير البقولية للفرانكيا

الجنس	عدد الاصناف التي تكون عقد
Alnus	34
Casuarina	25
Ceanothus	31
Cercocarpus	4
Chamacbatia	1
Colletia	3
Coraria	14
Cowania	1
Satisca	2
Discaria	6
Dryas	3
Elaeagnus	17
Hippophae	1
Kentrothamnus	1
Myrica	26
Purslia	2
Rubus	1
Shepcrdia	3
Talguena	1
Trevoa	

Source: Moirud and Gianinazzi-Pearson, 1984



شكل رقم (2-27)

نمو الفرانكيا في بيئة سائلة مع الاهتزاز (أسفل) بدون اهتزاز (اعلا)

5-2-2-2 إنتاج الطحالب الخضراء المزرقة التكافلية Blue Green Algae :

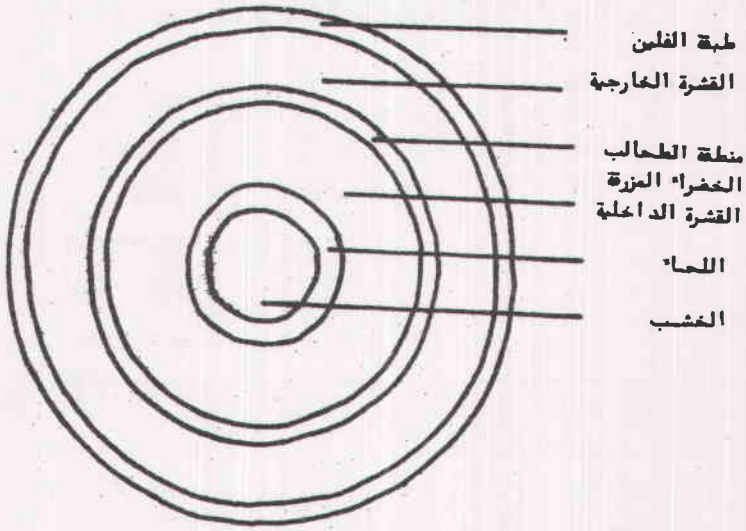
تعتبر الطحالب الخضراء المزرقة من الأنظمة الهامة لتثبيت النيتروجين تكافلياً إما أو بوجودها داخل عقد بجذور أكثر من 90 نوع من النباتات ذات البذور المعراه جدول رقم (2-6) وكلها تابعة لعائلة Cycadaceae مثل أشجار السيكاس المعمرة التي تحتوى على الطحالب الـ Anabaena والـ Nostoc الخضراء المزرقة ، وتمتاز هذه الطحالب ليس بقدرتها على المعايشة التكافلية فقط مع الاشجار المعمرة بل أيضاً مع فطريات الميكوريزا مما يعني قدرتها على المعيشة في تربة فقيرة المحتوى الفوسفوري ويستفاد من هذه الآلية لتوفير النيتروجين والفوسفور معاً ، أو بوجودها داخل اوراق النباتات السرخسية (الازولا Azolla) كما موضح بالشكل رقم (2-7) السابق ذكره .

ويوضح الشكل (2-28) مكان تواجد الطحلب الأخضر الازرق داخل العقدة الجذرية في قطاع عرضي في عقدة جذرية طحلبية لنبات السيكاس ، وتتواجد الطحالب الخضراء المزرقة بأراضي المناطق الحارة ، أي من المرجح تواجدها بمعظم اراضي الاقطار العربية، وهي غير ضارة ويوجد منها أكثر من 2000 نوع وحيد الخلية أو في خيوط (سلاسل) وتنمو في تجمعات بما يمكن من استخدامها كسماد وتعتبر غذاء للبلانكتون في الأوساط المائية ، وتصنف هذه الطحالب ضمن البكتيريا (لتركيبها الخلوي) إلا أنها أكبر حجماً من البكتريا بجانب أنها هوائية وتتحرك انزلاقيا وذلك لغياب أسواط الحركة Flagellum وتحتوى بجانب المواد الغذائية على حوامل الصبغات الثلاثية . (الكروماتوفورس)Chromatophores ، صبغة الكلوروفيل الخضراء التي تستخدم في التمثيل الضوئي ، الصبغة الزرقاء .

- صبغات كاروتينية Carotenoids (الزانتوفيل والكاروتين):

وتتكاثر هذه الطحالب بعدة طرق (بالانقسام وجنسياً ولا جنسياً) وتتأثر بدرجة الحرارة ودرجة الـ pH كما في جدول رقم (2-8) .

وللطحالب الخضراء المزرقة القدرة الفائقة على تثبيت النيتروجين عند اكثارها على بيئة مغذية كما في جدول رقم (2-9) ، ولها أثر إيجابي عند استخدامها لتلقيح نباتات الأرز .



شكل رقم (2-28)

قطع عرضي في عقدة جذرية طحلبية لنبات السيكاس

جدول رقم (2-8)
تأثر اعداد الطحالب الخضراء المزرقة بدرجة الـ pH
(بالوحدة لكل ملليمتر من البيئة المغذية)

عدد أنواع الطحالب الخضراء المزرقة			الجنس
درجة pH التربة			
pH 9.1	pH 8.7	pH 8.5	
5	2	2	Anabaena
9	4	10	Lyngbya
1	1	6	Nostoc
12	1	6	Oscillatoria
6	6	13	Phormidium
1	0	2	Plectonema

جدول رقم (2-9)

قدرة الطحالب الخضراء المزرقة علي تثبيت النيتروجين

Species الأصناف	المدة باليوم	Quantity الكمية
Anabaena nauiculoides	60	3.6 mg/100 ml
A. oryzae	60	4.4 mg/100 ml
A. variabilis	60	5.7 mg/100 ml
Nostoc commune	60	70.6 mg/L
Tolypothrix tenuis	60	141.9 mg/L
A. naviculoides	45	154.4 mg/L
A oryzae	45	270.2 mg/L
N. calcicola	45	187.3 mg/L
N. muscorum	45	175.5 mg/L
A. naviculoides	55	83.0 mg/L
A. oryzae	55	117.0 mg/L
A. variabilis	55	92.7 mg/L
N. calcicola	55	99.3 mg/L
N. muscorum	55	101.3 mg/L
N. sphaericum	55	83.0 mg/L
A. ambigua	45	5.7 mg/100 ml
A. fertilissima	45	6.7 mg/100 ml
Aulosira fertilissima	45	8.7 mg/100 ml
Cylindrospermum gorakhpurense	45	5.0 mg/100 ml
N. amplissimum	90	1.26-1.45 g/L
N. sphaericum	90	1.2-1.3 g/L
T. campylonemoides	90	1.6-1.81 g/L
Westiella sp.	90	1.0-1.1 g/L
A. variabilis		27 mg/100 ml
Calothrix elenkinii		57 mg/100 ml
Hapalosiphon fontinalis		22 mg/100 ml
Cylindrospermum sp.	60	78.6 mg/L
N. linckia var arvense	60	91 mg/L
N. paludosum	60	61.6 mg/L
N. piscinale	60	87 mg/L
Anabaenopsis sp.	60	34 mg/100 ml
Calothrix brevissima	60	52 mg/100 ml
Nostoc sp.	60	31 mg/100 ml
T. tenuis	60	96 mg/100 ml

المصدر : FAO Soils Bulletin (1982) .

وهناك انواع كثيرة من الطحالب الخضراء المزرقة تفوق 60 نوعاً ولها القدرة على تثبيت النيتروجين ، إلا انه يمكن تقسيمها الى مجموعات النيتروجينيز التالية:

أ- أنواع كيسية غير متجانسة (داخلها انزيم النيتروجينز)Heterocystous :
وأهمها النوستوك والأنابينا وهي تحتاج لاضاءة قوية وثاني اكسيد كربون كمصدر للكربون لتثبيت النيتروجين على البيئة الصناعية في ظروف هوائية ، ولها القدرة على تثبيت أكثر من 100ملجم نيتروجين لكل لتر من البيئة واكثر من 80 كجم نيتروجين للهكتار في الظروف الحقلية .

ب- أنواع غير كيسية خيطية Non-heterocystous filamentous: لها القدرة على النمو في ظروف هوائية على بيئة صناعية ، الا أنها لا تستطيع تثبيت النيتروجين إلا في ظروف لاهوائية .

ج- أنواع وحيدة الخلية Unicellular: لها القدرة على تثبيت النيتروجين هوائياً لتميزها بوجود نظام فاصل بين انتاج الاكسجين (بواسطة الخلايا الخضراء) وتثبيت النيتروجين.

وعموماً يتم عزل الطحالب الخضراء المزرقة على هيئة مزارع نقية باستعمال السليكا الغروية المعقمة بالاشعة فوق البنفسجية، وواستخدام المزارع الثابتة Static cultures حتى لا يحدث تكسير لخيط الطحلب وبالتالي تقل كفاءة تثبيت النيتروجين ، ويتأثر ذلك بعوامل الاضاءة والتهوية والتغذية والرطوبة (الجفاف) والحرارة حيث يزيد معدل النمو وتثبيت النيتروجين بزيادة الرطوبة ويقل بزيادة الحرارة ، إذ ينعدم التثبيت عند 60 درجة مئوية (الدرجة المثلى في حدود 35° درجة مئوية) . وللطحالب الخضراء المزرقة القدرة على تثبيت النيتروجين تكافلياً ليس فقط مع النباتات (الازولا على سبيل المثال) بل أيضا مع الفطريات (الميكوريزا) والبروتوزوا (السيانوفورا) ويوضح الجدول رقم (2-10) بعض تلك العلاقات التكافلية .

ويتم عزل الطحالب الخضراء المزرقة على النحو التالي :

أ- يتم تعبئة بعض الدوارق المخروطية Conical Flasks بيئية الطحلب السائل

جدول رقم (2-10)

بعض العلاقات التكافلية بين الطحالب الخضراء المزرقة وبعض النباتات

النبات التكافلي	الأجناس	الطحلب التكافلي
Fungi (lichens) الاشنه	collema, Peltigera ... etc	Nostoc
Bryophyta (Live-rworts). الطحلبية	Anthoceros, Blasia ... etc	Nostoc
Pteridophyta (Ferns) السرخسية	Azolla	Anabaena
gymnosperm (Cycads) السيكاسيه	Cycas, Macrozamia ...etc	Nostoc, Anabaena
Angiosperm معراة البذور	Gunnera (stem sym-biosis)	Nostoc

الصمدر : سعد زكي ، ميكروبيولوجيا الأراضي ، مكتب الانجلو المصرية - القاهرة .

المغذية والخالية من النيتروجين N.Free Blue-green Algal liquid Medium، ثم تعقم على درجة حرارة 121 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة . جدول رقم (2-11).

ب- يحضر ماء معقم لاجراء سلسلة من التخفيفات لعينات التربة أو الطحلب Serial Dilutions of Soil or of Algal Sample بإستخدام الماصات المعقمة Sterilized pipettes.

ج- تلقيح البيئات المغذية للطحلب بجزء من هذه التخفيفات .

د- تحضن الدوارق المخروطية الملقحة لعدة أسابيع تحت الضوء وعلى درجة حرارة 28-32 درجة مئوية .

هـ تؤخذ أحد المستعمرات المتكونة لتنميتها إما في بيئات مغذية جديدة سائلة أو على بيئة الآجار المائل.

وتختلف قدرة الطحالب الخضراء المزرقة على تثبيت النيتروجين على حسب التباين الزراعي المناخي ، Agro-climatic variation خاصة أنه ليس بالضروري أن أن تتواجد هذه الطحالب بكل انوع التربة ، مما يعنى أن بعض أنواع التربة تحتاج لتلقيحها باللقاحات الطحلبية، وتشير الدراسات في كل من اليابان ومصر وروسيا والهند أن هناك زيادة ملموسة في انتاج الأرز عند استخدام هذه اللقاحات .

وتحتاج تغذية الطحالب إلى الكربون مع الضوء (التمثيل الكلوروفيلي) ، وللفوسفور والكالسيوم وبعض العناصر الصغرى (الكوبالت والموليبدنيوم والبورون والمنجنيز) ويتأثر نموها وتثبيتها للنيتروجين بالمبيدات ودرجة الحرارة وال pH والجفاف والهواء والأملاح ومسببات الأمراض (المن ، البروتوزوا ، البكتيريا ، الفطريات) .

وتظهر أهمية الطحالب الخضراء المزرقة في زراعة الأرز بجمهورية مصر العربية ، حيث تبلغ المساحة الكلية المزروعة بالأرز نحو 920 ألف فدان تحتاج إلى حوالي 40 وحدة نيتروجين للفدان .

جدول رقم (2-11)

البيئات الغذية لتكاثر الطحالب الخضراء المزرقة

بيئة الإستزراع	g/1		
	قبل الإستزراع	الإستزراع في الأحواض	الإستزراع الخارجي
K2HPO4	0.3	0.3	0.3
Mg So4 7H2O	0.2	0.2	0.2
CaCl2	0.05	0.05	0.05
FeCl3	trace	trace	
KNO3		0.1	0.1
(NH4)2 MoO4		0.02	
Na2 Co3			0.2
EDTA			0.1
A5-micronutrients			1.0ml

المصدر : سعد زكي ميكروبيولوجيا الأراضي ، مكتب الانجلو المصرية ، القاهرة .

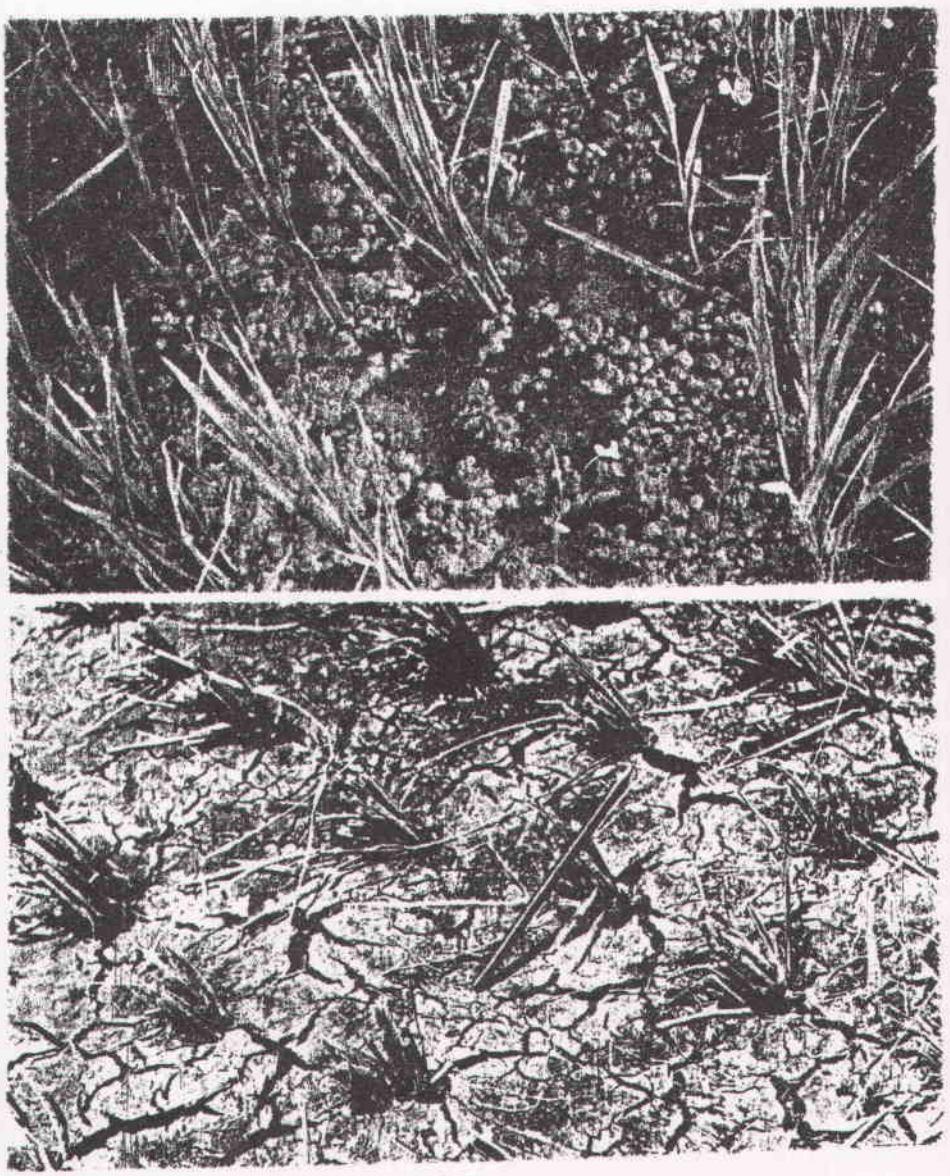
تقارير الفنية والدراسات إلى أنه اذا استخدم 100 جم من الطحالب
ستل الارز يتوفر حوالي 50٪ من النيتروجين اللازم (20 وحدة) ولذلك
ي لاستخدام الملقحات الطحلبية Algal Inoculants في زراعة الارز (السودان، مصر،
التي تتوفر بها الاحتياجات المائية اللازمة لزراعة الارز
وأن هذا المحصول يعتبر من المحاصيل الاستراتيجية بالوطن العربي،
طلق يأتي تشجيع انشاء صوبات انتاج شتول الأرز لإنتاج شتول ملقحة
ض المستديمة .
حالب الخضراء ميزات أخري حيث أنها تفرز بعض الاوكسنيات ومنظمات النمو
Indol Acetic Acid (I
وفيتامين B12 وفيتامين C وكلها تساعد على تحسين
كماً ونوعاً.
رتجري حالياً تجارب لانتاج سلالات طحلبية خضراء مثبتة للنيتروجين وخالية من أنزيم
Glutamine Synthe
ينية ، فتنساب الأمونيا خارج الخلية في البيئة وبذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية
ي انتاج الاسمدة بيولوجياً.
والملقحات الطحلبية تأثير مباشر على الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة ، فعلى
سبيل المثال لوحظ أن هناك زيادة ملموسة على خاصية الإحتفاظ بالماء في التربة . فإعادة
ترتيب حبيبات التربة له تأثير على معدلات النفاذية Infilteration Rates والتهوية ودرجة
الحرارة ، كما يتضح من الجدول رقم (2-12) لذلك .
ويتوقف نجاح التقانة الطحلبية Algal technology على مدى قدرة اللقاح الطحلبي
على المعايشة والاستيطان بالتربة، لذا فإنه من الضروري اختيار سلالات سريعة النمو
كمادة أصلية Seeding Material ، وهذا لا يتم إلا بالزراعة المحصولية المتتابعة
Consective cropping ، ويوضح الشكل رقم (2-29) حالة النمو الطحلبي رغم الزراعة
المتتابعة وأيضاً القشور الطحلبية المتكونة على سطح الحقل بعد حصاده ، وقد لا ينجح
الطحلب في الاكثار والنمو بسبب وجود الأسمدة الحامضية أو المبيدات أو المفترسات
وأيضاً نقص المغذيات . وللطحالب الخضراء المزرقة القدرة على تثبيت النيتروجين في
حدود ما لا يقل عن 25-30 كجم للهكتار في الموسم الواحد ، ويتعدى الأثر المتبقي لثلاثة

جدول رقم (2-11)

أثر التلقيح الطحلبي على خاصية الإحتفاظ بالماء في التربة

تربة	٪ الاتزان المائي		
	الشاهد	التلقيح بالطحلب	٪ الزيادة
تربة طينية رملية	2.2	4.1	85
طينية	2.6	6.0	130
تربة سلتية طينية لومية	3.5	9.1	160

المصدر : سعد زكي ، ميكروبيولوجيا الأراضي ، مكتب الانجلو المصرية – القاهرة .



شكل رقم (2-29)

النمو الطحلبي في حقل ملقح ثلاثة مرات متتابعة Consective أعلى

والقشور الطحلبية Algal Crust على سطح حقل تم حصاده (أسفل)

(Source : FAO Soils Bulletin No. 46)

أو أربعة مواسم متتابعة . وان تكلفة اكثار الطحالب كسماد حيوي تعتبر بكل المقاييس رخيصة للغاية .

2-2-5-2-1 استزراع الطحالب الخضراء والزرقاء في المعمل :

ويقوم بهذا العمل المسؤول الفني المختص في مجال اللقاحات الطحلبية باجراء الاستزراع المعملي على النحو التالي :

- تحفظ المزرعة الطحلبية الأصلية على 1 - 1.5٪ من الآجار المائل المغذي.
- تحفظ المزرعة الطحلبية في بيئة مستخلص التربة المكونة من :
  - * 1 جم من التربة .
  - * 2 سم^3 من بيئة Fogg .
- إكثار الطحلب في أوعية سعتها 250 سم^3 تحتوي على 100 سم^3 من بيئة Fogg تحت الضوء .
- تنقل المزرعة داخل أوعية يمكن السحب منها أو قارورة (وعاء زجاجي كبير مغطى بالقش) .
- ينقل الطحلب إلى الأحواض الضحلة Trough لتحضير التربة المحتوية على المواد الأولية البادئةSoil-based Starter Material s واللازمة للانتاج الحقلي .

2-2-5-2-2 تقانات الانتاج الموسع للطحالب الخضراء الزرقاء :

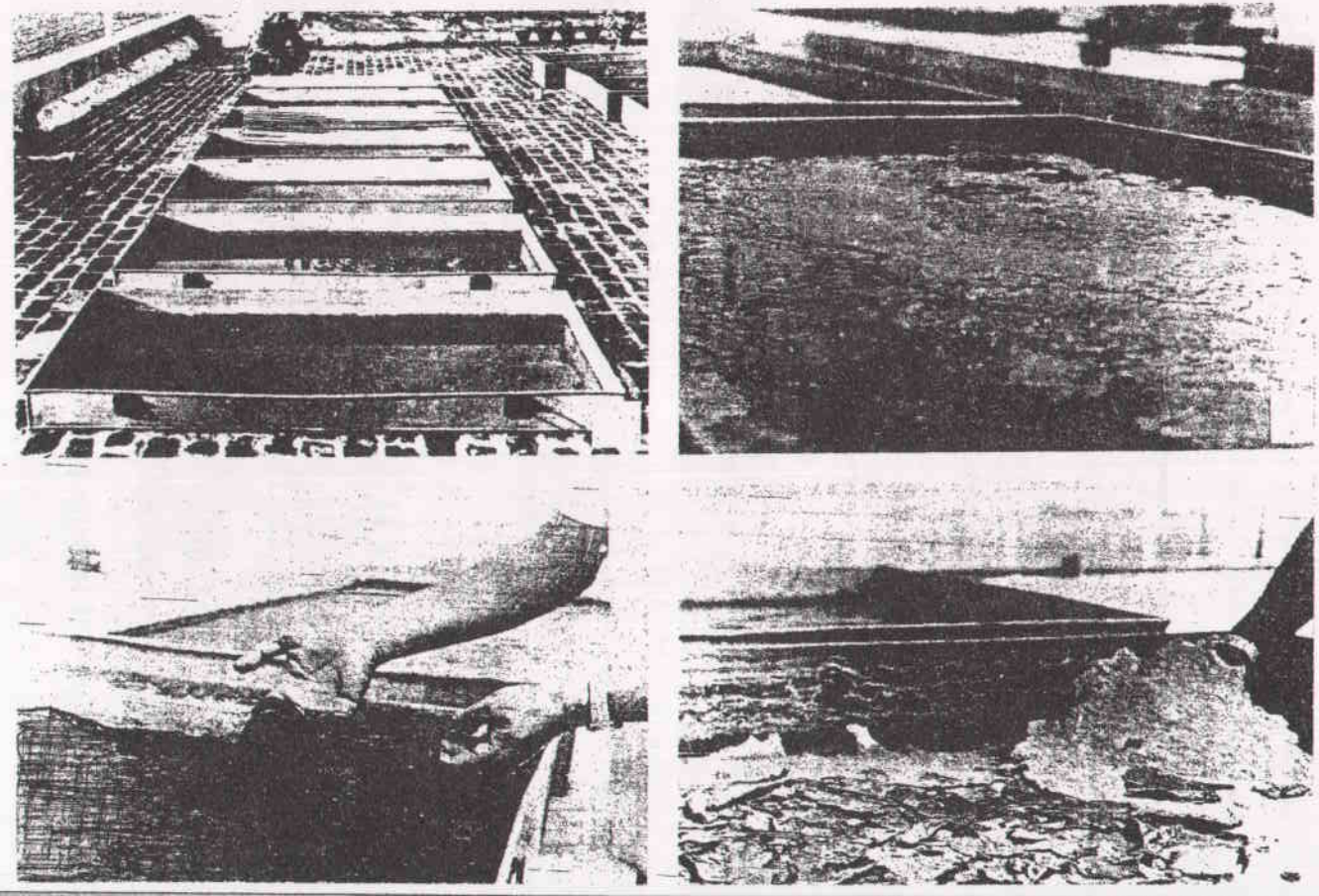
تنتج اللقاحات الطحلبية الخضراء الزرقاء اللازمة لزراعة الأرز على نطاق واسع بتقنات متعددة ، يمكن حصر أهمها في التقانات التالية :

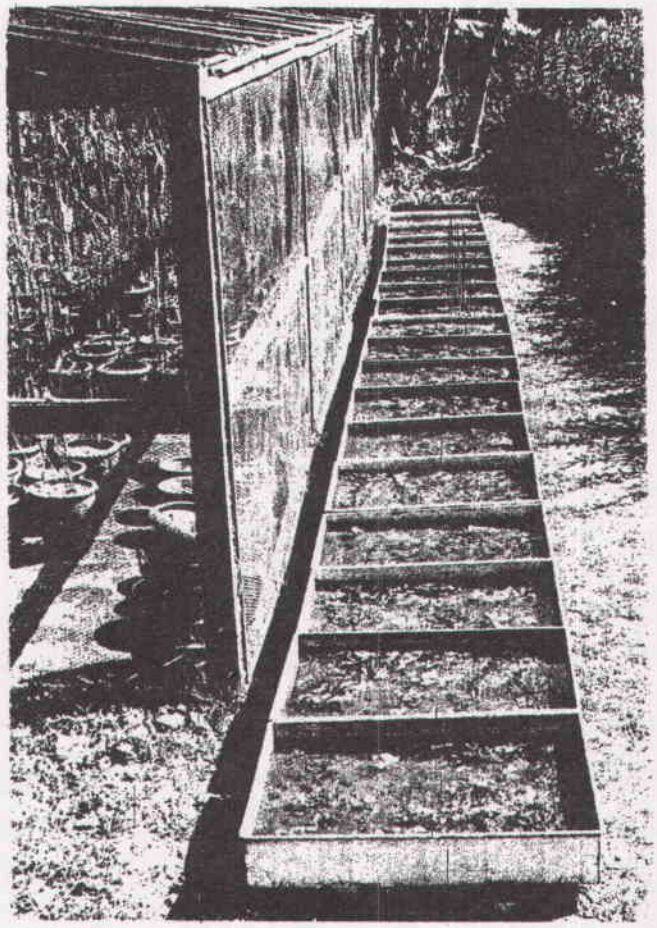
أ- تقانة الانتاج في أحواض ضحلة (Trough):

* يتم تجهيز وحدات صواني ضحلة Shallow trays (2 متر × 23 سم) المصنوعة من شرائح الحديد المجلفن (غير قابل للصدأ) كما في الأشكال (2-30)، (2-31).

شكل رقم (2-30) الطريقة الهندية لانتاج الطحالب في احواض ضحلة (Trough Method) بها تربة

(Source : FAO, Soils Bulletin No.46)





شكل رقم (2-31)

استزراع الطحالب الخضراء المزرقة على احواض ضحلة بها تربة

(Source : FAO, Soils Bulletin No.49)

* يضاف حوالي 8-10 كجم تربة ثم تخلط جيداً بحوالي 200 جرام من السوبر فوسفات .

* يضاف الماء لارتفاع حوالي 5 سم وتضبط ال pH (من الأفضل أن تميل للقلوية).

* يضاف 25 جم من الكاربوفيورون (Carbofuron 3%) لكل صينية لحماية الطحلب من الحشرات المفترسة .

* بعد أن تستقر التربة تنثر مزرعة الطحلب على سطح محتويات الصينية ثم تحفظ الوحدات مكشوفة ومعرضة للشمس .

* يراعى المحافظة على مستوى الماء داخل الصواني وخاصة أيام الصيف ، حيث يكون معدل البخر مرتفع ومعدل نمو الطحلب سريع ، ويتم ذلك بإضافة الماء بصورة غير منتظمة Intermittently حتى يصل سمك النمو درجة كافية بعد حوالي أسبوع أو 15 يوم .

* تترك الصواني لتجف تماماً طبيعياً (بواسطة الشمس) ، حتى تتحول تشققات الطبقة الطحلبية Algal Cracks إلى رقائق طحلبية Algal Flakes ثم تجمع الرقائق داخل أكياس أو جوالات لاستخدامها في الحقل .

* تملأ الصواني (الاحواض الضحلة) مرة أخرى ويضاف إليها قليل من رقائق الطحلب (كلقاح Inoculum) ، ثم يستمر العمل في باقي الخطوات ويكرر العمل لحوالي ثلاثة مرات فقط حيث تستهلك التربة تماماً ، مما يستلزم خلط تربة جديدة بالسيوبر فوسفات ، ويستمر العمل لمواسم أخرى خاصة وأن الموسم لا يستغرق أكثر من 40 يوماً يتم فيها حصاد الطحلب عشرة مرات على الأقل ويكون انتاج كل صينية حوالي 1.5-2 كجم من رقائق الطحلب .

ب- تقانة الانتاج في حفر مبطنة بالبلاستيك (Polythene lined pit) :

لا تختلف هذه التقانة كثيراً عن سابقتها سوى في تبطين الحفر بالبلاستيك السميك ليمنع تسرب الماء من الحفرة ، ثم تتبع نفس الخطوات المذكورة في التقانة السابقة ، إلا أن لها ميزة نسبية في كبر مساحة السطح مما يؤدي لزيادة في الانتاج الكتلى الطحلبي

وسهولة حصاد الرقائق الطحلبية ، بجانب أنه يمكن تفادي الازالة غير المقصودة للتربة Accidental Collection of the Soil مما يطيل موسم الانتاج ، وقد يتطلب ذلك اضافة جرعة أحادية من السوبر فوسفات في حدود 100جم لمرتين مع مراعاة عدم انخفاض درجة ال pH (شكل رقم 2-32) .

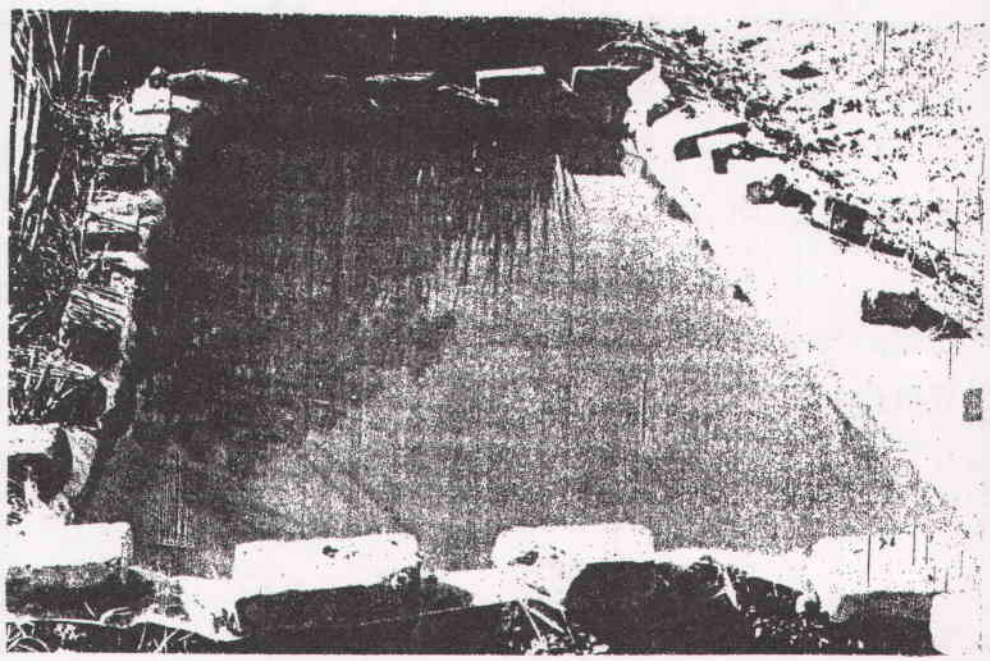
ج- تقانة الانتاج في احواض عميقة Tank Technique :

أيضاً لا تختلف عن تقانة الانتاج في احواض ضحلة Troughs (أو صواني Trays) سوى إنها أكبر سعة وعمقاً حيث يحفر حوض بابعاد (2 متر × 1.5 متر × 25 سم) ، كما في الاشكال (2-33) ، (2-34) ثم تتبع بقية الخطوات المذكورة في (2) .

د- تقانة الانتاج الحقلي Field Production:

هذه التقانة هي تطوير للتقانات السابقة بغرض إنتاج اللقاح الطحلبي تجارياً وتتم على النحو التالي:

* تحديد Demarkate مساحة ارض في حدود 40 متر مربع ذات قوام طيني يمنع تسرب الماء بالتغدق Water Logging مما ينتج عنه تكوين بركة Well Puddled (شكل 2-35) .
* يتم تطويق المساحة بسد ترابي Bund ارتفاعه 15 سم ، ثم تغمر المنطقة بالماء لعمق 2.5 سم مع مراعاة المحافظة على هذا المستوى .
* يضاف 12 كجم سوبر فوسفات ، ثم يضاف 5 كجم من مزرعة طحلبية مركبة Compsite Algal culture .
* يضاف حوالي 250 جرام من الـ Carbofuron (3٪) أو الEkalux (5٪ حبيبي) لحماية المزرعة من المفترسات والحشرات مثل الباعوض .
* يتفاوت معدل نمو الطحالب حسب نوع التربة التي يستزرع فيها ، في التربة الطينية يستغرق نموه حتى مرحلة Floating Mats حوالي أسبوعين في طقس مشمس وقد يصل الى 3-4 أسابيع في التربة الغرينية Loamy ثم تترك لتجف ثم تحصد رقائق الطحلب Algal Flakes .



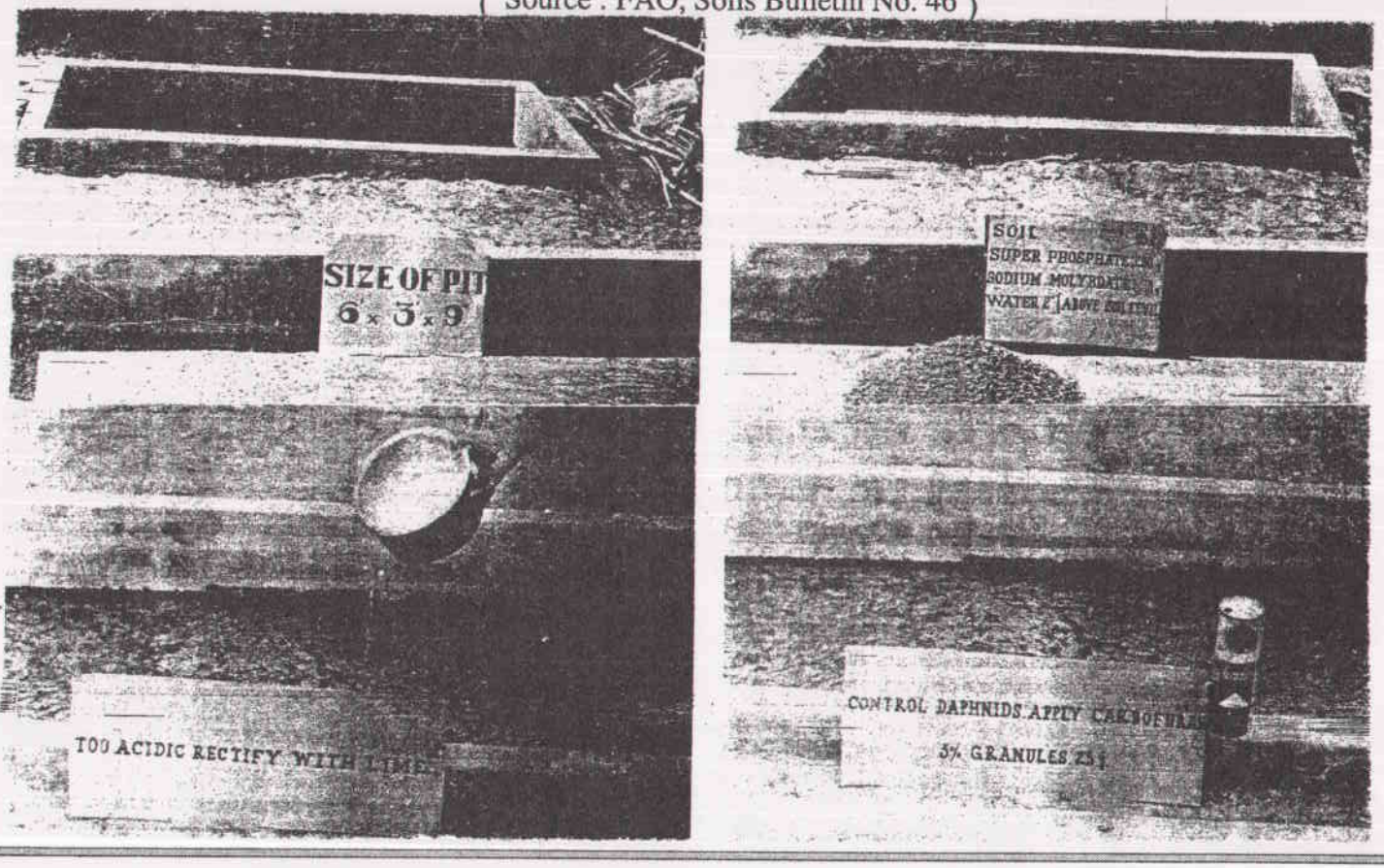
شكل رقم (2–32)

تقانة انتاج اللقاحات الطحلبية في حفر (Pit) مبطنة بالبلاستيك (Polythene-lined)

شكل رقم (2-33)

التقانة الهندية لانتاج اللقاحات الطحلبية في احواض عميقة Tank Method

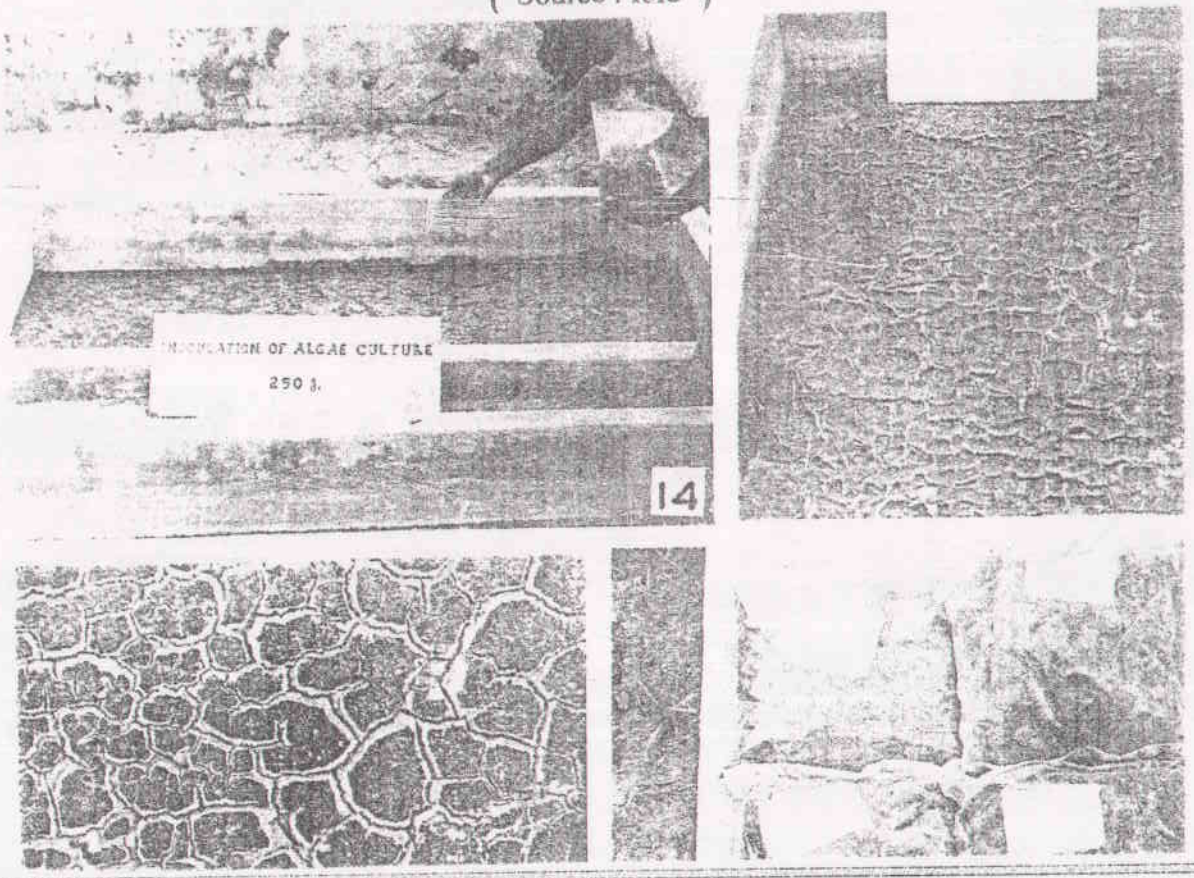
(Source : FAO, Soils Bulletin No. 46)

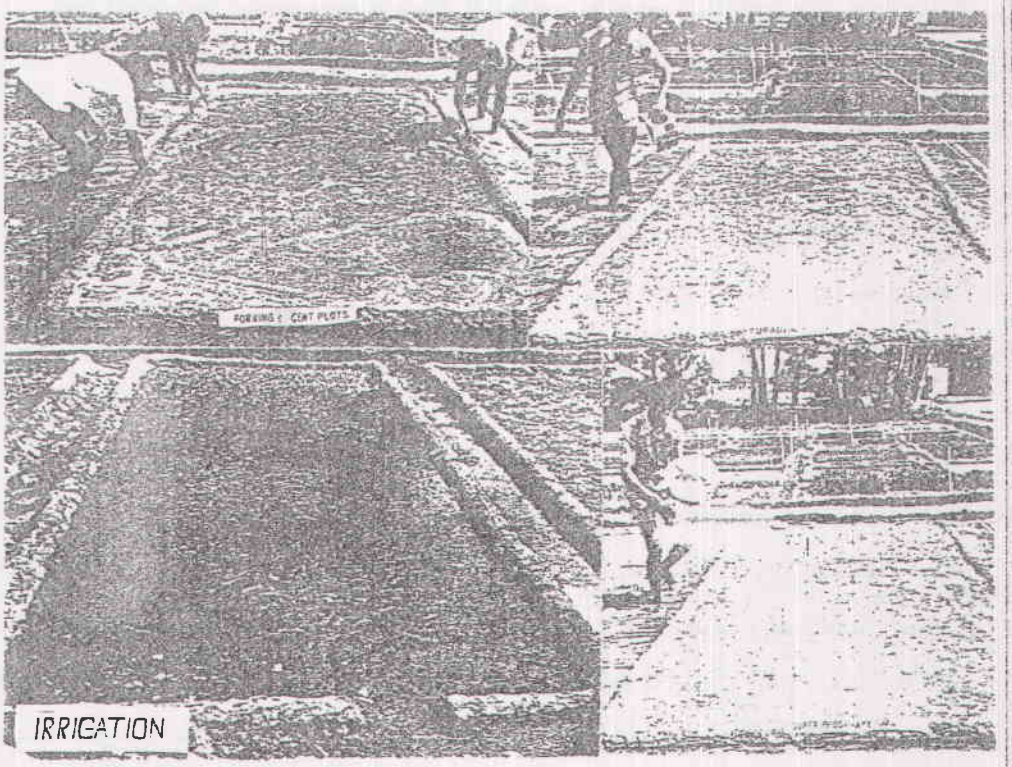


شكل رقم (2–34)

تابع التقانة الهندية لانتاج اللقاحات الطحلبية في احواض عميقة

(Source : Ibid)





شكل رقم (2-35)

الطريقة الهندية لانتاج الطحالب بالحقل

* يكرر الانتاج مرة اخرى بعد الحصاد بغمر الاحواض واضافة السوبر فوسفات والمبيدات ، ومن غير الضروري إضافة لقاح طحلبي جديد ، وبهذه الطريقة يمكن انتاج حوالي 16–30 كجم لكل 40 متر مربع كمتوسط . وقد يصل أحياناً الى 16 طن رقائق طحلبية /هكتار في فترة 3 أسابيع . ويستطيع المزارعون انتاج الطحلب متزامناً مع بادرات الأرز في مشاتل خاصة بذلك .

هـ- التقانة الصينية لانتاج الطحلب بالمشتل Nursery-cum-Algal Technique :

حيث يتم تخصيص حوالي 320 متر مربع لانتاج الشتول بالاضافة الى 40 متر مربع لانتاج الطحلب بالطريقة السابقة الذكر ،

وحينما يكتمل نمو بادرات الارز Rice seedlings وقبل ان يتم نقلها للحقل يكون قد تم إنتاج حوالي 15–20 كجم لقاح طحلبي تكفي لتلقيح شتول لزراعة 1.5 (واحد ونصف) هكتار أرز ، وبهذه التقانة يتم استخدام مساحة الارض المتاحة ليس فقط لانتاج اللقاح الطحلبي بل ايضاً لانتاج الشتول .

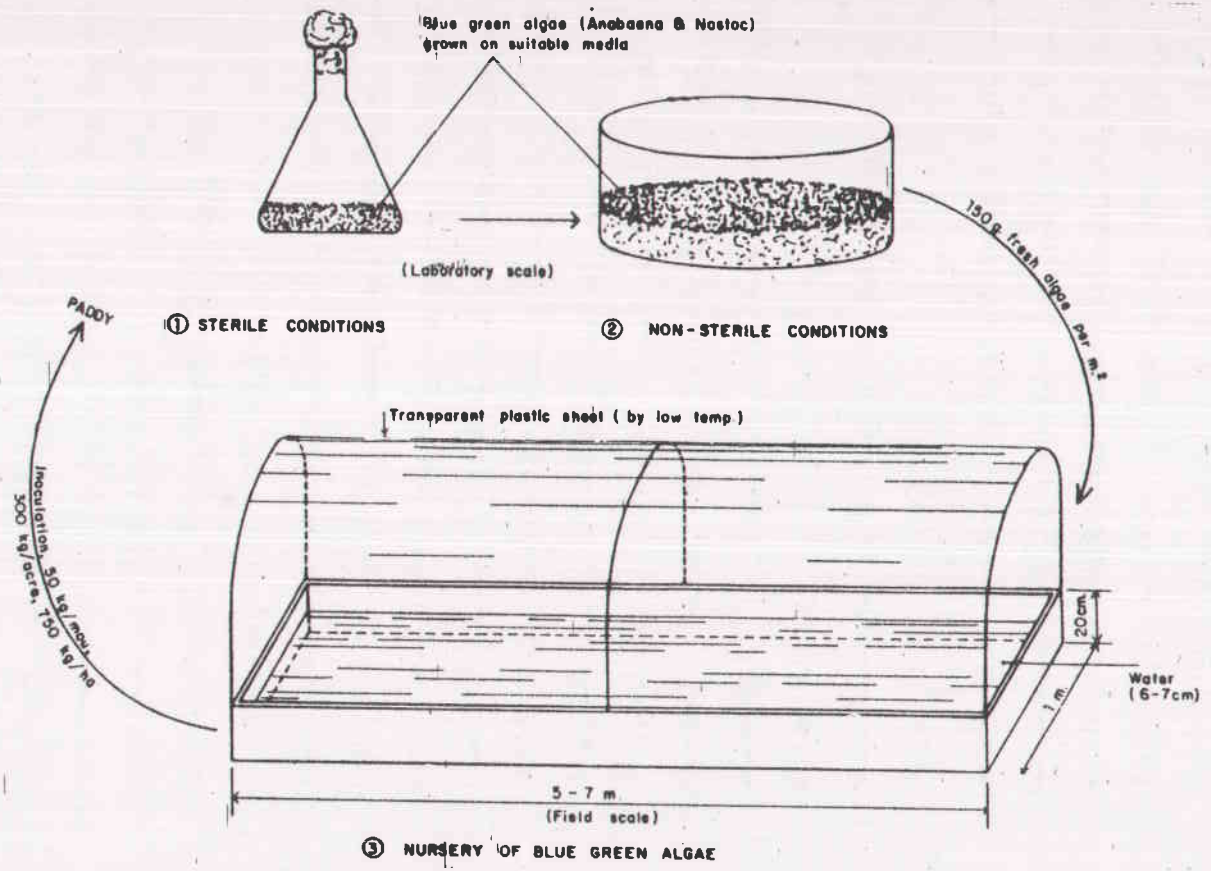
ويوضح الشكل رقم (2–36) التقانة المستخدمة بمعهد البحوث الزراعية بالصين (نان جنج Nanjing) ، حيث يستخدمون خليط من الانابينا Anabena والنوستوك Nostoc للتلقيح الحقلي ، حيث يتم في البداية تنمية الطحالب في أوعية Flasks وبيئة معقمة ، ثم يتم نقلها بعد ذلك الى قارورة زجاجية Bowls تحت ظروف غير معقمة ويتم تجهيز احواض المشتل (5 متر × 1 متر × 20 سم) باضافة ماء ارتفاعه 6 سم ثم يلقح بمعدل 150جم طحلب لكل متر مربع، وبعد حوالي أسبوع يصل نمو الطحلب الى 500–1000 جم لكل متر مربع ، ثم تغطى الاحواض بأغطية بلاستيكية شفافة وذلك لحماية الاحواض من انخفاض الحرارة (اذا تواجدت) ، ثم يتم الانتاج الحقلي بنثر الطحلب بمعدل 750 كجم للهكتار، حيث تنمو بمعدل يصل الى حوالي 75 طن للهكتار في خلال 10–15 ، يوم واذا كانت درجة الحرارة في حدود 30 درجة مئوية قد يصل الانتاج الطحلبي الى 15 طن للهكتار .

و- التقانة اليابانية Japanese Technique :

تتضمن التقانة اليابانية لانتاج اللقاحات الطحلبية مراحل هندسية وبيولوجية للتشغيل

(36-2)

التقانة الصينية لتنمية الطحالب (بمنطقة Nanjing – محافظة Jiangsu)



يمكن عرضها في الخطوات التالية :

- **المزرعة الاولية المهتزة** Preliminary shake culture : وفيها يتم نقل اللقاح الطحلبي من مزرعة الآجار المائل إلى أوعية زجاجية مستديرة Round Flasks ويتم تحضينها بالرج الثابت على درجة حرارة 32 درجة مئوية واستخدام حضانة مزودة بمصابيح داخلية وهاجة Incandescent Lamp على جدرانها الداخلية وتستخدم المزرعة التي تجاوزت الأسبوعين كلقاح لمزارع الاحواض

- **مزرعة الحوض** Tank culture: عبارة عن مخبار زجاجي سعته 30 لتر يوضع داخل حمام مائي على درجة حرارة ثابتة 32 درجة مئوية thermostatically controlled وهو مزود بثلاثة نوافذ لتسمح بدخول الضوء الخارجي، وأيضاً محرك Stirrer وأنبوب Pipeline للتهوية ، مع تمرير غاز ثاني اكسيد الكربون بتركيز 3٪ وبمعدل 350 ملليمتر في الدقيقة لمحلول البيئة السائلة ، ويزود بماسح مطاط Rubber Tipped Wiber لإزالة الطحلب من جدار المخبار . ويجب تعقيم هذا الجهاز قبل تلقيحه باللقاح الطحبي المأخوذ من الخطوة السابقة ، وحينما يصل النمو لمعدل 2جم/لتر (مادة جافة) ، يسحب نصف محتويات المزرعة لاستخدامها كلقاح للمزارع الخارجية Outdoor Cultures ، ثم يملأ مرة أخرى ببيئة سائلة جديدة Fresh لنفس الحجم البدائي . ومن المعلوم ان معدل الانتاج يبلغ حوالي 0.2 جرام/لتر/يوم .

ز- **تقانة النظام الدائري المغلق** Closed circulation system : للزراعة الخارجية Outdoor culture .

يتم تصميم أنبوبة مغلقة Culture chamber تصنع من جوانب مسطحة من البلاستيك وسعتها 300 لتر ونصف قطرها 3 سم وطولها حوالي 8 متر، ولتسهيل نقل اللقاحات تحت ظروف معقمة aseptic يتم توصيل الانبوبة بمزرعة الحوض، وتمرير الخليط بمعدل 20 لتر في الدقيقة مع تحريك محتويات الانبوبة باستمرار باستخدام البامبو المعقم لحمايتها من الاصابة. مع تمرير الهواء وغاز ثاني أكسيد الكربون بتركيز 5٪ ، ويتم تبريد المزرعة بصب ماء الصنبور والتعقيم بمحلول هيدروكسيد الهيدورجين 1٪ والذي يزال بالتبخير في الماء المعقم . والناتج الكلي

الذي يمكن الحصول عليه هو 7.9 جم مادة جافة/مترمربع/اليوم وتستخدم البيئة المغذية المذكورة في الجدول رقم (2-12) لكل المزارع السابقة .

- **المزرعة الحصوية** Gravel Culture : تستخدم هذه التقانة تجارياً بالأسم الياباني Kanuma-Tsuchi حيث يغسل الحصى المغربل بالماء المقطر ثم يغمس في بيئة خالية من النيتروجين ، ثم يعقم بالبخار ، ثم تخلط بعد ذلك بمعلق الطحلب Algal suspension ثم توضع حبيبات الحصى الملقحة في أنابيب بلاستيكية تحت إضاءة ضعيفة . وبعد حوالي 4 أسابيع من التحضين تنقل مزرعة الحصى إلى أواني زجاجية وتحفظ على درجة حرارة الغرفة ، لحين استخدامها للتلقيح الحقلي.

ح- **التقانة الهندية** Indian Technique :

وتأخذ هذه الطريقة في اعتبارها معدل الانتاج وتكلفة وتطوير وسائل مبسطة مثل مزارع الرمل الجاف ، المزرعه الرغويه ، المزارع المفتوحة للتربة كما هو موضح فيما يلي :

- **مزرعة الرمل الجاف** Dry Sand Culture يتم غلى الرمل المغربل في ماء مقطر لمدة ساعتين تحت ظروف جافة على درجة حرارة 120 درجة مئوية ، ثم يغمس بعد ذلك في بيئة مغذية خالية من النيتروجين ، ثم تعقم لمدة 30 دقيقة ، ثم يخلط الرمل المعقم بمعلق الطحلب المركز Concentrated Algal Suspensions ويجفف في الشمس ، ثم تحفظ بعد ذلك في أنابيب وتخزن . وتمتاز هذه التقانة بقدرة حبيبيات الرمل الحاملة للقاح الطحلبي بالنفاذ داخل الطحين في التربة ، مما يتيح سرعة نمو الطحالب.
- **المزرعة الرغوية** Foam culture تقطع قطعة من الاسفنج الصناعي الى مكعبات صغيرة (2-4 سم^3) ثم تغلى في الماء وتغمس في بيئة خالية من النيتروجين تحت الشفط Suction وفي ظروف معقمة ، وتنشر بعد ذلك القطع الاسفنجية على قارب معدني Metallic Boat مبطن برقائق بلاستيكية ، مدعومة Supported بأسلاك معدنية على شكل أقواس ملتحمة بها ، ثم ينثر اللقاح الطحلبي فوق القوارب والتي يتم تحضينها تحت اضاءة ضعيفة لمدة 3-4 أيام حتى تتغطى تماماً بالنمو

الطحلبي ، ثم تزال وتحفظ داخل اكياس بلاستيك لحين استخدامها، وتمتاز هذه الطريقة بان قطع الاسفنج تطفو على سطح مياه الاراضي الفدقة وتبدأ نموها بسرعة وتنتشر فوق سطح الماء.

– **مزارع التربة المكشوفة** Open Air Soil Culture : ميزة هذه التقانة أنها تتيح للمزارع تجهيز اللقاحات الطحلبية التي يحتاجها ، حيث تعتمد أساساً على استخدام اشعة الشمس الطبيعية تحت الظروف المهيأة لزراعة الأرز . وفيها يتم نشر طبقة رفيعة من التربة سمكها (2.5 سم) على صينية حديد مجلفنة مستطيلة الشكل (60×90سم) ويضاف عليها ماء بارتفاع 25 سم ، وبعد ان تستقر التربة في القاع يلقح سطح الصينية بالطحلب مع اضافة فوسفات الصوديوم 0.2 جم/لتر (Na_2PHO_4) وموليبدنيوم 0.2 ملليجرام/لتر (M_0O_3) ثم تترك الصينية في الهواء المكشوف Open air لمدة 4–5 أيام ، فتغطى المستعمرات الطحلبية الماء، وبعد أن يجف الماء تماماً تجمع رقائق الطحلب وتحفظ في أكياس بلاستيك لحين استخدامها في الحقل (شكل رقم 2–37) .

ويصل معدل إنتاج الطحلب الجاف في هذه الطريقة حوالي 20جم/متر مربع/يوم، وبالامكان الحصول على هذا الانتاج باستمرار كل عشرة ايام . وتتأثر هذه الطريقة بعوامل المناخ فمعدل الانتاج ينخفض بالبرودة أو اثناء موسم المطر ، وعليه يستحب ايقافها خلال موسم الأمطار ، وتمتاز هذه التقانة بأنها رخيصة التكاليف ، ويفضل تخصيص جزء من المزرعة كمرقد لشتل الطحلب Algal Nursery Bed وتغلق بسدود ترابية حيث تلقح هذه المراقد بالطحلب قبل الامطار حتي تكون غدقة Water logged ويضاف لهذه المراقد قليل من الجير (Lime) والفوسفات والموليبدنيوم، يمكن الاستعانة بمصدر مائي يسهل التحكم فيه إذا لم تتوفر أمطار.

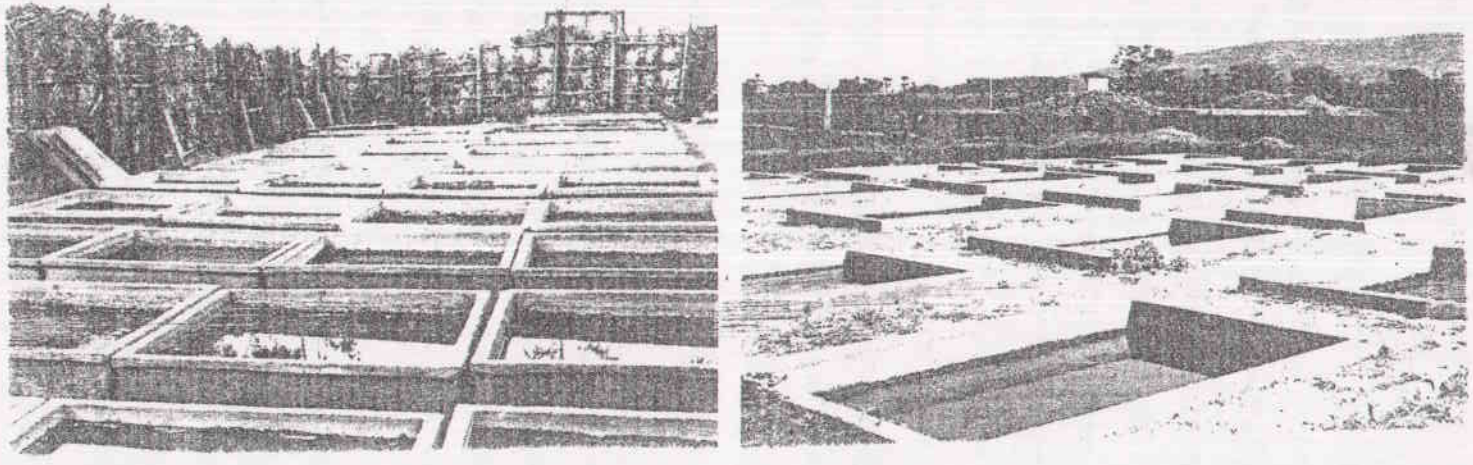
3-5-2-2-2-2-2 **تقانة اكثار الطحلب على مياه المجارى :**

والأصل في هذه التقانة أن يستفاد من محطات المجاري المؤكسدة Sewage Oxidation Ponus لاكثار الطحلب الاخضر المزرق ، وتستخدم هذه الطريقة عملياً في محطة مجاري أحمد اباد بالهند ، وتعطى لقاحات طحلبية ذات قيمة سمادية عالية .

شكل رقم (2-37)

وحدات انتاج اللقاح الطحلبي بالتربة المكشوفة

(Source : FAO, Soils Bulletign No. 46)



6-2-2-2 انتاج الازولا للتسميد العضوي: Azolla Production , as Organic Manure

الازولا نباتات سرخسية مائية Water Ferns واسعة الانتشار، وتمثل أحد أشكال العلاقة تكافلية بين النبات والطحالب الخضراء المزرقة من جنس الانابينا مكونة وحدة واحدة Azolla-Anabaena symbiosis حيث يتم تثبيت النيتروجين من خلال المعايشة التكافلية، ولا يمكن اكثار طحلب الانابينا بدون العائل (الازولا) والذي يمكن زراعته بدون الطحلب اذا ما توفر له النيتروجين كما في الشكل رقم (2-7) السابق ذكره ، وتنتشر الازولا في البحيرات وجداول المياه والحقول المغمورة Paddy Soils والمستنقعات ، وتتكون من ريزوم متفرع بالتبادل وأوراق مثلثة الشكل ثنائية التفصيص (العلوي مائي كبير خالي من الكلوروفيل والأسفل هوائي سميك يحتوى على كلوروفيل وبينهما تجويف يعيش داخله الطحلب) وجذور رفيعة يتراوح عمقها من 2 سم للانواع الصغيرة ، 10 سم للانواع الكبيرة. وتحتوي على صبغة الكلوروفيل الخضراء وصبغة الانثوسيانين الحمراء . ويمكن إكثار الازولا على بيئة مائية لا يقل عمقها عن عدة سنتمرات وعلى درجة حرارة 28 درجة مئوية مع توفر مغذيات الفوسفور والبوتاسيوم ، والحديد وضبط ال pH عند 6 فزيادتها تؤثر على امتصاص المغذيات .

وتصل كفاءة الازولا في تثبيت النيتروجين الى الحد الاقصى عند تعرضها لضوء الشمس بمعدل 40-50 Kilo Lux، كما يقل نموها عند زيادة نسبة الأملاح وتهلك اذا وصل التركيز 1.3٪ . وقد واستطاعت الصين أقلمة السرخسيات على العيش في الفصول الباردة والحارة ، وتزيد المساحة التي تزرع أرزاً بالصين باستخدام الازولا عن 1.5 مليون هكتار وتتجاوز كمية النيتروجين المثبته بالازولا في حقول الارز الالف كجم نيتروجين في العام في كل من الصين واليابان وفيتنام والفلبين ، أما في كاليفورنيا فلا تتعدى 500 كجم نيتروجين في العام . ويستخدم لقاح الازولا بمعدل 250-500 جم لكل متر مربع لانتاج الاسمدة الخضراء وبمعدل 500-750 جم لكل متر مربع لانتاج الكمبوست، ويمكن تنمية الازولا بنجاح في مشاتل مائية واستعمالها كلقاح في الأراضي المزروعة أرزاً حيث يقوم الطحلب المتعايش داخلياً Endophyte symbiont بتثبيت النيتروجين ليستفيد منه نبات الأرز مما يقلل من التسميد النيتروجيني وبالتالي يحد من التلوث الناتج عنها ، ويتم انتاج الازولا على النحو التالي :

1- التقانة الصينية :

يتم تنمية الازولا في مشاتل مائية مغطاة بالبلاستيك لمدة 4 أسابيع وبعد تحضير الأرض لزراعة الأرز (مغمورة بالماء) يتم بذر الازولا بمعدل 7.5 طن للهكتار وبعد حوالي 5-10 أيام يصرف الماء من الاراضي فتبقى وسائد الازولا MATS والتي يصل نموها حوالي 22.5 طن للهكتار ، ثم يتم حراثتها مع الارض ويمكن تكرار ذلك ، وأحياناً يتم دفن الازولا يدوياً لحماية نباتات الأرز من الاختناق لسبب نقص الاكسجين بالجذور ، واضافة حوالي 200 كجم سوبر فوسفات للهكتار .

2- التقانة الهندية :

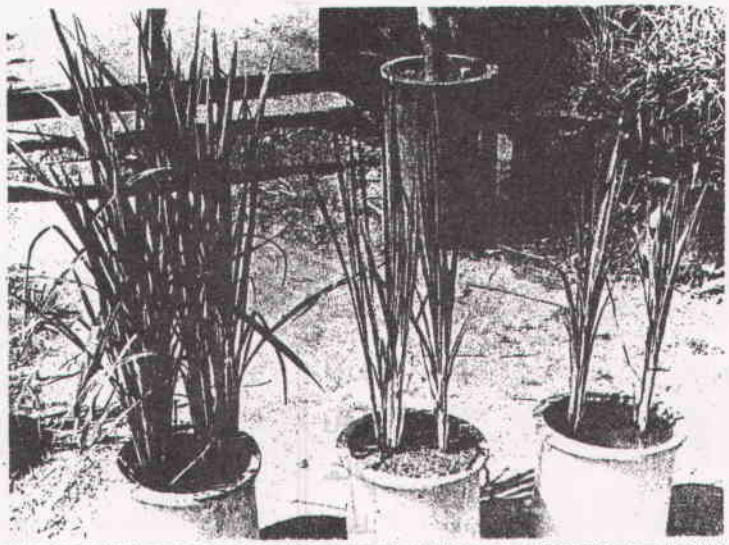
ومنها تصمم مشاتل مائية للازولا في أحواض صغيرة خرسانية (50-100 متر مربع) للوقاية من البخر الهوائي ويضاف للأحواض الماء بارتفاع 5 - 10 سم وسوبر فوسفات بمعدل 4 - 8 كجم للهكتار ، ويضاف لقاح الازولا بمعدل 100-400 جم للمتر المربع . وبعد حوالي 20 يوماً يصل الانتاج الي 8 - 10 طن للهكتار ، وتضبط ال pH لتميل الى القلوية الخفيفة ودرجة الحرارة الي 30 درجة مئوية كحد أقصى مع اضافة 1-2 كيلوجرام من الكربوفيوران Carbofuran للهكتار للوقاية من الحشرات والآفات ، وبالامكان جمع الازولا في اكوام في فترة لا تتجاوز 6-10 يوم وينصح بعدم نقل الأزولا من أو إلى مسافات بعيدة خوفاً من تلفها .

وعموماً فان التلقيح بالازولا يزيد من نمو المحصول زيادة ملموسة لذا استخدمت في زراعة الارز بالصفوف الضيقة (شكل 2-38).

3- تقانة التضاعف لإنتاج الازولا Multiplication Technology

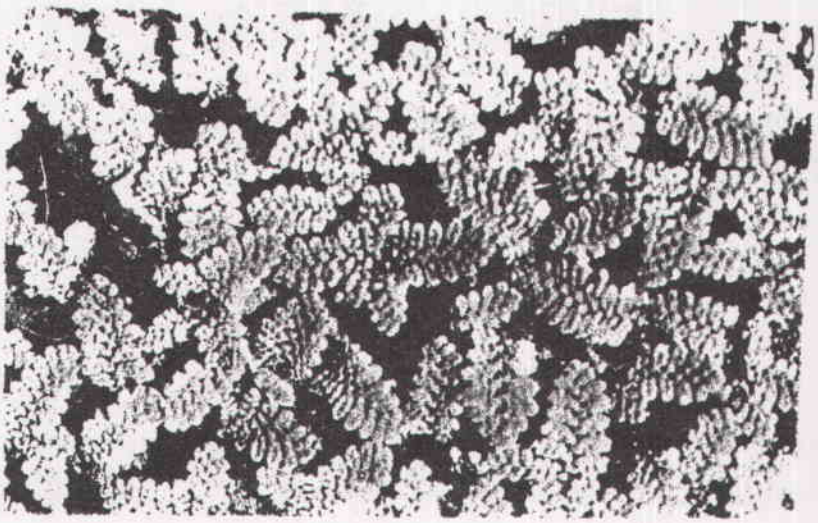
هذه التقانة اقترحها العالم الهندي Singh عام 1978 (شكل 2-39) بهدف وضع موجهات لادارة انتاج الازولا والتي يمكن اختصارها في النقاط التالية :

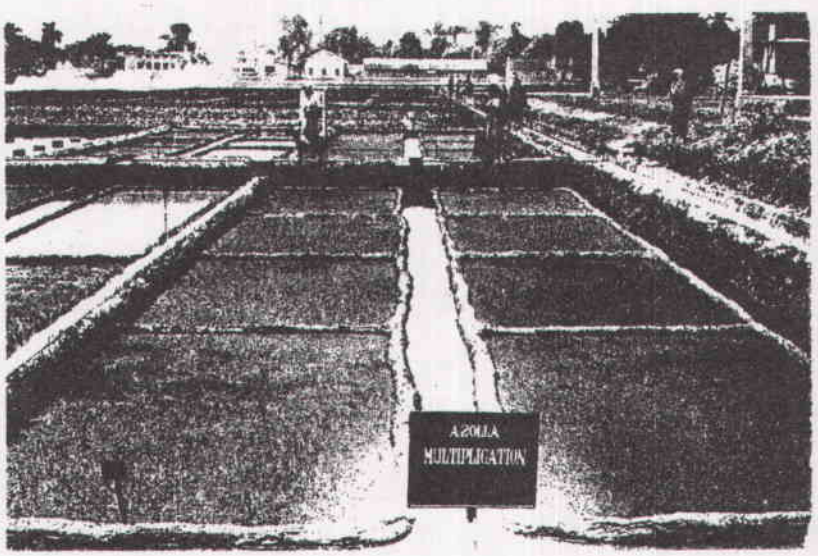
- يستخدم لذلك حقل يكون محروث وتمت تسويته وتسويره Bound ، ويجب أن تكون تربته شبه متعادلة (pH 6-8).



شكل رقم (2–38)

تأثير التلقيح بالأزولا المخلوطة بالتربة أو طافية بالمقارنة مع الشاهد
(من اليسار الى اليمين أعلى) وزراعة الارز بالصفوف الضيقة المزدوجة
Double Narrow Row واستخدام الازولا (أسفل)





شكل رقم (2-39)

سرخسيات الازولا تطفو فوق الماء (اعلا) وحقول إنتاج الازولا (أسفل)

- يثبت مستوى الماء به بمعدل لا يقل عن 5 سم بعد الغمر Flooding .
- يضاف لقاح الازولا بمعدل 200 - 400 جم لكل متر مربع ويخلط معه سوبر فوسفات بمعدل 4 - 20 كجم للهكتار .
- تحصد الازولا بعد حوالي أسبوع باستخدام عصايا البامبو Bambo ثم يعاد التلقيح بنفس المعدل المذكور سابقاً ، وتكرر العملية ، وفي العادة يبدأ برنامج التضاعف قبل الزراعة بحوالي شهر .

كما يمكن استخدام محاليل مغذية لنمو الازولا .

7-2-2-3 **إنتاج الميكروريزا الفطري** Mycorrhizal Inoculants

لم تعرف فطريات الميكوريزا (الفطريات الجذرية Fungal Roots) الا في بداية الستينات ، حيث وجدت جراثيمها مع نيماتودا مفصولة من تربة زراعية . وهي تمثل حالة تكافلية symbiosis فريدة مع جذور النباتات الراقية . فهي تساعد نبات العائل على امتصاص الماء والغذاء والأملاح المعدنية وخاصة الفوسفور بجانب الكالسيوم والبوتاسيوم والنحاس والحديد .

وتلعب الميكوريزا دوراً هاماً في حياة أشجار الغابات التي تعتمد عليها في التغذية Mycotrophy حيث يضعف نموها عند غياب هذه الفطريات ، خاصة إذا استخدمت مبيدات الفطريات Fungicides والتي تسبب على سبيل المثال ضعف لنمو شتلات الموالح ، مما يشجع على ضرورة تلقيح التربة بالجذور الفطرية . وتقوم فطريات الميكوريزا بأخذ احتياجاتها الغذائية المعقدة (الأحماض الامينية والكربوهيدرات الميسرة والفيتامينات خاصة B12) من عوائلها مباشرة (وهذه الخاصية لم تمكن من اكثار الميكوريزا على بيئات صناعية حتى الآن) .

وتقوم الميكوريزا بزيادة الفوسفور الميسر Available phosphorus (خاصة في المناطق الحارة التي يثبت فيها الفوسفور) بافرازها انزيم الفوسفاتيز phosphatase او بتشجيعها لجذور العائل لافراز الاحماض التي تزيد من ذوبان الفوسفور Solubility وامتصاص الزنك والبوتاسيوم والنحاس والكبريت .

وتمتاز هذه الفطريات عن الفطريات الاخرى بوجود جزء ممتد من الميسليوم خارج

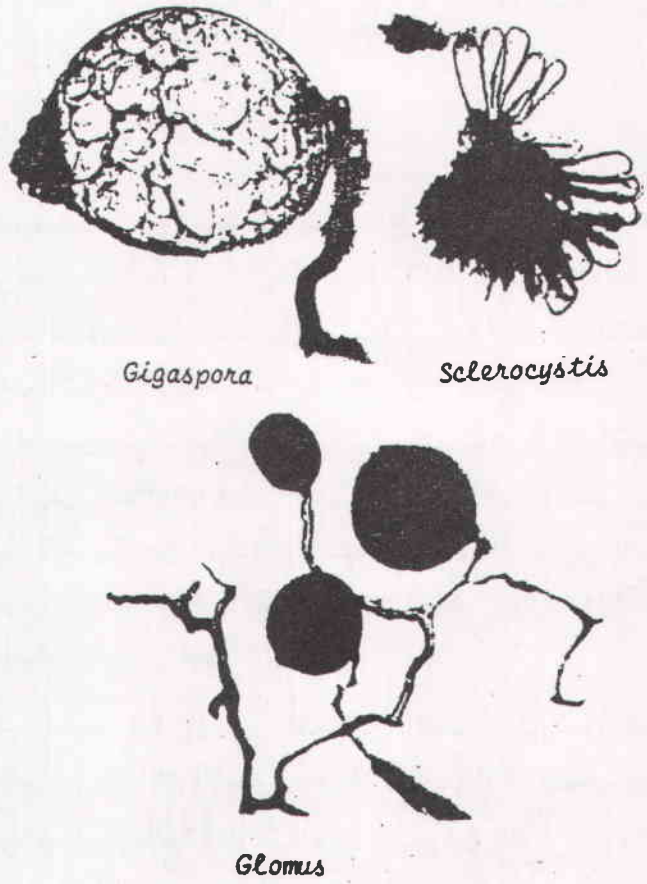
العائل ويقوم بعمل الشعيرة الجذرية ، وتمتد الهيفات داخل العائل لتعيش داخل الخلايا ولتقوم بتبادل المواد الغذائية ، ولذا يطلق عليها ميكوريزا داخلية وهي الاكثر انتشاراً Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) ، حيث انها تتكاثر داخلياً Intracellular Growth مسببة زيادة طفيفة في سمك طبقة القشرة Cortex وزيادة في تفرع الشعيرات الجذرية الدقيقة مع تغير في اللون إلى اصفر مخضر بسبب وجود بعض الصبغات التي تفرزها.

ويمكن أن تلعب فطريات الميكوريزا الداخلية VAM دوراً هاماً في اراضي الوطن العربي، حيث أن ارتفاع درجة تركيز الايون الايدروجيني (pH) ونسبة كربونات الكالسيوم تساعد على تثبيت الفوسفور ، كما أن توفر الحرارة والاضاءة تعتبر مشجعة لنمو هذه الفطريات والتي قد يصل تعدادها ما لا يقل عن 10000 جرثومة Spore لكل كيلو جرام تربة (كما في حالة الأراضي المصرية) . وتصل نسبة إصابة النباتات النامية بهذه الفطريات ما بين 30 – 70٪ حسب نوع النبات ودرجة خصوبة التربة وظروفها البيئية ، وقد تمكن أحد الباحثين في مصر[1] من عزل 3 أجناس من فطريات الميكوريزا الداخلية بالتربة المصرية وهي: Sclerocystis, Gigaspora, Glomus (الشكل رقم 3–40) ، وتلعب ايضاً هذه الفطريات دوراً هاماً في إذابة الفوسفور الصخري Rock phosphate ولهذا تأثير ملموس على نمو النباتات كما يتضح من الشكل رقم (3–41) ، وعموماً ينحصر تأثير التلقيح بالميكوريزا في النقاط التالية :

- تلقيح التربة بقطع الجذور المصابة بالفطر تعطى نمواً أفضل من التلقيح بالجراثيم ، كما أن التلقيح المخلوط Multi-genus أفضل من التلقيح الفردي.
- المحاصيل البقولية أكثر استجابة من النجيليات في نموها مع الميكوريزا، وتزداد هذه الاستجابة عند التلقيح بالريزوبيوم .
- يتساوي أثر التلقيح سواء مع استخدام السوبر فوسفات أو الفوسفات الصخري الرخيص الثمن ، والذي يمتد أثره في الدورة الزراعية التالية Residual . ومن الصعب الفصل بين انتاج لقاح الميكوريزا واستخدامه خاصة وأنهما عمليتان متلازمتان معاً ، إلا أن أكثر الطرق شيوعاً لهذا العمل المزدوج يمكن تلخيصه

---

(1) فارس كلير – 1986 .



شكل رقم (2–40)

بعض اجناس الميكوريزا الداخلية VAM المعزولة من التربة المصرية

المصدر : رسالة ماجستير للباحث / فارس كلير عام 1986 ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس ، جمهورية مصر العربية

شكل رقم (3-41)

يوضح استجابة نمو بادرات نبات ال Stylosanthes guyanensis لإضافة الفوسفور الصخري (RP) والتلقيح بفطر الميكوريزا (M) وبكليهما معاً (RP + M) بالمقارنة مع الشاهد (Nil)

(Source : B.Mosse et al 1976, New Phytol, Vol.76 page 331-342)

فيما يلي :

* يتم تلقيح احواض Trays بها تربة مصابة بفطريات ال VAM ويزرع بها إما ذرة أو بصل أو ثوم لتنشيط الفطريات.
* بعد فترة نمو شتلات المحصول المخصص لذلك تنقل محتويات الحوض وتخلط بالطبقة السطحية لتربة الحقل ولعمق 10 سم .
* يتم زراعة الحقل بالمحصول الذي سيزرع سواء كان بقولي باستخدام بذور ملقحة Inoculated Seeds بالريزوبيوم أو محاصيل غير بقولية .

لقد أصبحت لقاحات الميكوريزا متوفرة الى حد ما بشكل تجاري في الوقت الحاضر، إلا ان تنميتها Culturing تواجه مشاكل عديدة أهمها مشاكل انتاج اللقاحات بشكل موسع Mass production وهي ان الفطر يتعايش إجبارياً مع النبات العائل ولذلك لابد من اكثاره على جذور حية مما يتطلب وقت طويل نسبياً .

2-2-3 انتاج اللقاحات الميكروبية اللاتكافلية :

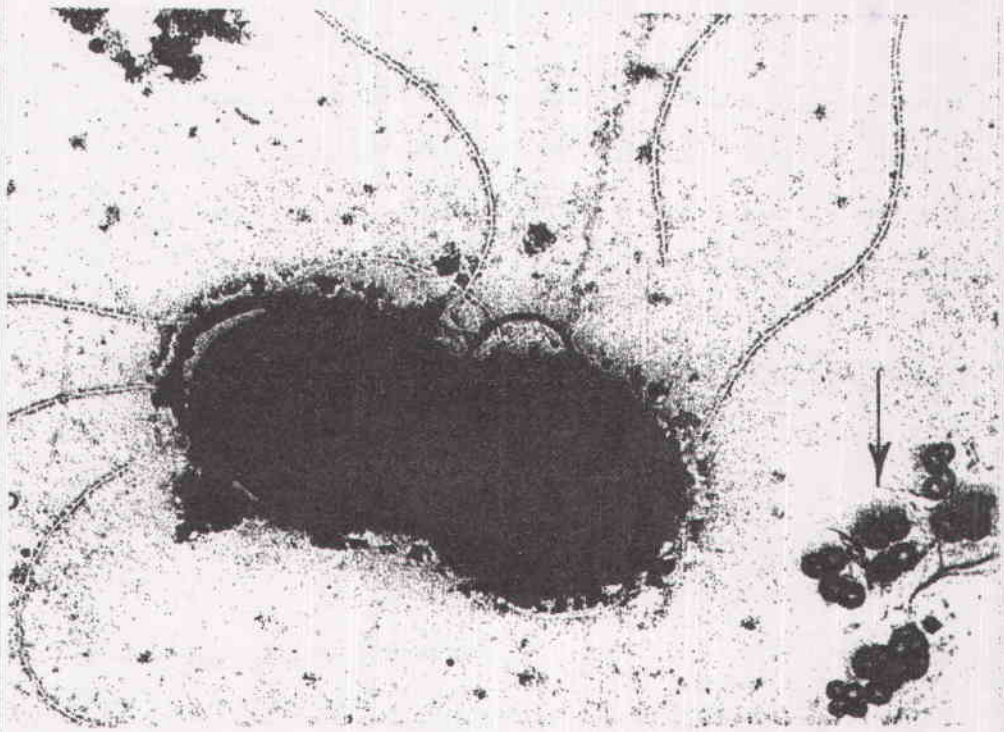
2-2-3-1 أنواع اللقاحات الميكروبية اللاتكافلية :

تتنوع الكائنات الميكروبية المثبتة أو الميسرة للعناصر الغذائية لا تكافلياً ويمكن حصر أنواعها في الأقسام التالية :

2-2-3-1-1 مثبتة للنيتروجين ومنها :

أ- بكتيرية هوائية (Aerobic) وتشمل :

* الازوتوباكتر Azotobacter وهي ميكروبات كبيرة الحجم بالنسبة لميكروبات التربة وتقوم بتثبيت النيتروجين في وجود الاكسجين . وقد اكد هذه الخاصية كل من Gerlach و Vogel عام 1902 في المسطردة البيضاء White Mustard أيضاً الجزر Carrot. ولاحظ Stocklasa عام 1910 زيادة ملموسة في بنجر السكر والبطاطس مما دفع العالم الروسي Rubenchick عام 1960 لانتاج هذا اللقاح تحت اسم Azotogen ثم تعدل الى Azotobacterin . (شكل رقم 2-42) وهذه البكتريا تنتشر في جميع انحاء العالم والاراضيوبخاصة في المتعادلة .



شكل رقم (2–42)

صورة مكبرة 1000 مرة لخلايا الازوباكتر كروكوكام A. Chroococcum باسواطها المحيطة بها Flagellation والمعزولة من التربة المصرية (أنظر أقصى اليمين الأسفل)

(Source : FAO. Soils Bulletin No. 49, 1982)

* **البيارنكيا** Beijerinckia وهي ترتبط ارتياطاً وثيقاً بالازوتوباكتر وهي اصغر حجماً وتحتوى على اجسام دهنية في طرفي الخلية ، وكثيرة الافراز للمواد السكرية المعقدة التركيب وتعطي قوام لزج على البيئات الصناعية (شكل رقم 2-43) وتنتشر بالاراضي الحامضية والمناطق الاستوائية وتتكاثر في منطقة جذور القصب.
* **الازوسبيريللام** Azospirillum وتعتبر من مثبتات النيتروجين نصف التكافلية Semi-Symbiotic N2-Fixer أي لها القدرة على تثبيت النيتروجين إما حراً أو متعاوناً مع الجذور، وتصل قدرته إلى تثبيت حوالي 50 كجم نيتروجين/هكتار/سنة ، ويمكن الاستفادة منه كلقاح ميكروبي عند زراعة النجيليات .

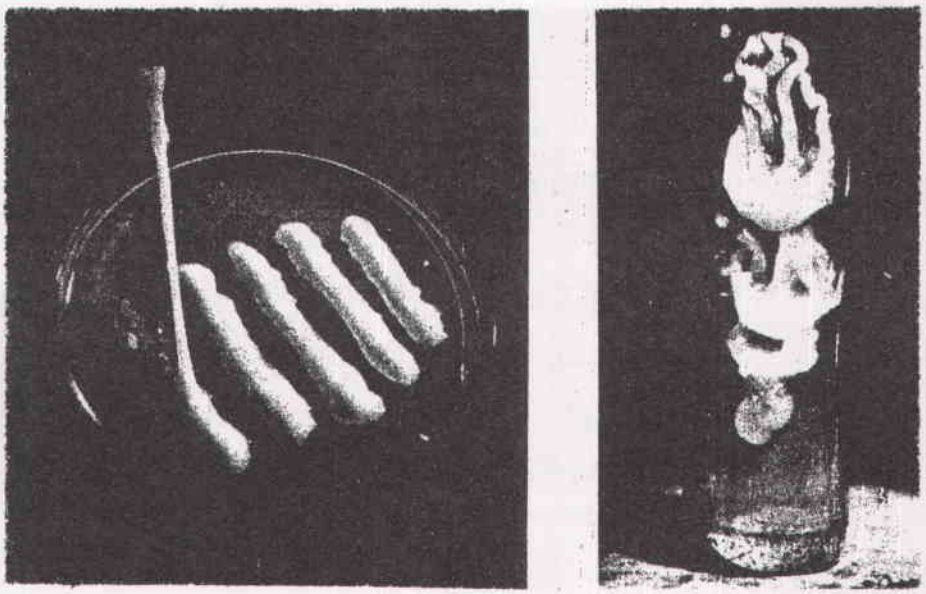
وتوجد انواع اخرى من البكتيريا المثبتة للنيتروجين لا تكافلياً وهي الكمبيلو باكتر Campylobacter والازومـوناس Azomonas، الدركسيا Derxia الكليبسيلا Klebsiell (تعزل الاخيرة من عقد ورقية لنباتات استوائية او منطقة الجذور Rhizosphere لكثير من النباتات وتعيش في أمعاء سكان غينيا الجديدة (الذين يعتمدون في غذائهم على البطاطا) .

ب- بكتيرية لا هوائية (Anaerobic) :

وأهمها بكتيريا الكلوستريديوم Clostridiumوتفوق قدرتها على الازوتوباكتر في تحمل الحموضة Acidity ، الا ان قدرتها على تثبيت النيتروجين أقل، وتنتشر في الأراضي القلوية والصحراوية وأيضاً الأراضي الغدقة Water logged، مما يكسبها أهمية كبيرة في دورها لدعم النباتات غذائياً في المناطق ذات البيئة الفقيرة .

2-1-3-2-2 **طحلبية** Algal

وهي تعتبر بكتيريا هوائية ممثلة للضوء مثل الطحالب الخضراء المزرقة Cynobacteria ولها القدرة على تثبيت النيتروجين بجانب التمثيل الضوئي مثل النباتات الراقية ، ويستفاد منها في انتاج اللقاحات الطحلبية بشكل تجاري بتحميلها على أوساط صلبة لتلقيح الأراضي ، مثل ما يتبع في انتاج



شكل رقم (2-43)

القوام اللزج للبيارنكيا Beijerinckia المعزولة من التربة السودانية

(Source : Ibid)

اللقاحات الريزوبية Rlizobial Inoculants وقد بدأ استخدام هذه التقانة بجمهورية مصر العربية منذ عام 1976 بمركز البحوث الزراعية.

2-2-3-1-3-2 **ميسرة للفوسفور** P-solubilizing organisms :

كثير من بكتيريا التربة مثل بسيدوموناس Pseudomonas والباسيللاس Bacillus وفطرياتها مثل البنسيليوم Penicllium والاسبرجيللاس Aspergillus، لها القدرة على تحويل الفوسفور غير الذائب Insoluble إلى فوسفور ذائب Soluble وذلك بافراز أحماض عضوية (الفورميك ، الاستيك ، البروبيونك، اللاكتيك، الجليكولك ، الفيومارك ، السكسينيك) تخفض درجة الـ pH مسببة تحلل Dissolution لمكونات الفوسفات المركبة ، وأصبحت هذه الميكروبات تنتج تجارياً في شكل مخصبات حيوية تسمى فوسفوباكترين Phosphobacterin والتي يمكن استخدامها مع محاصيل متنوعة بقولية وغير بقولية .

2-2-3-1-3-2-4 **ميسرة للبوتاسيوم** K.Solubilizing Organisms :

بكتيريا السليكات لها القدرة على تحرير البوتاسيوم المثبت Fixed في طين Clay التربة ذات القوام الثقيل Heavy clay وقد دفع ذلك العلماء الروس لانتاج سماد حيوي من بكتيريا السليكات اسمه سليكوباكترين Silico-Bacterin يساعد على تحويل البوتاسيوم المثبت غير الصالح Non-available الى صورة صالحة Available. ولهذا أهمية كبيرة للغاية في دولة مثل مصر حيث أن المعدل السنوي لاضافة البوتاسيوم للتربة الزراعية عن طريق الاطماء النيلي Nilotic siltation قد انعدم تماماً مما يستدعى ضرورة استخدام الاسمدة البوتاسية المطردة الارتفاع في الاسعار . فاستخدام هذه اللقاحات يكون ذا عائد اقتصادي في الاقلال من استخدام الاسمدة البوتاسية ، واعادة خصوبة التربة الزراعية Re-fertilization باعادة احد اركان مجموعة العناصر الاساسية (NPK) . ومن المكيروبات التي تقوم بتيسير البوتاسيوم ما يلي :

- بكتيرية مثل :

. Thiobacillus, Nitrosospira, Nitrobacter

- فطرية مثل:

Aspergillus niger, Fusarium sp. Mucor sp , Penicillium sp, Bacillus sp.

2-3-2-2 التقانات المستخدمة في إنتاج اللقاحات الميكروبية اللاتكافلية :

فيما يلي بعض التقانات المستخدمة لإنتاج اللقاحات الميكروبية اللاتكافلية :

1-2-3-2-2 التقانة الروسية لانتاج لقاح الازوتوباكترين :

Russian Azotobacterin Production Technique

يرجع إنتاج هذا اللقاح البكتيري اللاتكافلي الى عام 1902 حيث تمكن كل من Gerlach. و Vogelمن دراسة تأثيره على نمو كثير من النباتات ، حيث قد تصل الزيادة في المادة الجافة إلى 42٪ والنيتروجين إلى 35٪، ولم يبدأ انتاجه في روسيا بصورة تجارية الا في عام 1937 تحت اسم Azotogen ثم تعدل بعد ذلك الى Azotobacterin وينتج هذا اللقاح من خلال الخطوات التالية :

أ- عزل الازتوباكتر Azotobacter :

توضع بيئة بيجرنك Beijerinck المتعادلة والخالية من مركبات النيتروجين والمحتوية على المانيتول (أو البروبيونات) في انبوبة Roux (رو) ، ثم تعقم بالبخار وتلقح بحوالي 0.2 جم من التربة الخصبة Fertile Soil، ثم تحضن على 25 درجة مئوية ، وبعد حوالي ثلاثة أيام تستعمل في تلقيح مزارع أخرى جديدة . ويكرر هذا العمل ثلاثة مرات على الاقل لاستبعاد الميكروبات الاخرى والحصول على مزرعة شبه نقية من مستعمرات الازوتوباكتر (مسطحة - لبنية - ناعمة - لزجة) والتي غالباً ما تعيش متعاونة مع ميكروبات التربة الاخرى التي تساعدها في تحليل السليلوز والمواد العضوية المعقدة واستخدام منتجات التحلل من السكريات والاحماض العضوية كمصدر للطاقة، وللازوتوباكتر القدرة على تثبيت النيتروجين بمعدل 18 ملليجرام لكل جرام سكر ، وهي تثبت النيتروجين على هيئة بروتينات ، والذي يتناقص بزيادة املاح الامونيا والنترات في البيئة.

ويتم تنمية الازوتوباكتر على بيئة الآجار 2٪ (بيئة بجرنك آجار B.Agar) ثم يتم حصادها بالماء ، ثم يخفف قليلاً بالماء بحيث تعطى كحد ادني 75

مليون خلية من الازوتوباكتر لكل ملميلتر ، ويمكن تنمية الازوتوباكتر داخل مفاعل Fermenter ويمكن حفظ السلالات النقية Starter بطريقة التبريد Lyophilization.

ب- تحضير الحامل واللقاح Carrier-based Inoculum Preparation

يتم تجهيز الحامل المغربل Sieved إما من (البيت موس) أو من الدوبال الناعم Powdered Humus، وضبط درجة ال pH بحيث تميل للتعادل او للقلوية البسيطة بان يتم تجهيز الخليط التالي :

- 1 طن من الحامل .
- 10 كجم سكر (أو 20 كجم مولاس Molasses) .
- 2 كجم سيوبر فوسفات .
- 20 كجم جير (كربونات الكالسيوم) .
- وبعد ان يتم الخلط جيداً يقسم هذا الخليط الى نصفين يعاملان كما يلي :

النصف الاول :

يتم خلطه جيداً مع الخلايا التي يتم حصادها Harvested cells بالماء من حوالي 25 انبوبه Roux مع التقليب باستخدام ال Shovel ، ثم يفرد الخليط (أو ينثر) على سطح نظيف بحيث لا يزيد سمك الخليط عن 30 سم ويترك على درجة حرارة لا تزيد عن 25 درجة مئوية لمدة ثلاثة ايام للتحضين .

النصف الثاني :

يضاف للنصف الأول المحضن ثم يخلط معه مع التقليب اليومي باستخدام الـ Shovel لمدة خمسة ايام ، وبهذه التقانة يكون اللقاح البكتيري (الأزوتوباكترين) جاهز للاستخدام ، ويجب التأكد من عدد الخلايا لكل كيلو جرام من خليط الحامل والازوتوباكترين والتي يجب ألا تقل عن 50 مليون خلية ، ومعدلات استخدامه على النحو التالي :

3 كجم من اللقاح المحمول على حامل لمحاصيل الحبوب .

6 كجم من اللقاح المحمول على حامل للدرنات وبادرات الخضر .

واستخدام لقاح الازتوباكترين Azotobactrin له تأثيرات ايجابية ملموسة في زيادة انتاج بعض المحاصيل كما يلي :

المحصول	الزيادة باستخدام الازوتوباكترين (كجم/هكتار)
القمح	180
الشعير	85
الدخن	70
الذرة الصفراء	220
البنجر السكري	1145
الكرنب	3265
القطن	140
البطاطس	1220

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الندوة التدريبية القومية حول إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ، عمان – المملكة الأردنية الهاشمية ، 1998 .

2-2-3-2-2 تقانة انتاج لقاح الازوسبيريللام

Azospirillum Production Technique

تتشابه هذه التقانة مع التقانة السابقة ، إلا ان العزل يتم على بيئة شبه صلبة Semi solid بها مالات الكالسيوم Ca-Malate ومستخلص الخميرة ، ومن تربة تكثر بها الحشائش أو مزروعة بمحاصيل الذرة او القمح أو الارز أو قصب السكر، ويعتبر اللقاح المنتج شبه تكافلي لقدرته على تثبيت النيتروجين حراً أو بالتعاون مع جذور المحاصيل السابقة . وتتميز مستعمراته بأنها ذات لون أبيض وجافة وغير منتظمة ومخضرة المركز ، وتختلف حيوية هذا اللقاح حسب نوع الحامل المستخدم .

ويتم تنمية اللقاح على بيئة أو كون Okon السائلة المحتوية على كلوريد الامونيوم داخل أوعية كبيرة مع استخدام التحضين على 35 درجة مئوية تحت ظروف الاهتزاز Incubated on a Rotary shaker، ولمدة ثلاثة أيام يحصد بعدها ، ثم تخلط محتويات الوعاء مع الحامل المستعمل لاستخدامه عند زراعة النجيليات والذرة على وجه التحديد .

3-2-3-2-2 انتاج اللقاحات الطحلبية Blue-Green Algal Inoculants

لقد سبق تناول هذا الجزء بالتفصيل مع الانظمة التكافلية ، خاصة وأن لها القدرة على تثبيت النيتروجين الجوي تكافلياً مع الازولا ، ولا تكافلياً باعتمادها على الهواء من حيث تغذيتها Living on Air خاصة طحلب النوستوك Nostoc وطحلب الانابينا Anabaena فكلاهما هوائي يستعمل CO_2 كمصدر للكربون ، والنيتروجين الجوى كمصدر لتكوين البروتين ، وتتأثر كفاءة تثبيت النيتروجين الجوي لا تكافلياً سواء بكتيريا أو محلياً بالعوامل التالية :

* توفر المركبات النيتروجينية (مثل املاح الامونيوم) الذي يثبط Inhibit عملية تثبيت النيتروجين .
* توفر المغذيات المعدنيةينشطعملية تثبيت النيتروجين مثل :
  - الموليبدنوم : ضروري لنشاط انزيم النيتروجينيز Nitrogenase المسئول عن تثبيت النيتروجين .
  - الحديد : ضروري لتثبيت النيتروجين لكل من الازوتوباكتر والكلوستريديا والطحالب.
  - الكالسيوم : تحتاجه بعض أنواع الازوتوباكتر والطحالب للتثبيت والنمو .
  - الكوبالت : تحتاجه كل مثبتات النيتروجين.
* توفر مصادر الطاقة باضافة سكريات أو مواد سليولوزية ذات نسبة كربون : نيتروجين عالية يزيد من معدل تثبيت النيتروجين .
* درجة ال pH ، حيث أن أنسب الاراضي لتثبيت النيتروجين هي المتعادلة او المائلة للقلوية ، وما دون ذلك سيكون تأثيره سلبي .
* معدل الرطوبة : يزيد معدل التثبيت بزيادة الرطوبة في التربة ويصل أعلى معدلاته في الأراضي المغمورة او الغدقة Paddy or Water logged حيث تتوفر الظروف اللاهوائية .
* درجة الحرارة : درجة الحرارة المثلي لأعلى معدلات التثبيت تنحصر ما بين 25-30 درجة مئوية واقل او أعلى من ذلك يكون له تأثير سلبي .

4-2-3-2-2 انتاج اللقاحات الميكروبية الميسرة للفوسفور لا تكافلياً :

يأتى الفوسفور في المرتبة الثانية بعد النيتروجين كعنصر حيوي رئيسي ، ويتواجد عموماً في التربة إما في صورة غير عضوية في شكل أملاح الفوسفات للكالسيوم او الحديد او الالمونيوم او في صورة عضوية Organic Form مثل الفيتين Phytin والفوسفولبيدات Phospholipids أو يضاف غالباً للتربة إما في صورة حبيبية مصنعة مثل TSP (السوبر فوسفات) أو طبيعية (الفوسفات الصخري) أو مركبة (مع عناصر اخرى) أو السائلة (أسمدة ورقية) .

وتتوقف درجة الاستفادة منه للنبات على ظروف التربة حيث أن معظم الاراضي في الاقطار العربية ذات درجة pH عالية مما يعني إنخفاض نسبة الفوسفور الميسر والمتاح للنبات مما يستلزم ضرورة الاستفادة من التقانات الحيوية لتيسير هذا العنصر الهام إما تكافلياً (كما سبق وان تم تناول ذلك مع الميكوريزا) أو لا تكافلياً مع الميكروبات المذيبة للفوسفور Phosphate solubilizing Microbes والتي تتفاوت كفاءتها على تيسير الفوسفور كما يتضح من الجدول رقم (2-13) .

ومن اشهر اللقاحات التجارية الميسرة او المذيبة للفوسفور لا تكافليا تلك التي أُنتجت في روسيا تحت اسم الفوسفو باكترين Phosphobacterin والتي تحمل على تربة Peat soil او الليجنيت المسحوق Lignite powder ويتم انتاج هذا اللقاح خلال الخطوات التالية:

أ- عزل مذيبات الفوسفات Isolation of phosphate solubilizing Orgamins :

يخلط حوالي 1 جم من التربة (suspended) في حجم معلوم من الماء المعقم ، ثم تجهز مجموعة من التخفيفات من هذا المعلق ، ثم تلقح الاطباق المحتوية على بيئة الفوسفات ثم تحضن لمدة 4-5 أيام ، فظهور المناطق الشفافة Transparent Zones حول المستعمرات الميكروبية Microbial Colonies يعني ذوبان الفوسفات ومنها يتم الحصول على مزارع نقية ، لانتاجها في بيئات بيكو-فسكايا Pikovskijaya السائلة وتحضينها لمدة 6-17 يوم على درجة حرارة 25 درجة مئوية ثم يتم الترشيح بعد ذلك على ورق ترشيح Whatman No.42 مع الفحم المنشط للحصول على الفطريات والتخلص من الصبغات . أو

جدول رقم (2–13)
كفاءة بعض الفطريات الميسرة لفوسفات الكالسيوم $Ca_2(PO_4)_2$ المتعايشة مع البقوليات

الفطر	mg P_2O_5	زيادة mg P_2O_5 بالنسبة للشاهد
الشاهد (Control)	2.76	-
Penicillium lilacinum	11.63	8.87
Aspergillus flavus	6.80	4.04
Aspergillus niger	8.43	5.67

Source: N.S. Subba Rao, 1982, Biofertlizers In Agriculture .

الترشيح باستخدام Whatman No.1 للحصول على البكتيريا والتخلص من الفوسفات غير الذائب Insoluble phosphate ، ويمكن استخدام جهاز الطرد المركزي Centrifuge لهذا الغرض .

ب- تحضير الفوسفو باكترين المحمول:Carrier-based phosphobacterin

تجهز أحد الحوامل المعقمة في صواني كبيرة ثم تخلط جيداً بمزرعة نقية سائلة (الخطوة السابقة)، وتترك مع العناية لمدة اسبوع على درجة حرارة 28 درجة مئوية وتغطي بصواني اخرى فارغة Loosely Fitting Empty Trays، ثم تعبأ بعد ذلك في اكياس بلاستيك سعة 300 جم ثم تحفظ الاكياس على درجة حرارة 15 درجة مئوية لحين استخدامها في فترة لا تتعدى شهر لتلقيح البذور بنفس التقانة المستخدمة للتلقيح بالريزوبيوم .

5-2-3-2-2 تقانة انتاج اللقاحات الميسرة للبوتاسيوم (السليكوباكترين)

K.Solubilizing Inoculants (Silcobactrin) :

تتبع نفس الخطوات المستخدمة في تقانة انتاج الفوسفوباكترين ، الا أن العزل يتم على بيئة الكسندروف المعدلة لتنمية الميكروبات الميسرة للبوتاسيوم (اهمها بكتيريا السليكات Silicate Bacteria) حيث تظهر مستعمرات على شكل قطرات مائية لامعة.

بعد العزل تستخدم المزرعة النقية لتنميتها على بيئة الآجار المغذي (خاصة للـ Bacillus) بعد التأكد من كفاءتها في تيسير البوتاسيوم بتنميتها على بيئة تحتوي على معدن الاورثوكلاز Orthoclase($KALSi_3O_8$) الحامل للبوتاسيوم (K_2O) بنسبة 1٪ والتحضين لمدة شهر .

ويمكن تحميلها على أحد الحوامل مع مثبتات النيتروجين (تكافلياً أو لا تكافلياً) ويمكن استخدامها بنجاح مع محصولي الفول والقمح ، حيث تساعد على تحسين معدل امتصاص البوتاسيوم والفوسفور والنيتروجين بالنسبة للنبات بجانب افراز منظمات النمو، خاصة في الاراضي الجيرية أو الرملية والتي لا يتاح فيها البوتاسيوم ذائباً Soluble أو متبادلا Exchangeable أو في الأراضي الطينية مثبتاً Fixable او في الأراضي التي لا يتحدد فيها مستوى البوتاسيوم بانعدام الاطماء الفيضي Siltation كما يحدث في جمهورية مصر العربية بسبب السد العالي .

3-3-2-2 الاشكال التجارية للقاحات الميكروبية :

تُنتج اللقاحات الميكروبية باشكال تجارية مختلفة يمكن حصرها فيما يلي :

- لقاح عضوي (محمول) Peat-Based Inoculant مثل لقاح العقدين (الريزوبيوم)، الازوتوباكترين ، السكيلوباكترين ، وكلها تحمل على الفحم العضوي.
- لقاح سائل (أو معلق) Liquid Inoculant (Suspension) مثل لقاح الريزوبيوم المعلق (انتاج امريكي)
- لقاح حبيبي (رقائق) Granular Inoculant مثل الطحالب الخضراء المزرقة (Flakes).
- كبسولات ملقحة Pelleting Seeds وهي عبارة عن بذور سبق تلقيحها.

الباب الثالث

التقانات الحديثة لإنتاج المخصبات الحيوية (الأسمدة العضوية)

الباب الثالث

التقانات الحديثة لإنتاج المخصبات الحيوية (الأسمدة العضوية)

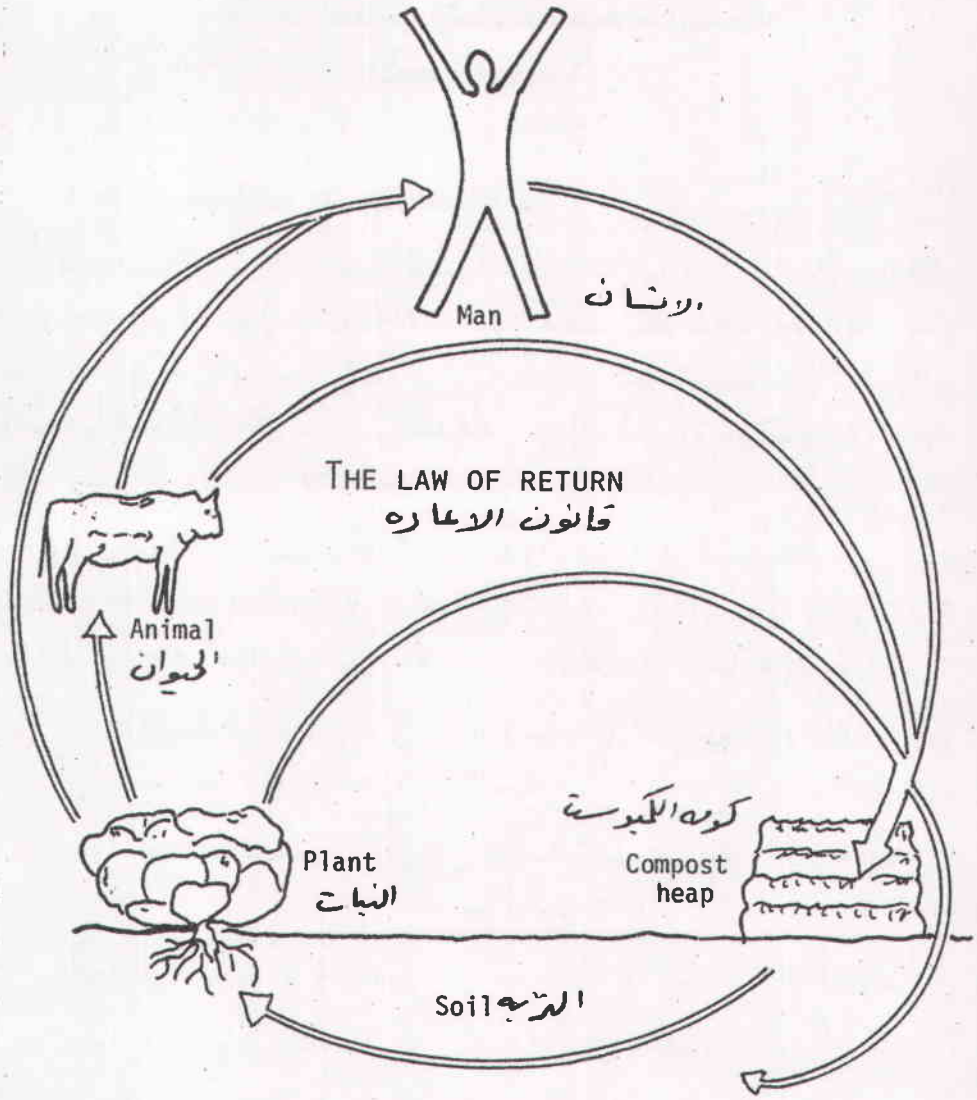
3-1 موارد المخلفات والمواد العضوية :

تعتبر المحسنات والمخصبات العضوية الشق الثاني من المخصبات الحيوية التي سبق تعريفها بانها تشمل اللقاحات الميكروبية للبقوليات ولغير البقوليات وللتربة ، والتي تقوم بتثبيت وتيسير العناصر الغذائية الرئيسية وتحسين النمو ، وتشمل ايضاً المحسنات والمخصبات العضوية التي تستخدم كمغذيات ومنشطات للنمو ومحسنات للتربة خصوبة وبناءً ، وبما يضمن تحسين الانتاج الزراعي على أسس مستدامة .

وتقوم تقانة انتاج المحسنات والمخصبات العضوية على قانون الاعادة في دورة الحياة Law of Return In life Cycle [شكل رقم (3-1)] ، وهذا يعني اعادة استخدام المخلفات العضوية والتي تتنوع مصادرها ويمكن بيان أهمها على النحو التالي:

- مواد من مصادر نباتية (بقايا محاصيل حقلية وحدائق منزلية واوراق الاشجار).
- مواد من مصادر حيوانية (زرق الطيور وروث حيوان المزرعة ونفايات مجازر ومركزات) .
- مواد من مصادر نهرية وبحرية (أعشاب نهرية أو بحرية ، مخلفات سمكية) .
- مواد من مصادر صناعية (نفايات تصنيع زراعي) .
- مخلفات حضرية (نفايات منزلية) .

ويعني اعادة استخدام هذه المخلفات تكسير وتحليل هذه المخلفات ميكروبياً في ظروف بيئية هوائية رطبة دافئة للحصول على الكمبوست او الدبال Humus ، والذي يستخدم كمحسن للتربة ومصدر غذائي لها ايضاً .



شكل رقم (3-1)

أحد نماذج قانون الاعادة في دورة الحياة

وقد جرت الإشارة في الباب السابق إلى تزايد المخلفات الزراعية في الوطن العربي في العقود الاخيرة بسبب التوسع الهائل في الانتاج الزراعي واهمال هذه المخلفات او استخدامها على النحو الذي لا يحقق نفعاً اقتصادياً ، ويمثل اهداراً للموارد المستخدمة واضراراً لعناصر البيئة والصحة العامة .

وتنتج المحسنات والأسمدة العضوية إما تقليدياً في الحقل في شكل أكوام Heaps او حفر Pits ، أو تنتج آلياً ، أو تعالج بيوتكنولوجيا للحصول على الغاز الحيوي والسماد المنتج منه أوبإستخدام الديدان الارضية Earth Worms كمفاعل حيوي والاستفادة من اخراجها في التسميد .

ونظراً لتوافر المواد العضوية في الوطن العربي وما يسببه إهمالها في بعض الأحوال من أضرار بيئية أو ما يسببه استخدامها غير الكفؤ من خسائر اقتصادية فإن ذلك يبرر ضرورة النظر في اعادة استخدام النفايات العضوية بطريقة مثلى ومتطورة فنياً ومجدية اقتصادياً ومحافظة بيئياً ومقبولة اجتماعياً ، لاسيما اذا ما كانت ذات قيمة سمادية جيدة ، وقد أصبح من الأهمية بمكان تعميق الوعي العربي العام باهمية التعامل مع المخلفات الزراعية كمورد سمادي (مغذي ومحسن ومنشط) يتحقق من استخدامه عوائد إقتصادية وتنموية كبيرة ويترتب على هدره وإهماله أضراراً بيئية وإجتماعية هائلة .

ويوضح الجدول رقم (3-1) الي ان كمية مساحيق مركزات المخلفات البروتينية الحيوانية الممكن الإستفادة منها كمصدر للمواد العضوية إلى جانب ما سبق تقديره لكميات المتبقيات الزراعية النباتيه ، بينما يوضح ، الجدول (3-2) الأهمية النوعية لتلك المخلفات والارتفاع النسبي لمحتاها من المكونات . وعلى الرغم من ان جزءاً كبيراً من المخلفات الحيوانية يجرى استخدامه في انتاج مركزات Concentrates لتغذية الحيوانات الا انه يجب التفكير جدياً في توظيف نسبة منها لانتاج مخصبات عضوية ، خاصة في الاقطار العربية التي لا تتمكن من توفير احتياجاتها السمادية .

لقد بدأ الإهتمام بما يسمى بالزراعة العضوية Organic Farming وتعنى الاحلال الجزئي (بما لا يقل عن 50٪) للتسميد الكيميائي بالتسميد الحيوي (ميكروبي وعضوي) واستخدام المبيدات العضوية الشاملة Broad Spectrum والفاعلة Effective (مثل

جدول رقم (3-1)
كمية مساحيق مركزات المخلفات البروتينية
(بالالف طن) المتوقع توفرها عام 2000 بالوطن العربي

المصدر	الكمية بالالف طن
مسحوق سمك	54
مسحوق الريش	39294
مسحوق اللحم والعظم	13850
مسحوق الاحشاء	93330
مسحوق الدم	12261
مسحوق العظم	152630
المجموع الكلي	311419

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لصناعة مسحوق السمك والمركزات البروتينية في الوطن العربي ، الخرطوم ، 1992 .

جدول رقم (3-2)
التحليل النوعي لبعض مركزات النفايات البروتينية الحيوانية والنباتية

مكونات التحليل (٪)	مسحوق فول الصويا	مسحوك السمك
رطوبة	12.3	8.5
بروتين	41.9	62.4
دهون	1.0	4.8
مواد معدنية	4.3	0.04
ألياف	7.1	18.8
كربوهيدرات ذائبة	30.7	8.1

المصدر : نفس المصدر السابق .

الازاديراكتين الطبيعي Natural Azadirachtin المستخلص من اشجار النيم Neem Tree (*Azadirachta indica*) في مكافحة الآفات الزراعية والتي اصبحت تنتج تجارياً باسماء : نيم قولد Neem Gold (في الهند) ونيمكس Neemix (في الولايات المتحدة الامريكية) ، بهدف الحصول على انتاج محصولي (طبيعي) وفير وخالي من آثار المواد الكيمياوية المسببة للأمراض ، وهذا يتطابق تماماً مع مفهوم العودة الى الطبيعة وفي إطار ما يلاحظ من اقبال عالمي كبير جداً على المنتجات الطبيعية .

وفي هذا الإطار أيضاً استحدث في كثير من الدول نماذج للزراعات العضوية تتلخص ملامح بعضها (كما هو الحال في السودان على سبيل المثال) فيما يلي :

أ- استخدام مستخلص زرق الدجاج البياض كمصلح (Buffering) للارض المتأثرة بالملوحة والدرجة العالية الـ pH حيث يتم فرش الزرق على سطح التربة ثم غمره بالماء ، مع توفير وسيلة صرف مناسبة أو بإستخدام المحراث التحتي (Subsoiler) المحراث الشقاق (Chasell) ، وبعد الجفاف يحرث ما تبقي ، وذلك للتحلل والعمل كمغذي للتربة .

ب- تحضير الكمبوست بطريقة الاكوام وفرشها لاحقاً وحرثها بالتربة لتعمل كمصلح Conditioner للمحافظة على بناء التربة ونفاذيتها وتحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء .

ج- تحضير اللقاح الفطري Mycorrhiza لتيسير الفوسفور(P) والعناصر الصغرى.

د- استخدام اللقاح البكتيري Rhizobium أو Azotobacter او اللقاح الطحلبي (BGA) لتثبيت النيتروجين (N) وتوفير بعض منشطات النمو .

هـ- الاستفادة من المحتوى البوتاسي (K) العالي بمياه الري ، فإذا لم يكن ماء الري غني بالبوتاسيوم يمكن ايضاً استخدام اللقاح البكتيري المذيب للسليكات Silicate Bacteria لتيسير البوتاسيوم (K) .

وبهذه التقانة توفرت مدخلات الانتاج الغذائية والوقائية لمحاصيل الخضر والخالية

منتجاتها من الأثر المتبقي المسبب للامراض الخبيثة .

وإلى جانب المتبقيات الزراعية النباتية والحيوانية ، فإن النفايات المنزلية (القمامة) خاصة في المناطق الحضرية بجانب الفضلات البشرية Night Soils ، تشكل مصدراً عضوياً هاماً لا يستهان به ، حيث يمكن وضع تقديرات تقريبية لكميات هذه المصادر بالعواصم العربية ، والتي تشكل مصدر تلوث بيئي خطير اذا لم تعالج بتقانات متطورة تمكن من الاستفادة القصوى منها واعادة استخدامها (Recycling) والاستفادة من نواتجها الثانوية (الغاز الحيوي Biogas كمصدر طاقة متجدد) ، وفيما يلي تقديرات لكمية الفضلات التي تنتجها الغدد :

* يبلغ متوسط كمية الغائط (البراز) الرطب في اليوم للفرد = 250 جرام (بها 50جم مادة جافة) .
* كمية الغائط (البراز) في العام للفرد = 90 كيلوجرام (بها 18 كجم مادة جافة) .
* يبلغ متوسط كمية البول في اليوم للفرد = 1 لتر (بها 50جم مادة جافة).
* كمية البول الرطب في العام للفرد = 360 لتر (بها 18كجم مادة جافة) .
* يبلغ متوسط كمية القمامة في اليوم للفرد = 850 جرام (بها 425جم مصدر عضوي) .
** كمية القمامة في العام للفرد = 300 كيلو جرام (بها 150كجم مصدر عضوي) كمية سماد القمامة في العام للفرد = 75 كجم (50٪ من المصدر العضوي) .
*** حجم الغاز الحيوي في العام للفرد = 50.22 متر مكعب (0.27 متر مكعب/كجم مادة عضوية) .

---

* Source Parr and Colacicce. 1987.
** Source : American British Consultant, 1989.
*** Source :: VITA Publication

أي ان كل مليون مواطن عربي يعيشون بالمدن (الحضر) يساهمون سنوياً بما يقدر على نحو تقريبي بما يلي :

90000 طن غائط رطب .

18000 طن غائط جاف .

360000 متر مكعب بول .

18000 طن مادة جافة بالبول .

300000 طن قمامة مختلطة (بها 50٪ مواد عضوية) .

150000 طن قمامه المواد العضوية .

75000 سماد قمامة .

50220 مليون متر مكعب غاز حيوي .

(972 مليون متر مكعب من حمأه المجاري + 40.5 مليون متر مكعب من القمامة) .
= 62.78 مليون كيلووات ساعة .

أما بالنسبة للنفايات الحيوانية (روث أو زرق) فتتباين كمية الروث التي يخرجها الحيوان في اليوم حسب نوعة ، وذلك على النحو التالي :

* كمية الروث / البقرة / اليوم = 11 كيلو جرام
كمية الروث / البقرة / العام = 3960 كيلو جرام
كمية الروث / الضأن والماعز / اليوم = 2 كيلو جرام
كمية الروث / الضأن والماعز/ العام = 720 كيلو جرام
كمية الروث / الجمل / اليوم = 5.5 كيلو جرام
كمية الروث / الجمل / العام = 1980 كيلو جرام

وعليه تكون كمية الروث الممكن استخدامه لانتاج السماد البلدي أو الصناعي (Compost) لكل مليون رأس على النحو التالي :

الأبقار = 396 ألف طن في العام

الضأن أو الماعز = 144 ألف طن في العام

الجمال = 198 ألف طن في العام

* الحمير والخيول = 396 ألف طن في العام (نفس تقديرات الابقار)

الكميات الكلية من كل الوحدات = 1134 ألف طن في العام

المليونية الحيوانية = 567 ألف طن سماد مصنع (Compost)

= 453.6 مليون متر مكعب غاز حيوي (0.4م^3 غاز/كيلو جرام روث)

= 567 مليون كيلو وات ساعة

وعليه وبالقياس يمكن حساب التقديرات المتوقعة لكل قطر عربي حسب احصائياته الحيوانية .

أما بالنسبة لزرق الطيور وخاصة زرق الدجاج البياض (Broilers) عمر خمسة شهور . فتتم التقديرات المتوقعة على إعتبار ان ما تتناوله الدجاجة/اليوم = 100 جم وان حوالي 70٪ من العليقة يتم اخراجها في شكل زرق . وبالحساب على أساس مليون دجاجة تكون التقديرات كما يلي :

كمية الزرق اليوم = 70 طن .

كمية الزرق في العام = 25200 طن (قبل التجفيف) .

كمية الزرق في العام = 9324 طن (بعد التجفيف) بإعتبار ان المادة الجافة =37٪

= 5.78 مليون متر مكعب غاز حيوي (0.62م3غاز/كجم زرق جاف)

= 7.22 مليون كيلووات ساعة

وهناك أيضاً مصادر عشبية وطحلبية بحرية ونهرية يمكن الاستفادة منها إما في

انتاج الغاز الحيوي واستخدام سماده ، أو انتاج منشطات نمو ثلاثية الفعالية (مغذية ومحسنة ومنشطة) ولا تتوفر معلومات احصائية كافية عن هذه المصادر من حيث الكم والاستخدام بالوطن العربي رغم تواجدها بكثرة على سواحل وأنهار عربية كثيرة (مثل ورد النيل " Water Hyacinth " Eichhornia crassipei وحشيشة البحر Sea Grass Posidonia australis والتي تنتج في استراليا بكثرة .

وتتباين المصادر السمادية العضوية المختلفة (حبيبية ، مركزات ، سائلة) في قيمتها السمادية (محتواها الغذائي من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) . ويوضح في الجدول رقم (3-3) ، كمية العناصر الرئيسية في الطن الواحد من المصدر السمادي، وتتباين ايضاً المصادر العضوية المنتجة للسماد في قدرتها على انتاج الغاز الحيوي Biogas (غاز المستنقعات) كما في الجدول (3-4) وامكانية تحويل هذا الغاز الي طاقة كهربائية .

ويحظى المكون أو المحتوى العضوي في الأراضي بإهتمام عالمي كبير وتتفق الآراء على ضرورة استخدام المصادر السمادية العضوية بجانب اللقاحات الميكروبية كوسيلة فاعلة في الاحلال الجزئي للاسمدة الكيميائية ، وتلعب المخصبات والمحسنات العضوية دوراً هاماً في صيانة خصوبة التربة وتحسين خواصها وانتاجيتها ، وتعتبر اراضي الوطن العربي فقيرة في محتواها العضوي الذي لا يزيد عن 2٪ نظراً لوجودها داخل نطاق المناطق الجافة أو شبه الجافة ، وما ينتج عن ذلك من إرتفاع في درجة الحرارة مسبباً تحلل سريع للمواد العضوية مما يؤدي لانخفاضها بل واحياناً انعدامها . وتتواجد المادة العضوية في التربة في صورة كتلة داكنة غروية (Colloidal) ، متجانسة تسمى الدبال (Humus) ، مما يساعد على رفع القدرة التنظيمية (Buffering Capcity) للتربة غذائياً وحرارياً وحيوياً ، وهو يعتبر محصلة نشاط ميكروبي (معدنة ، تمثيل) على مخلفات عضوية ذات نسبة N:C في حدود 30: 1 ، اما اذا زادت النسبة عن ذلك تظهر أعراض نقص النيتروجين على النبات ، وذلك لتنافسها مع الميكروبات على النيتروجين الميسر . ولاضافة المواد العضوية غير المعالجة (متحللة) آثار سلبية على نمو النبات بسبب تحول نيتروجين التربة المعدني الى صور عضوية . ويؤثر الاختلال في نسبة الاكسجين الى ثاني اكسيد الكربون على الانشطة الحيوية والكيميائية بالتربة ، وقد يؤدي لظهور مواد سامة .

جدول رقم (3-3)

المحتوى الغذائي للمصادر السمادية العضوية (لكل طن)

المصادر السمادية العضوية	كجم N	كجم P	كجم K
روث حيوانات (غير معالج)	3	0.4	1.3
سماد القمامة (مدن)	15	4.7	12.7
سماد حمأه المجاري	22	16.0	2.0
سماد بلدي (ريفي)	5	2.2	4.2
سماد زرق الدجاج البياض	25.6	15.5	3.5
سماد الغاز الحيوي	13	4.5	2.4
سماد مركزات الاسماك	80	60.0	7.0
سماد الاعشاب البحرية	54	10.0	17.0
سماد عضوي سائل	10	10.0	10.0

المصدر:

(1) سامي شحاته وآخرون ، الأسمدة العضوية والأراضي الجديدة ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، مصر ، 1993 .

(2) RAE International Brochure (1997) On Growth Enhancer Australia .

جدول رقم (3-4)

كفاءة مصادر المخلفات العضوية في انتاج الغاز الحيوي

مصادر المخلفات العضوية	متر مكعب غاز حيوي لكل طن مادة عضوية	كيلووات ساعة*
روث الماشية	400	475
زرق الدواجن	617	771.3
حمأه المجاري	265	331.3
القمامة المنزلية	277	346.3

* كيلووات ساعة = متر مكعب غاز حيوي × 1.25

Source : Park, Y.D. 1979

Factors affectiong net energy production from mesophilic anaerobic digestion, 1st. International symposim on Anaerbic digestion, Cardiff. U.K.

ويمكن ان تلعب المخصبات والمحسنات العضوية دوراً هاماً في استزراع الصحراء والاراضي الهامشية بالوطن العربي بهدف الاستصلاح واعادة التعمير ، كقاعدة اساسية لمكافحة التصحر والتدهور . ففي الاراضي الصحراوية تكون التربة ذات قوام خفيف (رملية) ومنعدمة البناء ، لذا فإن إضافة المحسنات والمخصبات العضوية تزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء ، وأيضاً خصوبتها وتحسين بنائها ، وفي الاراضي الهامشية غالباً ما تكون تربتها متأثرة بالملوحة ، مما يعني أنها قد تكون قلوية ذات أسس هايدروجينية (PH) مرتفعة وقليلة المحتوى من العناصر الميسرة ، وقد تكون كلسية تسبب انخفاض في النفاذية بسبب تكوين القشور الصلبة وما يتبعها من تأخير الانبات وانجراف التربة . لذا فإضافة هذه المصادر السمادية العضوية الهامة يكون له تأثير ايجابي على معالجة كل تلك المشاكل .

2-3 التقانة التقليدية لانتاج السماد العضوي بالكمر :

تصنيع الاسمدة والمحسنات العضوية يراعى أن تكون مصادر المخلفات الطبيعية ذات نسبة كربون : نيتروجين في حدود 25 : 1 ، وذلك للوصول لنسبة الاتزان للدبال المتواجد بأراضي الوطن العربي وهي في حدود 10 : 1 ، لضمان سرعة تحللها دون الاخلال بالمحتوى النيتروجيني والحصول على الفائدة المرجوة من تحللها ليستفيد منها النبات وحتى لا يتحلل الدبال ولا تنتشر الحشرات والفطريات اذا ما زادت نسبة الكربون للنيتروجين عن ذلك .

وتتلخص المعايير المثالية لانتاج الكمبوست تقليدياً في أكوام او حفر فيما يلي

- نسبة N/C في المخلفات : 25 : 1
- نسبة الرطوبة (٪) : 50-60
- نسبة تدفق الهواء (بالتقليب)(٪): 10-18
- درجة الحرارة (لثلاثة أيام) : 55-60 درجة مئوية
- حجم الكومه (أو الحفرة) : 2 متر (ارتفاع او عمق) 2 متر(عرض)×3متر (طول)

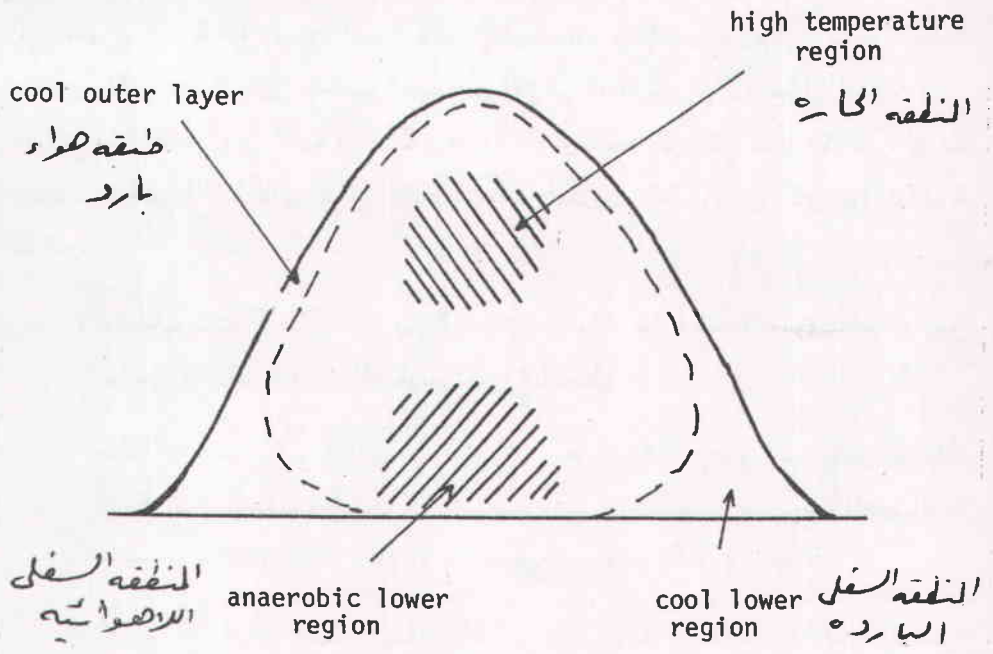
- حجم جزئيات المخلفات : 10-50 ملليمتر
- وجود مصدر منشط : كيميائي او ميكروبي او عشبي
- موقع الحفرة : تكون بعيدة من اي مصدر لشرب المياه

وعند استخدام تقانة الانتاج بالكمر في أكوام او حفر ، كما في الشكل رقم (3-2) والشكل رقم (3-3) يجب أن توفر الرطوبة والحرارة بدرجة متناسبة داخل الكومة لتنشيط وتكاثر الميكروبات لتحليل المخلفات (بعد تكسيرها وتقطيعها) كما يلزم أن تتزايد الحرارة حتى تصل الى ما يزيد عن 65 درجة مئوية مما يساعد على تحويل المخلفات العضوية الى صورة اكثر ثباتاً . وتبدأ الحرارة في الانخفاض ويتناقص حجم الكومة او الحفرة ايضاً . واثناء هذا التحول تنخفض درجة ال pH في البداية ، ثم ترتفع الى القلوية حتي تصل لنقطة التعادل في النهاية . وتتأثر عملية الكمر بالمعايير التي سبق ذكرها ، الا انه يجب ان تراعي الاضافات التالية لضبط نسبة الكربون للنتيروجين للوصول للكفاءة المطلوبة :

- مخلفات ذات C : N اكثر من 25 : 1 ، يضاف لها أسمدة نتيروجينية أو زرق دواجن لاحداث التوازن المطلوب لاسراع التحلل .
- مخلفات ذات C : N أقل من 25 : 1 ، يضاف لها بعض المصادر لاحداث التوازن المطلوب وتفادي فقد النيتروجين باستخدام صخر الفوسفات المطحون (Rock Phosphate) أو السوبر فوسفات (TSP) بنسبة 2٪

وتنحصر الخطوات العملية لهذه التقانة في ضوء بعض التقانات العالمية (صينية وهندية) وأيضاً العربية (مصرية وسودانية) لانتاج طن من السماد (2.5 متر مكعب) فيما يلي :

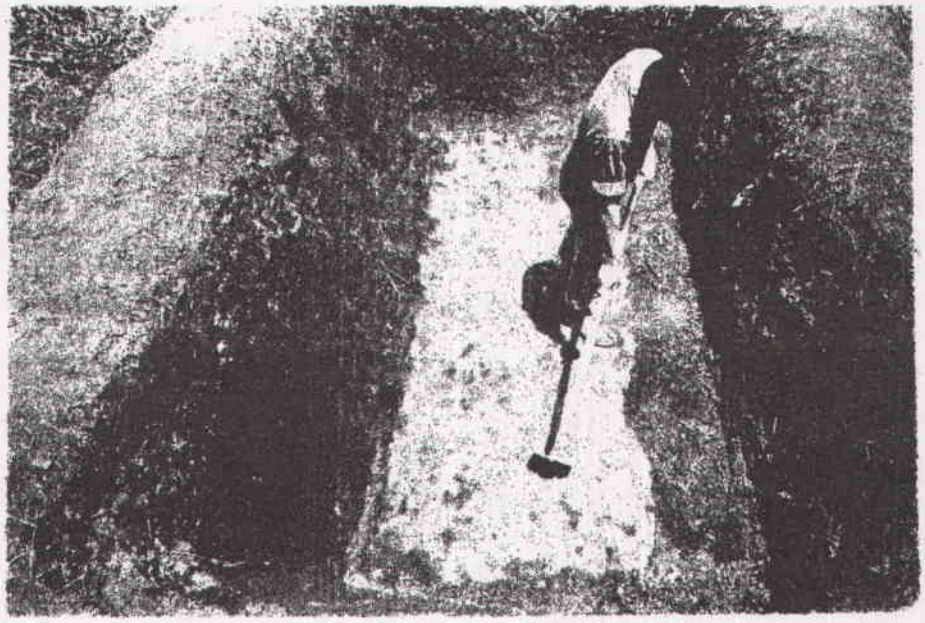
- تجهز الكومة بمساحة 2 × 3 متر وبارتفاع أو عمق 3 متر ، ويحفر حولها قناه لتجميع الراشح من الكومة واعادة إستخدامه للترطيب أو عمل فرشة من الحصى عند تجهيز الحفرة .
- تقطع المخلفات العضوية لقطع صغيرة تفرد في شكل طبقة ثم ترش بأحد



شكل رقم (3-2)

شكل الكومة لانتاج الكمبوست

(Source : FAO. Soils Bulletin 56)



شكل رقم (3-3)

تجهيز حفرة الكمبوست

(Source : FAO. Soils Bulletin 56)

المخاليط المنشطة كما في الجدول رقم (3-5) بنسبة 10:1 من كمية المخلفات، ثم ترطب بالماء وتكرر العملية حتى يستكمل بناء الكومة او ملىء الحفرة .

- ترطب الكومة أو الحفرة من الخارج مره كل اسبوع في الشتاء وثلاثة مرات كل اسبوع في الصيف ، مع التقليب ثم اعادة بناء الكومة او الحفرة بوضع مواسير بوص مجوفة (قطر10 سم) ومثقبة تبادلياً Alternated ومثبته على اخرى افقية مجوفة (شكل حرف T مقلوب) للمساعدة في التهوية ، كما هو متبع في التقانات الصينية والسودانية .

- تترك الكومة أو الحفرة حتى تنخفض درجة الحرارة وتختفي رائحة الأمونيا ويتحول اللون إلى البني الداكن . وتستغرق المدة شهرين صيفاً وثلاثة أشهر في الشتاء للحصول على السماد الناضج . وبالامكان زيادة طول الحفرة أو عرض الكومه للحصول على انتاج أكثر ، وبهذه التقانة البسيطة والتي يمكن تعميمها على المستوى الحقلي للمزارع العربي وبخاصة صاحب الحيازات الصغيرة ، يتم أيضاً التخلص من كل الطفيليات ومسببات الامراض وبذور الحشائش داخل الكومة أو الحفرة ، وذلك بالتأثير الحراري المباشر الذي ينتج عن التخمير وبتأثير إفرازات الكائنات الحية الدقيقة من المضادات الحيوية (Antibiotics) .

3-3 تقانة انتاج سماد زرق الدجاج البياض :

لا يخلو قطر عربي من وجود مزارع دواجن بالقطاعين العام والخاص لانتاج البيض واللحم ، وينتج عن هذه المزارع اخراجات داجنة (زرق) بكميات كبيرة ذات قيمة سمادية عالية تحتاج لمعالجة حتى لا تصبح مصدراً للتلوث البيئي (انتشار الروائح الكريهة والامراض) . ويعتبر زرق الدجاج البياض ذو قيمة سمادية افضل من زرق الدجاج اللاحم باعتباره محسن عضوي ، وعموماً يتم تجهيز زرق الدجاج البياض على النحو التالي :

- يمرر تيار هوائي ساخن درجة حرارة لاتقل عن 150 درجة مئوية داخل مجففات مغلقة لتجفيف الزرق الذي سبق رشه بالماء .

- تحرق الغازات الناتجة عن عملية التجفيف بوحدات حرق خاصة ملحقة بوحدة التجفيف.

جدول رقم (3-5)
المخاليط المنشطة (كبريتات أمونيوم سيوبر فوسفات)
لكل طن مخلفات نباتية (سماد عضوي)

مصدر المخلفات النباتية	مكونات الخليط بالكجم		
	كبريتات امونيوم	سوبر فوسفات	سماد عضوي ناضج*
أ- مجموعة الحشائش الخضراء وورق الأشجار ، الخضروات	15	3	100
ب- مجموعة الاتبان	20	4	100
ج- مجموعة سيقان البقوليات والطماطم والبطاطس والقصب	25	5	100
د- سيقان الموز وأوراقه	30	6	100
هـ- حطب القطن، البقاس بقايا تقليم الاشجار	35	7	100

* يستخدم بدلاً منها كربونات الكالسيوم وبمعدل 15-35 كجم .

المصدر:

- محمد شحاته ، محمد راغب الزناتي ، بهجت السيد علي ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، 1993 .

- بعد التجفيف يتم الجرش (Crushing) ، ثم التعبئة في أكياس يكتب عليها ارشادات لطريقة الإستخدام كسماد (أو كأعلاف للمزارع السمكية) .

ويمتاز سماد زرق الدجاج البياض بارتفاع نسبة النيتروجين فيه ، حيث تتجاوز 3.3٪ ، إضافة إلى إنعدام اللجنين ، مما يسهل تحليل النيتروجين غير الذائب وتوفره بالنسبة للنبات . ويحتوى هذا السماد أيضاً على نسبة بوتاسيوم عالية ، (حوالي 2.4٪) بجانب وجود الفوسفور والمنجنيز والحديد والنحاس وكلها عناصر نادرة ضرورية للنبات . ويمتاز سماد الزرق بارتفاع نسبة المادة العضوية (70٪) ، وهذا يعني أن اضافته تزيد قدرة الأراضي على الاحتفاظ بالماء وبالعناصر السمادية وذلك بتقليل فقدها بالرشح في قطاع التربة.

ولسماد زرق الدجاج البياض ميزة نسبية قد لا تتوفر في المصادر السمادية الأخرى، حيث أنه يمكن من رفع قدرة النباتات على تحمل الملوحة (Salinity) بدرجة تصل الى 3000 ملليجرام لكل لتر ماء مالح أو لكل كيلو جرام تربة ، وهذا يفسر نجاح تجربة استخدامه في الزراعة في ظروف الأراضي أو مصادر المياه ذات الملوحة كما هو الحال على سبيل المثال في منطقة الاسماعيلية بمصر وبالمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، حيث يحصل المزارعون في هذه المناطق على انتاجيات عالية من الخضر رغم وجود محددات ملوحة المياه والتربة .

وتشير الدراسات أنه بالإمكان إستخدام مياه البحر في الري بنسبة تصل الى 50٪ من الملوحة الكلية في وجود سماد زرق الدجاج البياض ويرجع ذلك الى :

- يساعد على توفير الماء الصالح للنبات عند منطقة الجذور (مكان وضع هذا السماد) .
- يؤدى إضافة الزرق إلى إنخفاض نسبة Na - Ca ، وايضاً نسبة Na - K في مستخلص التربة ، مما يضمن فاعلية الغشاء الخلوي للنبات .

وهذا يبرر قناعة المزارعين بفاعلية هذا السماد في وجود مياه ري رديئة في مناطق استصلاح الاراضي الملحية او الصحراوية .

4-3 تقانة انتاج سماد القمامة :

تعتبر القمامة احد المشاكل البيئية التي لها آثار خطيرة صحياً واجتماعياً وجمالياً في كثير من المدن العربية . وتتنوع مصادر القمامة سواء من المنازل أو الشوارع أو المستشفيات أو المصانع أو من هدم المباني . ويتم التخلص منها بطرق تقليدية بدائية وفرزها في أماكن مكشوفة (المقالب أو أماكن تجميع القمامة Dumping Area) مسببة مخاطر صحية ومشجعة لتكاثر الحشرات . حيث يجرى إعادة استخدام ما هو نافع منها وحرق ما يعتقد بأنه غير مفيد . ومن الممكن لتفادي تلويث البيئة بالدخان والأبخرة المتصاعدة ، إستخدام تقنيات متطورة ذات انظمة حرارية مغلقة (تكلفة الحرق قد تصل 150 دولار امريكي للطن) ، لا تسبب تلوث للبيئة وينتج عنها فقط رماد . أو بطرق بيولوجية بتحويلها الي سماد عضوي وغاز حيوي بالتخمير اللاهوائي أو باستخدام الديدان الأرضية (تستخدم صناديق الديدان للمنازل) لتحويلها إلى سماد عضوي ، أو بإستخدام تقانات أخرى تحول القمامة الى سماد عضوي (تكلفة انتاج الطن لا تتعدى 20 دولار امريكي) . وتسترجع المواد النافعة منها لاعادة تصنيعها وهي التقانة المستخدمة في كثير من الاقطار العربية وهي التقانة التي استحدثتها إحدى الشركات السويسرية ، وتتم فيها عمليات التصنيع على النحو التالي :

- فرز أولي لمخلفات المباني وقطع الحديد الكبيرة والإطارات .
- فرز آلي يدوي يسحب ما تبقى من القمامة من على سير متحرك لفصل المسترجعات غير القابلة للتحليل خاصة النافعة منها مثل الزجاج والورق والعظام يدويا.
- تنقل القمامة القابلة للتحلل الى الاسطوانة الدوارة Cylenderical Rotary ، ويضاف اليها الماء المناسب لبدء النشاط الميكروبي ، والذي سيقوم بالتحلل والخلط الدائري لمدة ساعة تقريباً.
- يغربل الخليط بغربال قطر فتحاته 50 ملم لاستبعاد أية نفايات أخرى معوقة (البلاستيك والورق) .
- يتم توزيع المخلفات الصغيرة بواسطة عربة التوزيع الى أكوام (3 × 3متر) مرتبه

طولياً أو دائرياً.

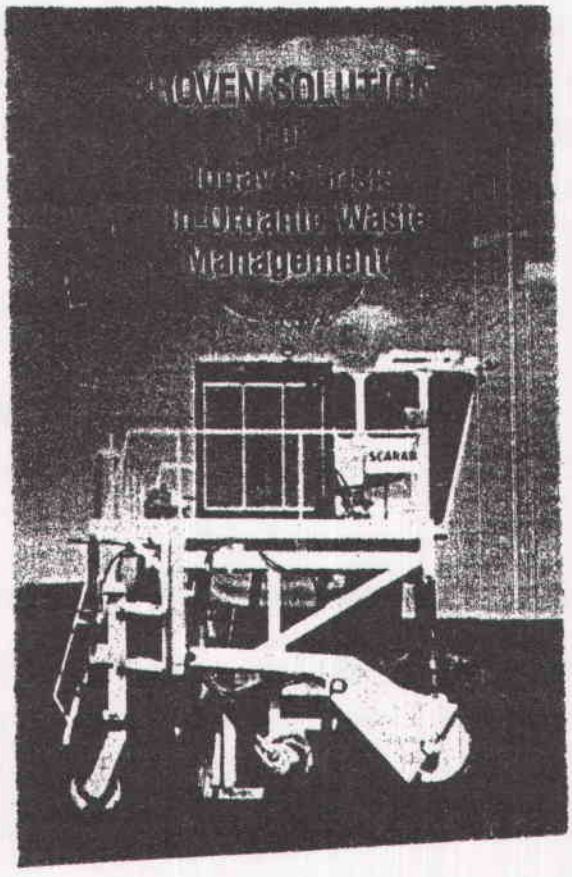
- تقلب الاكوام اسبوعيا بماكينة التقليب للتهوية مع المحافظة على مستوى الرطوبة بالرش بالماء .
- تترك الاكوام لمدة 4 أسابيع حتى تنخفض درجة حرارة الاكوام للحد الادني.
- يخزن الناتج لمدة 6 اسابيع لاتمام النضج .

وقد تصل الطاقة الانتاجية للوحدات التصنيعية لهذه الطريقة الى حوالي 150 طن/الساعة ، وتطبق بنجاح في كل من دولة الامارات العربية المتحدة ، المملكة العربية السعودية ودولة قطر، وجمهورية مصر العربية ، وجمهورية الجزائر ، إلا أنه مع التزايد السكاني المطرد من المتوقع ان تتضاعف نفايات القمامة عشرات الاضعاف مما استلزم ايجاد بدائل اكثر تطوراً تعمل ميكانيكياً بنسبة 100٪ ، وكفاءتها عالية اذ تتجاوز طاقاتها الانتاجية اكثر من 3000 طن سماد عضوي/الساعة للوحدة التصنيعية شكل رقم (3-4) ، كما انها متحركة يمكن ترحيلها من موقع لآخر ، وتناسب هذه التقانة المدن العربية ذات الكثافة السكانية العالية والتي من المفترض ان يصل معدل القمامة اليومي ببعضها لاكثر من 15000 طن في اليوم . كما أن التوسع الافقي وزراعة الصحراء يتطلب توفير مصدر عضوي لتسميد وتحسين تلك الأراضي .

5-3 تقانة انتاج سماد البيوجاز :

تقوم هذه التقانة على التخمير اللاهوائي للمخلفات العضوية المتنوعة المصادر ، فمنها الحيوانية (روث) والبشرية (الغائط والبول) ، مخلفات المدن (القمامة) ، الصناعية (مخلفات الصناعات الغذائية)، حيث يستفاد من الغاز المنتج عديم اللون والرائحة (غاز المستنقعات) كمصدر هام متجدد للطاقة ، وأيضاً من السماد العضوي المنتج ، والذي يحتوى على أحماض عضوية طاردة للحشرات ، كما أن التخمير يعمل على القضاء على الميكروبات والطفيليات .

وتستخدم الصين هذه التقانة بغرض الحصول على السماد اولاً والطاقة ثانياً، أما في الهند فالإهتمام أكثر بالحصول على طاقة الغاز الحيوي بينما يعتبر السماد المنتج ثانوياً . وفي حين ان الدول المتقدمة ينصب اهتمامها بهذه التقانة باعتبارها إحدى وسائل



شكل رقم (3-4)

نموذج لإحدى الوحدات الحديثة لتصنيع المخلفات العضوية ميكانيكياً

حماية البيئة من التلوث ، حيث يتم هضم المواد العضوية والاستفادة من الطاقة المنتجة في تشغيل نظم المعالجة.

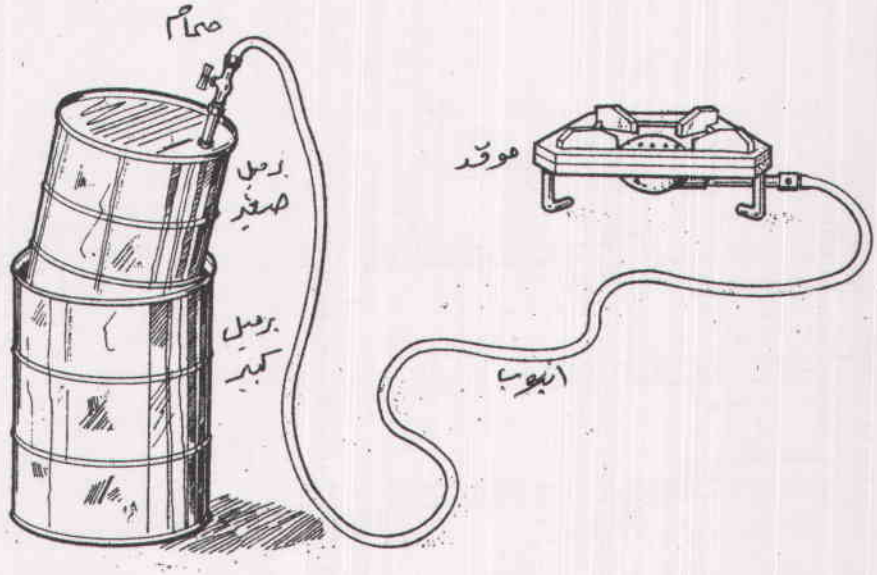
وأبسط وحدات انتاج الغاز الحيوي والاستفادة من سماده تلك الموضحة بالشكل رقم (3-5) ، حيث يملأ البرميل الكبير بخليط النفايات العضوية (روث حيوانات ومخلفات نباتية وماء وبادىء التخمير ثم تخميرها لمدة شهرين) ، ويتم وضع البرميل الصغير داخل البرميل الكبير بحرص ، ويسمح للهواء بالخروج عن طريق الانبوب بفتح الصمام ، وبعد حوالي شهر يبدأ انتاج الغاز ويستمر لمدة شهر حتي ينتهي التخمير ويستفاد من الخليط المتبقي للتسميد ، ثم تعاد العملية مرة اخرى . وبالامكان عمل اكثر من وحدة متصلة مع بعضها للحصول على غاز اكثر ولفترة اطول بجانب السماد.

وتتفق عموماً وحدات انتاج الغاز الحيوي في تصميمها الهندسي (شكل رقم 3-6) ، حيث تشتمل على جسم رئيسي يتم فيه تخمير المخلفات العضوية بمعزل عن الهواء ، وحيز لاستقبال الغاز المنتج ومدخل للتغذية بالمخلفات ، ومخرج لتفريغ السماد . وتختلف الوحدات فيما بينها في الأسلوب المستخدم حسب كمية النفايات والإمكانيات المالية المتاحة .

وتتعدد التصميمات الهندسية لانتاج سماد الغاز الحيوي على النحو التالي :

- نظام التشغيلة الواحدة المغلق Closed Batch System (لا هوائية) ، وهي ذات كفاءة انتاج غاز منخفضة ، إلا أن نوعية سمادها المنتج جيدة ، كما أن تكلفتها منخفضة وتقانتها سهلة ومبسطة كما هو الحال في النظام الذي يوضحه (الشكل رقم 3-5) .

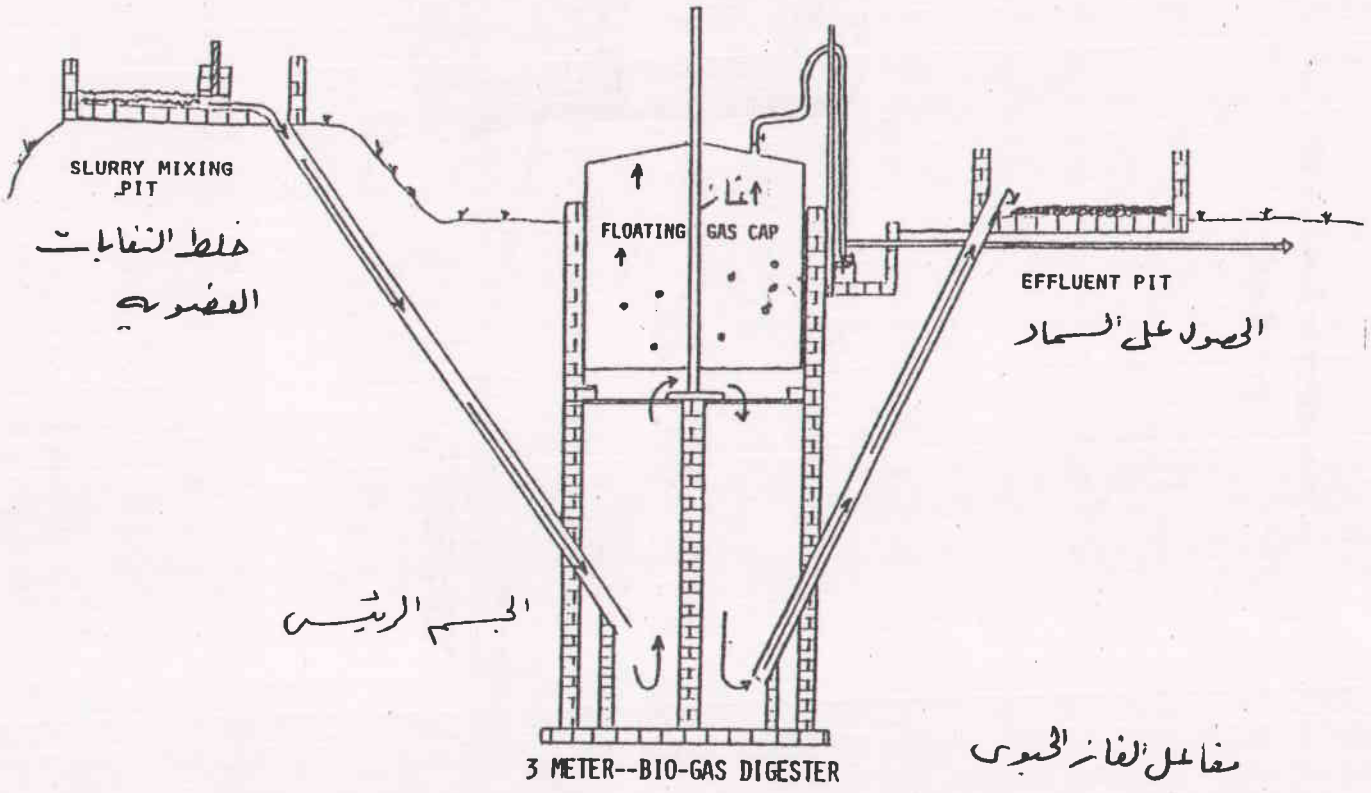
- النظام المستمر وشبه المستمر (Continuous and Semi-Continuous System) ، وفيها تضاف المخلفات العضوية إما على فترات متقطعة أو مستمرة . ويتم الحصول على المنتج من الغاز والسماد بنفس الاسلوب مثل النظام المبين في (شكل رقم 3-6) .وهناك بعض الطرق الأكثر شيوعاً في مجال إنتاج الغاز الحيوي توضحها الأجزاء التالية :



شكل رقم (3-5)
أبسط التقانات لإنتاج الغاز الحيوي

شكل رقم (3-6)

تصميم هندسي لإنتاج سماد الغاز الحيوي



3-5-1 الطريقة الصينية ذات القبة الثابتة :

Chinese Fixed Dome Technique

هي عبارة عن مفاعل إسطواني أو مربع تحت سطح الارض يعلوه قبة من الخرسانة فوق سطح الارض لتجميع الغاز ، وتحتاج هذه الطريقة الى دقة ومهارة فنية عالية ، ويكون السماد المنتج عنها سائلاً وتعد انتاجيتها من الغاز منخفضة ، وقد تنبعث منها روائح كريهة (شكل رقم 3-7) .

3-5-2الطريقة الهندية ذات الغطاء العائم

Indian Floating Metal Cover Technique

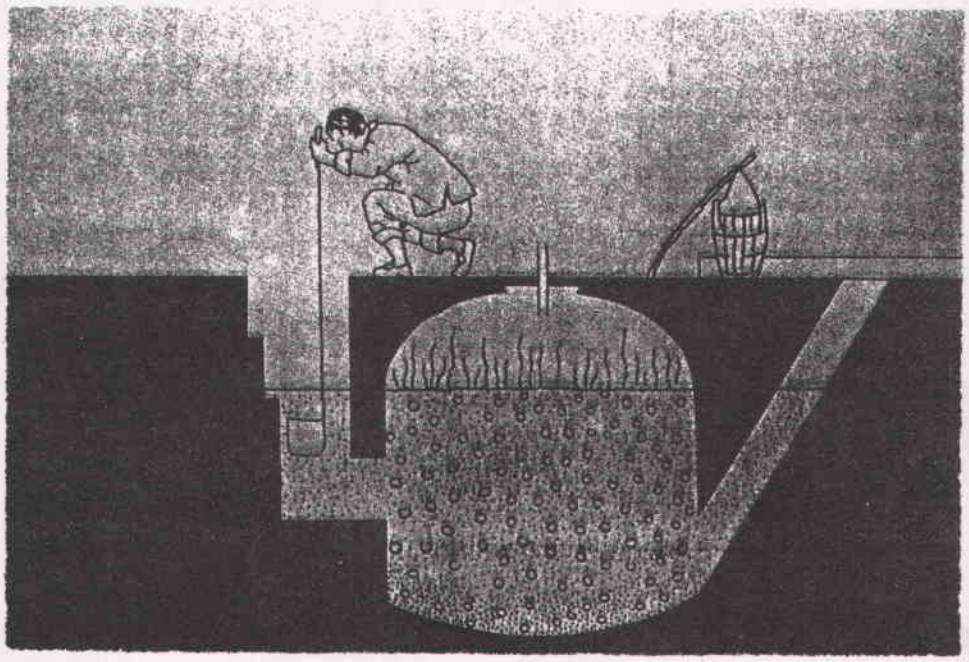
هي عبارة عن مفاعل مبنى من الطوب أو الخرسانة ، ويخزن الغاز المنتج تحت غطاء معدني عائم على سطح السائل التخميري ، حيث يرتفع الغطاء مع زيادة ضغط الغاز ، وهذا الغطاء عالي التكلفة ، وقد يتأثر بكبريتيد الايدروجين H_2S ، إلا انه يعمل على تثبيت ضغط الغاز . وتعتمد هذه الطريقة على المخلفات العضوية ذات الطبيعة السائلة ، ويعتبر إنتاجها من الغاز منخفضاً مقارنة بالتقانات الأخرى .

3-5-3 طريقة القربة : Bag Designe Technique

يستعاض عن البناء الخرساني في الطريقة الصينية أو الهندية بالبلاستيك (PVC) أو ببلاستيك الطين الاحمر Red Mud Plastic الاكثر مقاومة لظروف التشغيل لمدة تصل الى عشرين عاماً وتحتاج لمراقبة جيدة لتشغيلها . وبها غطاء مطاطي، وكفاءتها عالية في انتاجة الغاز والسماد .

3-5-4 طريقة المرشحات اللاهوائية : Anaerobic Filter Technique

تستخدم هذه الطريقة عند الحاجة لكميات كبيرة من الغاز والسماد ، إذ أنها تستوعب كمية كبيرة من المخلفات العضوية والتي يتواصل تحليلها بواسطة الميكروبات العالقة بهذه المرشحات ، وتتميز هذه الطريقة بقصر فترة ما قبل انتاج الغاز ، حيث لا تتجاوز هذه الفترة . 10 ساعات ، ويمكن التحكم بسهولة في هدم المادة العضوية واستمرارية النشاط الميكروبي بها ، وأن كفاءتها الانتاجية عالية وتناسب مخلفات الصرف الصحي .



شكل رقم (3-7)

التقانة الصينية ذات القبة الثابته لإنتاج سماد الغاز الحيوي

5-5-3 طريقة المخمرات ذات التواصل المتبادلة

Alternated Baffled Technique

تعتبر من أحدث الطرق ، حيث يقسم فيها المفاعل الى أقسام متساوية تفصلها قواطع غير متكاملة (Baffled) من أعلى ومن أسفل بالتبادل ، وتسمح بنمو وإلتصاق الميكروبات ، بحيث تنساب المخلفات السائلة بنظرية الأواني المستطرقة ، فيتم الهضم بكفاءة عالية جداً لصعود وهبوط السائل المخمر وترسب المواد الصلبة Sludge في القاع.

6-5-3 طريقة التلامس اللاهوائي : Anaerobic Agitating Technique

تعتمد هذه الطريقة على رفع كفاءة هدم المواد العضوية ، ويلحق بالمفاعل قلاب Agitator لخلط ومنع تسرب المادة العضوية وبقائها معلقة بالسائل ، وبالتالي استمرار ملامسة الميكروبات ، وتنظيم خروج الغاز من فتحة علوية بواسطة صمام ، ووجود خزان ترسيب في أسفل المفاعل يساعد على هضم بقية ما لم يتم هضمه ، وبالتالي تكون كفاءة الهدم عالية وتناسب هذه الطريقة معالجة المخلفات السائلة لمصانع الاغذية ولا تتعدى فيها فترة ما قبل انتاج الغاز 12 ساعة .

7-5-3 طريقة التغذية السفلية : Funnel Bottom Feeding Technique

تعتبر ايضاً من الطرق الحديثة التي تتم فيها التغذية داخل المفاعل عن طريق القاع القمعي الشكل ، الذي يغطي بقمع معدني مقلوب به فتحة لخروج الغاز الحيوي . ويسمح هذا التصميم بترسيب المادة العضوية التي لم يتم هضمها جيداً وخلطها مرة أخرى مع السائل العضوي . وتعد هذه التقانة ذات كفاءة انتاجية عالية جداً ، كما أن فترة ما قبل انتاج الغاز فيها لا تتعدى 4 ساعات . وتستخدم هذه التقانة بكثرة في كثير من الدول الأوروبية ، خاصة في مصانع الاغذية (البطاطس على وجه التحديد) . وتحتاج هذه التقانة مهارة عالية وفهم لطبيعتها .

وبصفة عامة تمتاز تقانة انتاج سماد الغاز الحيوي بأن السماد المنتج ذو محتوى عضوي مرتفع وعناصر اساسية ونادرة . فبجانب ارتفاع قدرته على الاحتفاظ بالماء هنالك بعض المخلفات العضوية تنتج عند هضمها بعض منشطات ومنظمات النمو .

وتكمن فوائد تكنولوجيا الغاز الحيوي فيما يلي :

- المحافظة على نظافة البيئة والمعالجة الصحية للمخلفات .
- انتاج طاقة تغطى نسبة كبيرة من احتياجات التشغيل .
- انتاج محسن وسماد عضوي جيد في الاستخدام (غير مضر بالبيئة) ، يعمل على صيانة وزيادة خصوبة التربة الزراعية .
- تنمية وانتاج الطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae) ، والتي سبق الاشارة الى كفاءتها العالية في تثبيت النيتروجين تكافلياً مع الازولا ، ولا تكافلياً ايضاً او كلاهما لتسميد الارز حيويا ، وايضاً انتاج طحالب الكلوريللا Chlorella، والتي تفرز مادة الكلوريللين Chlorellin ذات التأثير القاتل للميكروبات الممرضة والطفيليات وامتصاصها للعناصر الثقيلة (Zn - Pb - Cu - Ni).
- تنمية المزارع السمكية Aquaculture وذلك باضافة الـ Sludge ، الذي يسمح بنمو الطحالب التي تستخدم كغذاء للأسماك والكائنات المائية الأخرى .
- انتاج الشتلات المختلفة ، لوجود سماد بديل للبيتموس Peat-Moss.
- انتاج محسنات العلائق الحيوانية .

6-3 تقانة معالجة المجاري: Sewage Treatment Technology

تستخدم هذه التقانة لمعالجة نفايات الصرف الصحي من خلال معالجة بيولوجية لا هوائية ، ثم المعالجة بالكلور Chlorination أو الاوزون للتخلص نهائياً من مسببات الامراض الميكروبية وهذا ما توصى به منظمة الصحة العالمية (WHO) ، كما تمكن هذه التقانة من الاستفادة من حمأه المجاري Sludge كسماد عضوي غني بالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بجانب العناصر الصغرى اللازمة لنمو النبات .

ونظراً لاحتواء هذه المواد على تركيزات عالية من العناصر الثقيلة (Heavy Metals) وما يسببه تراكمها من تسمم فسيولوجي بالاضافة لظاهرة التضاد في العناصر الغذائية (Antagonism) ، فإن الامر يتطلب وضع معايير خاصة بالاستخدام ،

استرشاداً بما يتم في بعض الدول مثل :

فنلندا أقصى حد مسموح به 4.8 طن للهكتار .

النرويج أقصى حد مسموح به 2.4 طن للهكتار .

السويد أقصى حد مسموح به 1.2 طن للهكتار .

هولندا أقصى حد مسموح به 1.2 طن للهكتار .

ولا يسمح باستخدام هذا السماد لاكثر من 20 عاماً .

7-3 تقانة انتاج سماد دودة الارض: Earth Worm Fertilizer Technology

تعتمد هذه التقانة على قدرة دودة الأرض Earth Worm على تحويل المخلفات العضوية (مثل قمامة المنازل) إلى اسمدة عضوية ، وذلك بالتغذية على هذه المخلفات وافرازها على شكل سماد عضوي . ويمكن إستخدام الديدان مع كل المخلفات العضوية الأخرى نباتية أو حيوانية المصدر . وتمتاز هذه التقانة بأن تكلفتها قليلة جداً ويمكن تطبيقها بدون مشاكل . ويوجد اكثر من 1800 جنس من دودة الارض ، إلا ان سبع فقط منها يمكن تنميتها في مزارع خاصة والمستفاد منها تجارياً أربع أجناس :

1- جنس Lumbricus rubellus (الدودة الحمراء) :وهي تعيش على السطح وتوجد غالباً في أكوام السماد والقمامة ، وأن معدل تكاثرها كبير .

2- جنس Eisenia foetida : وتتميز باللون الأحمر وبحلقات صفراء على الجسم ، توجد في أكوام روث الماشية والسماد ، وأن معدل تكاثرها كبير .

3- جنس Pheretima asiatica : وهي حمراء طويلة ، وتنمو في أكوام الروث والقمامة

4- جنس Eudrillus eugenia : يصل طولها 30 سم

وعموماً ، فإن معدل تكاثر دودة الأرض يصل إلى حوالي 1000 دودة في العام ، ويعتبر استخدامها أحد الوسائل الفعالة في التخلص من التلوث البيئي ، إضافة إلى إنتاج أسمدة عضوية جيدة وكتلة حية بروتينية يستفاد منها في تغذية الدواجن والأسماك ، ويتميز سماد دودة الارض بخلوه من الشوائب وبذور الحشائش وخفة وزنه بجانب أنه عديم

الرائحة وتتمثل أهم مكونات وخصائص سماد الدودة في القياسات التالية :

- المادة الجافة ٪44
- الرطوبة ٪57
- pH 7.5
- النيتروجين ٪ 2
- النترات 450 ملليجرام لكل جرام سماد
- C : N 10 : 1
- حمض الهيوميك Humic ٪7.4
- الفوسفور (P_2O_5) ٪2.2
- البوتاسيوم (K_2O) ٪2.4

ويحتوى السماد على إنزيمات ومنشطات ومنظمات نمو ، إضافة إلى وجود العناصر الصغرى بمستويات مقبولة .

وتنتشر هذه التقانة في كثير من الدول الأوروبية والآسيوية والولايات المتحدة الامريكية وكندا لانتاج أسمدة عضوية حيوية . وتعتمد التقانة على تربية الدودة الحمراء في أماكن لا تزيد حرارتها عن 25 درجة مئوية ولا تنقص رطوبتها عن 60 ٪ مع وجود مواد عضوية قابلة للتحلل .

وفي مدينة سياتل الامريكية يوجد ما يسمي بصناديق الديدان المحكمة Air Tight Worm Boxes ، حيث يستخدمها السكان في تحويل قمامة منازلهم خاصة بقايا الاطعمة الى أسمدة عضوية مفيدة ، ويمكن إعتبار هذه التقانة ضمن تقانات إعادة إستخدام النفايات Recycling . فاعادة استخدام النفايات العضوية هي أحد الوسائل الهامة لتحقيق اقصى قدر من الرفاهية باقل قدر من الاستهلاك والاضرار البيئية والموارد الطبيعية .

8-3 انتاج سماد الاعشاب المائية :

Water weeds Fertilizer Production Technology

كما سبق القول تعتبر الاعشاب المائية سواء كانت نهرية مثل ورد النيل Water hyacinth (Eicchornia Crassipes) ، أو بحرية مثل حشيشة البحر Seaweeds (Posidonia (australis)) ، مصادر عضوية لا يستهان بها . ويمكن الاستفادة بتحويلها لمنتجات مفيدة ، خاصة وانها تمثل مشكلة بيئية سواء في الانهار أو البحار ، وأيضاً كمعوق للنقل المائي النهري والبحري . وتستخدم هذه الأعشاب في انتاج سماد الغاز الحيوي أو انتاج سماد عضوي محسن ومنشط ومغذي أو انتاج اعلاف ، وسبق التعرف على طرق إنتاج السماد من هذه الأعشاب .

الباب الرابع

تقانات إستخدام المخصبات الحيوية

الباب الرابع

تقانات إستخدام المخصبات الحيوية

سبقت الاشارة في الابواب السابقة إلى أن المخصبات الحيوية تشتمل على كل من اللقاحات الميكروبية (بكتيرية ، فطرية ، طحلبية) Microbial Inoculants . والمحسنات العضوية (الكمبوست ، البيتموس) Organic enhancers . والمخصبات العضوية (سماد زرق الدجاج، سماد دودة الارض، سماد الغاز الحيوي ، سماد حمأه المجاري، سماد الاعشاب البحرية ، سماد المركزات الحيوانية) .

وفي هذا الباب سوف يجرى عرض ومناقشة التقانات المعروفة والشائعة في مجال إستخدام المخصبات الحيوية .

1-4 أساليب إستخدام اللقاحات الميكروبية :

لم يعرف استخدام اللقاحات الميكروبية وخاصة بكتيريا الريزوبيوم إلا في بداية هذا القرن، وتعددت الاساليب من تلقيح البذور (البقولية) Seed Inoculation الى تلقيح التربة Soil Inoculation ، أو في صورة محمولة على طمي Silt Carrier . وانحصر الاستخدام على الأسلوب اليدوي فقط . أما اللقاحات الطحلبية فقد كان يتم تداولها على شكل رقائق (Flakes) لتنميتها في الحقول المروية أو الغدقة (Paddy) منذ زمن طويل في قارة آسيا . أما اللقاحات البكتيرية لغير البقوليات (النجيليات) فلم تعرف إلا حديثاً مثل الازوتوباكترين ، وكلها مثبتات للنتيروجين . وبالنسبة للقاحات الميسرة للفوسفور والبوتاسيوم ، فلم ينتج منها الا بكتيريا السليكات المحررة للبوتاسيوم المثبت برقائق الطين . كما ان مذيبات الفوسفور لم ينتج منها إلا لقاح بكتريا الباسيلاس والمسمى الفوسفوباكترين (Phosphobacterin) .

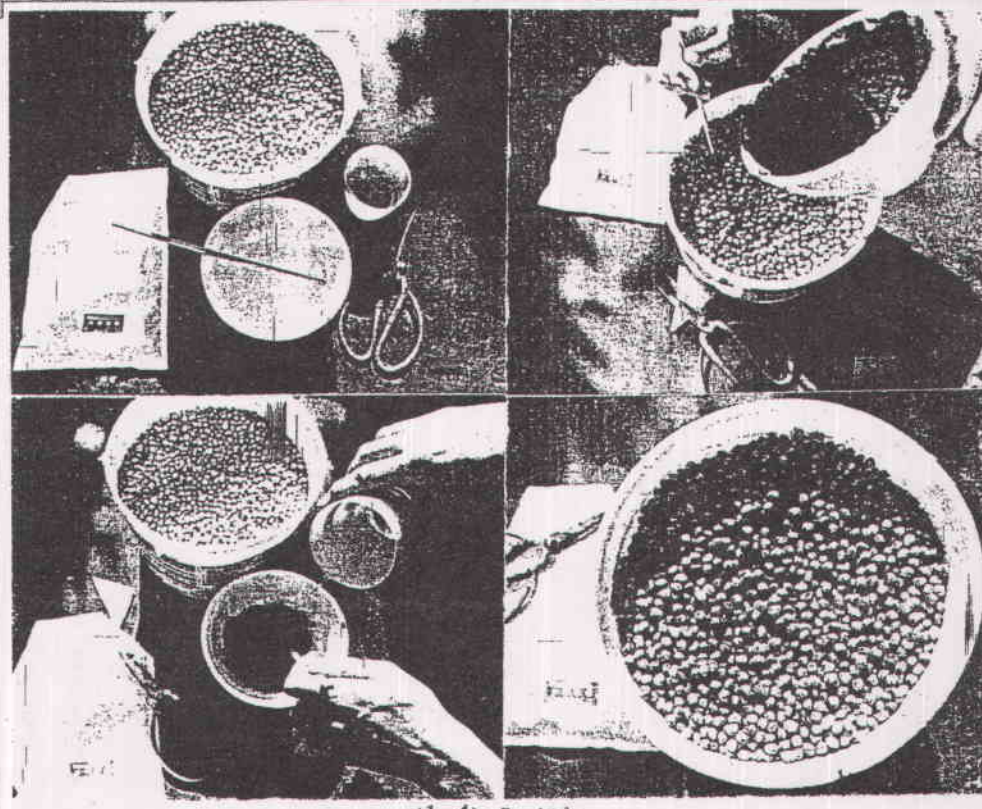
أما الميسرات الفطرية (الميكوريزا) ، فلم يتم التوصل بعد لتقانة مقبولة لانتاجها بتوسع (Mass Production) ، مثل اللقاحات الميكروبية الأخري . أما المحسنات والمخصبات العضوية ، فإن طرق استخدامها كانت قديماً تنحصر في الفرش السطحي يدوياً (Manual Mulching) . أما حديثاً فالفرش يتم آليا ثم يتم حرثها ، خاصة للانواع الحبيبية Granular ، أما السائلة منها Slurry فكانت تخلط مع مياه الري (الري بالغمر) او ترش على سطح التربة مباشرة بالرشاش المحمول Nipsack أو بالمرشات العرضية Boom sprayer ، أو باحد نظم الري الحديثة . أما المركزات العضوية السمكية Organic Fish Fertilizers المعلقة أو المسحوقة فيتم خلطها بالماء قبل رشها ، وفيما يلي يتم إستعراض أكثر طرق الاستخدام شيوعاً .

4-1-1 تقانة استخدام لقاح الريزوبيوم :

يتم استخدام لقاح الريزوبيوم (سائلاً او محمولاً) إما بطريقة مباشرة بخلطها مع البذور البقولية (Legume Seed Inoculation) قبل الزراعة، كما في الشكل رقم (4–1)، أو بطريقة غير مباشرة ، وذلك بوضع اللقاح (سائل او حبيبي) بعد الزراعة بجوار البذور في التربة بطريقة البلل Drenching بالرش، كما في الشكل رقم (4–2).

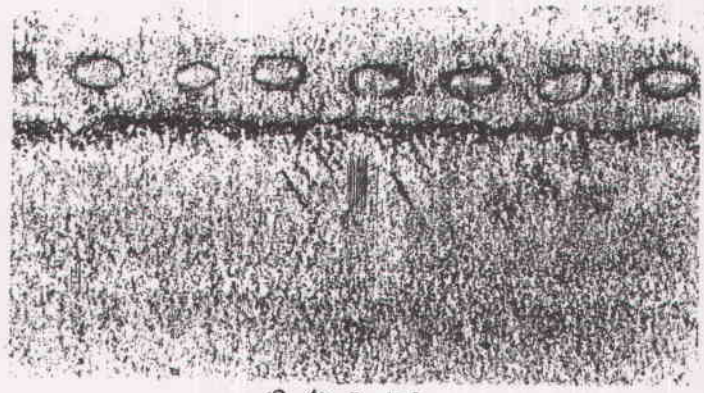
في الطريقة المباشرة يتم عمل معلق بجزء من اللقاح (أحادي أو متعدد السلالة) السائل او المحمول مع جزئين ونصف من الماء الممزوج مع الصمغ العربى والسكر، ثم يخلط المعلق جيداً مع البذور (غير معالجة كيميائياً) لضمان تلقيحها جميعاً وبالتالي تكوين العقد البكتيرية ، ثم تترك لتجف في الظل (الشكل 4–3) ثم تزرع . وقد يتم تلقيح البذور بمعلق اللقاح والماء مسبقاً قبل الزراعة شريطة توفير الاحتياطات اللازمة التي تكفل الحياة لبكتريا الريزوبيوم لملاءمتها للظروف البيئية غير المستحبة ، مما يستدعى أحياناً عمل غطاء واقي يحمى خلايا الريزوبيوم اللاصقة بالبذور من المخاطر الخارجية ، وتسمى في هذه الحالة كبسولات البذور الملقحة (Seed Pellets) ، كما هو موضح في الشكل رقم (4–4) .

ويراعي أن تكون الارض ذات ملوحة منخفضة وأس هايدروجيني (pH) يميل للتعادل وتخلو من النيتروجين والمبيدات سبق ريها قبل الزراعة ، أو بعد سقوط الامطار ويؤخذ في الإعتبار أن تكون الأرض قد أعدت إعداداً جيدا ، بما يكفل تكوين العقد البكتيرية ، والتي



شكل رقم (4-1)

تلقيح البذور بلقاح الريزوبيوم

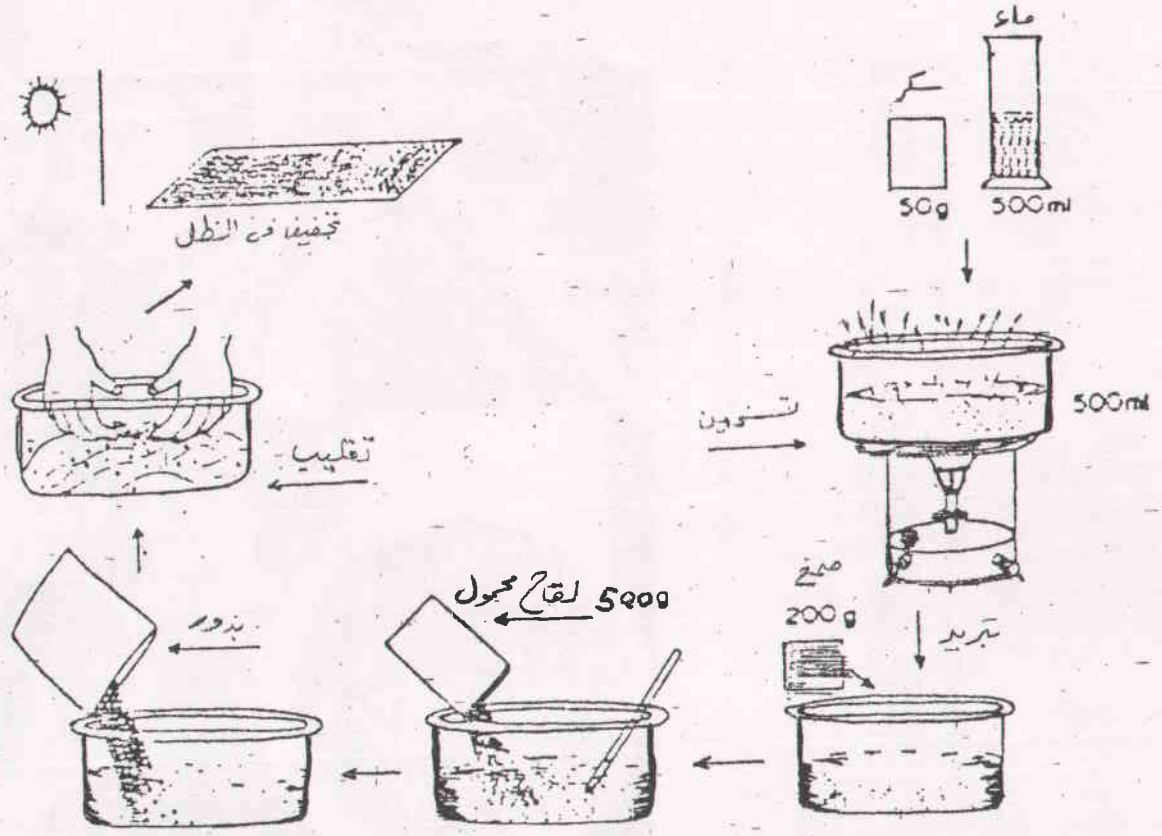


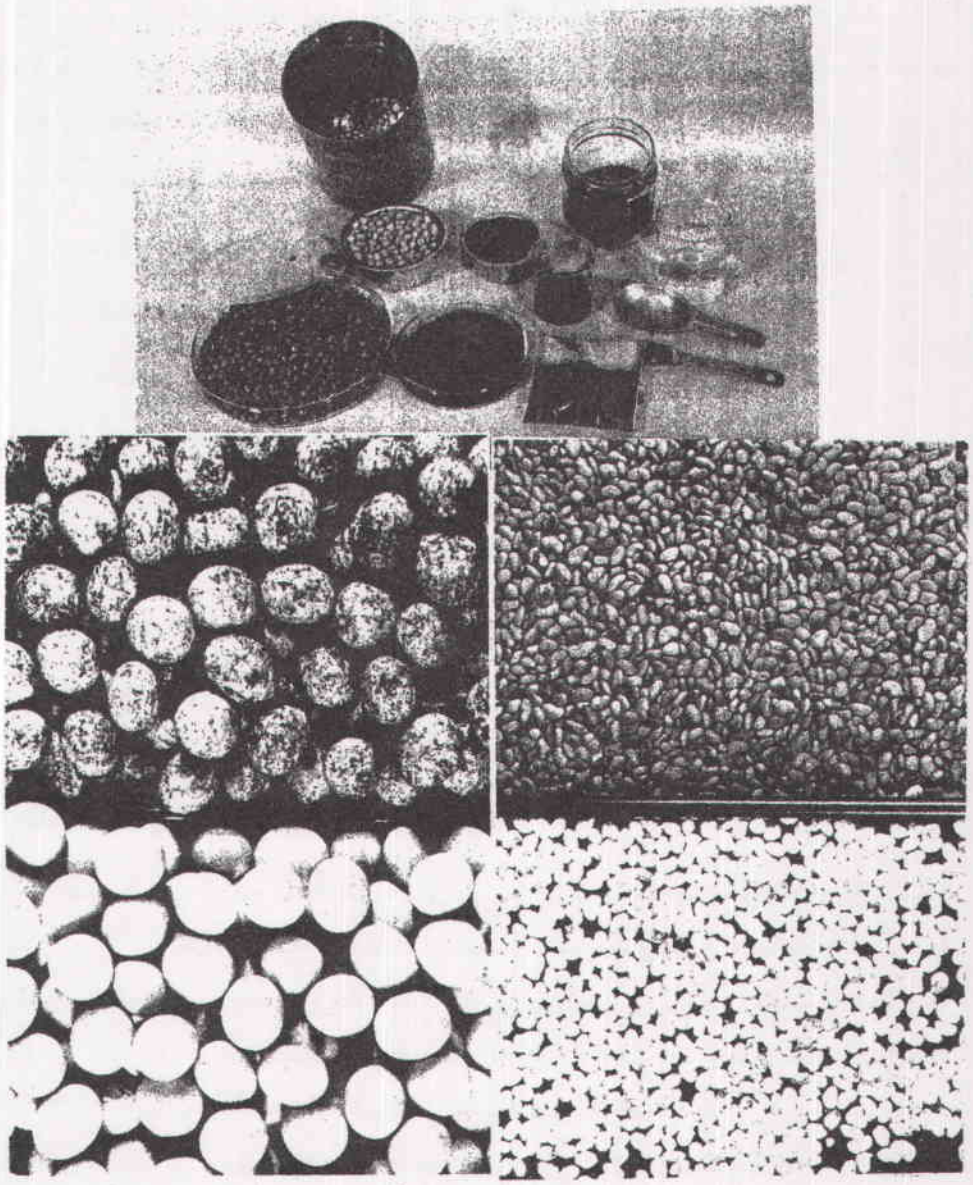
شكل رقم (4-2)

تلقيح التربة بلقاح الريزوبيوم بجوار البذور

شكل رقم (٥-٣)

قة تلقيح البذور بالريزوبيوم





شكل رقم (4–4)

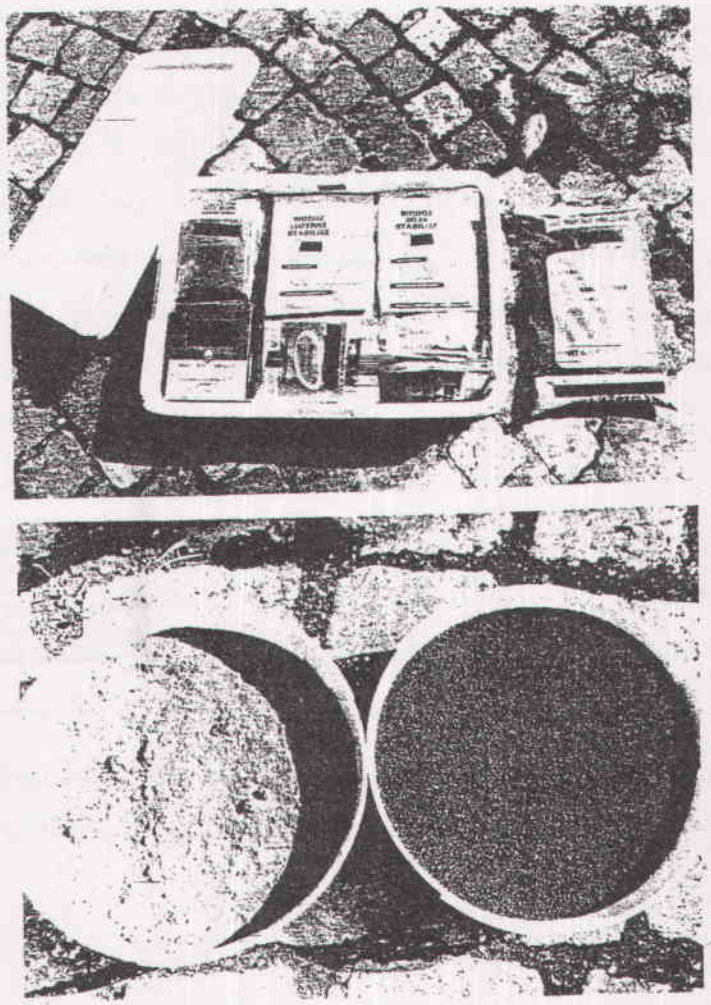
وسائل إعداد كبسولات البذور Seed Pellets المحمية (أعلى) وبذور ملقحة في الوسط للبرسيم (اليمين) وفول الصويا (اليسار) وبذور غير ملقحة لهما (أسفل)

يقع عليها مسئولية تثبيت النيتروجين حيوياً Biological N-fixation (BNF) . وتجدر الاشارة إلى ان لقاح العقد البكتيرية المحمول (الحبيبي أو المسحوق) تتم تعبأته وتداوله تجارياً كما هو موضح في الشكل رقم (4-5) . وتنحصر المواد المستخدمة لعمل كبسولات البذور الملقحة فيما يلي :

- كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate .
- دولوميت Dolomite .
- الجبس Gypsum .
- بنتونيت Bentonite .
- المعادن الطينية Clay Minerals .
- سوبر فوسفات TSP وصخور الفوسفات P.Rocks .
- تلك Talc .
- أكسيد التيتانيوم Titanium oxide .
- دوبال التربة Humus أو السلت Silt .
- الفحم المنشط Activated charcoal .

4-1-2 إستخدام اللقاحات الطحلبية :

اكثر الطرق استخداماً للاستغناء تماماً عن تسميد محصول الأرز بالاسمدة النيتروجينية هي تقانة التلقيح بالطحالب الخضراء المزرقة، وتتنوع الاساليب المستخدمة بالتقليح الطحلبي إما بعد الزراعة (شتل الارز) ، وذلك بنثر الرقائق الطحلبية المخلوطة بحوالي كيلو جرام من الجير على الارض الغدقة أو بخلط المعلق الطحلبي Algal Suspension بالرمل المغسول ، ثم ينثر الخليط على الأرض الغدقة أو قبل شتل الأرز ، وذلك بخلط سلالات مركبة (Multistrain) من مزارع التربة الطحلبية (Algal Soil Cultures)بمحلول موليبدات الصوديوم (تركيز 0.5 كيلوجرام للهكتار) في وعاء ، ثم نثر الخليط على سطح ماء حقل الأرز ثم تزرع شتول الأرز بعد أسبوع . وبالامكان تلقيح بذور الارز (Rice seed Inoculation) قبل زراعتها مباشرة (دون شتل) ، وذلك بخلط معلق



شكل رقم (4-5)

الطريقة التجارية للقاحات الميكروبية للبذور والتربة (أعلى) واللقاحات الميكروبية الحبيبية (يمين الأسفل) والبودرة (يسار الأسفل)

مزرعة التربة بسرعة مع 20 كجم بذور الأرز واثنين كيلو جرام كربونات كالسيوم على أن يكون الخلط جيداً ومتجانسا Even Coated. وبعد تجفيف البذور في الظل يتم زراعتها مباشرة . ويكون معدل استخدام اللقاح الطحلبي في حدود 4 كجم للهكتار في المتوسط.

3-1-4 استخدام الازوتوباكترين :

Azotobacterin Application Technology

وهو من أكثر الطرق شيوعاً لاستخدام تقانة التلقيح بالازوتوباكترين مع المحاصيل غير البقولية (محاصيل الحبوب والمحاصيل الدرنية) وذلك بمعاملة اللقاح مع البذور او الدرنات قبل الزراعة مباشرة . ويتم ذلك بجمع خلايا الازوتوباكترين النامية على الآجار في قارورة رو (Roux Bottle) بالماء والحصول على معلق الازوتوباكتر Azotobacter Suspension ، ثم تخفيف هذا المعلق حتى يصبح العدد 4.6×10^{10} ، ثم ينثر الخليط على البذور أو تنقع فيه درنات البطاطس أو البادرات .

ويستخدم احياناً لقاح الازوتوباكتر المحمول على تربة أو بيتموس بتخفيفه بالماء ثم نثره على البذور والبادرات . ويستخدم أحياناً اللقاح المحمول على بيتموس لتسميد بنجر السكر . ويتم تحضير هذا اللقاح Peat Based Azotobacterin بغربلة البيتموس أو الدبال ثم يحضر طن من الحامل على النحو التالي :

- 10 كجم سكر + 2 كجم سوبر فوسفات + 10 كجم جير + 25 ملم من خلايا بادىء الازوتوباكترين (Azotbacterin Starter) .
- يخلط كل 0.5 طن من هذا الخليط جيداً باستخدام الجاروف Shovel ويترك للتخمير (Incubation) على 25 درجة مئوية لمدة 3 أيام .
- يُخلط كل نصفي طن معاً ويترك خليط الطن للتخمير لمدة 3 أيام اخرى مع التقليب اليومي.
- يستخدم 3 كجم من الخليط المخمر لتلقيح محاصيل الحبوب و 6 كجم لتلقيح درنات البطاطس وبادرات الخضر. ويكون عدد خلايا الازوتوباكتر 5×10^{7} لكل جم من اللقاح المحمول .

4-1-4 استخدام لقاح الازوسبريللام :

تتماثل هذه التقانة مع التقانة السابقة لاستخدام الازوتوباكترين ، سواء بتلقيح البذور أو بنقع البادرات قبل الزراعة في معلق اللقاح ، إلا انه يفضل استخدام سماد فناء المزرعة (FYM) كحامل للقاح ، وإستخدام مادة سيليلوز ميثايل الكربوكسي (Carboxy Methyl Cellulose) كمادة لاصقة ، وتستخدم هذه التقانة بنجاح مع زراعة الذرة والأرز والشعير والقمح .

5-1-4 استخدام الازولا :

بعد استزراع الازولا بمعدل 300 جم لكل متر مربع في حقل مستوى ومحدد الأبعاد وتربة تميل للتعادل مع إرتفاع ثابت للماء (10 سم) ، أو في احواض اسمنتية بها تربة ذات سمك 15 سم مضاف لكليهما حوالي 10 كجم فوسفات (P_2O_5) لكل هكتار ، وتخلط جيداً مع اللقاح وحوالي 1 جم من مبيد الفيورادان Furadan لكل كجم من اللقاح ، ثم يتم حصاد الازولا المستزرعة بعد حوالي أسبوع ليلقح الحقل أو الحوض مرة أخرى بلقاح جديد بنفس المعدل (300 جم لكل متر مربع) . وتكرر العملية ليستخدم اللقاح المنتج في تلقيح أحواض حقول الزراعة (بحيث لا تتجاوز المساحة 400 متر مربع) ، والمضاف اليها مسبقاً 2 كجم من مبيد الفيورادان لكل هكتار ليتم الاستخدام بأحد الاساليب التالية :

أ- سماد أخضر Green Manure :

بعد حوالي 7-14 يوم يكون مستوى انتاج السرخسيات حوالي 2 طن للهكتار، بعدها يسحب الماء وتترك الأرض لتجف ثم تحرث طبقة الازولا مع التربة ، وبعد حوالي أسبوع تشتل بادرات الأرز ، وبهذه الطريقة يتوفر حوالي 30 كجم نيتروجين لكل هكتار .

ب- الزراعة المزدوجة مع الارز Dual Cropping with Rice

تستخدم هذه الطريقة اذا لم تتوفر كميات مياه كافية ، فيتم تلقيح أحواض حقول الارز بالازولا ، بنثر لقاح الازولا بمعدل 1 كجم لكل هكتار أي بعد حوالي أسبوع من ظهور بادرات الارز . وفي العادة تقسم كمية السوبر فوسفات الي

نصفين ، نصف يضاف عند شتل الارز والنصف الثاني قبل التلقيح بالازولا واضافة الفيورادان.

ج- **التكامل مع الأسمدة النيتروجينية الكيميائية :**

Azolla with Inorganic Nitrogen Fertilizer

يستخدم هذا الاسلوب للحصول على أكبر إنتاجية ممكنة من الارز ، وذلك بتوفير النتروجين اللازم من مصدرين متكاملين أحدهما الأزولا والثاني من أي من مصادر الأسمدة النتروجينية الكيميائية .

6-1-4 **استخدام تقاح البكتيريا المذيبة للفسفور :**

Phosphorus Bacterial Solublization Technology

من أكثر اللقاحات البكتيرية شيوعاً لاذابة الفوسفور لقاح البسيدوموناس Pseudomonas ولقاح الباسيلاس Bacillus ، وتطابق طريقة استخدامها مع تقانة استخدام لقاحات بكتيريا الريزوبيوم . ويطلق الروس اسماء تجارية على هذه اللقاحات منها اسم فوسفوباكترين (Phosphobacterin) . وتستخدم بكثرة في روسيا منذ زمن بعيد ، خاصة عند استخدام صخور الفوسفات الطبيعية غير المعالجة ، ويستفاد من هذه اللقاحات مع كل المحاصيل سواء كانت بقولية أو غير بقولية باذابة الفوسفور ليكون متاحاً للنبات باعتباره عنصر أساسي لكل مصادرالطاقة اللازمة لنمو النبات وبنائه.

7-1-4 **استخدام فطر الميكوريز :**

رصد بعض العلماء عدة أساليب جديرة بمحاولة التطبيق لاستخدام لقاح فطر كوريزا مع المحاصيل الحقلية والأشجار . وتتلخص هذه الأساليب فيما يلي :

أ- **تقانة استخدام بادرات أو شتول ملقحة بالفطر :**

يتم تلقيح البادرات (أو الشتول قبل زراعتها أو غرسها) النامية على تربة صناعية Compost بلقاح فطرالميكوريزا ، وذلك لتأمين تأسيس العلاقة التكافلية بين النبات العائل والفطر ، وتفادي الآثار غير المتوقعة من اجناس فطر الموجودة بتربة الحقل وغير معروف فاعليتها.

ب- تقانة الدمج المباشر مع البذور في التربة :

يتم الحصول على لقاح الفطر النامي في مزرعة الاصص (Pot Cultures) أو في احواض ، ثم يضاف خليط التربة وبه الفطر النامي الى داخل أخاديد التربة مع البذور ، بمعدل لا يقل عن 2 طن للهكتار ، وهذه الطريقة غير عملية لانه من الصعوبة توفير هذه الكمية بتنمية الفطر في أصص أو أحواض .

ج- إضافة الفطر في أخاديد في الحقل :

يتم عمل خليط (أو معلق) من البنور واللقاح ومادة لزجة Viscous Medium (4٪ من سيليلوز الميثيل Methyl cellulose) ، ثم تضاف لأخدود التربة . وتمتاز هذه التقانة عن سابقتها بأن كميات اللقاح Slurry أقل بكثير من المعدلات اللازمة للتقانات الأخرى ، ويمكن اضافة لقاح الريزوبيوم للخليط ، وبالتالي يمكن تثبيت النيتروجين وتيسير الفوسفور للنبات .

د- كبسولات البذور :

يتم فيها مزج البنور مع اللقاح ومادة سيليلوز الميثيل اللزجة ، ثم تزرع البنور بعد جفافها . وقد اثبتت هذه الطريقة نجاحاً مع البذور كبيرة الحجم . وما يعاب عليها هو صعوبة استخدامها لتلقيح البذور صغيرة الحجم ، في ضوء حجم جرثومة الفطر .

هـ- الكبسولات المتعددة البذور :

وفيها يتم دمج مجموعة من البذور على حامل اللجنيت (Lignite Carrier) ، ثم تخلط مع اللقاح الفطري النامي في مزارع الأصص . ولضمان نجاح هذه الطريقة يراعي ان تكون البذور قريبة من السطح بقدر ما يكفل إنباتها . ويمكن استخدام هذه التقانة لمستويات كبيرة Large scale.

و- استخدام التربة عالية الإصابة :

يمكن تحفيز نمو فطر الميكوريزا ، وذلك بزراعة محصول الذرة أو البصل ، مما يساعد على إنتشار الفطر بكثافة في التربة ، وبالتالي يمكن إزالة قمة

التربة (Top soil) واستخدامها كلقاح خام Crude Inoculum .

وعموماً يمكن القول بان التقانات الخمس السابقة تعتمد تماماً على مزرعة الاصص (Pot cultures)، للحصول على لقاح الفطر، اما التقانة الاخيرة ، فإنه يسهل تطبيقها لتلقيح المحاصيل الحقلية .

وتجدر الاشارة إلى أن تقانة الميكوريزا تعد من التقانات الواعدة للزراعة الحقلية والحراجية، رغم ان أحد مشاكلها الرئيسية للانتاج الموسع (Mass Production) هو ضرورة معايشة الفطر مع النبات العائل (Host plant) ، حيث يتطلب إكثاره وجود جذور حية مما يستنفذ وقت كبير . وترجع أهمية هذه التقانة ليس فقط كوسيلة حيوية ميسرة للفوسفور ، ولكن لأنها ايضاً تعتبر درع واقي حيوي ضد الأمراض النباتية والطفيليات الممرضة (النيماتودا) بجانب تحسين الخواص الفيزيائية للتربة وزيادة مقاومة النبات للجفاف والملوحة . وتتلخص أهمية استخدام اللقاح الفطري الميكوريزي في أنه يقوم في آن واحد بالوظائف التالية :

- مغذي للنبات Nutritional
- مصلح للتربة Conditioner
- مقاوم للامراض ومخاطر البيئة Protector
- منشط للنمو Enhancer

2-4 أساليب استخدام المحسنات العضوية :

Organic amendments Application Technology

إن أغلب المحسنات العضوية ذات أصول نباتية ، سواء من بقايا محاصيل زراعية ، او قمامة منزلية ، او نفايات تصنيع زراعي او اعشاب بحرية أو نهرية . كما أن بعضها حيواني المصدر ويتمثل دورها أساساً في تحسين قدرة التربة الخفيفة على الاحتفاظ بالماء ، والتي تصل أحياناً لحوالي 200٪ ، بجانب تحللها إلى أحماض عضوية تساعد على تعديل درجة الأس الهايدروجيني (pH) المرتفعة (قلوية Alkaline) لتكون قريبة من

التعادل Neutral او الحموضة البسيطة Slightly Acidic ، بما يسمح بتيسير بعض العناصر الغذائية لتكون متاحة للنبات ، والذي قد يجد صعوبة في إمتصاصها بسبب عدم الاتزان الكيميائي أو وجود ظاهرة التضاد (Antagonism) أو إرتفاع نسبة المادة العضوية والتي تتجاوز احياناً 70٪ ، بما يعني زيادة النشاط البيولوجي (الميكروبي) بالتربة .

هذا وتعمل هذه الفعاليات على معالجة المحددات المتنوعة التي تعوق الانتاج ، سواء كانت محددات فيزيائية (بناء مفكك Structureless أو متصلد Hardness)، أاو محددات كيميائية (ملوحة Salinity وصودية Sodicity) ، أو محددات بيولوجية (انعدام النشاط الميكروبي)، وكلها تشكل إضطرابات لنموذج خصوبة التربة الثلاثي . ومن المتوقع أن تلعب المحسنات العضوية دوراً فاعلاً في إحتواء كثير من المشاكل البيئية ، ومن بينها ترشيد استخدام الموارد الهامة مثل الماء ، وكذلك ترشيد بعض المدخلات الزراعية المسببة للأمراض . وتستخدم المحسنات العضوية عادة مع المحاصيل الحقلية والزراعة الحراجية ، حيث يتم الاضافة يدوياً أو آلياً بمقطورات النثر ويتم حرثها وقلبها في الارض مباشرة . وتتوقف الكمية المضافة من المحسن العضوي والتي لا تتعدى 10 طن للهكتار ، على العوامل التالية :

* نسبة المادة العضوية بالمحسن ونسبة C : N .
* قدرة المحسن على الاحتفاظ بالماء .
* نوعية التربة .
* الظروف المناخية .

وتستخدم هذه المحسنات أحياناً كبديل للبيتموس (Peat Moss like) ، ورغم ان محتواها الغذائي من العناصر الرئيسية قليل إلا انها تساعد بطريقة غير مباشرة في تيسير بعضها.

وتستخدم هذه المحسنات في إستصلاح الاراضي الصحراوية ، حيث تعتبر التقانة الرئيسية التي تكفل نجاح استزراع الصحراء وتنميتها .

3-4 أساليب استخدام المخصبات العضوية :

تعتبر المخصبات العضوية من المصادر السمادية الواعدة ، وتتنوع مصادر المخصبات العضوية نباتية كانت أو حيوانية ، وقد تكون من مصادر عشبية نهرية وبحرية. وتنحصر أنواع المخصبات العضوية الشائعة في الأنواع التالية :

4-3-1 استخدام سماد زرق الدجاج :

يعتبر زرق الدجاج المعالج حراريا من المصادر السمادية العضوية الجيدة ، حيث أنه يحتوى على نسب عالية من العناصر الغذائية الرئيسية (K, P, N) والصغرى (Cu, Zn, Mn, Fe) ، بجانب إرتفاع نسبة المادة العضوية به ، والتي تصل الى 70٪ ، مما يعني أيضاً أن إضافته تزيد من قدرة الأرض على الإحتفاظ بالماء . وبجانب تميزه على المصادر السمادية العضوية الأخرى فانه يرفع من قدرة النبات على تحمل الري بمياه عالية الملوحة (30٪ كحد أدني من ملوحة البحر) ، لذا يستخدم بنجاح بالمملكة العربية وبخاصة السعودية ومناطق الإستصلاح بجمهورية مصر العربية وبخاصة في زراعة الخضر . وتعد هذه المصادر السمادية ذات جدوى كبيرة اذا ما احسن استخدامها بتلافي إستخدام الزرق غير المعالج (رطب) مباشرة . واذا تعذر الامر يجب التخلص من الحموضة (pH منخفضة) التي تنتج عن مستخلص الزرق حتى لا تسبب ضرر للنبات ، ويستحسن بعد حرث التربة (Subsoiling) لتحسين النفاذية نثر الزرق الرطب بمعدل لا يقل عن 8 طن لكل هكتار (خاصة وان نسبة الرطوبة به تتجاوز 60٪) على سطح التربة ، ثم تروى التربة أو تغمر بغرض الاستصلاح ، وتترك الارض لتجف تماماً وتحرث بمحراث قرصي (Disc Harrow) لتتيح للزرق أن يستقر بمنطقة نمو الجذور حتى يتحلل تدريجياً ويمد النبات بما يحتاجه من عناصر مغذية . أما اذا أستخدم الزرق المجفف (بمعدل لا يتجاوز 4 طن للهكتار على ضوء درجة خصوبة التربة) ، فانه ينثر قبل الزراعة على سطح التربة ، ثم يحرث قرصياً . هذ وتتوقف القيمة السمادية للزرق على المكونات الغذائية للعلائق للدجاج ، ومن الجدير بالذكر أن معظم الاقطار العربية تعنى بتربية الدجاج لانتاج البيض واللحم ، الأمر الذي يعني توفر مصادر الزرق بالوطن العربي.

4-3-2 استخدام سماد القمامة العضوية :

يتم تحويل مصادر القمامة العضوية (Organic Refuse) إلى سماد عضوي بطرق

حيوية عديدة ، سواء بالمعالجة الميكروبية (Composting) ، أو باستخدام الديدان الأرضية (Earth Worms) ، حيث أنها تعد من أهم التقانات التي تلعب دوراً هاماً في حماية بيئة المدن . وعلى الرغم من أن كثيراً من الدول العربية تبذل مجهودات كبيرة في مجال التخلص من هذه النفايات بطرق حديثة ومتطورة ، الا انها لم تصل بعد للمستوى الذي يكفل حماية البيئة بالمدن العربية من أضرارالقمامة ، والتي تشكل اخطر مصادر التلوث بهذه المدن . ولعل أفضل الوحدات التصنيعية المستخدمة للتخلص من النفايات العضوية وتحويلها لأسمدة هي الوحدات الامريكية والتي يصل معدل إنتاج الوحدة فيها 3000 طن في الساعة من سماد القمامة ، والذي تتجاوز نسبة المادة العضوية به 50٪ بجانب ارتفاع محتواه من العناصر الغذائية الرئيسية والصغرى .

3-3-4 تقانة استخدام سماد الغاز الحيوي :

سماد الغاز الحيوي يعتبر ذو أهمية كبيرة كمصدر طاقة متجددة وأيضاً كمصدر سمادي ذو قيمة غذائية عالية للنبات ، بالاضافة إلى أنه محسن للتربة ومنشط للمحصول . وتتعدد مصادر النفايات العضوية والتي يمكن استخدامها في تقانة سماد الغاز الحيوي ، سواء نفايات حيوانية (روث وزرق) أو بشرية (حمأه المجاري قمامه الاطعمة) أو صناعية (نفايات صناعة السكر والنشا ومحالج القطن وصناعة الالبان ... الخ) ، حيث يتم تخميرها في ظروف لا هوائية منتجة الغاز الحيوي والسماد ، كما يمكن أيضاً استزراع وانتاج الطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae) على حمأة المفاعل السائلة Slurry ، والتي تستخدم كسماد حيوي طحلبي هام للغاية .

ويعتبر سماد الغاز الحيوي من الأسمدة العضوية ذات الفاعلية العالية ، وهو المخلوط الذي يتبقى بعد تخمير النفايات العضوية . وبالامكان إدخال هذه التقانة في المناطق الريفية العربية لتوفير الطاقة والتخلص من النفايات والإستفادة من السماد في إعادة تخصيب التربة أو إستصلاح الأراضي الجديدة أو المتدهورة.

وقد يستفاد من هذه التقانة في استحداث الموقد الحيوي (Biostove) ، والذي يعين الأسر الريفية والرعاة الرحل (Nomads) على توفير احتياجاتهم من الطاقة لأغراض الطهي ، وبالتالي إحجامهم عن قطع الاشجار .

وتتماثل طريقة استخدام هذه الأسمدة تماماً مع أسلوب إضافة المحسنات العضوية وذلك بالنثر أو الرش ثم الحرث بمعدلات لا تقل عن 4 طن للهكتار .

4-3-4 استخدام سماد حمأة المجارى :

على الرغم من أن سماد حمأه المجاري ذو قيمة سمادية كبيرة ، إلا أنه يجب أن يراعي عند استخدامه المعايير المحددة للاستعمال ، وذلك لتفادي الآثار الفسيولوجية السامة ، والتي قد تسببها العناصر الثقيلة (Heavy Metals) غير النشطة ، أو تراكم العناصر الصغري بسبب تزايدها مع استمرارية الاستخدام ، فيراعى أن لا يتجاوز معدله عن 2 طن في العام ولمدة 20 عام فقط ، لذا يجب وضع ضوابط وتشريعات صارمة لتطبيق تلك المعايير والضوابط حماية للتربة الزراعية . أما إذا كانت هناك حاجة ضرورية لإعادة إستخدام سائل الحمأه (Slurry) في الري يجب ان يكون معالج نهائياً بالكلور (CI) أو الاوزون (O_3) ، شريطة ألا يتعدى العدد الكل لبكتريا القولون E. Coli عن 10 خلية لكل ملليمتر . ولا يزيد عدد بيض ديدان النيماتودا عن بيضة واحدة لكل لتر لتفادي المخاطر الصحية الناجمة عن ذلك .

4-3-5 استخدام سماد دودة الارض :

سبقت الإشارة إلى أن سماد دودة الأرض يمتاز بخلوه من الشوائب وبذور الحشائش وخفة وزنه وانعدام الرائحة غير المقبولة ، وهو يساعد في تحسين الخواص الكيميائية والطبيعية للتربة ، بجانب أنه مصدر سمادي هام ذو قيمة غذائية عالية ويعمل أيضاً كمنشط للنمو لاحتوائه على انزيمات ومنظمات ذات تأثير واضح على زيادة الانتاج المحصولي . وفي مزارع الديدان وجد أن كل وحدة انتاج (يطلق عليها مهد) بها 100 كجم ديدان ناضجة حوالي 100000 دودة ، تنتج حوالي 18 طن سماد من كل 36 طن قمامة ، ويصل وزنها إلى 1.65 طن في العام . وإن أكثر انواع الديدان شيوعاً لتكاثرها السريع هي ديدان لامباريكاس Lumbricus وديدان إيسينيا Eisenia ، حيث تعطى كل دودة حوصلة بيض كل أسبوع ، وتفقس بعد أسبوعين معطية 10 ديدان ، ويتضاعف عدد ووزن هذه الديدان بما لا يقل عن ألف مره في العام . وتنتج استراليا هذه الأنواع من الديدان ، حيث تصدر سنوياً ما يزيد عن 160 مليون دودة في العام للصين وفي بعض الأحيان يفوق الانتاج السنوي لاستراليا من الديدان 400 طن في العام . ويستفاد من

هذه التقانة بالولايات المتحدة الامريكية أيضاً حيث تنتج تجارياً ما يسمى بصندوق ديدان القمامة (Refuse Worm Bin) ليستفيد منه المواطنون ، سواء الذي يقيمون في منازل كبيرة منفردة أو الذين يقيمون في شقق صغيرة للتخلص من النفايات العضوية المنزلية (بقايا الطعام) ، وتحويلها لسماد يستخدم لتخصيب حديقة المنزل أو أصص النباتات الداخلية (Indoor Plants) . ويستفاد أيضاً من حصاد الديدان كمصدر غذائي غني بالبروتين للاسماك .

6-3-4 استخدام سماد الأعشاب البحرية والنهرية :

تشكل الاعشاب المائية بحرية كانت Sea Weed أو نهرية (Water hyacinth) إعاقة لسريان الماء وزيادة معدلات البخر ومن ثم الفقد في الماء ، بالاضافة لتعطيل الملاحة ، وتنتشر بشكل وبائي في بعض المناطق في العالم مسببة بعض الامراض الطفيلية ، مما دفع الكثيرين إلى التفكير في ايجاد وسيلة تكفل استخدام هذا المصدر العضوي الهام ، خاصة في انتاج الاسمدة العضوية والتخلص من الآثار المترتبة على تركها ، وأفضل التقانات المستخدمة هي انتاج غاز حيوي منها والاستفادة من السماد المنتج المتخلف ، أو انتاج سماد مباشر بالتخمير (Composting) . ويتجاوز انتاج الغاز الحيوي من هذه المصادر 300 لتر (0.3 متر مكعب) غاز لكل كيلو جرام مادة جافة منها ، وتصل نسبة المادة العضوية اكثر من 60٪ ومحتواها من النيتروجين قليل مقارنة بالمصادر السمادية العضوية الاخرى ، خاصة السماد المنتج من الاعشاب النهرية ، عكس المنتج من الاعشاب البحرية فهو يتميز بارتفاع نسبة عناصره الغذائية الرئيسية والصغرى ، بجانب احتوائه على منشطات نمو ، وكلا السمادين يعملان كمحسنان للتربة ، ومن أكثر التقانات الحديثة شيوعاً هي تقانة إستخدام السماد المنتج . من الاعشاب البحرية Pesidonia australis ، حيث يستخدم في إستراليا كمغذى ومحسن ومنشط في آن واحد ، مما يكسبه أهمية كبيرة جديرة بالاهتمام للاستفادة من هذه التقانة في البلدان العربية المطلة على البحار والمحيطات ، والتي تتواجد بها مثل هذه المصادر العضوية الهامة . وتتعاظم اهمية هذا السماد لقدرته على توفير كل الاحتياجات الغذائية للنبات وتهيئة كل الظروف البيئية الملائمة لنموه على أسس عضوية صديقة للبيئة والمحاصيل الحقلية.

4-3-7 استخدام السماد السمكي :

يمتاز السماد السمكي بارتفاع مكوناته الغذائية الرئيسية بنسب تكون بديلة للتسميد الكيميائي . وتزخر المنطقة العربية بكثير من النفايات السمكية ، مما يعني إمكانية تصنيع هذا السماد بأبسط التقانات المتطورة وهي تقانة التسخين العالي للنفايات المخلوطة بالماء بنسبة 1 : 2 في وسط حامضي وذلك لتسهيل تفكيك العناصر الغذائية من صورة مركبة الى صورة بسيطة يسهل ذوبانها وامتصاصها بواسطة النبات . ويستخدم هذا السماد باذابته في الماء (سواء كان مسحوق أو معلق) ثم خلطه مع ماء الري اذا كان بالغمر أو حقنه خلال انظمة الري الحديثة سواء كان بالتنقيط أو الرش . ويمكن تكرار اضافته اثناء نمو المحصول حسب كفاءة النمو ونوعية المحصول واحتياجاته السمادية ، وتستخدم مع هذه التقانة بكفاءة عالية جداً بعض اللدائن الصناعية الزراعية ، والتي تعمل كخزان تحتي (Micro-Tank) لحجز العناصر الغذائية ، سواء كانت عضوية او معدنية المصدر مع الماء ، بحيث يجد النبات إحتياجاته المائية والغذائية بصفة مستمرة بما يقلل من عدد مرات الري ، مما يعني توفير المياه والطاقة ، كما يمنع فقد العناصر الغذائية بالرشح (Leaching) ، والتي قد تصل لحوالي 30٪ من كمية السماد المضاف ، وبالامكان احلال المحسنات العضوية محل اللدائن الزراعية ذات التكلفة العالية. وتعتبر هذه ميزات بيئية وإقتصادية واعدة لدور المخصبات والمحسنات العضوية في إحتواء ومعالجة كثير من المحددات البيئية التي تعوق الانتاج ، بل وفي تقليل الآثار المترتبة على الجفاف والتصحر .

4-3-8 استخدام السماد الحيوي المتكامل :

إن أحدث التقانات العالمية لإنتاج المخصبات الحيوية هي تلك التي تجمع بين مكون ميكروبي وآخر عضوي . ويعمل هذا السماد بآلية حيوية انزيمية تساعد على استخدام مياه البحر في الري Biosaline Technology وذلك بعزل كاتيونات الصوديوم Na^+ Cations عن أيونات الكلور Cl Anions إنزيميا ، بما يسمح بتطاير الكلور وبقاء الصوديوم غير الفاعل ، وبدون تأثير فسيولوجي ضار للنبات . كما ان المكون الميكروبي يساعد على تحلل المواد العضوية الموجودة الى أحماض عضوية تنظم درجة ال (pH) القلوية ، بالاضافة الى توفير العناصر الغذائية الرئيسية والصغرى وافراز بعض منظمات النمو

المحسنة للانتاج ، وبدأت هذه التقانة بالمملكة العربية السعودية في إطار برامجها لتطوير التقانات الحيوية الملحية (Bio-Saline Technology) .

وبصفة عامة يمكن القول أن الاهتمام بالمخصبات الحيوية بالدول العربية مازال دون المستوى المطلوب ، على الرغم من وجود صحوة كبيرة في كثيرمن هذه الاقطار في هذا الإتجاه ، وقد يرجع ذلك للغياب التام لخطط العمل والبرامج التي يتعلق بإنتاج واستخدام هذه المخصبات ، فما زال استخدام الاسمدة المعدنية اكثر جاذبية عن المصادر السمادية الاخرى ، وذلك لتأثيرها السريع على النمو ، كما أن غياب السياسات السمادية ، وتشجيع سياسات الدعم الزراعية وبخاصة للأسمدة الكيميائية قد دفع كثير من المزارعين للاستخدام المكثف غير المرشد للاسمدة المعدنية ، مما أثر سلباً على جودة الانتاج والبيئة والصحة العامة . وهذا ما دفع بالكثير من الاقطار العربية للتفكير جدياً لايجاد بدائل لهذه الأسمدة أو التقليل من استخدامها .

الباب الخامس

الآفاق المستقبلية في مجال إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية في المنطقة العربية

الباب الخامس

الآفاق المستقبلية في مجال انتاج واستخدام المخصبات الحيوية في المنطقة العربية

1-5 تمهيد :

إن الاستغلال غير المرشد للموارد الزراعية في الوطن العربي من مياه وتربة ونبات وحيوان أدى الى اختلال في التوازن البيئي ، بانقراض بعض الكائنات الحية من نبات وحيوان وكائنات دقيقة مفيدة ، هذا إضافة إلى تلوث الموارد غير الحية من تربة ومياه وهواء بمخلفات متعددة المصادر . وعلى قمة هذه المخلفات النفايات العضوية الزراعية والصناعية والحضرية ، والتي أصبحت تسبب مشاكل عديدة في كثير من الاقطار العربية ، على الرغم من أنها تعتبر موارد متجددة يمكن أن يكون لها قيمة إقتصادية مضافة إذا ما عولجت بتقانات حديثة متطورة لتحويلها لمنتجات سمادية غير ملوثة للبيئة ومحسنة ومغذية للتربة ومنشطة للنبات ، بما يتيح انتاج غذاء طبيعي خال من مسببات السرطان والتلوث التي تسببها الكيماويات .

وتلعب الكائنات الدقيقة (بكتيرية ، طحلبية ، فطرية) دوراً أساسياً في حفظ التوازن البيئي بما تقوم به من تحليل حيوي للنفايات العضوية عند معالجتها بالتقانات الحديثة . ويدعم هذا الاسلوب جهود الحفاظ على التنوع البيولوجي (التباين الاحيائي) ، وبالتالي الحفاظ على المصادر الوراثية وحماية البيئة .

وتعتبر النفايات العضوية من اهم موارد الطاقة المتجددة الواعدة مستقبلاً ، ليس فقط لسكان الريف في المنطقة العربية ، بل لمواطني الحضر أيضاً لما تحدثه من فوائد عظيمة اذا احسن إعادة استخدامها لانتاج مخصبات ومحسنات عضوية . وتعتمد هذه التقانة على النشاط الميكروبي ، منفرداً (غير متكافل) أو متعاوناً (متكافل) ، بهدف انتاج اسمدة حيوية لتحل جزئياً محل الاسمدة المعدنية المسببة للتلوث .

2-5 مبررات إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية بالاقطار العربية :

أ- تعتبر مشكلة تدهور التربة في كثير من الاقطار العربية واحدة من أهم مشكلات التنمية الزراعية القابلة للاستمرار ، حيث يفوق معدل فقد التربة وتدهورها في بعض الاقطار معدل تكوينها الطبيعي ، بسبب انخفاض او انعدام المادة العضوية الناتج من انعدام الحياة البيولوجية . وتشير بعض دراسات المنظمة العربية للتنمية الزراعية ومنظمة الاغذية والزراعة ، منظمة الاغذية والزراعة إلى أن حوالى 7 مليون هكتار من الأراضي الزراعية في العالم تتعرض للتدهور سنوياً. كما يقدر الفقد في الطبقة العلوية من التربة بحوالي 24 مليون طن سنوياً ، وهذا بدوره يؤدي الى استنزاف مغذيات التربة الأساسية من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، مما يتطلب تعويضها بالكامل بالمخصبات الكيميائية ، التي تتسبب بدورها في تلويث التربة والهواء والمياه الجوفية والسطحية ، خاصة وأنه قد اتضح أن الاسمدة الكيميائية تبقى في التربة لفترات قد تمتد إلى 17 عاماً وبنسبة تصل الى 17٪ من الكميات المستعملة ، حيث تسبب أمراضاً للانسان والحيوان ، مما يتطلب حتمية ترشيد استخدامها بتكاملهامع الاسمدة الحيوية . ويوضح الجدول رقم (5-1) مدى تأثير تدهور التربة على الانتاج الزراعي ممثلاً في الفاقد العالمي من الحبوب كل عام .

ب- أدى التوسع الكبير في الانتاج الزراعي أفقياً ورأسياً الى جانب التوسع في التصنيع الزراعي والغذائي الى زيادة انتاج محاصيل ومنتجات الغذاء، ووفرة المخلفات الناتجة عنها بكميات هائلة تصل إلى ما يقارب 180 مليون طن سنوياً ، هذا بخلاف النفايات الاخري من المخلفات الحيوانية (طيور وماشية) . ومركزات النفايات الحيوانية ، وهذه الكميات لا يستفاد منها الإستفادة المثلى . وعليه فإن هناك ضرورة قصوى للبحث في سبل الاستفادة من المخلفات الزراعية ، بالتعرف على الوسائل والتقانات المستخدمة في إنتاج المخصبات الحيوية العضوية ، والتي يمكن استخدامها في استصلاح الاراضي المتدهورة .

ج- أظهرت نتائج التقرير السنوي للتنمية الزراعية لعام 1996[1] أن هناك حاجة

(1) المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، التقرير السنوي لتطورات التنمية الزراعية في الوطن العربي ، الخرطوم ، 1996 .

جدول رقم (5-1) :

تقديرات الفاقد السنوي العالمي من الحبوب نتيجة لتدهور التربة

أشكال التدهور	الفاقد من الحبوب (مليون طن)	دولار أمريكي (مليون)
1- تعرية التربة Soil Erosion	9	2250
2- تغدق وتملح التربة Water Logging and Salinization	1	250
3- فقد المادة العضوية وتصلد التربة Soil compaction and organic Matter Depletion	2	500

المصدر : World water Insititute (1990), State of World Report

ماسة لتطوير السياسة السمادية للمنطقة العربية الى المستوي الذي يحقق ترشيد الاستخدام عن طريق تطبيق مقننات سمادية متوازنة وسليمة مع نوعيات التربة، وملائمة للظروف البيئية المختلفة والدورات الزراعية والتركيب المحصولي ، بدلا من استخدام الأسمدة بطريقة عشوائية وبجرعات متذبذبة (منخفضة أو عالية) وغير متوازنة . ولضمان الحصول على المردود الاقتصادي المستهدف من التسميد لا بد من تكامله مع المخصبات الحيوية (عضوية وميكروبية) ، وهو أساس مفهوم نظام التخصيب المتكامل .

د- تفتقر التربة الزراعية في معظم الاقطار العربية للنشاط الحيوي الميكروبي ، خاصة وأن القسم الأكبر يقع في نطاقات جافة Arid وشبة جافة Semi-Arid ، حيث تشير بيانات المنظمة العربية للتنمية الزراعية[1] إلى أن أكثر من 95٪ من اراضي الاقطار العربية يقل معدل سقوط الامطار السنوي فيها عن 400 مم .

لذا فإنه من الضروري العملي على تحسين التربة بالمحسنات العضوية وحقنها باللقاحات الميكروبية المفيدة للمحصول (بقولي أو غير بقولي) ، وعلى الرغم من أن هذه اللقاحات لا تنتج تجارياً إلا في نطاق ضيق جداً في بعض الاقطار العربية، إلا أن الكثير من الاقطار العربية الخليجية تقوم باستيرادها من قارات بعيدة ، مما يعكس اهتمام هذه الاقطار بجدوى إستخدام اللقاحات الميكروبية في تحسين الانتاج المحصولي الكمي والنوعي بتكاملها مع المخصبات الكيميائية والعضوية وتشير التقاريرالقطرية . إلى ان هناك مؤشراً جيداً لبعض الاجتهادات البحثية التي تجرى على استخدام بعض اللقاحات الميكروبية في بعض الاقطار العربية ، مما يؤكد اهتمام هذه الاقطار وإستعدادها لإدخال هذه اللقاحات والترويج لها ارشادياً ، لما فيها من مميزات بيئية واقتصادية ملموسة ، ولأنها تمثل أحد أضلاع مثلث خصوبة التربة بمكوناته الاساسية ، فيزيائية وكيميائية وبيولوجية (أو حيوية) ، مما يعنى صيانة مؤزرة للتربة الزراعية ، وبالتالي الحد

(1) المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة الآثار البيئية للتنمية الزراعية في الوطن العربي، الخرطوم،1991 .

من ارتفاع معدلات التصحر وتدهور التربة وفقد خصوبتها ، وأيضاً حماية للتنوع الأحيائي النباتي والميكروبي، وبالتالي الحفاظ على التوازن البيئي ، وما يختزنه من موارد متجددة .

هـ- تسعى غالبية الاقطار العربية لتشجيع مزيد من الصادرات الزراعية لاحداث التوازن النسبي مع كمية الواردات الزراعية ، وهذا لا يتحقق إلا بانتاج صادرات تتماشى مع متطلبات الاسواق ، وما تمليه الاطر العامة لمعايير ضبط الجودة والسلامة الصحية والنباتية في إطار مقررات جولة أوروجواى ، بالإضافة إلى تزايد الطلب وبأسعار عالية على منتجات طبيعية خالية من الكيماويات ، مما يعنى ضرورة تقليل الاسمدة الكيميائية وتعويض النقص فيها بمصادر حيوية . الأمر الذي يعزز أهمية انتاج وإستخدام المخصبات الحيوية .

و- تعتبر التقانات المستخدمة لانتاج المخصبات الحيوية ، تقانات غير معقدة ومتوافقة مع الظروف البيئية والإجتماعية والإقتصادية لكل الاقطار العربية ، وليست لها أية آثار سلبية ، فتقانة انتاج واستخدام المخصبات تعتبر بكل المقاييس من انجح التقانات الحديثة ، والتي يمكن أن تساهم بفاعلية في تحقيق الثورة الخضراء العربية المأمولة خلال الألفية الثالثة ، خاصة وأن شعار العمارة الخضراء (Green Landscape) هو الشعار الرئيسي في عام 1998 للامانة الفنية لمجلس وزراء الزراعة العرب المسؤولين عن شؤون البيئة ، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ، كما أن الزراعة العضوية (Organic Farming) لانتاج محاصيل غذائية طبيعية (خالية من الملوثات الكيميائية) تعد من أهم القضايا التي تهتم بها كل دول العالم ، خاصة بعد تفشي الأمراض البشرية والأضرار البيئية الناتجة عن التلوث بالكيماويات .

على الرغم من الإهتمام البالغ للمنظمة العربية للتنمية الزراعية بهذه القضية ، إلا أنه لا توجد في الوطن العربي إستراتيجية واضحة المعالم والأطر تعزز هذا التوجه ، بالإضافة للغياب الملحوظ للآليات الفاعلة في إتجاه نشر وتعميم إنتاج وإسم المخصبات الحيوية .

3-5 محددات إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية بالاقطار العربية :

إن من أهم الاسس لانتاج واستخدام المخصبات الحيوية بالاقطار العربية التعرف بداية على التقانات العالمية المستخدمة ، ودراسة المشاكل والمعوقات المرتبطة بها وإمكانية تطويرها وتطويعها لتطبيقها بالوطن العربي ، ويمكن تصنيف أهم المحددات التي تواجه تطبيق ونشر إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية في الدول العربية ما يلي :

1-3-5 المحددات الفنية :

وتتعلق هذه المحددات بطبيعة المصادر الميكروبية المتاحة ، ومدى توفر النفايات العضوية المعالجة ، وتتمثل أهم هذه المحددات المتاحة ، ومدي توفر النفايات العضوية والمعالجة ، وتتمثل أهم هذه المحددات فيما يلي :

- تنوع النفايات العضوية غير المعالجة في معظم الاقطار العربية ، مما يجعل من الصعوبة معالجة مختلف تلك النفايات في صناعة واحدة لانتاج مخصبات حيوية عضوية يمكن استخدامها .
- كبر حجم النفايات العضوية غير المعالجة القابلة للتصنيع وتبعثرها الشديد ، مما يتسبب في ارتفاع تكاليف جمعها ونقلها ، وبالتالي زيادة تكاليف انتاج المخصبات الحيوية العضوية .
- عدم توفر المخلفات العضوية النباتية على مدار العام وذلك لموسمية المحاصيل المزروعة، مما لايبرر جدوى إقامة منشآت تصنيعية حديثة لإنتاج المخصبات الحيوية العضوية منها الا بالطرق التقليدية .
- عدم توفر الكوادر الفنية المدربة في مجال تقانة انتاج اللقاحات الميكروبية وقلة خبرة المرشد الزراعي ، أو انعدامها أحيانات ، لطرق استخدامها .
- عدم الادراك والوعي لدى كثير من المزارعين لجدوى استخدام المخصبات الحيوية.

2-3-5 المحددات المؤسسية :

وترتبط هذه المحددات بطبيعة الهيئات والمؤسسات المناط بها تطوير ودعم انتاج وإستخدام المخصبات الحيوية سواء في مجال السياسات أو البحوث أو الارشاد أو الإنتاج

أو الخدمات المساندة ، وذلك طبيعة العلاقات التكاملية الأفقية والرأسية بين مختلف تلك المؤسسات ومن أهم تلك المحددات ما يلي :

- تعتبر تقانة انتاج واستخدام المخصبات الحيوية حديثة على معظم الاقطار العربية لذا لم تجد هذه التقانة كفايتها من البحث والتوطين لغياب البنيات المؤسسية التي يمكن الاعتماد عليها ، بجانب انها لم تجد الاهتمام اللازم بالتوعية بانتاجها واستخدامها عن طريق تنظيمات المزارعين وجمعيات حماية البيئة .
- ضعف التنسيق بين الوزارات ومختلف الجهات المعنية بانتاج وتصنيع المخلفات الناتجة عن النشاط الزراعي أو التصنيع الغذائي . وكذلك بين تلك الجهات وبين المراكز البحثية التي تهتم بتطوير انتاج واستخدام المخصبات الحيوية .
- ضعف الجهود الارشادية لجهاز الارشاد الزراعي ، والخاصة باستخدام المخصبات الحيوية وتطبيقاتها لدى المزارعين .

5-3-3 المحددات الاقتصادية : ومن أهمها :

- استغلال النفايات العضوية لتصنيع الاسمدة الحيوية يواجه مشاكل في الجمع والتخزين والترحيل ، مما يجعله غير إقتصادي خاصة مع ضخامة حجم الإستثمار اللازم لذلك .
- قد يكون تصدير بعض أنواع النفايات العضوية اكثر تفضيلاً من تصنيعها الى مخصبات حيوية، نسبة للحاجة الماسة للنقد الاجنبي لدي بعض الاقطار العربية .

5-4 سبل تطويروتعزيز وإستخدام المخصبات الحيوية في الوطن العربي :

يقع على كاهل الدول العربية تحدياً كبيراً لتطوير وترقية الإنتاج والإستخدام للمخصبات الحيوية ، والتي سيكون لها القدح المعلى لتعزيز انتاج الاغذية الطبيعية (Natural Foods) ، باعتبارها الوسيلة الناجعة لاحتواء ومعالجة كل أسباب التدهور الصحي ، والذي يسببه التلوث الكيميائي بالاسمدة المعدنية والمبيدات ، ولتحقيق ذلك يتطلب الأمر اهتمام الحكومات بوضع إستراتيجية واضحة المعالم لتطوير ودعم إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية في إطار توجهات بيئية واضحة محددة ، ويمكن أن تتضمن هذه الإستراتيجية من بين أمور أخرى كلاً من المحاور التالية :

* تطوير نظم الادارة المتكاملة للنفايات العضوية ، بهدف إعادة إستخدامها لانتاج محسنات ومخصبات عضوية .
* تطوير وتشجيع إنتاج وإستخدام اللقاحات الميكروبية المخصبة .
* تطوير نماذج التسميد المتكامل والإحلال الجزئي للتسميد الحيوي (عضوي وميكروبي) محل التسميد المعدني (الكيميائي) .

وتتطلب هذه المحاور الثلاثة حشد الجهود وتوظيف كل الإمكانيات والقدرات المناسبة لكل قطر عربي كما تتطلب التنسيق بين الاقطار العربية من خلال آلية مناسبة من خلال أحد أو بعض الآليات التالية :

أ- لجنة فنية عربية متخصصة للأسمدة الحيوية تضم أعضاء ذوي كفاءة علمية عالية من كل الاقطار العربية تجتمع دورياً لمتابعة تنفيذ الإستراتيجية في كل الاقطار العربية وتدفع في إتجاه تطور أدائها ومعالجة ما يعترض تطبيقها من مشكلات .

ب- قيام شبكة عربية للاسمدة الحيوية تربط بين المؤسسات والهيئات العلمية العاملة في مجال الأسمدة الحيوية . ويمكن للمركز العربي للمعلومات والإنذار المبكر بالمنظمة العربية للتنمية الزراعية أن يكون مركز أو منسقاً لهذه الشبكة .

ج- إنشاء مركز عربي للأسمدة الحيوية يناط به تطوير وترقية انتاج واستخدام المخصبات الحيوية على نطاق الوطن العربي ، بل والحفاظ على التنوع الميكروبي وصيانة أصوله الوراثية . ويمكن لمركز القاهرة للمصادر الميكروبية بجامعة عين شمس والمرتبط بالشبكة العالمية للمصادر الميكروبية المدعومة من برنامج الانسان والمحيط الحيوي (ماب) Man And Biosphere (MAB) بالمنظمة الدولية للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو UNESCO) ، أن يكون نواة للمركز العربي للأسمدة الحيوية .

وتتمثل الأهداف الرئيسية للإستراتيجية المقترحة فيما يلي :

أ- حماية البيئة الزراعية العربية من الملوثات الكيميائية السمادية باحلالها جزئيا بالاسمدة الحيوية .

ب- تشجيع انتاج الاغذية الطبيعية الخالية من الملوثات المسببة للتسمم والسرطانات ، وذلك بالترويج للزراعة العضوية .

ج- تعزيز مفهوم العمارة الخضراء بإدخال الأسمدة الحيوية ضمن الحزم التقنية لتنمية الصحراء .

د- تدريب وتأهيل الكوادر العربية على إنتاج وإستخدام الأسمدة الحيوية .

هـ- تشجيع الإستثمار في انتاج المحسنات والمخصبات العضوية وأيضاً إنتاج اللقاحات الميكروبية المخصبة .

و- تطوير المناهج التعليمية والبحوث والنظم الإرشادية والارتقاء بوعي المزارعين لإستخدام المخصبات الحيوية ، سواء في الزراعة البعلية (المطرية) أو المروية.

ز- إستنباط النماذج المجدية للتسميد المتكامل كقاعدة أساسية للتنمية الزراعية البيئية .

5-5 السياسة المقترحة لانتاج واستخدام المخصبات الحيوية :

تشتمل السياسة الخاصة بإنتاج واستخدام المخصبات الحيوية في إطار الإستراتيجية المقترحة لتطوير المخصبات الحيوية على البنود التالية :

* **البند الأول :**

تطوير نظم الإدارة المتكاملة للنفايات العضوية المتنوعة والمتعددة المصادر في أقطار الوطن العربي ، بهدف إعادة إستخدامها لإنتاج محسنات ومخصبات عضوية بإستعمال تقانات متطورة .

* **البند الثاني :**

رصد التنوع الميكروبي المخصب في أقطار الوطن العربي وتطوير الانتاج والاستخدام الموسع للقاحات المخصبة للنبات والتربة .

* **البند الثالث :**

تطوير نماذج التسميد المتكامل للجمع بين الأنظمة العضوية والميكروبية

والمعدنية ، بما يحفظ البيئة الزراعية من التلوث ، يكفل إنتاج أغذية طبيعية غير ملوثة .

البند الرابع :

تطوير المناهج الزراعية المتوسطة والجامعية بما يخدم اتجاه نشر تقانات إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ، والإرتقاء ببحوث المخصبات الحيوية والنظم الإرشادية لإنتاجها واستخدامها بما يساهم في إزدياد وعي المزارعين بهذه التقانة، سواء في الزراعة البعلية (المطرية) أو المروية .

6-5 برامج العمل المقترحة لإنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية :

يمكن ان تتضمن برامج العمل المقترحة ، برامج على المستوى القطري وبرامج على المستوى القومي ومشروعات قومية ، وذلك لوضع السياسات السابقة موضع التنفيذ.

1-6-5 البرامج القطرية :

يقترح ان تتضمن البرامج القطرية ما يلي :

أ- برنامج دعم وتطوير المختبرات الميكروبية المخصبة في إطار تثبيت وتيسير العناصر المغذية للنبات حيوياً.

ب- برنامج دعم وتطوير البحوث العلمية الخاصة بإنتاج وإستخدام اللقاحات الميكروبية المخصبة .

ج- برنامج دعم وتطوير نظم الادارة المتكاملة لاعادة استخدام النفايات العضوية ، بغرض إنتاج واستخدام المحسنات والمخصبات العضوية والطاقة الحيوية .

د- برنامج دعم وتطوير المناهج الدراسية ، بما يتماشى مع حماية البيئة الزراعية من الملوثات الكيميائية ومن النفايات العضوية وإعتبارها مصادر طاقة متجددة.

هـ- برنامج دعم وتطوير نماذج التخصيب أو التسميد المتكامل حسب الظروف القطرية .

5-6-2 البرامج القومية :

يقترح ان تتضمن البرامج القومية ما يلي :

أ- برنامج وضع الأسس المشتركة لتسهيل تداول اللقاحات الميكروبية المخصبة (خاصة المعدلة وراثياً Living Modified Microbes) فيما بين الاقطار العربية ، وبينها وبين العالم الخارجي ، لتحقيق السلامة الحيوية الزراعية Agriculture Bio-Safety.

ب- برنامج وضع معايير ضبط الجودة والمراقبة لإنتاج اللقاحات الميكروبية المخصبة والمحسنات والمخصبات العضوية ، بما يتماشى مع معايير ضبط الجودة العالمية ، وذلك لحماية المزارع والبيئة .

ج- برنامج رفع قدرات المرشدين الزراعيين للتوعية بأساليب إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية (ميكروبية وعضوية) ، وانتاج الطاقة الحيوية .

د- برنامج تطوير نظم إستخراج البيانات العلمية الاحصائية المتعلقة بالموارد الميكروبية المخصبة بالاقطار العربية ، وأيضاً مصادر النفايات العضوية ذات الجدوى لانتاج المحسنات والمخصبات العضوية والطاقة الحيوية .

هـ- برنامج التنسيق بين مراكز البحوث والمختبرات الميكروبية المخصبة بالاقطار العربية .

5-6-3 الكيانات والآليات المقترحة لتعزيز الانتاج والاستخدام المتطور للمخصبات الحيوية بالدول العربية :

تتوفر الكثير من المقومات العربية التي تتيح وضع تصور لمقترحات الآليات أو تنظيمات تهدف الى تعزيز انتاج واستخدام الاسمدة الحيوية بالوطن العربي ، ومنها ما يلي :

5-6-3-1 الشبكة العربية للأسمدة الحيوية :

يهدف هذا المشروع لتكوين نقطة إرتكاز (Focal Point) للربط بين المراكز البحثية والهيئات الأكاديمية والتنفيذية بالدول العربية ، التي تعمل في مجال تطوير إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية .

ويقترح أن يكون المركز العربي للمعلومات بالمنظمة العربية للتنمية الزراعية ، هو نقطة الإرتكاز المقترحة للتنسيق بين الدول العربية في مجال تطوير إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية .

5-6-3-2 إنشاء المركز العربي للاسمدة الحيوية :

لقد سبق ان دعت المنظمة العربية للتنمية الزراعية في عام 1988 لقيام مركز عربي للاسمدة البيولوجية والعضوية ، وقد اتبعت ذلك بإنجاز دراسة عن الآثار المترتبة على استخدام المخصبات والهرمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات في مايو (آيار) 1994 ، لتأكيد الحاجة لقيام هذا المركز . وتؤكد الدراسة الحالية ضرورة قيام هذا المركز ، خاصة في ظروف التطورات والمستجدات الأخيرة في مجالات البيئة والتجارة الدولية ، وذلك لأهميته في وضع الاستراتيجيات ورسم السياسات وتنفيذ البرامج الخاصة بتطوير انتاج واستخدام الاسمدة الحيوية .

وكما سبق القول ، فإن مركز القاهرة للموارد الميكروبية (Cairo MIRCEN) ، يعتبر من انسب المواقع المرشحة لقيام المركز المقترح ، لما يختزنه من موارد ميكروبية تكون أساساً لصناعة اللقاحات الميكروبية المخصبة على مستوى موسع ، والذي ترعاه المنظمة العالمية للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو) . ويمكن تأسيس هذا المركز بالتنسيق بين المنظمة العربية للتنمية الزراعية ومنظمة اليونسكو (UNESCO) ، وجهاز شؤون البيئة العربية وبرنامج البيئة العالميUNEP والمرفق العالمي للبيئة (GEF) وبمشاركة كل الدول العربية والجهات الأخرى ذات الإهتمام ، وبمساهمة من الصناديق العربية المتخصصة في التنمية ، وسيكون من أول مهام المركز المقترح دعم وتطوير المختبرات الميكروبية لانتاج اللقاحات المثبتة والميسرة للعناصر الغذائية في الدول العربية ، وتدريب الكوادر العربية على الإدارة المتكاملة للنفايات العضوية، بما يتيح لهم اعداد دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية في مجال إعادة إستخدام هذه النفايات لانتاج محسنات ومخصبات عضوية وطاقة حيوية . وسيكون من مهام المركز أيضاً إجراء البحوث والدراسات التي تعزز وتطور تقانات الإنتاج والإستخدام بالمستويات المختلفة الموسعة (Macro) والصغرى (Micro).

5-6-3-3 مشروع تاسيس الاتحاد العربي لمنتجي الاسمدة الحيوية :

يتطلب قيام صناعة اللقاحات البيولوجية المخصبة ، وكذلك تصنيع المخصبات والمحسنات العضوية من النفايات المتاحة ، وجود جهاز يقوم بتنظيم هذه الصناعات وتوفير الدعم اللازم لها وحمايتها . ويقترح أن يكون هذا الجهاز على هيئة إتحاد عربي لمنتجي الاسمدة الحيوية ، للعمل على الترويج للإستثمار في إنتاج الأسمدة الحيوية ، وتشجيع المستثمرين للمشاركة الفعلية في هذه الصناعة الضرورية والهامة .

الباب السادس

دليل إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية

الباب السادس

دليل إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية

1-6 تمهيد :

في نهاية هذه الدراسة حول التقانات الحديثة في العالم في مجال المخصبات الحيوية وإمكانية تطبيقها في الدول العربية ، إهتمت المنظمة العربية للتنمية الزراعية أن يكون هناك جزءاً خاصاً يتضمن الخلاصات التطبيقية العملية للتقانات التي يمكن الإستفادة منها في ظروف الدول العربية ، وذلك في صورة دليل لعدد من تلك التقانات المناسبة التي يمكن أن تفيد المزارعين والمرشدين ، كما تفيد الراغبين في تبني بعض مشروعات إنتاج المخصبات الحيوية . وقد روعي عند إعداد هذا الدليل إختيار أكثر التقانات سهولة وشيوعاً ، والتي يمكن تطبيقها في معظم الاقطار العربية إنتاجاً وإستخداماً موسعاً ، لذا سينحصر هذا الدليل على التقانات التالية :

1- تقانة انتاج وإستخدام لقاح الريزوبيوم للمحاصيل البقولية .

2- تقانة انتاج وإستخدام لقاح الطحلب الاخضر الازرق لزراعة الأرز .

3- تقانة معالجة وإستخدام زرق الدجاج .

4- تقانة انتاج وإستخدام الدبال (الكمبوست) .

5- تقانة انتاج وإستخدام السماد الناتج عن تحضير الغاز الحيوي .

6- تقانة انتاج وإستخدام سماد دودة الأرض .

كما روعى في إعداد هذا الدليل العرض بأسلوب مبسط ومباشر ، بحيث يعين المرشد الزراعي على تأدية مهامه الارشادية بفعالية وكفاءة ، ويساعد المزارع على إستيعاب محتواه وتطبيق ما ورد به لتوفير احتياجاته السمادية من مصادر حيوية (ميكروبية وعضوية) . وقد تكون تلك المخصبات بديلاً كاملاً عن الأسمدة المعدنية (الكيميائية) و مكملة لها بنسبة لا تقل عن 50٪ ، وبما يكفل تفادي الأضرار الناتجة عن

الإعتماد فقط على التسميد الكيميائي ، وبما يمكن المزارع من انتاج محاصيل حقلية وخضر وفواكه خالية من المسببات المرضية .

كما يهدف هذا الدليل أيضاً إلى توعية المرشد والمزارع بجدوى إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية ، وفي شكل وصفه زراعية سمادية مفيدة ، وتتضمن الوصفة الخاصة بكل تقانة العناصر التالية :

* المواد الخام المستخدمة في الانتاج .
* المعدات والأدوات .
* طريقة الإنتاج أو التحضير .
* شكل أو مواصفات المنتج .
* طريقة الاستخدام أو الإستعمال
* الفوائد (العائد) من الإستخدام .

2-6 تقانة انتاج واستخدام لقاح الريزوبيوم :

وفي هذه التقانة تتم عمليات العزل والتحضير والإنتاج الواسع معملياً بواسطة متخصصين فنيين ، ويمكن للمستخدمين الحصول على اللقاح من هذه المعامل أو الوحدات الإنتاجية المتخصصة .

* المواد الخام المستخدمة في الإنتاج :

أ- لعزل وتنمية بكتريا الريزوبيوم :

نظراً لأن بكتريا الريزوبيوم تعيش داخل عقد على جذور النباتات البقولية ، وتقوم بتثبيت النيتروجين الجوي حيوياً ليستفيد منه النبات ، لذا تستخدم المواد التالية الخالية من مصادر نتيروجينية لعزل وتنمية الريزوبيوم (مكونات بيئة مستخلص الخميرة والمانيتول والآجار) :

- ثنائي فوسفات البوتاسيوم 0.5 جرام .
- كبريتات المغنسيوم 0.2 جرام .

- كلوريد الصوديوم 0.1 جرام .
- مانيتول 10.0 جرام .
- مستخلص الخميرة 1.0 جرام .
- آجار 20.0 جرام .
- صبغة الكونجو الحمراء (1٪) 2.5 ملليلتر .

ب- الإنتاج وتحضير اللقاح :

تستخدم نفس المواد السابقة بدون الآجار ، وتذاب في لتر واحد فقط من الماء المقطر ، هذا بالإضافة الى حامل اللقاح المكون من :

- مسحوق الفحم أو كمبوست ناعم (سماد عضوي مخمر) .
- صمغ عربي بنسبة 40٪ (أو سكر 10٪ اذا لم يتوفر الصمغ) .
- كربونات كالسيوم .
- مسحوق البرسيم .

*** المعدات والأدوات المستخدمة :**

أ- لعزل وتنمية بكتريا الريزوبيوم :

- أدوات زجاجية وتشمل :
  - أطباق بترى .
  - ماصات .
  - دوارق .
  - أنابيب اختبار .
  - كؤوس زجاجية .
- جهاز اوتوكليف للتعقيم (أو حلة الضغط) .
- جهاز هزاز .
- حضانة .
- ثلاجة (مجمدة) .
- فرن للتجفيف .

- مكيف .
- جهاز ضبط الحموضة .
- خلاط صغير .
- إبر تلقيح .
- صواني معدنية .
- لمبة الاشعة فوق البنفسجية .

ب- لانتاج وتحضير اللقاح :

- مفاعل كبير (دورق زجاجي كبير) سعة 100 لتر (للانتاج الموسع) .
- خلاط كبير .
- ماكينة لحام بلاستيك .
- أكياس بلاستيك .
- حقن .
- جهاز أو توكليف (حديثاً يستخدم جهاز أشعة جاما) .

*** طريقة الإنتاج أو التحضير:**

تتم عملية الانتاج خلال مراحل متعددة تتخلص فيما يلي :

أ- عزل وتنمية بكتريا الريزوبيوم : تتم هذه العملية في معامل ميكروبية متخصصة ، وتحت ظروف معقمة لضمان الحصول على بكتريا غير ملوثة بكائنات أخرى . ويتم ذلك بتنمية البكتريا المعزولة من العقد البكتيرية على بيئة الآجار المغذي المحتوي على مستخلص الخميرة والمانيتول ، ثم يتم التأكد من فاعليتها بإختبار قدرتها على تكوين العقد الجذرية النشطة ذات اللون القرمزي ، ويتم إجراء اختبارات حيوية لتحديد خصائصها، ثم حفظ السلالة المعزولة في براد مجمد لحين إستخدامها للإنتاج الموسع للقاح .

ب- إنتاج وتحضير اللقاح الريزوبي : وتتم هذه العملية في المعامل الميكروبية المتخصصة السابقة ، إلا أنه من المفضل ان تقوم بها وحدات انتاجية مختلفة موزعة جغرافياً على ضوء التقسيم الزراعي لبيئة البقوليات . وتظل المعامل

الميكروبية المتخصصة نقطة ارتكاز لعزل وتقييم وتصنيف السلالات الريزوبية ، ويكفل هذا الأسلوب فاعلية اللقاح المنتج ونجاح تكوين العقد الجذرية ، خاصة في المناطق الزراعية المترامية الأطراف . وتتلخص عملية الانتاج الموسع في الخطوات التالية :

1- تنمية بكتريا الريزوبيوم داخل مفاعل كبير يحتوى على بيئة مغذية سائلة صافية ، وأن تكون سعته أكثر من 100 لتر ، وبه 50 لتر فقط من البيئة المغذية ، لمدة لا تقل عن 3 أيام للحصول على مرق الريزوبيوم العكر (بيئة سائلة) ذو الرائحة المميزة ، والذي يميل للحموضة قليلاً .

2- يتم تجهيز حامل اللقاح بخلط حوالي 2.5 طن من الحامل مع كربونات الكالسيوم لضبط درجة الحموضة ، يخلط جيداً مع قليل من الماء.

3- يتم تعبئة الحامل في أكياس بلاستيك سوداء بمعدل 0.5 (نصف) كيلو جرام من الحامل في كل كيس ، ثم تغلق الأكياس جيداً ثم تعقم .

4- يحقن كل كيس بحوالي 10 ملليمتر من مرق الريزوبيا ، وبهذه الطريقة يتم انتاج حوالي 5000 كيس لقاح تكفي لتلقيح بذور بقولية لزراعة 2500 هكتار (كل كيس لقاح يكفي لتلقيح بذور 0.5 هكتار) .

5- احياناً تنتج كبسولات البذور الملقحة ، وذلك لحماية خلايا الريزوبيوم من الظروف البيئية المثبطة ، وتهيئة الظروف لتكوين العقد على جذور عائل النبات ويتم تحضير هذه الكبسولات من خلال خلط كيس اللقاح مع قليل من الماء ومحلول الصمغ العربي (40٪) ، ثم تضاف للبذور والتي تقلب جيداً لضمان تلقيحها جميعاً ، ثم تخلط خلطاً جيداً متجانساً مع مسحوق كربونات الكالسيوم البيضاء قبل أن تجف . وبذلك يتم الحصول على كبسولات البذور الملقحة ، ويتم زراعتها مباشرة أو تخزينها لفترة لاتتجاوز ثلاثة أسابيع في الثلاجة لحين زراعتها .

* **شكل ومواصفات المنتج :** اللقاح الريزوبي يكون غالباً محمولاً على حامل باعتبار ان هذه الوسيلة أفضل بكثير من تداوله سائلاً خاصة عند الترحيل

لأماكن بعيدة ، ويكون في عبوات من أكياس البلاستيك تحتوي على 0.5 كيلو من الحامل وحوالي 10 ملليتر من مرق الريزوبيوم ولا يقل عدد خلايا الريزوبيوم عن 50 مليون خلية لكل جرام من الحامل . لا تتجاوز صلاحية اللقاح المنتج شهرين من تاريخ تحضيره ، إذا حفظ في الظل (درجة الحرارة 25 درجة مئوية)، وقد تزيد مدة الصلاحية عن ثلاثة اشهر اذا حفظ اللقاح على درجة حرارة أكثر برودة .

* **طريقة الاستخدام أو الإستعمال :** تعتبر عملية تلقيح بذور البقوليات قبل زراعتها من أبسط وأسهل الممارسات التي يستطيع أي مزارع القيام بها بنفسه بنجاح تام يكفل له تكوين العقد على جذور المحصول ، مما يغنية تماماً عن إستعمال الاسمدة النيتروجينية المكلفة مادياً وبيئياً ، والحصول على انتاج وفير وصحي . وتنحصر طريقة الاستخدام في الخطوات التالية :

1- تخلط مكونات كيس اللقاح مع قليل من الماء .

2- يحضر محلول الصمغ العربي بإذابة 400 جم في لتر ماء ثم تخلط جيداً مع البذور التي تكفي زراعة 0.5 (نصف) هكتار تقريباً .

3- تخلط البذور المصمغة قبل أن تجف مع مكونات كيس اللقاح المخلوط بالماء، ويكون الخلط جيداً ، بحيث تغطى كل البذور باللقاح .

4- تترك البذور لتجف في الظل ، ثم تزرع في أرض رطبة (سبق حرثها وريها) ومضاف إليها 50 كجم من سماد السوبر فوسفات لكل هكتار .

* **الفوائد (العائد) من الاستخدام :** تعد تقانة استخدام اللقاح الريزوبي للمحاصيل البقولية (علفية وحبوب) والأشجار البقولية (الصمغ العربي) من أنجح وأسهل التقانات التي يمكن بها توفير عنصر النيتروجين اللازم لنمو النبات وبنائه ، خاصة وأن هذه البكتريا تعمل بآلية تكافلية مع النبات العائل ، حيث تتحصل على بعض احتياجاتها من مصادر الطاقة عن طريق النبات ، إلا أنها تعمل كمصدر متواصل لهذا العنصر الأساسي ، وذلك بتثبيته من الجو خلال عمليات حيوية معقدة تقوم بها البكتيريا بمفردها .

وكلما تزايد عدد العقد البكتيرية، كلما كانت كمية النيتروجين المثبتة أكثر . وبهذه الآلية يمكن الإستغناء تماماً عن التسميد النيتروجيني المعدني، رغم ان هناك آراء توصي بإضافة جرعة صغيرة منشطة بادئه لتمكن البذور من الانبات بنجاح، إلا أن هذه الفرضية يمكن التغاضي عنها باعتبار ان فلقتي البذرة البقولية مخزون غنى بالبروتين (وهو أساسه نيتروجين) ويكفي جداً للانبات .

ويعتبر استخدام هذا اللقاح اقتصادي للغاية بكل المقاييس ، فتكلفة انتاجه واستخدامه لا تتعدي 25٪ من تكلفة استخدام الاسمدة المعدنية النيتروجينية، هذا غير الأثر البيئي المفيد بالاستغناء عن تلك الاسمدة المسببة لكثير من الاضرار، بجانب انه يثرى النشاط الميكروبي الضعيف جداً والمنعدم في غالبية أراضي الوطن العربي والتي تقع داخل نطاق الاراضي الجافة وشبه الجافة، هذا بالاضافة لتحسين انتاج البقوليات كماً ونوعاً وبالتالي حماية المستهلكين من كل الامراض التي تسببها بقايا الاسمدة في الانسجة النباتية .

3-6 تقانة إنتاج واستخدام اللقاح الطحلبي :

* المواد الخام المستخدة في الانتاج :

أ- لعزل المزرعة الطحلبية الاحادية المتجانسة وتنميتها :

- كربونات الكالسيوم .
- محلول سليكات الصوديوم .
- محلول حامضي مكون من :
  # حمض الهيدروكلوريك .
  # برومو ثيمول الازرق .
  # بيئة شو المعدلة : 20 .

نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$.

ثنائي فوسفات البوتاسيوم K_2HPO_4 .

كبريتات المغنسويم $MgSO_4$.

سليكات الصوديوم $Na SiO_3$.

كربونات الصوديوم Na_2CaO_3 .

كلوريد الحديديك $FeCl_3$.

ب- لانتاج رقائق اللقاح الطحلبي:

سوبر فوسفات (أو مسحوق الفوسفات الصخري)

مولبيدات الصوديوم .

جير .

ديازينون Diazinon أو فيورادان Furadan .

*** المعدات والأدوات :**

أ- لعزل المزرعة الطحلبية الاحادية وتنميتها:

- أطباق بتري ، أنابيب اختبار صغيرة وكبيرة .
- سحاحة .
- دوارق .
- انابيب اختبار .
- كؤوس زجاجية .
- جهاز ضبط الحموضة .
- إبر تلقيح .
- فرن تجفيف .
- حضانة هزازه مزودة باضاءة داخلية .

ب- لتنمية الطحلب حقلياً :

- صواني حديد مجلفنة (غير قابلة للصدأ) 60 × 90 × 4 سم .
- أحواض من الطوب غير عميقة .
- أكياس بلاستيك .

*** طريقة انتاج اللقاح الطحلبي :**

تتم عملية الانتاج خلال المراحل التالية :

أ- **عزل الطحلب الاخضر الازرق النقي (مزرعة أحادية غير مختلطة)** وتقوم بهذه العملية معامل ميكروبية متخصصة ، حيث تستخدم تقانة أطباق السليكات الجيلاتينية . للحصول على مزرعة نقية للطحلب الاخضر الأزرق حيث يضاف لكل طن 0.2جرام كربونات كالسيوم و20 ملليمتر من محلول سليكات الصوديوم 8.5٪ . ويضاف لمحلول الحامض السابق ذكره بواسطة السحاحة تدريجياً مع التقليب حتى يتكون الخليط الجيلاتيني ، ثم يغمس الخليط في الماء لمدة يومين للتخلص من الحموضة الزائدة ، ثم يلقح بلقاح طحلبي أخذ من مزرعة الآجار المائل وتم تحضينه مع الاهتزاز والاضاءة على 32° مئوية لمدة اسبوعين، ثم تتابع الأطباق الجيلاتينية لحين الحصول على مزرعة نقية ، تستخدم في استزراع وتنمية اللقاح بطريقة موسعة .

ب- **انتاج رقائق اللقاح الطحلبي** :تنتج رقائق اللقاح الطحلبي باستخدام تقانة مزارع التربة المكشوفة وتمتاز هذه التقانة ببساطتها حيث يستطيع كل مزارع انتاجها بمفرده لتوفير احتياجاته السمادية النيتروجينية اللازمة لزراعة حقول الأرز . حيث يتم تنمية اللقاح الطحلبي النقي على تربة مفرودة في صواني حديد مجلفنة أو احواض من الطوب بحيث لا يتعدى سمك التربة المضافة 2.5 سم. تغمر الصواني بالماء ثم يضاف اللقاح الطحلبي النقي بعد أن تستقر التربة المضاف اليها فوسفات البوتاسيوم ومولبيدات الصوديوم ، وتترك الصواني مكشوفة لمدة 5 أيام حتى يغمر الطحلب تماماً سطح التربة ، ثم تترك لتجف ، تجمع الرقائق وتحفظ في أكياس بلاستيك لحين استخدامها ، وتتأثر هذه التقانة احياناً بالظروف المناخية حيث ان معدل الانتاج يقل اثناء الشتاء . وعموماً فإن كل متر مربع ينتج في اليوم 20 جرام طحلب جاف في المتوسط .

* **شكل المنتج :**

اللقاح الطحلبي المنتج يكون في شكل رقائق جافة ذات لون اخضر مزرق .

* **طريقة الاستخدام :**

يتم ذلك بخلط اللقاح مع الماء لعمل معلق ثم يخلط المعلق مع 10 كجم من

بذور الأرز المخلوطة بحوالي 2 كجم كربونات الكالسيوم، ويتم الخلط جيداً حتى تغطى كل البذور باللقاح وتزرع البذور بعد جفافها . او يخلط اللقاح مع 0.5 (نصف) كجم مولبيدات الصوديوم ثم ينثر الخليط مباشرة على شتول الارز المزروعة والمسمدة بالسوبر فوسفات بمعدل 40 كجم لكل هكتار ، واحياناً يضاف النتيروجين بمعدل 20 كجم للهكتار والمعالجة بالمبيدات .

* فوائد الاستخدام :

تعتبر هذه التقانة أحد المصادر النيتروجينية الحيوية الرخيصة جداً واللازمة لانتاج محصول الارز والذي اصبح ضمن قائمة محاصيل الحبوب الغذائية الرئيسية في الوطن العربي بعد القمح والذرة ، ويعتبر المزارع هو العنصر الرئيسي في انتاجها واستخدامها ، خاصة وان هناك اتجاهات لا ترى ضرورة لعزل سلالة طحلبية منفردة ، مما يعني استخدام لقاح طحلبي متعدد السلالات وذلك لمقاومة مؤثرات بيئة التربة التي قد تضر بنمو اللقاح المنفرد داخل التربة ، فوجود لقاح متعدد السلالات يتيح الفرصة لنمو السلالات الأكثر تحملاً لتلك المؤثرات ، كما أن للطحالب القدرة على توفير منظمات النمو التي تحسن من الانتاج .

4-6 تقانة معالجة واستخدام زرق الدجاج :

* المواد الخام المستخدمة :

- زرق الدجاج .
- ماء .

* الادوات والمعدات:

وحدة تجفيف مزودة بمحرقة أو عمل كمائن

طاحونة للجرش

* طريقة معالجة زرق الدجاج :

إن ترك زرق الدجاج دون معالجة يسبب رائحة كريهة بسبب رطوبته العالية ويعتبر

مصدر لتوالد الذباب وتلوث البيئة ، مما يتعذر معه تداوله ، لذا تتم معالجته بالتجفيف على درجة حرارة 150 درجة مئوية ثم تحرق الغازات الناتجة عن التجفيف حتي لا يحدث تلوث ، ثم يجرش بعد ذلك واذا لم تتوفر وحدة للتجفيف يمكن عمل كمائن من الزرق المرشوش بالماء في شكل اكوام مغطاه بالقش أو الطين وتترك الاكوام حتى تبرد (تحتاج لفترة 4 اسابيع) قبل الاستخدام .

* شكل المنتج :

يكون شكل الزرق المعالج حبيبي الشكل رائحته مقبولة غير كريهة وبالامكان تعبئته في اكياس للتسويق .

* طريقة الاستخدام :

يفضل إضافة الزرق المعالج قبل حرث الأرض واعدادها للزراعة ، ثم تروي بعد ذلك لتفادي اتصالها المباشر مع جذور النبات واعطاء الفرصة للزرق للتحلل تدريجياً، هذا بالنسبة للزراعة الحقلية ، أما اذا كانت الزراعة داخل بيوت محمية يفضل إضافته بين السطور او السرابات ، ولا توضع مع البذور في الجور حتى لا تتأثر البذور بالتأثير الحامضي للزرق لارتفاع نسبة حمض اليوريك به .

* فوائد الاستخدام :

يمتاز سماد زرق الدجاج بارتفاع قيمته السمادية فهو غني بالعناصر الأساسية من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بالاضافة للعناصر الصغرى مثل الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس بنسبة تكفي حاجة النبات ، كما أنه غني في المحتوى العضوي والذي يتجاوز 70٪ مما يزيد قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وتقليل الفقد بالرشح في قطاع التربة ، بالاضافة إلى أنه يزيد من قدرة النباتات على تحمل الري بمياه مالحة يصل تركيز الاملاح فيها اكثر من 3000 ملليجرام/لتر.

ويمكن الاستغناء تماماً عن الأسمدة المعدنية باستخدام سماد زرق الدجاج ، خاصة وأنه يعمل كمغذى للنبات وكمحسن للتربة .

5-6 تقانة انتاج واستخدام الكمبوست :

* **المواد الخام المستخدمة في الانتاج :**

- المخلفات النباتية (بالمزرعة) .
- كبريتات امونيوم .
- سوبر فوسفات .
- سماد بلدي ناضج (مخمر) .

* **الأدوات المستخدمة :**

- جاروف .
- مواسير بلاستيك مفتوحة الطرفين ومثقبة .
- طاحونة .

* **طريقة الانتاج :**

تخصص مساحة من الارض 2 × 3 متر مربع × 2 متر ارتفاع تكفي لانتاج طن من الكمبوست (السماد الصناعي) وذلك لعمل الكومه (الكمر) . ثم يحضر مخلوط منشط من 25 كجم كبريتات أمونيوم + 5 كجم سوبر فوسفات + 100 كجم سماد بلدي ناضج ، تطحن المخلفات النباتية او تقطع لقطع صغيرة وتقسم الى 10 أجزاء يفرش الجزء الأول ويرش عليه 0.10 (عُشر) المخلوط المنشط ، وتكرر العملية ويثبت في المنتصف ماسورة مفتوحة الطرفين ومخرمة طولها 3 متر وذلك للتهوية ثم ترش الكومة من الخارج بالماء وتغطي بقش او بتراب ناعم . وتترك الكومة لحوالي 6 اسابيع حيث يكون السماد قد نضج تماماً، حيث تنخفض درجة الحرارة وتختفي رائحة الامونيا والميثان وتتحول النفايات النباتية الى اللون البني وكلها مؤشرات لتمام النضج ، وأثناء هذه العملية والتي تعتبر عملية تخمير هوائي تحدث تغييرات كيميائية (بلمرة) محصلتها النهائية إنتاج الأحماض الدبالية (حمض الهيوميك) والدبال (هيومس) ولنجاح عملية الكمر تراعي المعايير التالية للوصول إلى أعلى كفاءة من التخمير :

- نسبة الرطوبة لا تقل عن 50٪

- أن تكون درجة الحرارة ثابتة حتى درجة النضج .
- أن تكون المخلفات النباتية مطحونة أو مقطعة قطعاً صغيرة .
- تكون التهوية جيدة حتي لا تسود الظروف اللاهوائية ويتصاعد عنها روائح كريهة .
- يجب ضبط نسبة الكربون الى النيتروجين بحيث لا تتعدى 30 : 1 فيضاف سماد نيتروجين إذا زادت عن ذلك وإذا نقصت تزاد كمية المخلفات .

* شكل المنتج :

يكون شكل الكمبوست الناتج حبيبي ذو رائحة مقبولة ولون بني غامق ، وبالإمكان تعبئته في أكياس إما للحفظ أو التسويق.

* طريقة الإستخدام :

يضاف السماد الصناعي (الكمبوست) للتربة الزراعية بمعدلات قد تصل لحوالي 10 طن للهكتار للزراعة الحقلية بغرض تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء واحياء النشاط الميكروبي . وابسط الطرق المستخدمة هي اضافة السماد على سطح التربة (يفرش) ثم تحرث بعد ذلك للتقليب مع التربة ، وقد يضاف آلياً بمقطورات نثر السماد أو يدوياً.

* فوائد الاستخدام :

- توفير بعض العناصر الغذائية
- تحسين قدرة الأرض على الاحتفاظ بالماء بنسبة لا تقل عن 150٪.
- إحياء النشاط الميكروبي مما يزيد من الخصوبة .
- توفير عدد مرات الري خاصة وأن السماد العضوي ذو خاصية هيجروسكوبيه عالية فيمتص كل الماء الراشح بالجاذبية ويحتفظ بها لحين احتياج النبات لها، مما يعني أيضاً توفير طاقة وتوفير مياه بما لا يقل عن 50٪ وهي خاصية كل المحسنات والمخصبات العضوية ، وهذه الآلة تهئ ظروف مناخية صغرى تقلل وتحد من أثر الانبعاث الحراري بما لا يقل عن 5 درجات مئوية ، ومن المؤمل أن تلعب هذه المخصبات دوراً كبيراً في المستقبل .

6-6 تقانة انتاج واستخدام سماد الغاز الحيوي:

تقوم تقانة الغاز الحيوي على تخمير المخلفات العضوية ، نباتية وحيوانية وبشرية وحضرية وصناعية ، تخمير لا هوائي بغرض الحصول على غاز يستفاد منه في الطهي والاضاءة أو تحويله إلى كهرباء يستفاد منها في أغراض متنوعة .

وبجانب هذه الطاقة المنتجة يتخلف عن هذه العملية مواد صلبة تسمى بسماد الغاز الحيوي ذو قيمة سمادية عالية جداً بمحتواها من العناصر الرئيسية والعناصر الصغرى ، وليس بالضرورة أن ينتج هذا الغاز وسماده في محطات المجاري فقط ، بل يمكن انتاج الغاز وسماده على مستوى المزرعة الصغيرة شريطة توفر النفايات اللازمة للتخمير سواء كانت نباتية أو حيوانية ، لذا يمكن استخدام هذه التقانة على مستوى المزارع الصغيرة باقل تكلفة ممكنة . واذا ما توفرت الامكانيات المادية يمكن بناء وحدات ثابتة تكفي لعائلة ريفية مكونة من 10 اشخاص ، حيث تنتج الوحدة ما لا يقل عن 3 متر مكعب غاز في اليوم ، وهي كافية لتلبية احتياجات الاسرة يومياً من الطاقة (3.6 كيلووات ساعة) واحتياجات تربة المزرعة لاعادة خصوبتها ، وبالتالي صيانتها وحمايتها من التدهور وحفاظاً على انتاجها ، وتتمثل خطوات انتاج واستخدام الغاز الحيوي وسماده في الخطوات التالية :

* المواد الخام المستخدمة في الانتاج :

- مخلفات نباتية .
- مخلفات حيوانية .
- ماء .

* الادوات المستخدمة :

- برميل صغير سعة 30 جالون خالي من الثقوب .
- برميل كبير سعة 50 جالون خالي من الثقوب .
- صمام+ انبوبة حديد صغيرة طولها 10سم وقطرها 2 سم ومقلوظة الطرفين.
- 10 متر انبوب بلاستيك قطره 2 سم .

- 2 جردل .
- 1 جاروف (مجراف أو كوريك) .

* طريقة الانتاج :

أ- تحضير المنشط البادئ (خميرة): يحضر قبل شهرين من تجهيز وحدة انتاج الغاز الحيوي وذلك بخلط 2 لتر من الماء في جردل مع 2 لتر من روث حيواني وقليل من بقايا نباتية مقطعة مع التقليب الجيد ، ثم ينقل الخليط الى قنينه أو زجاجة كبيرة مفتوحة (ذات عنق ضيق) ويرج المزيج 3 مرات في الأسبوع خلال فترة تخمره .

ب- تجهيز وحدة انتاج الغاز الحيوي وسماده : يستعان بحداد فني لقطع رأس البرميل الكبير وقاعدة البرميل الصغير حيث يثبت في رأسه أنبوبة حديد صغيرة ومعها صمام (صنبور) ، ويمد من طرف الصنبور أنبوب بلاستيكي طويل ليصل في نهايته بأحد المواقد .

يضاف للبرميل الكبير 3 جرادل من النفايات العضوية ، إلى 3 جرادل من الماء ويقلب الخليط جيداً مع المنشط البادئ (الخميرة).

يفتح الصنبور في البرميل الصغير ثم ينقل من جهة قاعدته إلى البرميل الكبير تدريجياً حتى تخرج فقاقيع الهواء عن طريق الصنبور ويستقر البرميل الصغير في قاع البرميل الكبير فيرتفع مستوى الخليط في البرميل الكبير فيغطى قمة البرميل الصغير ، وبذلك يكون البرميل الصغير قد استقر تماماً في قاع البرميل الكبير ثم يغلق الصنبور .

تبدأ النفايات العضوية في انتاج الغاز بعد حوالي شهر ، ويراعي التأكد من عدم وجود تسرب باستخدام رغوة الصابون ومن المستحسن دفن الوحدة في حفرة لحمايتها من ارتفاع الحرارة ، او تغليف الوحدة بالقش.

يبدأ البرميل الصغير في الارتفاع تدريجياً إلى أعلى وهذا دليل على انتاج الغاز والذي يسمح بخروج جزء منه عن طريق الصنبور لتفادي الفرقعة التي قد تحدث عند اشعاله لوجود آثار هواء داخل الأنبوب ، فيمكن استخدامه بعد ذلك في

الطهي ، ويمكن عمل اكثر من وحدة مرتبطة مع بعضها . ويستمر إنتاج الغاز لمدة شهرين على الاقل ، وبعد التاكد من استنفاذ انتاج الغاز يفرغ نصف محتويات البرميل الكبير ، ويترك النصف الآخر كمنشط ، ويستفاد من النصف الذي جرى تفريقه كسماد غني لا يحتوى على رائحة غير مستحبة او طفيليات أو بذور حشائش .

* شكل السماد المنتج :

حبيبي الملمس لونه بني غامق يميل للسواد ، ذو رائحة مستحبة وخالي من بذور الحشائش الضارة والطفيليات وغنى بعناصره السمادية الكبرى والصغرى وارتفاع نسبة المادة العضوية به (اكثر من 50٪) ، وتعتبر هذه التقانة مهمة للغاية في إعادة استخدام النفايات الزراعية بتقانات غير مكلفة بل مجدية بيئياً واقتصادياً واجتماعياً.

* طريقة استخدام سماد الغاز الحيوي:

يتم توزيع السماد بالنثر بالمناطق المزروعة فيتحسن انتاج المحصول المزروع ولا يستحب توزيع السماد في منطقة واحدة فكلما تيسر يتم توزيع الكمية المتاحة بالتساوي .

* فوائد الاستخدام : أوضحت البحوث التي اجريت بالمنطقة العربية ، وخاصة في جمهورية مصر العربية ، تفوق تأثير سماد الغاز الحيوي على الأسمدة الكيميائية والبلدية في انتاج محاصيل الحبوب والالياف والخضر ، فهو ذو فاعلية عالية لإمداد النبات بالعناصر الغذائية الضرورية الكبرى والصغرى ، مما ينتج عنه زيادة في المحصول كماً ونوعاً ، ويستفاد من هذه التقانة في مناطق الاستصلاح الجديدة، خاصة المتأثرة بالجفاف والتصحر والمناطق التي يتم فيها قطع الأشجار بهدف الحصول على حطب الوقود والفحم كمصادر للطاقة . فهذه التقانة تغنى مواطني الريف عن مصادر الطاقة وبالتالي يتم المحافظة على الاشجار .

7-6 تقانة استخدام سماد دودة الأرض :

يطلق على دودة الأرض محراث التربة الزراعية وذلك لقدرتها على تحليل المواد

العضوية المعقدة بجانب تحسين تهوية التربة ، ووجودها على سطح التربة مؤشر لخصوبتها وصلاحيتها كيميائياً وفيزيائياً ، ويستفاد من هذه الظاهرة في تحليل النفايات العضوية وتحويلها لأسمدة مفيدة للغاية وغير ملوثة ، وهي عبارة عن افرازات مخلفات الديدان التي تتغذى على نفايات نباتية أو حيوانية وقمامة المدن ، وتستخدم الديدان نفسها في تحضير أعلاف عالية البروتين لتغذية الأسماك والدواجن.

* المواد الخام المستخدمة :

- مخلفات عضوية (من المزرعة - أو بقايا أطعمة) .
- ديدان أرضية حمراء من جنس لامبريكاس أو إيسينيا .
- ماء للترطيب .

* الادوات المستخدمة :

- 2 جاروف (مجراف أو كوريك) .
- 2 جردل .

* طريقة الانتاج :

تنتشر تقانة إستخدام الديدان الأرضية لإنتاج الأسمدة العضوية في كثير من انحاء العالم شرقه وغربه (آسيا وأوروبا وأمريكا وكندا) ، حيث تستخدم 100 كجم من الديدان الحمراء بتنميتها أو تربيتها في أكوام (تسمى مهد) ، تجهز من النفايات العضوية المحللة (في حدود طن) ، بحيث لا يتجاوز عرض الكومة 2 متر وارتفاع لا يزيد عن متر واحد وبأي طول مخصص في مكان التربية والانتاج ، مع مراعاة ألا تزيد درجة الحرارة عن 25 درجة مئوية . وهذا يمكن ضبطه بالترطيب بالماء بحيث لا تقل نسبة الرطوبة عن 60٪ ولا تزيد عن 90٪ . وفي خلال عام يصل وزن الديدان الى حوالي 1.5 طن لتستخدم كأعلاف ، ويتم كل ثلاثة أشهر جمع حوالي 4.5 طن سماد لأن الدودة تتغذى على 1 جم من النفايات يومياً وتفرز حوالي 50٪ في شكل سماد من واقع الحسابات التقديرية التالية لمائة كيلو جرام من الديدان :

- وزن الدودة = 1 جم .
- 100 كجم ديدان = 100000 دودة .
- الغذاء اليومي للدودة = 1 جم .
- الغذاء الكلي اليومي للديدان = 100 كجم .
- السماد المنتج يومياً = 50000 جم = 50 كجم .
- السماد المنتج سنوياً = 50 × 360 = 18000 كجم = 18 طن .

وعموماً فإن انسب التقانات استخداماً في الانتاج هى تقانة الانتاج في أكوام مصفوفة ، وتجديد إضافة النفايات كلما تحللت .

* شكل المنتج :

شبه حبيبي خفيف الوزن ذو لون بني غامق يميل للسواد وليس له رائحة غير مستحبة ، متعادل الحموضة ويحتوى على كل العناصر الرئيسية والصغرى وإرتفاع محتواه من الدبال.

* طريقة الاستخدام :

يستخدم سماد دودة الأرض بنفس الأساليب المستخدمة مع الأسمدة العضوية الاخرى مع محاصيل الخضر والفاكهة والمحاصيل الحقلية .

* فوائد الاستخدام :

يتميز سماد دودة الأرض بخلوه من الشوائب وبذور الحشائش، بالاضافة لدوره الحيوي في تحسين خواص التربة ، وذلك بتفكيكها وتحسين تهويتها وتيسير العناصر الغذائية تدريجياً كبرى وصغرى ، وإرتفاع محتواها من الاحماض الدبالية . ويحتوى هذا السماد أيضاً على منظمات ومنشطات نمو تحسن من نوعية الإنتاج النباتي .

المراجع العربية

المراجع العربية

1- محي الدين القرواني (1980، 1981) ، منشورات جامعة حلب بكلية الزراعة عن : الخصوبة وتغذية النبات.

2- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (1983) ، سلسلة نحو زراعة أفضل : صيانة التربة ، تحسين التربة.

3- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (1986) ، دليل الأغذية وتغذية النبات.

4- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1987) الدورة التدريبية الإرشادية للكوادر الزراعية الموريتانية في مجال إنتاج وحماية شجرة الصمغ العربي ، الخرطوم ، جمهورية السودان.

5- طه احمد عواني (1987) ، الأسمدة ومصلحات التربة ، ترجمة عن د/ روي إيج ، جامعة صلاح الدين ، العراق.

6- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1987 - 1997) ، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية ، أعداد مختلفة ، الخرطوم .

7- سعد زكي (1988) ، ميكروبيولوجيا الأراضي ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة.

8- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1991) ، دراسة عن الآثار البيئية للتنمية الزراعية في الوطن العربي ، الخرطوم .

9- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1991)، إدارة البيئة والتنمية الزراعية ، الخرطوم .

10- المنظمة العربية للتنمية الزرعية (1992) ، الدورة التدريبية حول إستخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي الفيوم ، (18-21 أبريل) ، جمهورية مصر العربية.

11- المنظمة العربية للتنمية الزرعية (1992)، دراسة الجدوى الفنية والإقتصادية لصناعة مسحوق السمك والمركزات البروتينية في الوطن العربي ، الخرطوم .

12- برنامج الأمم المتحدة للبيئة (1992)، الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي (وثيقة نيروبي الختامية).

13- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1993) ، الدورة التدريبية حول ادارة الموارد الارضية والمائية (28 مارس ، 11 أبريل) ، الخرطوم ، جمهورية السودان .

14- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (1993)، ندوة الميكوريزا وإستخداماتها الميدانية لشمال أفريقيا ، مشروع الحزام الأخضر لدول شمال أفريقيا ، (6-11 يونيو).

15- إتحاد المهندسين الزراعيين العرب (1993) ، المؤتمر الفني الدوري العاشر، التكامل العربي في مجال حماية البيئة من أجل تنمية زراعية قابلة للاستمرار (15-19 نوفمبر)، تونس ، الجمهورية التونسية

16- سامي محمد شحاته (1993) ، الأسمدة العضوية والاراضي الجديدة ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، جمهورية مصر العربية .

17- صديق احمد المصطفى الشيخ حياتي (1993) ، الأحياء الدقيقة في التربة ، جامعة الخرطوم ، السودان .

18- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1994) ، دراسة عن الآثار المترتبة على إستخدام المخصبات والهرمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات ، الخرطوم .

19- شركة سمادين (1995) ، نشرات سماد الاكتوسول العضوي السائل، المملكة العربية السعودية .

20- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1996)، الندوة القومية حول استخدام الاسمدة الكيماوية (14-16 ديسمبر) مسقط، سلطنة عمان.

21- مصنع سماد الخير (1996) ، نشرات سماد الخير الحيوي السائل ، المملكة العربية السعودية .

22- سها نصار (1996) ، ادارة المخلفات الصلبة والاستفادة منها (تجربة محافظة دمشق) اجتماع الخبراء العرب حول الادارة البيئية للمدن والقرى في الوطن العربي.

23- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1997) ، الندوة الاقليمية عن المخلفات النباتية ، (13-15 أكتوبر) ، الخرطوم ، جمهورية السودن.

24- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1997) ، تقرير إجتماع الخبراء التحضيري حول التنمية الزراعية والريفية المستدامة (اللجنة المشتركة للبيئة والتنمية في الوطن العربي).

25- منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة (1997)، حالة الغابات في العالم .

26- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة (1997) ، تقرير عن مداولات اجتماع الخبراء العرب حول التنوع البيولوجي في الوطن العربي (1-5 أكتوبر 1995).

27- مجلة رسالة البيئة الاردنية (1997) ، - التنمية المستدامة من النظرية الى التطبيق. - استخدام النفايات في توليد الطاقة .

28- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (1998) ، الدورة التدريبية القومية حول إنتاج وإستخدام المخصبات الحيوية (15 - 21 مايو 1998) عمان ، المملكة الاردنية الهاشمية.

29- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، (1998) ، الدراسات القطرية حول تدعيم البحوث المشتركة في مجال إستصلاح الأراضي الرملية.

30- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (1998) ، خطة العمل العالمية - تقرير عن حالة الموارد الوراثية في العالم (صيانة الموارد الوراثية النباتية للاغذية والزراعة وإستخدامها المستدام).

المراجع الاجنبية

المراجع الأجنبية

1- ABDALLA, T.E.B. (1973) Laboratory Note on the Perparation of Oggadeen (Legume-Seed Inoculants) Rural Development Corporation, Khartoum Sudan.

2- ABDALL, T.E.B.(1974) Production of Rhizobium, Inoculents Institute of Environmental Science and Technology, Deleft, Nethrlands.

3- ABDALLA, T.E.B. (1985) Impact of NPK Fertilization on Host-Rhizobium Interaction, Ph.D Thesis , Hungarian Academy of Science, Budapest , Hungary.

4- ABDALLA, T.E.B. (1987) Natural Resources conservation (NARECO) Programme, soil Conservation , Land use and Water Programming Administration of Sudan.

5- ABDALLA, T.E.B. (1987) Low Cost Fertilizer Resources Ministry of Agriculture and Natural Resources, Sudan.

6- ABDALLA, T.E.B. and M. G. A. Younis (1988) salt Affected Soil Reclamation Model , Khartoum Dairy Product Company (KDPC), Sudan.

7- ABDALLA, T.E.B. (1995) Organic Farming Model Technical Report, Khartoum , Sudan.

8- ABDALLA, T.E.B. (1996) PLANCOM Production , Peat-Moss Like Amendment, Technical Report.

9-ABDALLA, T.E.B. (1998) Fight Againist Land Degradation, 1st National symposium of Sudanese soil Science Society, Kordofan University.

10-ABRBARA, M. and J.M. Phillips (1971) Influence of Phosphate and other Nutrients on the Development of Vesicular-Arbuscular-Mycorrhiza (VAM) In culture, J.of Culture Microbiology 69, 159-166.

11-BARBARA, M., C. Li. Powell and D.S. Hayman (1976), Plant Growth Responces to VAM. New phytol 76, 331-342.

12-BERGEY's MANUAL (1984) Systematic Bacteriology Vol. I (Ed
R. Krieg) 1st ed.

13- COOKSON, P. and A.G.Lepiece (1996) Urease Enzyme Activiti
Soils of Batinah Region of the Sultanate of Oman Journal of A
Environment 32: 225-238.

14-DATE, R. S. and R. J. Roughly Preparation of Legume Seed Inocula
In: Treatise on Dinitrogen Fixation Section IV. 243-276 (Eds. R.W.
Hardy and A.H. Gibson).

15-Economidis .J.(1992). Biosafety Research in the Europea
Community, Results and Prospectives . International Symposium on
the Biosafety of Field Tests of Genetically Modified plants and
Microorganisms, 135-140, Gosler, Germany.

16- FAO. Soils Bulletin (1972) No. (16) Effect of Intensive Fertilizer use
on the Human Environment.

17-FAO. Soils Bulletin (1977) No. (35) organic Materials and Soil
Productivity.

18- FAO. Soils Bulletin (1980) No. (43) Organic Recycling in Africa .

19-FAO. Soils Bulletin (1981) No. (46) Blue-green Algae for Rice
Production.

20-FAO. Soils Bulletin (1982) No. (49) Application of Nitrogen-Fixing
Systems in soil Management (Y.A. Hamdi)

21-FAO. Technical Handbook (1983) Symbiotic Nitrogen Fixation
(Lequme/Rhizobium)

22- FAO. 7th Session of the Regional Commission (1983).Land and Water
use in the Near East, Rome (16-18 March) , (Rational plant Nutrition
and Fertilization Use for Increased Crop production)

23- FAO. Fertilizer Symposium (1983)Geneva (17-21January
(Integrated plant nutrition system)

24-FAO. Seminar (1983) System Approach to Fertilizer Industry (8-10
December). New Delhi , India (System Approach to plant Nutrition.
Concept , Technology and Input Requirement .By Braun. H. and
R.N.Roy)

25- FAO (Ibid) Maximizing the Efficiency of Mineral Fertilizer.

26-FAO. Better Farming Series (1984) No. (31) Biogas, What it is ? How it is made ? How to use it?

27-FAO. Pocket Manual (1984) Legume Inoclants and their use.

28-FAO. soils Bulletin (1987) No. (56) Soil Management : Compost Production and use In Tropical and Sub-tropical Environment (By H.W. Dalzell, A.) Biddlestone. K.R. Gray and K. Thuriarajan).

29-FAO. Regional Seminar (1988) Waste Water Reclamation and Reuse (11-16 December), Cairo Egypt.

30-FAO. conservation Guide (1988) Watershed Management. Field Manual.

31-HOLSTEN, R.D, Burns. R.C. Hardy, R.W.F, and Hebert, R. (1971) Establishment of Symbiosis Between Rhizobium and Plant Cells in Vitro , Nature 232 (5307) 173-176.

32-HARL.J.L. and R. Scott Russell (1979) . The Soil -Root Interface, Academic Press. London.

33-IBP Handbook (1970) No.(15) A Manual for the Practical Study of Root-Nodule Bacteria (By J.M. Vincent).

34-IBP (1975) No. (6) Nitrogen Fixation by Free-Living Micro-organisms (By W.D.P. Stewart).

35-IBP (1976) No.(7) Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants (By P.S. Nutman)

36-ISSS (1982) International Congress of Soil Science, Non-Symbiotic Nitrogen Fixation and organic Matter In Tropics, New Delhi, India (8-16 Feb.)

37-ICRISAT (1983) Production and Quality Control of Carrier-Based Lequme Inoculants (By J.A. Thompson) India, Andhra Pradesh.

38- ISO (1996) ISO Guidelines for Environmental Auditing.

39-KAMIRA NEWS (1991) Organic Farming , Hilsinki, Finland .

40-MENGEL , K. and E.A. Kirby (1987) Principle of plant Nutrition. International Potash Institute Swizerland 303-346.

41-Mein, Van Moordwijk (1984) Ecology Textbook , Amesterdam .

42-NIFTAL and MIRCEN (1985) Methods in Legume Rhizobium Technology (By P. Somasegaran and H.J.Hoben) U.of Hawii , USA.

43-MEIJER, E.G.M.(1981) Molecular Biology of plant tumours (Eds G. Kahl and J. Schell) Academic Press, New York.

44-OECD (1994) Biotechnology and Sustainable Agriculture.

45-PEGAN, J. D. (1975) Nitrogenase Activity in Rhizobia In Absence of Plant Host, Nature, 256 : 406-407, London.

46- RAE International (1997) Brochure on Growth Enhancer, Australia.

47-Subba Roo. N.S. (1982) Biofertilizers in Agriculture, Oxford & IBH Publishing Co. , New Delhi, India.

48-Subba Roo, N.S. (1982) advances in Agriculture Microbiology, India.

48-VITA Publication, Bio-gas plant (construction Manual).

الملخص الانجليزي

Study on the Advanced Technologies for Production and Use of Biofertilizer in the Developed Countries and the posibilities of their application in Arab countries

Food security is considered the great challenge that Arab Countries have so long been facing. As a result of the continuens pressure on the likely fragile environment to satisfy food needs, a drastic environmental degradations has taken place, the consequences of this degradation resulted in various economic and social negative impacts.

The most conceivable solution to this problem, is resting on increasing food production by using high yielding varities, and rationalizing the use of the chemical fertilizers.

In this regards the concept of Integrated fertilization System (IFS) is considered, the key factor for increasing food production and minimizing the negative impacts of mineral fertilizers application. The IFS, means a combination between chemical fertilizers and the biofertilizers (Microbial and organic sources) in oder to sustain soil fertility of arid and semi-arid alkaline soils (pH.>9). In Arab region most soils are deficient in organic matter and biological activity. Therefore it is crucial to adopt the IFS strategy in the region by using

combination of chemical fertilizers, soil amendments conditioners and microbial inoculents .

Biofertilizers harness nutrient availability either by fixation or solublization with the help of specialized organisims (bacterial, fungal and algal), thus can make a significant contribution to the development of specific strategies for improving land productivety improvement which certainly lead to an exponential decrease of not less that 50% in mineral fertilizers application. This philosphy has been strongly sponsored by the Arab Organization for Agriculture Development (AOAD) to prepare the present consultancy document, as an up-to-date account for fundamental as well as applied aspects and technologies, not only for reviewing progress of biofertlizers, but also indicating the outlook for their future in Arab region solely oriented to.

This document is indeed to come up with new strategy for improvement of agricultural production in the region, based on an integrated nutrient supply system, by stimulating the wide spread development of nutrient farming technique, as a base-line of what could be named organic farming technology, that could help producing natural foods and fodders (free of carcinogenic, mutagenic and teratogenic agents.

The present study is generally including the following major parts :

General introduction, including the justification, objectives and the methodology of study implementation .

Chapter (1) Chemical and Biological fertilizers :

This chapter reviews the different types of chemical fertilizers as well as the biofertlizers, with highlitings on the evironmental and technical considertation emphasizing the potential application of Integrated Fertilization System (IFS) Evaluation of current situation for production and use of biofertilizers in Arab countries is remarkbly critisized.

Part II: The advanced technologies for production of microbial inoculants

Here all technologies pertinent to using of bilogical systems responsable for fixation and solublization of nutrients symbiotically or non-symbiotically have been reviewed.

Part III : The dvanced technologies for production of organic fertilizers and soil amendments conditioners :

Great attention has been given to Integrated Oganic Waste Management (IOWM) for recycling the potential organic residues and wastes (rural, urban, industrial water hyacinth and sea weed). The ultimate results would be organic fertilizers and amendment conditioners, with emphasis on biogas fertilizers and biogas applications as very potential renewable

energy resources in the next millinnium. Benefits of the use of the biodgraded organic resident and wastes are reported as nutritional (macro and micro nutrientdts), as conditioners to improve water holding capacity up to 200%, and as enhancer by stimulating growth performance by natural regulators.

All these functions have significant and remarkable role in conserving land resources againist climatic changes and degradation, as well as the guarantee of sustainable development in the region.

Part IV) : The dapted technolgies for use of biofertilizer :

This chapter displays the traditional techniques, as the well as modern advancedapplied technologies for use of biofertilizers reviewing its current applications and production strategies policies.

Part V : The future look for promotion of production and use of biofertilizer in Arab region :

This chapter review all the possible endeavors, that could support AOAD efforts for evolving and sponsering new agriculture development strategy that comply with agenda 21, ISO Criteria and GATT, in addition to outlining the recommended mechanisms required for the implementation of this Strategy. Also some recommendations hab been offered

and as follows :

- Establishing Biofertilizer Arab Network .
- Up-grading the Microbial Resource Centre in Egypt (Cairo MIRCEN) to Arab Regional Centre for Bio fertilizer.
- Establishing Arab Union for Biofertilizers Producers.

Part VI : Pio fertilizers Production and Use Guide in Arab Region :

Short and comperhensive quides are given for the most potenitally applicable and workable technologies to help extenionist and farmers to be aware of technologies of production and use of biofertilizers in Arab countries.

Finally the study confirms the great importance of promoting biofertilizers use in Arab countries as they were considered as magic tools that will secure the safety of biodiversity.

الملخص الفرنسي

Technologies avancées globales de production et d'utilisation des bio-fertilisants et leurs applications potentielles dans les Etats Arabes

Résumé

Le grand défit auquel sont confrontés les Etats Arabes est l'accélération du déficit alimentaire vis à vis de l'accroissement de la population. Ceci conduirait à une pression de plus en plus importante sur les ressources agricoles et qui serait la cause d'une dégradation de l'environnement.

Aussi, il est absolument essentiel d'évoluer et d'adopter des alternatives de rapprochement environnemental pour améliorer la production alimentaire verticalement et réduire les effets d'impacts négatifs prévisibles au plan social, économique et de l'environnement. Cet objectif requiert l'utilisation de variétés à haut rendement et l'augmentation de la consommation d'engrais chimiques (minéraux) et de l'eau.

Malheureusement cela s'accompagne de désastres successifs: pollution de l'air, du sol, de l'eau et des aliments, causant de sérieuses maladies pour l'homme (méthamoglobinemia) et les animaux, particulièrement dans les Etats Arabes qui ont eu à conduire auparavant des politiques agricoles consolidées, encourageant les agriculteurs à l'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques à l'origine de sévères dégradations de l'environnement.

De ce point de vue, l'approche de Système de Fertilisation Intégrée (SFI) est considérée comme le facteur clé pour l'accroissement de la production alimentaire et la minimisation des impacts négatifs de la fertilisation minérale.

SFI veut dire, combiner entre les engrais chimiques et les bio-fertilisants (de sources organique et microbienne), en vue de maintenir la fertilité des sols arides et semi-arides alcalins (pH>9) de la plupart des Etats Arabes où les déficits en matière organique et activité biologique constituent ensemble la composante majeure du Triplex relatif au système de la fertilité des sols (physique, chimique et biologique).

Ainsi il devient crucial d'adopter la stratégie SFI dans les Etats Arabes en envisageant l'utilisation de combinaisons judicieuses entre les engrais chimiques, organiques (y compris les amendements) et les inoculants microbiens.

La disponibilité de supports nutritifs en bio-fertilisants par fixation ou solubilisation à l'aide d'organismes spécialisés (bactériens, fongiques et à base d'algues) peut être

une contribution significative au développement d'une stratégie d'amélioration de la productivité qui conduit certainement à un abaissement exponentiel, pas moins de 50%, des engrais minéraux.

Cette philosophie a été fortement soutenue par l'Organisation Arabe pour le Développement Agricole (OADA) pour la préparation du présent document de consultation qui constitue une mise au point dans l'actualisation aussi bien sur l'aspect fondamental que d'application des technologies et non pas seulement un passage en revue des progrès en bio-fertilisants globaux. Il s'agit aussi d'un repère dans la perception pour leur futur dans les Etats Arabes .

Ce document a été réalisé grâce aux efforts consentis par l' OADA dans l'évaluation des stratégies nouvelles de la production agricole basée sur des systèmes d'apports nutritionnels intégrés, en stimulant une large dissémination du développement des techniques agricoles nutritives comme fondement de la technologie agricole organique pour la production d'aliments naturels et d'affouragements libres de tout agent carcinogénique, mutanogénique et tératogénique.

Le contenu de la présente étude comprend les majeures parties suivantes:
-Introduction générale, données justificatives;
-Objectifs et méthodologie de l'étude;
-Mise en oeuvre.

- **1ère partie** : Fertilisants chimiques et biologiques

-Révision des types de fertilisants chimiques ainsi que des bio-fertilisants avec une mise en évidence des considérations environnementales et techniques pour envisager une application potentielle.

-Système de Fertilisation Intégrée; évaluation de la situation actuelle de la production et de l'utilisation des bio-fertilisants dans les Etats Arabes remarquablement critiquée.

-Justifications et limites de la production et de l'utilisation des bio-fertilisants dans les Etats Arabes.

Les raisons nécessaires pour l'adoption des bio-fertilisants et leurs technologies ont été montrées. Les limites de leurs applications dans les Etats Arabes, aux plans technique, institutionnel, environnemental, économique et social ainsi qu'une approche des possibilités de remplacement partiel des engrais chimiques par les bio-fertilisants, ont été reportées.

• **2ième partie**: Les technologies avancées globales pour la production des inoculants microbiens.

Les technologies utilisant le système biologique responsable de la fixation et de la solubilisation des nutrients aussi bien symbiotiques que non symbiotiques à partir d'associations bactériennes, fongiques et d'algues, ont été résumées.

• **3ième partie**: Les technologies avancées globales pour la production de fertilisants organiques et amendements.

Une grande attention est consentie au recyclage des déchets organiques potentiels (ruraux, urbains, industriels et riverains sous forme de hyacinthe -plante aquatique-) dans le cadre d'une gestion intégrée du déchet organique, pour la production de fertilisants organiques et d'amendements avec une focalisation sur les fertilisants à partir de bio-gaz et leurs applications comme sources potentielles de production d'énergies renouvelables très prometteuses au cours du prochain millénaire.

Le bénéfice de l'utilisation des déchets organiques biodégradables a été rapporté sous forme nutritionnelle pour les macro et micro-nutrients, comme catalyseur pour l'amélioration de la capacité de rétention en eau jusqu'à 20% et comme facteur favorisant la stimulation de la croissance performante des régulateurs naturels. Toutes ces fonctions ont un rôle significatif et remarquable dans la conservation des ressources en sol face aux changements climatiques et à la dégradation, au même titre que la technologie appliquée pour le développement des zones désertiques et du couvert végétal des sols menacés.

• **4ième partie**: Les technologies adaptées pour l'utilisation des bio-fertilisants.

Les techniques traditionnelles ainsi que les techniques modernes avancées, appliquées pour l'utilisation des bio-fertisants, ont été indiquées. Un passage en revue des stratégies disponibles, des politiques et des programmes promotionnels pour l'utilisation des bio-fertilisants dans les Etats Arabes, a été établi.

• **5ième partie**: La perception futuriste du soutien promotionnel pour la production et l'utilisation des bio-fertilisants dans les Etats Arabes.

Une invitation a été lancée pour le soutien des efforts de l' OADA, dans la contribution et la prise en charge d'une stratégie nouvelle de développement agricole adapté avec Agenda 21, 150 Criteria et GATT pour la détermination des mécanismes nécessaires et recommandés dans la mise en œuvre de cette stratégie et qui sont:

-Etablissement de l'Entreprise Arabe de Bio-fertilisants,
-Installation d'un Centre de Ressources Microbiennes en Egypte (Le Caire MIRICEN) comme Centre Régional de Bio-fertilisants.
-Etablissement d'une Union Arabe des Producteurs de Bio-fertilisants.

• **6ième partie**: Production des bio-fertilisants et utilisation de guide dans les Etats Arabes.

Les éléments d'un guide clairement décrits ont été donnés pour la plupart des applications potentielles et des techniques disponibles à l'intention des vulgarisateurs et des agriculteurs pour la production et l'utilisation des bio-fertilisants dans les Etats Arabes.

La conclusion générale de l'étude confirme la grande importance accordée à la promotion de la production des bio-fertilisants et leur utilisation dans les Etats Arabes et qui seraient considérés comme des moyens relevant de la magie, capables de sécuriser et sauvegarder la bio-diversité.

فريق الدراسة

فريق الدراسة

أ- خبراء من داخل المنظمة :

- الدكتور وحيد على مجاهد — رئيساً
  مدير إدارة الدراسات والبحوث

- الدكتور عثمان أحمد الشاوش — عضواً
  إختصاصي بإدارة الدراسات والبحوث

- الدكتور الحاج عطية الحبيب — عضواً
  خبير بإدارة الدراسات والبحوث

ب- خبراء من خارج المنظمة :

- الدكتور تاج السر بشير عبد الله — عضواً
  أستاذ تكنولوجيا البيئة والميكروبيولوجيا
  رئيس لجنة العلوم الطبيعية ومقرر برامج البيئة والمياه باليونسكو