جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الأنبار

أساسيات في الزراعة العضوية

أعداد و تأليف
الدكتور موفق مزبان مسلط
أستاذ مساعد
الدكتور عمر هاشم مصلح
أستاذ مساعد
قسم البستنة وهندسة الحدائق – كلية الزراعة – جامعة الأنبار

2015 - 1436

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الأنبار

أساسيات في

الزراعة العضوية

Principles in Organic Farming

تأليف وأعداد
د. موفق مزبان مسلط د. عمر هاشم مصلح
قسم البستنة وهندسة الحدائق – كلية الزراعة

1436 - 2015

المقـدمة

تعتمد قيمة النتاج العلمي على الدور الذي تؤديه نتائج التجارب العلمية في حل المشكلات التي تواجه العالم . فالتطور العلمي يحث الخطى على مختلف الأصعدة لإيجاد حلول للمشاكل المتفاقمة والتي أبرزها مشكلة نقص الغذاء في العالم وعلى وجه التحديد للبلدان الفقيرة والأقل تطوراً في المضمار العلمي والاقتصادي والتقني . وقد أستثمرت الشركات الكبرى العاملة في حقل الاختصاص ما حققته من تطور تقني للترويج لمنتجاتها وإظهارها وكأنها الحل الأمثل والعلاج الأنجع للمشكلات التي يراد وضع الحلول لعلاجها. فمثلاً في موضوع الأنتاج الغذائي تُظهر تلك الشركات إن أتباع برامجها سيحقق تجاوز محنة نقص الغذاء في العالم ، وقد أبهرت الشركات المنتجة للأسمدة العالم بما يمكن أن يحققه أستخدام منتجاتها من الأسمدة الكيميائية المصنعة ومبيدات الأفات الزراعية والسلالات المحورة وراثياً ، فضلاً عن إدخال الهرمونات والفرمونات التي تحفز وتسرع العملية الإنتاجية ، لكنهم لم يُفهموا العالم بأن أستخدام تلك المواد لايخلو من بعض الأثار السلبية ، وقد يكون ذلك بقصد أو عن غير قصد . كما أنهم لم يأخذوا بالحسبان الانعكاسات السلبية للتطبيق الخاطئ والأستخدام المفرط لتلك المواد نتيجة جهل المستعملين من مواطنو البلدان غير المتطورة ، ناهيك عن الآثار الجانبية على المدى الطويل وما ينتج عن استخدام مثل هكذا مواد كيميائية سواء إلى الغذاء أو إلى البيئة التي سيرتفع فيها تراكيز العناصر المضافة إلى الحد الذي تظهر فيه سميتها . فضلاً عن ذلك أن معظم تلك المواد صناعية صعبة التحلل ومعظمها (المبيدات) مواد مسرطنة للإنسان وللحيوان ، كما وان تراكمها وبقاءها في التربة بدون تحلل سيؤدي إلى نزولها إلى الأعماق مع مياه الري مما سيتسبب في تلويث المياه الجوفية . وقد ينعكس أثرها حتى على المجتمعات الاحيائية الموجودة في التربة مما ينتج سلالات مقاومة يصعب السيطرة عليها . لقد لفت ذلك انتباه عدد من العاملين في حقول المعرفة العلمية منتصف القرن العشرين وعقدت الاجتماعات التي تنبه المجتمع على الخطر الذي يحدق به والتأكيد على نشر ثقافة الغذاء الآمن الصحي المنتج تحت الظروف الطبيعية بعيدا عن استعمال الكيميائيات مع التأكيد على السعي الى تحقيق أنتاج يكفي لسد متطلبات المجتمع البشري من الغذاء الصحي ويحفظ البيئة أمنة في آن واحد .

المؤلفـان

الفصل الأول

نبذة تاريخية

أن للتقدم العلمي والتقني الذي شهده العالم على مختلف الصعد بعد الثورة الصناعية في أوربا وما أعقبه من تطور سريع في القرن العشرين أنعكاسات تحققت نتائجها على أرض الواقع في مجتمعات العالم بأسره ، والتي أبرزها تحسين الحالة الاجتماعية والصحية للمجتمعات ، مما أدى إلى ازدياد أعداد السكان زيادة بمتواليات هندسية لا يتناسب معها إنتاج الغذاء الذي يتزايد بمتواليات حسابية . وشَكل ذلك تحديات رئيسية لقطاع الزراعة ، لذا تنبه العلماء إلى ضرورة حل هذه المشكلة وتوفير الغذاء قبل حلول كارثة المجاعة . وقد لجئت كثير من الدول والشركات الصناعية الكبرى إلى محاولة التحكم بظروف الإنتاج الزراعي والسيطرة عليها لتحقيق زيادة الإنتاج فأدخلت التسميد ومكافحة الآفات وإنتاج وأعتماد الهجين ذات الإنتاجية العالية أو المقاومة لبعض الأمراض وغيرها من الممارسات والتي منها استخدام المركبات الكيميائية المصنعة Synthetic Additives. وقد شهدت ستينيات القرن الماضي بزوغ ما أُصطلح على تسميته بالزراعة الكثيفة Intensive Agriculture وذلك لتحقيق أعلى كمية ممكنة من الإنتاج من خلال زراعة مساحات واسعة لمحصول واحد مع استخدام الكيمياويات في التسميد والمكافحة . أعقبها أستخدام الهندسة الوراثية والعمل في مجال التحوير الوراثي والتلاعب بالجينات الذي أثار جدلآ واسعاً على مستوى العالم ، أذ أن التطبيق الفعلي لتلك الممارسات أظهر الكثير من السلبيات التي أخفتها الشركات المنتجة عن قصد أو عن غير قصد ، ومن تلك الأنعكاسات ألاستخدام المفرط للمركبات الكيميائية . فقد تم أستخدام بكميات كبيرة من الأسمدة النتروجينية والفوسفاتية وكثير من العناصر الصغرى والمركبات الاخرى والذي تم بشكل لايتوائم والاحتياج الفعلى من العناصر التي يحتويها ذلك المركب السمادي. فالنبات يمتص العناصر الغذائية بمعدلات تتناسب ومرحلة نموه بينما تكون أضافة الاسمدة على دفعات تتراوح بين دفعة واحدة وثلاث دفعات خلال موسم النمو. مما يعني أعطاء كميات من الأسمدة لا يستطيع النبات أمتصاص معظم أن لم نقول جميع عناصرها ، وبالتالي سيتم أمتصاص جزء من تلك العناصر السمادية المضافة بعد تحلل السماد في التربه والباقي ، أما أن يدمص على أسطح غرويات الطين والدبال مثل كاتيونات بعض العناصر أو يحدث لها غسل مع الكمية الفائضه من مياه الري التي تنزل الى أعماق التربة ، وتذهب الى المبازل مثل النترات أو تثبت في التربه مثل الفوسفات أو تتطاير الى الجو كغازات مثل الامونيا ، وبالتالي لا يجد النبات أحتياجاته من العناصر السمادية التي تم أضافتها سوى لفترة قصيرة وبكميات محدودة تعتمد على كفاءة المجموع الجذري في الامتصاص خلال فترة الاضافة . أما الجزء الباقي وهو الاكبر من العناصر الغذائية وما تحتويه المركبات السمادية من شوائب والتي غالبآ ما تكون عناصر ثقيلة سامة فهي أما أن تتراكم في التربه ، أو يحدث لها غسل . وهذا يؤدي الى أرتفاع تراكيزها في المياه الجوفية . ويمكن أيضاح بعض الاثار الضارة التي تنجم عن ألافراط بأستخدام ألاسمدة الكيميائية بالاتي :

أضرار أستخدام الاسمدة الكيميائية

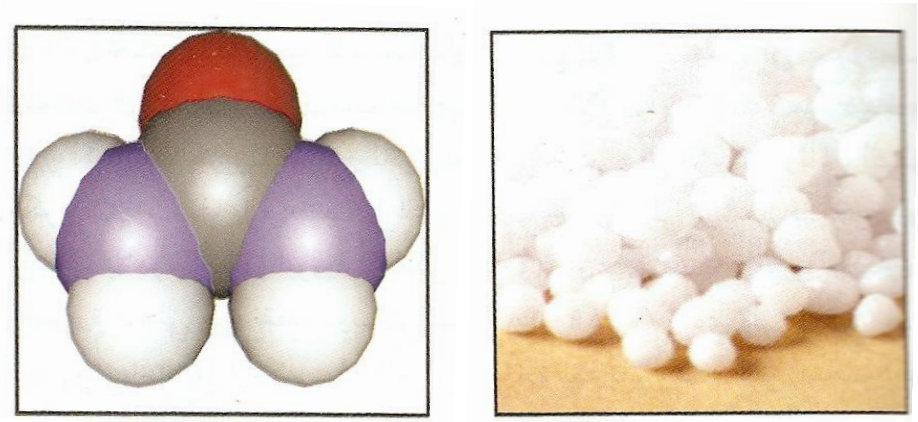
*أضرار ألاسمدة النتروجينية

هنك عدد من المركبات التي تستخدم كأسمدة نتروجينية مثل سلفات الامونيوم Ammonium sulphate ($(NH_4)_2SO_4$) ونترات الامونيوم Ammonium nitrate (NH_4NO_3) ونترات البوتاسيوم Potash nitrate (KNO_3) وسينامید الكالسيوم Calcium cyanamide($CaCN_2$) الذي يتحلل في التربة الى يوريا Urea (

$(NH_2)_2CO$) التي بدء أستخدامها في الحقبه الاخيرة من القرن العشرين كسماد أرضي يحتوي على 46.4% نتروجين أو رشآ على المجموع الخضري كما تستخدم في تغذية بعض الحيوانات المجتره .واليوريا(شكل1أ ، ب)من المركبات التي يتم أنتاجها من الامونيا وثاني أوكسيد الكاربون أذ يتم أولآ تخليق ألامونيا بتفاعل نتروجين الهواء الجوي (78 % N_2) مع غاز الميثان (CH_4) بطريقة هبر. بوش Haber–Bosch process

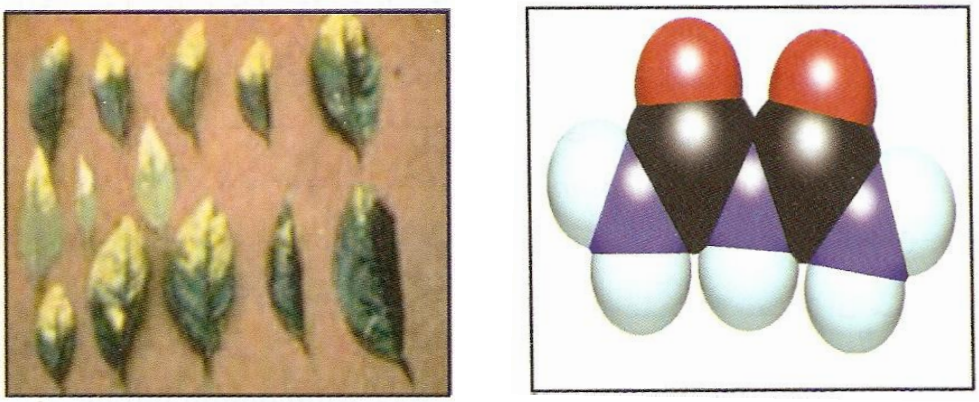
$$N_2 + CH_4 \longrightarrow NH_3$$

فتحتوي الامونيا المائيه الناتجة على 82 % نتروجين وهي في صورة يمكن تداولها بشكل سائل تحت الضغط . وخلال عملية تصنيع الامونيا تتصاعد كمية كبيرة من غاز ثاني أوكسيد الكاربون كناتج ثانوي من التفاعل وبعد أنتاج غاز الامونيا يتم



(شكل1) أ حبيبات اليوريا ، ب الشكل الفراغي لجزيء اليوريا .الشحات 2007

ضخه مع ثاني أوكسيد الكاربون الى مفاعل ترتفع درجة حرارته الى 190 درجة مئوية فيتكون مركب كربمات الامونيوم ($H_2N–CO–NH_3OH$) ثم تتكون اليوريا وخلال هذه العملية فأن أرتفاع درجة الحرارة أعلى من نقطة ذوبان البيوريت Biuret ($H_2N–CO–NH–CO–NH_2$) وهي(186–189 درجة مئوية) يؤدي الى تكوين مادة البيوريت وهي مادة سامة على أنبات البذور والانسجة النباتية وعملية تخليق البروتين(شكل2 أ،ب). وعند التسميد باليوريا فأنها تتحلل بواسطة بعض ألاحياء الدقيقة في التربة (منها البكتريا الكروية غير المتجرثمة *Micrococcus urea* والبكتريةالكروية المتجرثمة *Spororccina ureae* والبكتريا العصوية السالبة لصبغة جرام غير المتجرثمة *Pseudomonas* والبكترية العصوية الموجبة لصبغة جرام المتجرثمة *Bacillus pasteurii*) الى أمونيا وثاني أوكسيد الكاربون لذلك يعد من أهم المواصفات لليوريا أحتوائها على ما لا يقل عن 46% نتروجين وأقل من 1% بيوريت ولا يزيد عن 0.6% فورمالديهايد وأقل من 0.3% رطوبة .



(شكل2) أ الشكل الفراغي لجزيء البيوريت، ب سمية البيوريت.الشحات 2007

أن أحتواء سماد اليوريا على البيوريت السام للنبات عند أرتفاع تركيزه عن 0.3% وتصاعد الامونيا عند ظروف التسميد بدون ري مباشر ودرجات الحرارة المرتفعة نسبياً فضلاً عن أن زيادة معدلات تحلل اليوريا يؤدي الى زيادة معدلات تكون الامونيا مما يتسبب في رفع قيمة pH التربة خاصة في الترب ذات القدرة التنظيمية المنخفضة Low buffering capacity مما يؤدي الى تطاير الامونيا الذي تسبب تراكيزه الرتفعة التهاب العيون والجهاز التنفسي والعقم عند الرجال .

أما سماد نترات الامونيوم (تحتوي على 34% نتروجين) يتم تحضيرها بتحويل الامونيا بوجود أوكسجين الهواء الجوي الى حامض نتريك عندئذ يتفاعل حامض النتريك مع كمية أضافية من الامونيا لتتكون نترات الامونيوم

$$NH_3 + O_2 \longrightarrow HNO_3$$

$$HNO_3 + NH_3 \longrightarrow NH_4\ NO_3$$

وكذلك سماد كبريتات الامونيوم (تحتوي على 21% نتروجين و 24% كبريت) التي يتم تصنيعها بتفاعل الامونيا المائيه مع حامض الكبريتيك .مما ذكرناه يتضح أن كثير من الاسمده النتروجينيه تتحول الى الامونيا أو كاتيونات الامونيوم NH_4^+ في الماء وهذا ينشط أحياء التربه المسؤولة عن عملية النترجة Nitrifying microorganisms التي تقوم بتحويل الامونيا الى نتريت ومن ثم الى نترات بعملية النترجه الاحيائيه Bionitrification والتي تنجز على مرحلتين هما :

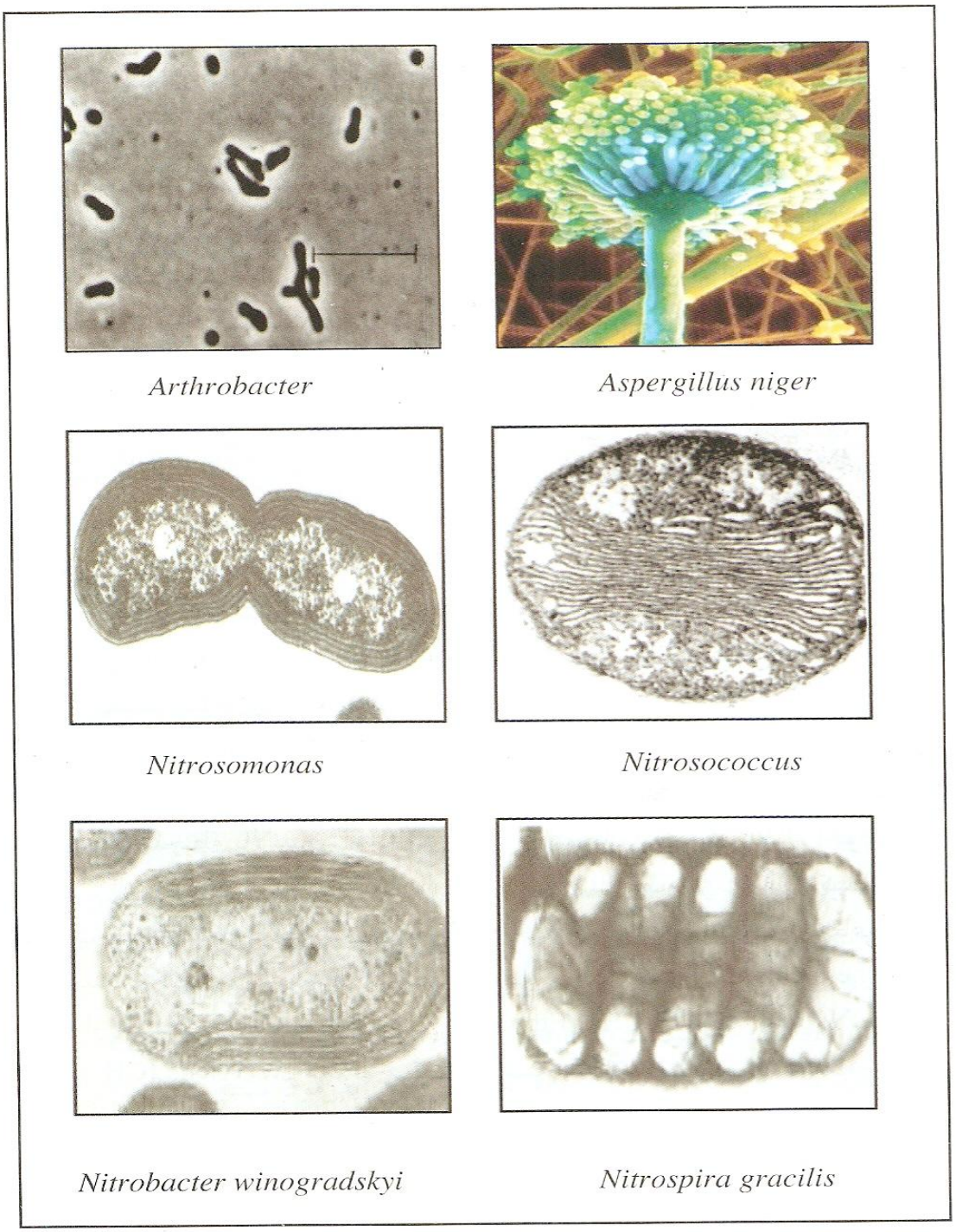
ألاولى : مرحلة أكسدة الامونيا الى نتريت Nitrosofication حيث يتم تحويل الامونيا الى هيدروكسيل أمين (NH_2OH) ثم الى حامض هايبونيتروز ($N_2H_2O_2$) بعدها يتحول الى حامض النيتروز Nitrous acid (HNO_2)

$$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow HNO_2 + 2H_2O + E$$

ألثانيه : مرحلة أكسدة النتريت الى نترات وفي هذه المرحلة يتم أكسدة حامض النيتروز الى حامض النتريك ثم تتكون النترات

$$2HNO_2 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO3 + E$$

ويقوم بهذين التفاعلين عدد من الاحياء الدقيقة (شكل3) بعض منها عضوية التغذية مثل فطر *Aspergillus niger* والبكتريا العصويه الموجبه لصبغة جرام *Arthrobacter* والبعض الاخر معدنية التغذية مثل *Nitrosomonas monocella* و *N. europaea* و *Nitrosospira* و *Nitrosococcus* و *Nitrobacter agilis* و *N. winogradskyi* و *Nitrococcus* و *Nitrospira*



(شكل 3) بعض ألأحياء الدقيقة التي تساعد في عملية النترجة.عن الشحات 2007

ونظرآ للتأثير السام للنتريت على النشاط الحيوي لاحياء التربه المسؤولة عن عملية النترجة لذا يكون معدل أكسدة النتريت الى نترات أعلى من أكسدة ألامونيا الى نتريت وبالتالي لا يحدث تراكم للنتريت في التربه . أما في المياه فأن وصول تركيز النتريت أو النترات سواء كان مصدرها ألاسمده النتروجينيه أو عملية النترجة والتي تتسرب الى المبازل أو المياه الجوفيه الى 45 جزء بالمليون أوأكثر (مايعادل 10 أجزاء بالمليون نتروجين حر) فأن تلك المياه تكون غير صالحة للشرب ، وذلك لان النترات يتم أختزالها في الامعاء الى نتريت وعندما تمتص وتكون في الدم فأنها تتفاعل مع هيموغلوبين الدم Hemoglobin الذي يتحول الى مركب ميثيموكلوبين Methemoglobin الذي يخفض قابلية

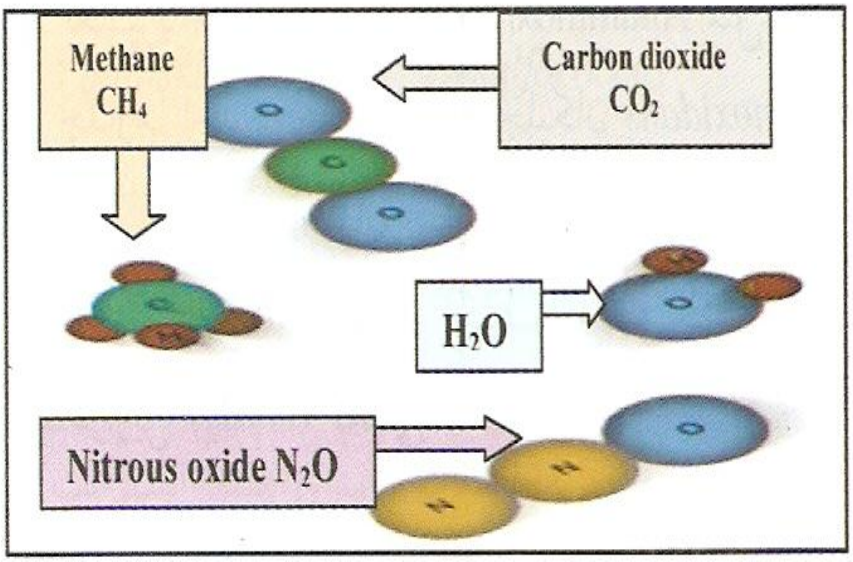
الهيموغلوبين على أستقبال الاوكسجين في الرئه مما يؤدي الى خفض معدل أنتقال ألاوكسجين بواسطة كريات الدم الحمراء الى خلايا الجسم مما يتسبب بظهور اللون الازرق على الجسم وقد تؤدي زيادة الحالة الى موت الانسجة . لذلك يراعى أن لا يزيد ما يتناوله الانسان من النترات خلال اليوم الواحد عن 200 ملغم . وقد لوحظ وجود عدد من النباتات مثل الذره الشامية Corn (*Zea mays)* والذره رفيعة الأوراق Sorghum (*Sorghum vulgare*) والسبانغ Spinach (*Spinacia oleraceae*)

والخسLettuce (*Lactuca sativa)* وحشيشة السودان Sudan grassعندما تنمو في ترب غنية بالنترات فأن جزء كبير من النترات تتجمع في أنسجتها وعندما يتم أستهلاك هذه المحاصيل بصورة مباشرة أو غير مباشرة من قبل الأنسان تؤدي الى ظهور ضرر النترات على صحته . من جانب أخر وجود النترات بكميات كبيرة في مياه الانهار وقنوات الري والبحيرات ومياه المبازل يشجع نمو الطحالب مما يؤدي الى تغير طعم المياه فضلآ عن ذلك تحلل الطحالب يؤدي الى زيادة المادة العضوية في المياه وبالتالي يزداد أستهلاك الاوكسجين من قبل الاحياء الدقيقة المسؤولة عن تحليل المادة العضوية وهذا يؤثر على الثروة السمكية . كما أن أملاح النتريت التي توجد في المياه الجوفية تتفاعل مع بعض نواتج تحلل المبيدات التي يمكن أن تتسرب وتصل الى المياه الجوفية مكونه مركبات النتروزامين Nitrosamine (R_2–N–N=O) وعند أستخدام هذه المياه فأن هذا المركب يتجمع في خلايا الجسم وعندما يصل تركيزها الى حد معين تسبب أمراضآ سرطانية .

أما في الترب الغدقه فيحدث أختزال للنترات Nitrate reduction ويتحرر النتروجين بعملية Denitrification وكما يأتي :

$$6CO_2+12KNO_2+6H_2O+E \longrightarrow C_6H_{12}O_6+12KNO_3$$
$$SO_4+3KNO_2+E \longrightarrow S+3KNO_3+H_2O$$
$$CH_3\text{-}COOH+8KNO_3 \longrightarrow 10CO_2+4N_2+6H_2O+8KOH+E$$
$$5S+6KNO_3+2H_2O \longrightarrow N_2+K_2SO_4+4KHSO_4+E$$

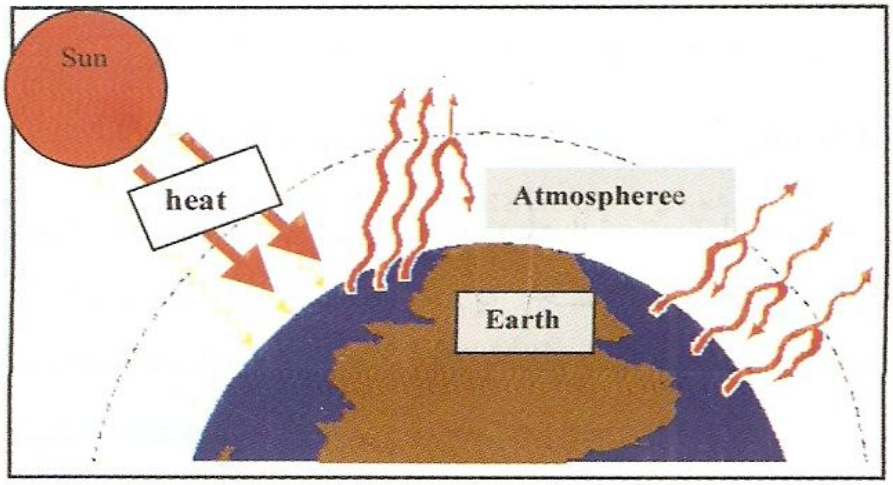
وأن النتروجين الذي يتحرر يصحبه تكوين بعض الاكاسيد النتروجينية مثل أوكسيد النتروز Nitrous oxide (N_2O) وأوكسيد النتريك Nitric oxide (NO) وثاني أوكسيد النتروجين Nitrogen dioxide (NO2) وهي مركبات غازية تتصاعد وتختلط مع هواء الطبقة السفلى من الغلاف الجوي(طبقة المناخ) Troposphere التي تمتد الى ما يقرب من 17 كم فوق سطح الأرض وهي تمثل كتلة الهواء التي تحيط بالكائنات الحيه (شكل 4) وعند أستنشاق هذه الغازات فأنها تتحول الى حامض النتريك في الرئة .



(شكل4) غازات ظاهرة ألأحتباس الحراري.الشحات2007

كما أن تساقط الأمطار في مثل هكذا مناطق يؤدي الى أكسدة هذه الغازات الى حامض النتريك الذي يؤدي الى تكون المطر الحامضي Acid rain كما أن هذه الأكاسيد تتفاعل مع الهايدروكاربونات الناتجة من مصانع البتروكيماويات مثل غاز الميثان (CH_4) وغاز الأثيلين ($CH_2=CH_2$) وغاز الأستيلين (CH=CH) مكونه مركب بروكسي أستيل نترات Proxy–acetyl nitrate الذي يؤدي الى تكوين الضباب الكيميائي Chemical fog وقد تتصاعد هذه الأكاسيد الى الطبقة الثانية من الغلاف الجوي أي طبقة Stratosphere التي تحتوي على طبقة الأوزون Ozone layer حيث تتفاعل هذه الأكاسيد مع غاز الأوزون مكونه الأوكسجين وبذلك تقلل هذه التفاعلات من سمك طبقة الأوزون وبالتالي سيؤدي ذلك الى نفاذ جرعات عالية من الأشعة فوق البنفسجيه الى الأرض والتي تتسبب بأمراض سرطانية في جلد الأنسان فضلاً عن أن زيادة أكاسيد النتروجين وخاصة أوكسيد النتروز في طبقة المناخ التي هي أحد أسباب حدوث ظاهرة الأحتباس الحراري Green house effect (شكل 5) مع كل من غاز الميثان وثاني أوكسيد الكاربون وبخار الماء .

$$2NO+O_2 \longrightarrow N_2O+O_3$$
$$NO_2+O_2 \longrightarrow NO+O_3$$



(شكل5) ظاهرة ألأحتباس الحراري.الشحات 2007

*** أضرار ألأسمدة الفوسفاتية**

تعد عملية تصنيع الأسمدة الفوسفاتية من أكثر عمليات تصنيع الأسمدة تلويثآ للبيئة بالغازات السامة التي تنتج من عمليات تفاعل صخر الفوسفات مع حامض الكبريتيك أذ يتكون غاز فلوريد الهيدروجين Hydrogen fluoride (HF) (حامض الهيدروفلوريك Hydrofluoric acid) وبنفس الوقت يتفاعل فلوريد الهيدروجين مع السيليكا الموجودة في الصخر الفوسفاتي لينتج غاز السيليكون رباعي الفلوريد Silicon tetrafluoride (SiF_4) فأذا تسرب هذان الغازان خلال عملية تصنيع السماد فأن ذلك سيؤدي الى تلوث الهواء الجوي وأن أستنشاقهما يسبب تقرحات العيون وتجمعات دمويه في الرئه مع أرتفاع درجة حرارة الجسم وعند التراكيز العاليه تحصل الوفاة .

$$CaF_2-3Ca_3(PO_4)_2+7H_2SO_4+14H_2O \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2+2H_2O+2HF$$

من جهة ثانية فأن أضافة الأسمدة الفوسفاتية يتسبب بتسرب جزء من الفوسفات مع ماء الري الى أعماق التربه ويصل الى مياه البزل والمياه الجوفيه أو الى ألأنهار والبحيرات وهذا سيشجع نمو الطحالب بغزارة وتعطي كتلة حيوية كبيرة عند تحللها أحيائيآ تزيد معدل الأحتياج من الأوكسجين الذائب في الماء وبالتالي تتأثر المجتمعات الأحيائيه المائيه ومنها الثروة السمكيه .

***أضرار المعادن الثقيلة**

ألأسمدة المعدنية عبارة عن ملح لعنصر أو أكثر ، كما تحتوي على شوائب من العناصر الثقيلة والسامة مثل الكادميوم والكروميوم والزئبق والرصاص والزرنيخ ، والتي تتراكم في التربه وأن أستمرار أضافة مثل هذه الأسمده يؤدي الى تجمع العناصر الثقيلة في أنسجة النبات كما في حالة تجمع الرصاص في أنسجة نبات الفلفل . وقد يحدث تطاير Volatilization لبعض العناصر الثقيلة الى الجو أو تحولها الى مركبات المثيل Methylation والتي تؤثر تأثيرآ شديدآ على ألأنسان والحيوان .

مما سبق يتضح بعض الجوانب السلبيه التي تحققت عن الأستخدام السيءأو المفرط أذ بدأت الآثار الضارة لاستخدام الكيميائيات في الزراعة بالظهوروبشكل واضح على صحة الإنسان وعلى البيئة مما وجه أنظار العلماء إلى تحذير الحكومات والشعوب من إن لهذه المدخلات انعكاسات سلبية عديدة ربما تظهر لاحقا كما وجهوا للتركيز على الإنتاج العضوي كمنهج يُتخذ نحو الوصول إلى غذاء ذا نوعية جيدة خالي من الأضرار على صحة الإنسان والحيوان ولا يترك

آثار سلبية على البيئة. إلا انه لا يعرف بالضبط متى ظهرت الزراعة العضوية وأغلب الباحثين يؤكدون أنها بدأت في أوربا في أربعينيات القرن العشرين ثم بدأت الحكومات بدعم وتطوير أساليب هذا النمط من الزراعة خلال العقد السادس من القرن الماضي وأصبحت حقيقة تأتي ثمارها في السبعينات والثمانينات منه حيث تأسس الاتحاد الدولي للهيئات التي تهتم بالزراعة العضوية عام 1972 وأخذت المساحة التي تزرع بنظام الزراعة العضوية بالاتساع وقد أشار تقرير منظمة الزراعة والأغذية الصادر عام 2007 إلى ان استراليا تتصدر دول العالم من حيث مساحة الأراضي التي يتبع فيها نظام الزراعة العضوية إذ بلغت 11.8 مليون هكتار تليها الأرجنتين والصين والولايات المتحدة الأمريكية بمساحة قدرها 1.6 مليون هكتار ثم إيطاليا بمساحة 1.2 مليون هكتار فالارغواي 700 ألف هكتار. وتتصدر تونس الدول العربية بأعتمادها نظام الزراعة العضوية حيث تبلغ المساحة المزروعة وفق هذا النظام 18.255 هكتار(409 مزرعة) ثم مصر بمساحة 15.000 هكتار (460 مزرعة) ثم المغرب بمساحة 11.956 هكتار (555 مزرعة) وتأتي سوريا بمساحة 74 هكتار (مزرعة واحدة) . وتشكل الأراضي المزروعة بهذا النظام ما نسبته 50% من الأراضي الزراعية في كل من استراليا وتركيا و20% في اسبانيا و15% سلوفينيا و7% في السويد وفلندا و 0.36 % في تونس و 0.19 % في مصر و 0.14 % في المغرب و 0.07 % في لبنان . وقد حظى الإنتاج العضوي بأهمية في صادرات الدول التي تعتمد نظام إنتاجي فبلغ يشكل 61% في ألمانيا و15% في أمريكا و5% في بريطانيا و4% لكل من الدنمارك وفرنسا و3% لكل من السويد وسويسرا وهولندا و2% من باقي دول العالم.

أما في العراق فلا يزال إعتماد هكذا نظام في نطاق التجارب البحثية التي بدأت منذ تسعينات القرن الماضي . حيث نفذ عدد من طلبة الدراسات العليا والباحثين تجارب حقلية على عدد من محاصيل الخضر مثل الخيار والقرنبيط والبطاطا لأثبات أمكانية التوجه بأعتماد نظام زراعة عضوي يحقق نتائج مُرضية . وفي عام 2008 أنشأت وزارة الزراعة المركز الوطني للزراعة العضوية كمركز مستقل يُعنى بدراسة أعتماد نظام الزراعة العضوية في العراق ، ألا أنه سرعان ما تم ألحاقه بدائرة البحوث الزراعية عام 2013 . وأقتصر عمله على البحوث والعمل من خلال توجيه مديريات الزراعة في المحافظات لطرق الأستفادة من المخلفات النباتية في أنتاج الأسمدة العضوية . ولا توجد أحصائية رسمية عن وجود مساحة زراعية تتبع نظام الزراعة العضوية في العراق .

مفهوم الزراعة العضوية Organic Agriculture Understandable

هي نظام زراعي متكامل يهدف لإنتاج غذاء ذات قيمة نوعية جيدة وبمواصفات صحية عالية، بالإضافة إلى إنتاج الألياف وذلك من خلال الاستغلال الأمثل للتربة مع توظيف المخلفات النباتية والحيوانية في عملية تدوير العناصر المعدنية والحفاظ على بناء التربة مبتعد كلياً عن استخدام الأسمدة المصنعة كيميائياً والمبيدات والهرمونات والفرمونات وكذلك التراكيب والسلالات المحورة وراثيا المنتجة عن طريق الهندسة الوراثية والتلاعب في الجينات في أي جزء من العملية الإنتاجية . ولا يدخل ضمن ذلك استخدام الكائنات الحية الدقيقة المفيدة التي توظف في تحسين الصفات الطبيعية والكيميائية والاحيائية للتربة ولتي يطلق عليها بالمخصبات الحيوية Biofertilizers أو ما تسمى اللقاحات الميكروبية Mycrobial Inoculants ومنها مثبتات النيتروجين الجوي تكافلياً مثل استخدام أجناس البكتريا العقدية Rhizobium spp و Brodyrhizobium و Azorhizobium و Sinorhizobium وكذلك البكتريا الخيطية Actinomycetes وأجناس

البكتريا الهوائية Azospirillum و Azotobacter وبعض أجناس البكتريا اللاهوائية مثل Bacillus–Entrobacter و Clostridium مما يعطي الفرصة للمحافظة على الاتزان البيئي ونظافة البيئة ، فضلاً عن توفير متطلبات المجتمع من الغذاء والألياف ومراعاة الجانب الاقتصادي. لذا تعد الزراعة العضوية وسيلة للتوازن الطبيعي للبيئة لجميع عناصرها ومكوناتها، ويطلق عليها أيضاً بالزراعة الطبيعية Natural Agriculture . وقد عرفت منظمة الزراعة والغذاء Food Agriculture Organization (FAO) في اجتماعها الذي عقد في شباط من عام 1969 الزراعة المستدامة بأنها: نظم الخدمة والصيانة والمحافظة على المصادر الطبيعية مع الاستفادة من تطوير وسائل التقنية الصناعية لتحقيق احتياجات الإنسان الحالية منها والمستقبلية من غذاء وألياف. وتتضمن التنمية المستدامة والمحافظة على المصادر الأرضية والمائية مع الحفاظ على المصادر الجينية النباتية منها والحيوانية لضمان عدم تدهور البيئة مع الاستفادة من التقدم التقني لتحقيق نهضة اقتصادية لتلبي احتياجات ومتطلبات المجتمع.

إن الزراعة العضوية بمفهومها العام البسيط هي عملية إنتاجية يتم فيها استخدام عناصر ووسائل إنتاج طبيعية تتواجد في البيئة ولا تعتمد على إدخال أي من المدخلات الصناعية والمصنعة كالأسمدة والمغذيات والمبيدات على اختلاف أنواعها أو البذور والتقاوي المحورة وراثياً وكذلك المواد الحافظة والمضافة واستخدام التشعيع بهدف جعل الإنتاج والمنتج بنوعية أقرب إلى الكمال والمثالية في جميع مواصفاته مما ينعكس ذلك على البيئة بدءاً من الحفاظ على محتوى التربة من العناصر المعدنية بتراكيز تفي بمتطلبات واحتياجات النباتات المزروعة وبحالة جاهزة للامتصاص على المدى الطويل ويتم ذلك عن طريق استخدام الموارد المتجددة إلى أقصى درجة ممكنة في نظم الإنتاج وتعزيز الدور الاحيائي الطبيعي داخل النظام الزراعي مما يضفي على البيئة توازن بين مختلف أنشطة الإنتاج الزراعي. ومما يجدر الإشارة إليه ان معظم معايير الانتاج العضوي الزراعي تلزم ببرامج متوازنة موضوعة بدقة متناهية.

إن فهم آلية التداخل بين التركيب الوراثي وعوامل المحيط الخارجي في التأثير على بناء خلايا النبات وإنتاجه يعطي تصوراً حقيقياً عن ماهية الفروق بين محصول يتم إنتاجه من خلال نظام الزراعة العضوية وآخر يتم إنتاجه عن طريق الزراعة الأعتيادية واستخدام المخصبات الكيميائية المصنعة، فالعنصر المعدني الضروري هو ذلك العنصر الذي يحتاجه النبات لإكمال دورة حياته ويدخل مباشرة في تغذيته ولا يمكن أن يحل محله عنصر آخر سواء كان أحد مكونات المركبات العضوية أو كمساعد أنزيمي وأن تسميته بالعنصر المعدني الضروري لا تعتمد على كميته التي يحتاجها النبات منه بل على دور فعالية العنصر، أما العنصر المعدني غير الضروري فقد يكون مساعد و منشط لبعض العمليات الحيوية في النبات وإن وفرة هذا العنصر تحسن الانتاج ، بينما عدم توفره فقد يخفض الإنتاج وهنا يأتي دور إمكانية الإحلال بين تلك العناصر وقد يلعب التركيب الوراثي دوراً مهماً في تغيير الاعتماد على ذلك العنصر البديل والذي يكون في نظام الزراعة التقليدية من خلال التراكيب الوراثية التي يتم التلاعب في بعض مواقع جيناتها فيعمل على إلغاء الأثر المثبط أو المحدد للأنتاجية، وقد يكون لهذا الجين تأثير آخر غير معروف مثل زيادة مواد هرمونية أو تقليل مركبات فينولية أو إضافة تراكيب خلوية غير معروفة الأثر على المستهلك ويمكن إجمال الفروق بين الزراعة العضوية والزراعة الأعتيادية بالآتي:

الزراعة الأعتيادية	الزراعة العضوية
1- تعتمد اعتمادا كليا على استخدام الكيميائيات وجميع أنواع الهرمونات والفرمونات والتراكيب الوراثية المحورة وراثياً في العملية الإنتاجية لتحسين الإنتاج.	* تعتمد المدخلات الطبيعية التي تتوفر في البيئة وتقلل إلى حد كبير المدخلات الكيميائية في العملية الإنتاجية.
2- الإفراط في إضافة الكيميائيات لاثراء التربة بالعناصر الغذائية المعدنية يؤدي إلى تسرب الفائض منها إلى المياه الجوفية ومياه المسطحات مما يسبب تدهور نوعيتها ويتطلب أساليب معقدة لمعالجتها.	* تستخدم المخلفات العضوية في العملية الإنتاجية ليس لها تأثير سلبي بل ربما يكون لها تأثير محسن لتركيب وبناء التربة.
3- زيادة تراكيز الأملاح للإضافات السمادية يقلل نشاط الأحياء النافعة مما ينعكس سلباً على نمو النبات.	* زيادة المادة العضوية ينشط الفعل الحيوي للأحياء الدقيقة للتربة مما ينعكس إيجابيا على المجموع الجذري.
4- يكون استهلاك الطاقة عالياً سواءً كان بصورة مباشرة في العملية الإنتاجية أو بصورة غير مباشرة لإنتاج الأسمدة والمبيدات عالي.	* تصل نسبة خفض استهلاك الطاقة إلى 60% مقارنة بالزراعة الأعتيادية في العملية الإنتاجية.
5- إضافة إلى ما تضيفه من تلوث بيئي هناك المخلفات الكيميائية الصلبة التي تنتجها مصانع الأسمدة والكيميائية وعمليات التعبئة يصعب التخلص منها وأغلبها مواد مسرطنة.	* يتم تخليص البيئة من تراكم المخلفات العضوية باعتماد نظام الزراعة العضوية وذلك من خلال تحلل تلك المخلفات واعتمادها جزءً من وسط الزراعة.
6- الأراضي غير المستصلحة لا يمكن استغلالها إلا بعد إجراء عمليات الاستصلاح لها.	* يمكن استغلال مساحات من الأراضي غير صالحة للزراعة وذلك بالزراعة في أوساط عضوية.
7- قلة محتوى التربة من المادة العضوية يقلل من التنوع الاحيائي فيها مما يقلل من تثبيت الكربون المنبعث كأول وأكسيد الكربون السام.	* تسهم في التقليل من انبعاث غاز أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون من الحقول بنسبة تتراوح بين 15-28% مقارنة بالزراعة الأعتيادية.
8- الإنتاج يحتوي على مخلفات وبقايا المواد الكيميائية المستعملة والتي غالباً ما تكون ذات مقاومة عالية للتحلل مما يسبب تراكمها في الغذاء وتشكل خطراً على الصحة العامة.	* الإنتاج خالي من التلوث بالمعادن والمواد الكيميائية وتم أنتاجه بعناصر طبيعية وهو أمن صحياً ويحتوي على مركبات مضادة للسرطان بمعدل يزيد 50% عن المحاصيل المنتجة بالزراعة الأعتيادية.

فالزراعة العضوية ليست مجرد عملية فلاحة فقط وذلك كونها محددة بأنظمة وقوانين إنتاج وعمل وتسويق وأدارة مزرعية ، حيث وضعت عديد من الحكومات أنظمة وقوانين ومعايير تنظم الزراعة العضوية وتحدد ما هو المنتج العضوي ، وتضمن نوعية ذلك المنتج وحماية المستهلك في الحصول على منتجات عضوية حقيقية . ومن هذه القوانين والأنظمة نذكر أشهرها :

1- القانون الأوربي **الخاص بالأنتاج النباتي** 91 / 2092 الذي صدر في حزيران 1991 ، **والخاص بالأنتاج الحيواني** 1999 / 1804 الذي صدر في عام 1999 وهذان القانونان تحكم مباشرة العمليات الخاصة بالأنتاج والتداول للمنتجات العضوية في السوق أو الدول المصدرة لمنتجاتها الى دول السوق الأوربية.

2- القانون الأمريكي National organic program (NOP) يحكم العمليات الخاصة بالأنتاج والتداول للمنتجات العضوية في الولايات المتحدة الأمريكية والمنتجات المصدرة للسوق الأوربية . صدر في 2002 .

3- القانون الياباني Japanese Agricultural Standard (JAS) يحكم العمليات العضوية في اليابان أو المنتجات المصدرة الى اليابان . صدر في 2001 .

القانون الأوربي للزراعة العضوية

يعد من أشهر القوانين التي تنظم عملية أنتاج وتداول المنتجات العضوية . صدر في 24 / حزيران / 1991 وتم نشره في الجريدة الرسمية للأتحاد الأوربي في العدد 198 (Official Journal 198/1991) وتم أصدار العديد من التعديلات لهذا القانون أهمها الذي صدر في 28 / حزيران / 2007 وتم نشره في ذات الجريدة في العدد 189 لسنة 2007 ، حيث تم تغيير رقم القانون الخاص بالأنتاج النباتي من 2092/91 الى 834/2007 (EC 834/2007) . وأصبح تطبيقه أجبارياً أعتباراً من الأول من كانون الثاني من العام 2009 . وهو قانون ينظم عملية أنتاج وتداول المنتجات العضوية الغذائية فقط ، وينص على :

1- يجب أختيار الأرض التي ستزرع بالمحاصيل بعناية بحيث تكون بعيدة عن مصادر التلوث المختلفة ، كما يوجب مدة 36 شهراً كحد أدنى لتحول الأرض من الأنتاج الأعتيادي الى الأنتاج العضوي في المحاصيل المعمرة وأشجار الفاكهه وبمدة 24 شهراً كحد أدنى في حالة المحاصيل الموسمية .

2- أعتماد المزرعة على نظام مغلق قدر الإمكان في مراحل الأنتاج ، وتقليل المدخلات التي يتم أستخدامها من خارج المزرعة بدءً من التقاوي والشتلات فالأسمدة التي يفضل أن تكون مجهزة من المتبقيات النباتية ومخلفات الحيوانات الخاصة بالمزرعة والتي تكون قد تحللت بصورة جيدة ، وكذلك بالنسبة للمواد المستخدمة في وقاية المزروعات من الأفات المختلفة وأعتماد العمليات الزراعية التي تساعد في ذلك .

3- أعتماد مراحل تجهيز وتعبئة تقلل من تلوث المنتج بالكيميائيات وعدم الخلط بين المنتجات العضوية والمنتجات للزراعة الأعتيادية ، فضلاً عن عدم أستخدام أي إضافات أثناء عملية التجهيز واالتعبئة للمنتج .

أما أهم الدول العربية التي نظمت قطاع الزراعة العضوية فهي جمهورية تونس ذات التجربة الرائدة حيث صدر القانون / 30 / للفلاحة البيولوجية في نيسان 1999 وحقق قفزة نوعية خلال الفترة المنصرمة . فضلاً عن ذلك هناك محاولات للزراعة العضوية في كل من جمهورية مصر والجمهورية العربية السورية والمملكة العربية السعودية . أما في العراق فقد

أقتصر الأمر على تأسيس المركز الوطني للزراعة العضوية عام 2008 والذي يُعنى بأعتماد الزراعة بدون مواد كيميائية من أسمدة ومبيدات والأقتصار على أستخدام مواد صديقة للبيئة .

الإنتـاج العضـوي

هو ذلك المنتج الغذائي الذي يُزرع ويُنتج ويُصنع بطرق نظيفة وأمنة مع مراعاة التوازن الطبيعي ودون الأخلال بالنظام البيئي والذي يتحقق بعد مدة تحول تمتد من 24- 36 شهر من بدء تطبيق نظام الزراعة العضوية ، أويكون بدون مدة تحول في حالة الأراضي البكر التي لم تزرع من قبل ، أو في حالة الأراضي التي تركت مدة ثلاث سنوات بدون إضافة الأسمدة المعدنية والمبيدات الكيميائية التي تضر بصحة الأنسان والبيئة ، وقد أستثنى هذا النظام قائمة محددة من الأسمدة والكيميائيات التي يمكن أستخدامها في زراعة وتصنيع الأغذية العضوية ، والتي يجب أن يكون مصدرها خاضع للفحص الدوري حتى يُعطى المنتج شهادة (منتج عضوي Organic) . فهو نظام حديث يمتهن الأستمرار والأستدامة لإنتاج الغذاء الأمن صحياً والخالي من الملوثات وفي نفس الوقت يحافظ على خصوبة التربة على المدى الطويل من خلال الأستخدام الأمثل لمصادر الأرض المحدودة والمتاحة ، فالإنتاج العضوي ليس عودة إلى الوراء من خلال استخدام طرق الزراعة الأعتيادية أنما هو منتج متوافق مع التطور المستمر في علوم البيئة، الكيمياء الحيوية، فسيولوجيا النبات، تربية النبات وتصميم الآلات . إن شروط الزراعة العضوية لاتنطوي على مجرد أمكانية تحسين مظهر أو طعم الغذاء المنتج ليصبح منتجاً عضوياً ، أنما هي العملية المستدامة للمراقبة والسيطرة الدقيقة على جميع العمليات الزراعية بدءً من زراعة النبات أو تربية الحيوان وحتى تسويق الأنتاج الى المستهلك . ومن شروط الإنتاج العضوي :

1- وضع خطة لدورة زراعية للمحاصيل التي تزرع لمساحة معينة ولمدة زمنية معينة.

2- استخدام السماد العضوي والمواد العضوية المتخمره هوائياً Compost.

3- تعظيم إعادة تدوير العناصر المعدنية.

4- المحافظة على تركيب وخصوبة التربة.

5- الزراعة الميكانيكية.

6- استخدام الطرق الطبيعية لمقاومة الآفات والأمراض.

7- تشجيع وتعزيز الدورات الاحيائية داخل النظام الزراعي وهذا يتضمن الكائنات الحية الدقيقة والحياة النباتية والحيوانية داخل التربة إضافة إلى النباتات والحيوانات.

8- تطوير نظام بيئي مائي دائم خالي من التلوث والملوثات.

9- إيجاد توازن متناسب بين الإنتاج النباتي وتربية الحيوانات.

10- إنتاج غذاء ذي جودة عالية وبكمية كافية لمنع حصول أزمة غذاء.

وقد وضعت معايير قياسية دولية International standards لتحكم أنتاج وتداول المنتجات العضوية ، وهذه المعايير هي عبارة عن أتفاقيات موثقة تحتوي خصوصيات وتفاصيل فنية أو معايير دقيقة أخرى يتم أستعمالها بأستمرار كقواعد أو تعليمات أوتعاريف ، لضمان أن المواد أو المنتجات أو العمليات التصنيعية أو الخدمات تلائم الغاية المنشودة

، وتعد المقاييس بمثابة لغة التعامل في أي قطاع تجاري في الوقت الحاضر والتي يقودها ويوجهها السوق والتي تحتاج الى التحديث المستمر . وهذه المقاييس على نوعان :

عامة :- وهي بمثابة توجيهات دولية حول أنتاج وتصنيع الأغذية العضوية ومنحها شهادة المطابقة وتسويقها ، وتهدف الى أرشاد المنتجين وحماية المستهلك من التضليل والتدليس . وتعد بمثابة الحد الأدنى من المتطلبات التي يجب أن تتوفر عند الأنتاج ليكون المنتج أو الخدمة عضوية . ومثال عليها المقاييس الصادرة عن لجنة الدستور الغذائي بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية .

خاصة :- وهي تمثل العايير الأساسية الخاصة بالأنتاج والتصنيع العضوي (IBS) التي أصدرها الأتحاد الدولي لحركة الزراعة العضوية International Federation of Agriculture Movements (IFAM) وتتضمن أهم التوجيهات الدولية الخاصة .

وقد أصدر العديد من الدول معايير قياسية تحكم نظام الزراعة العضوية نذكر منها :

1- المعايير القياسية للأتحاد الدولي لحركة الزراعة العضوية IFOAM وهي معايير قياسية تحكم الأنتاج والتداول للمنتجات العضوية .

2- معايير وضعها الأتحاد الدولي لحركة الزراعة العضوية IFOAM وأرشادات هيئة الدستور الغذائي Alimentarius Codex وفيها أرشادات للحكومات لعمل قوانين خاصة بسلامة الغذاء والزراعة العضوية .

3- المعايير القياسية لشركة Natur Land تحكم المنتجات العضوية التي تحمل شعار هذه الشركة للتسوق الأوربي .

4- المعايير القياسية لشركة Bio Suisse وهي تحكم المنتجات العضوية التي تحكم شعار هذه الشركة للتسوق الأوربي.

ففي كل الدول التي تنتهج نظام الزراعة العضوي يوجد جهاز مسؤول عن أصدار الشروط والقوانين التي تعنى بتطبيق أنظمة ومعايير الزراعة العضوية وفق المحددات والقوانين الخاصة بها وتطبيقها بشكل يضمن توازناً بيئياً مستداماً . فمنذ عام 1980 بدءت العديد من المنظمات في العالم تناشد بالتوجه نحو أنتاج غذاء صحي خالي من أثار الملوثات المعدنية ، ووضعت في حينها أساساً بسيطة في مجال الأسمدة والمبيدات التي يُسمح بأستعمالها . والتي يمكن أن نذكر بعض منها ، بعدها تم تطوير هذه الشروط حسب متطلبات تطور العلوم التي تخدم المجتمع ، ويمكننا أن نتعرف على نموذج من تلك الشروط لبعض الدول :

<u>شروط الأتحاد الأوربي للفلاحين والمزارعين (LEC 1998)</u>

1- المحافظة على الموجودات الطبيعية وعدم تلويثها أو التأثير الضار فيها والمحافظة على موجودات الحياة البرية مثل المروج الخضراء والغابات وأراضي الأعشاب والبحيرات والأنهار والجداول .

2- الحفاظ على النوع النباتي وعدم أستغلاله عشوائياً فيؤدي الى أنقراضه مثل الأشجار والشجيرات والنباتات البرية .

3- السيطرة على الرعي الجائر في المناطق العشبية الذي يؤدي الى أزالة الغطاء النباتي .

4- مراعاة الضوابط عند أستعمال المخلفات العضوية الزراعية النباتية والحيوانية .

شروط وقوانين وزارة الزراعة والغذاء والسمك البريطانية (خاصة بالفلاحين والزارعين في بريطانيا)

1- يجب المحافظة على التسميد وزيادة الفعالية الحيوية في التربة بزراعة النباتات البقولية وأستعمال الأسمدة الخضراء ومخلفات الغابات أو النباتات من خلال برامج محكمة لدورات زراعية موسمية لتوحيد التربة مع المادة العضوية .

2- أنتاج المادة العضوية ضمن محددات وقوانين نظم الزراعة العضوية وليس من خلال نظم الزراعة الأعتيادية .

3- لضمان التغذية الكاملة للتربة وسدها لمتطلبات النباتات وحاجتها من العناصر يجب تجهيزها ببعض أنواع الأسمدة العضوية والأسمدة ذات الأصل الطبيعي غير المصنع .

4- يراعى في حماية النباتات من مهاجمة الأفات الزراعية والحشرات والأمراض والأدغال أستبعاد أو تجنب اللجوء الى المبيدات ذات الأصل المعدني والأستعانة الكاملة بنظام المكافحة المتكاملة (IPM) الذي يتضمن أستعمال أسلوب المكافحة الطبيعية والزراعية والميكانيكية والأحيائية في أن واحد ، وهو الحل الأمثل للمشاكل التي قد تواجه النبات خلال الموسم الزراعي ، وتفادي تهيئة الظروف الملائمة لنمو وتطور تلك الأفات .

5- توفير التقنيات اللازمة لتحويل الترب المنتجة تحت أنظمة الزراعة الأعتيادية الى ترب منتجة تحت أنظمة الزراعة العضوية وذلك للمساعدة على تخليص الترب من أي ترسبات ملوثة للغذاء المنتج فيها .

6- الأهتمام بمحتوى الترب المنتجة تحت أنظمة الزراعة الأعتيادية من الملوثات وزراعة النباتات الحولية أو الأعشاب لمدة معينة من الزمن للتأكد من خلوها من تلك الملوثات المعدنية لتصبح بعد ذلك جاهزة للأنتاج ضمن محددات وقوانين الأنظمة العضوية .

إن المستهلك يهتم بالقيمة الغذائية بشكل أكبر من أهتمامه بمدة صلاحية المنتج للحفظ والتخزين كما أنه يهتم بدرجة أقل من ناحية أحتواء المنتج على بقايا المبيدات والطعم واللون والمحتوى من الدهون إضافة إلى المحتوى من البروتينات والعناصر الأخرى. ويوضح الجدول التالي مقارنة في محتوى الخضر والفاكهة من بقايا المبيدات في منتج من زراعة عضوية وآخر من زراعة أعتيادية.

عام الإنتاج	خضر وفواكه إنتاج زراعة عضوية							خضر وفواكه إنتاج زراعة أعتيادية						
	عدد العينات	خالية		اقل من الحد المسموح به		اكبر من الحد المسموح به		عدد العينات	خالية		اقل من الحد المسموح به		اكبر من الحد المسموح به	
		عدد	%	عدد	%	عدد	%		عدد	%	عدد	%	عدد	%
1981	43	42	98	1	2	0	0	484	222	46	249	51	13	3
1984	108	100	93	7	6	1	1	383	180	47	191	50	12	3
1985	43	37	68	6	11	0	0	456	244	53	200	44	12	3

أقل من الحد المسموح به (أقل من 0.01 ملغم/كغم) اي يوجد بكميات قليلة جداً.المصدر: العدد (1986) Reinhard and wolff.

أهداف الزراعة العضوية

تهدف الزراعة العضوية إلى احداث تغيرات تظهر تأثيراتها على المدى المتوسط وأخرى طويلة الأجل للتداخلات الزراعية على النظم البيئية الزراعية، وهذا النمط الزراعي يسعى إلى انتاج أغذية عضوية مع إيجاد توازن بيئي لتلافي مشاكل خصوبة التربة والآفات الزراعية، فالتنمية الزراعية ليست مجرد زيادة في المردود الاقتصادي لقطعة من الأرض على حساب أنهاك خصوبة التربة وإخراجها من دائرة الاستعمال الزراعي في المستقبل نتيجة الاستعمال المفرط للمواد الكيميائية المصنعة في العملية الإنتاجية ، إنما هي تنمية مستدامة Sustainable Development تتحقق ضمن خطط وأساليب علمية تأخذ بالحسبان مصير الغلاف الحيوي Biosphere بمكوناته الحية وغير الحية حيث تتركز الحياة وتعيش المجتمعات تحت وطأة التلوث في الوقت الراهن.

لقد أظهرت نتائج الدراسات في السنوات الأخيرة تزايد الأضرار التي تلحق بالأنسان نتيجة الأستعمال الواسع للكيميائيات في الأنتاج الزراعي بشقية النباتي والحيواني في الأنظمة التي تعتمد الزراعة الأعتيادية ، خصوصاً الأثار السمية وأحتمال وجود أثار مسببة للأورام السرطانية كمركبات النترات والنتريت والفوسفات وغيرها . فألى جانب ما يحتويه ذلك الأنتاج من عناصر غذائية ضرورية للأنسان فأن بعض منه يحتوي على مركبات ضارة هي من بقايا الأسمدة والمبيدات الكيميائية . وقد عدت النترات من الملوثات الخطرة على صحة الأنسان وحددت وزارة الزراعة والغذاء والسمك البريطانية (MAFF) الحد الحرج من النترات في ماء الشرب ب 10 جزء بالمليون ، وحدد الأتحاد الأوربي الحد المسموح به من النترات في الخضر بين 25- 30 ملغم / كغم في الوزن الطري . لذلك بدأ أعتماد أسلوب الزراعة العضوية كواحد من التدابير التي يتم من خلالها إستعادة القدرة الطبيعية للنظم البيئية ، والتي منها تعزيز قوام التربة وأحتفاظها بالمغذيات إضافة إلى قلة تلوث المياه السطحية والجوفية وخفض الاحتباس الحراري ، وذلك من خلال القدرة على أستيعاب الكاربون في التربة . أن الأساس في البحث عن أسلوب جديد لزراعة آمنة هو الخروج من المشاكل البيئية التي ترتبت على أستخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات المصنعة في الزراعة وما تبع ذلك من فساد بيئي ومخاطر صحية كبيرة فكانت النتيجة هو ما أتُفق على تسميته بالزراعة النظيفة والتي تم تعريفها على أنها:

نظام إنتاجي زراعي أقتصادي أجتماعي بيئي متكامل يتمشى مع الأسس التاريخية التي أتبعها الإنسان في الزراعة على مر التاريخ ، وتأكد خلالها بأنها أسلوب يحمل صفة التواصل أو الاستدامة . ويمكن إجمال أهداف الزراعة العضوية من خلال وضعها في ثلاثة أقسام رئيسية وكما يلي:

أولاً: أهداف اجتماعية وتتضمن:

1- إنتاج غذاء ذا قيمة غذائية جيدة ومواصفات صحية عالية.

2- الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة في العملية الإنتاجية.

3- توفير المتطلبات والاحتياجات المحلية.

4- احترام الثقافة المحلية من خلال الحفاظ على الطعم والنكهة والجودة المميزة للإنتاج المحلي.

ثانياً: أهداف اقتصادية وتتضمن:

1- توفير ظروف عمل جيدة.

2- ضمان تجارة عادلة لنوعية المنتج.

3- استثمار منخفض لقلة رأس المال المطلوب في العملية الإنتاجية.

4- ثبات وجودة الإنتاج مما يزيد من قيمة الإنتاج.

5- تقليل المدخلات الخارجية في العملية الإنتاجية مما يوفر الكلف.

ثالثاً: أهداف بيئية وتتضمن:

1- ضمان عدم حدوث تلوث بالمواد الكيميائية.

2- تقليل انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون من الحقول الزراعية.

3- ضمان المحافظة على خصوبة التربة.

4- عدم وجود تلوث للمياه السطحية والجوفية بالكيميائيات.

5- تقليل ظاهرة ارتفاع درجة حرارة الأرض (الاحتباس الحراريGlobule warming).

6- تنوع طبيعي للأحياء مما يحافظ على الاتزان البيئي.

7- تربية حيوانات صديقة للبيئة.

8- المحافظة على الموارد الطبيعية.

وتعد مشكلة التلوث بالنترات التي تتخلف عن التسميد ذات أهمية قصوى لتأثيرها الخطير على صحة الإنسان والحيوان وتعتبر الخضراوات المصدر الأهم كونها تزود الإنسان بـ80% من النترات التي يأخذها بينما يحصل على 10% من المياه و10% من مصادر غذائية أخرى، ويأتي أثر النترات على الصحة نتيجة تحولها إلى نتريت عند عملية الطهي والتي بدورها يمكن أن ترتبط بمركبات أمينية مكونة مواد مسببة لأمراض سرطانية، وأن امتصاص النترات واستخدامها داخل النبات تتأثر بعوامل عدة منها التركيب الوراثي للنبات ومعدل إضافة الأسمدة النتروجينية إلى التربة، وتشير الدراسات إلى انخفاض نسبة النترات في الخضراوات المنتجة عن طريق نظام الزراعة العضويةOrganic Farming مقارنة بمثيلتها المنتجة بالزراعة الأعتياديةConventional Farming، وقد يكون لنواتج تحلل الأسمدة العضوية في التربة الدور المهم في توفير المغذيات بصورة مناسبة مما يقلل من تراكيز النترات في الحاصل، هذا فقط من جانب تأثير النترات في الحاصل ناهيك عما تتركه من آثار سلبية في البيئة والتي تنعكس آثارها على جميع أوجه وفعاليات الأحياء في النظام البيئي . كما وجد نتيجة الأبحاث المختلفة على عينات من الغذاء أنها تحتوي على بقايا من المبيدات وبنسب أعلى من الحد المسموح به والمعلومات المتوفرة قليلة عن تأثير هذه المواد على المدى الطويل والسمية التي تسببها خاصة في الحالات التي يتم فيها خلط أكثر من مبيد عند مكافحة الأفات المستعصية .

الفوائد البيئية للزراعة العضوية

تُعد أكثر التغايرات التي تلاحظ في البيئة على إنها حصلت منذ أمد بعيد وحدثت ببطء مع مرور الوقت . ونظام الزراعة العضوية يدرس مثل هذه التأثيرات على المدى المتوسط والطويل الأمد وذلك لأرتباط النظم الزراعية مع النظم البيئية في إنتاج الغذاء مع الحفاظ على التوازن البيئي وتلافي مشكلة أنخفاض خصوبة التربة وأنتشار الآفات ، حيث تتخذ الزراعة

العضوية منهجاً أستباقيا لوضع التصورات الملائمة في مواجهة ومعالجة المشاكل بعد ظهورها. وليكون التصور أكثر وضوحاً للمجالات المختلفة.

1- التربة: يعتمد نظام الزراعة العضوية الدورات الزراعية للمحاصيل أساساً للحفاظ وتقويم بناء التربة كما توجد ارتباطات تكافلية مع محاصيل التغطية والأسمدة العضوية إذ انها تشجع حيوانات ونباتات التربة وهذا من شأنه يؤدي إلى تحسين من تكوين التربة وقوامها وإقامة نظم أكثر استقراراً وبالمقابل يزداد تدوير المغذيات والطاقة وخصائص التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالمغذيات وزيادة قابليتها على مسك الماء ويمكن أن تطلع تقنيات الإدارة بدور هام في مكافحة تعرية التربة وبالتالي يتناقص الوقت الذي يمكن أن تكون فيه التربة عرضة للتعرية ومن جانب آخر يزداد التنوع الاحيائي للتربة مما يقلل من خسائر المغذيات ويساعد على المحافظة على إنتاجية التربة ويعززها. كل ذلك يتم تعويضه من الموارد المتجددة من المزرعة عدا في بعض الأحيان تحتاج الترب العضوية لتعويض تكميلي بالبوتاس والفوسفات والكالسيوم والمغنيسيوم والعناصر النادرة من مصادر خارجية.

2- المياه: تعد مشكلة تلوث المياه بالأسمدة الكيميائية المصنعة وبالمبيدات كبيرة وخطرة جداً في كثير من المناطق الزراعية ونظراً لأن استخدام هذه المواد محظور في الزراعة العضوية فإنها تستبدل بالأسمدة العضوية مثل روث الحيوانات والسماد الأخضر، ونتيجة للتنوع الحيوي الذي يعتمد في الزراعة العضوية من حيث الأصناف المزروعة والغطاء النباتي الدائم وتعزيز قوام التربة واتباع نظام الإدارة الجيدة سينعكس ذلك على احتفاظ التربة بالمغذيات وخفض كبير في مخاطر تلوث المياه الجوفية.

3- الهواء: تعمل الزراعة العضوية على التقليل من استخدام الطاقة من المصادر غير المتجددة وذلك لأنها تخفض الاحتياجات من الكيميائيات التي يتطلب إنتاجها صرف كميات كبيرة من الطاقة المعتمدة على الوقود الاحفوري. كما تسهم الزراعة العضوية في التقليل من تأثيرات الاحتباس الحراري Globule warming effects وذلك من خلال قدرتها على استيعاب الكاربون في التربة كما يزيد الكثير من أساليب الإدارة التي تتبع في نظام الزراعة العضوية مثل تقليل الحراثة إلى أدنى حد ممكن وزيادة إدخال المحاصيل البقولية المثبتة للنتروجين في الدورة الزراعية مما يساعد في عودة الكاربون إلى التربة والذي يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتوفير ظروف ملائمة لتخزين الكربون.

إن الأنشطة الزراعية تعد مسؤولة عن ثلث ما تتعرض له الكرة الأرضية من حرارة وتغير في المناخ حيث أن 25% من الغازات المنبعثة والمتسببة بظاهرة الاحتباس الحراري World warming phenomena تأتي من المصادر الزراعية وبصورة خاصة من إزالة الغابات للتوسع في إنتاج المحاصيل الزراعية حيث تم تحويل ما يقرب من نصف غابات النباتات عريضة الأوراق في المناطق المعتدلة والاستوائية وتحت الاستوائية، وثلث مساحة النباتات العشبية والشجيرات في المناطق المعتدلة التي تعد موطناً مهما للأصول البرية تحولت إلى أراضي زراعية منتجة، كما تم تجفيف نصف مساحة المناطق الرطبة في العالم وهي بيئات بالغة الأهمية للأحياء المائية وحولت إلى مناطق زراعية، إضافة إلى ذلك الغازات المنبعثة من حقول الرز المغمورة بالمياه والناتجة عن إحراق المخلفات النباتية أو الحيوانية.

4- التنوع الأحيائي: لقد شكلت بعض الأساليب والنظم الزراعية المتبعة خطراً لا يستهان به على البيئة والتنوع الاحيائي. فقد شهدت ستينات القرن الماضي بزوغ ما اصطلح على تسميته بالزراعة المركزة أو الكثيفةIntensive agriculture التي تهدف للحصول على أكبر كمية من الإنتاج عن طريق استخدام نوع واحد أو أنواع محدودة من الحاصلات الزراعية

وزراعتها بمساحات شاسعة مع استخدام واسع للكيميائيات الزراعية قد يكون مبالغ فيه أحياناً ، مع تجاهل كبير للبيئة وسلامة مكوناتها والتوازن البيئي مما حقق إنتاجاً مرتفعاً من المحاصيل الزراعية إلا انه تسبب في تدهور حاد للبيئة وعناصرها . وتقدر المساحة المزروعة حسب نظام الزراعة الكثيفة بما يزيد عن ثلث المساحة الزراعية في العالم. ومن جانب آخر توفر التكنولوجيا الحيوية أدوات فعالة لتحقيق التنمية المستدامة لقطاعات الزراعة والغابات ومصائد الأسماك وصناعة ألأغذية حيث يساهم الإدماج على نحو ملائم في تلبية احتياجات الأعداد المتنامية من السكان الذي يتزايد وجودهم في المدن خلال هذه الألفية ، وهناك طائفة واسعة من التقنيات الحياتية ذات تقنيات وتطبيقات مختلفة.

فالتقانات الحياتية هي أي تطبيقات تستخدم النظم الاحيائية والكائنات الحية أو مشتقاتها لصنع أو تحوير المنتجات أو العمليات من أجل استخدامات معينة. وهذا التعريف يغطي بمعناه الواسع الكثير من الأدوات والتقنيات التي أصبحت مألوفة في نطاق الإنتاج الزراعي والغذائي. أما بمعناه الضيق الذي لا يراعي سوى تقنيات الـDNA الجديدة، والأحياء الجزيئية وتطبيقات الإكثار خارج الجسم الحي فيغطي طائفة من التقانات المختلفة مثل معالجة الجينات ونقلها وتحنيط الـ DNA واستنساخ النباتات والحيوانات.أن الكائنات المحورة جينيا باتت موضوع جدل شديد ومشحون بالانفعالات في بعض الأحيان، علما ان منظمة الأغذية والزراعة على يقين من أن الهندسة الوراثية لها من الإمكانيات التي تسهم في زيادة الإنتاج والإنتاجية في القطاعات الزراعية وزيادة غلة الأراضي غير المنتجة في البلدان التي يتعذر عليها الآن إنتاج ما يكفي من غذاء لتلبية حاجة سكانها وهناك أمثلة بالفعل على ما أسهمت به الهندسة الوراثية في خفض نقل الأمراض البشرية والحيوانية بفضل أمصال التطعيم. كذلك إنتاج الرز المحور جينياً ليحتوي على Provitamin A (كاروتين بيتا) والحديد مما يؤدي إلى تحسين الحالة الصحية في الكثير من المجتمعات ذات الدخل المنخفض. وهناك طرق تقانات أحيائية أخرى أسفرت عن كائنات تحسن من نوعية الأغذية وتماسكها مثل الأحياء المستخدمة في تطهير بقع النفط وإزالة المعادن الثقيلة من النظم البيئية الهشة كما استنبطت زراعة الأنسجة أصناف نباتات تساهم في زيادة الإنتاجية. لذلك يتجه العلماء إلى دراسة طرق بحثية جديدة يمكن أن تساعد على صيانة وتوصيف التنوع الحيوي وتهيئ هذه التقنيات الجديدة للباحثين القدرة على التعرف على مواضيع السمات الكمية واستهدافها مما يزيد من كفاءة نظم تربية النبات فيما يتصل ببعض المشكلات الزراعية التقليدية مثل مقاومة الجفاف ومنظومات الجذور المحسنة. وتدرك منظمة الزراعة والأغذية مشاعر القلق إزاء المخاطر المحتملة التي تشكلها جوانب محددة من التقانات الحيوية والتي تقسم إلى فئتين أساسيتين من المخاطر هما:

الأولى: تأثيراتها على صحة الإنسان والحيوان، **والثانية:** الانعكاسات على البيئة.

ولابد من توخي الحذر لتقليل مخاطر نقل السميات من شكل إلى آخر من أشكال الحياة. وخلق سميات جديدة أو نقل المركبات المثيرة للحساسية من نوع إلى آخر مما قد يتسبب في ردود فعل غير منتظرة من ناحية الحساسية، كما هناك مخاطر تهدد البيئة منها إمكانية التهجين التي قد تؤدي إلى استحداث مثلاً حشائش أكثر انتشاراً أو أحياء برية أكثر مقاومة للأمراض أو الإجهاد البيئي مما يخل بالتوازن في النظام البيئي كما يحدث فقدان التنوع الاحيائي من جراء أحلال عدد صغير من النباتات المحورة جينياً محل النباتات التقليدية. وهذا يستوجب توخي منهج حذر على أساس كل حالة على حدة كما ينبغي تقييم التأثيرات المحتملة على التنوع الاحيائي والبيئة وسلامة الأغذية ومدى تجاوز منافع هذا المنتج للمخاطر المتوقعة ولابد أن يأخذ بالاعتبار التقييم الذي يصدر عن خبراء سلطات الرقابة المسؤله عن أعطاء إجازة لهذه المنتجات، وكذلك الرصد المتأني لتأثير هذه المنتجات لضمان استمرارية سلامتها للإنسان والحيوان والبيئة. من ذلك

يتضح أن نظام الزراعة العضوية يعد الأفضل للتنوع الاحيائي على جميع المستويات، فعلى مستوى الجينات يتم زراعة تقاوي السلالات التقليدية التي تكيفت للبيئة وزادت مقاومتها للأمراض وقابليتها للصمود أمام الإجهاد المناخي. وعلى مستوى الأنواع فإن التكامل بين الإنتاج النباتي وتربية الحيوانات يحقق أفضل تدوير للمغذيات والطاقة اللازمين للإنتاج الزراعي وعلى المستوى البيئي فإنها تحافظ على مواقع طبيعية داخل وحول الحقول المزروعة بنظام الزراعة العضوية ولعدم استخدام الكيميائيات تتوفر فرص مناسبة لبقاء الأنواع البرية مما يوفر الأصول الوراثية ويحافظ عليها من التدهور ومن جانب ثاني فإن اتباع الدورة الزراعية التي يقل فيها تكرار الأصناف سيحقق منع تدهورها ويؤدي إلى تجمع جيني سليم يعتبر الأساس الذي يعتمد عليه في عمليات الموائمة في المستقبل ويؤدي أيضاً إلى اجتذاب الأنواع المعاد استنساخها إلى مناطق الزراعة العضوية سواء كانت نباتات أو حيوانات والكائنات النافعة لنظم الزراعه العضوية كالملقحات ومفترسات الآفات.

5- الموارد الطبيعية: يوفر إتباع نظم الزراعة العضوية ظروفاً مؤاتية للتفاعلات داخل النظام البيئي الزراعي التي تعتبر حيوية لكل من الإنتاج الزراعي وصيانة الموارد الطبيعية والتي تتضمن تكوين التربة وتكيفها، وتثبيت التربة، وإعادة استخدام الماء العادي، وامتصاص الكربون، وتدوير المغذيات، والمفترسات، والملقحات والتمويل والترويج للمنتجات العضوية الأقل تلوثاً. وعند قياس التكاليف الحقيقية للزراعة على البيئة فإنها تنخفض كونها تحد من تدهور الموارد الطبيعية بينما لا يؤخذ بالحسبان مثل هكذا تكاليف للزراعة التقليدية التي لا تعير اهتماما للتدهور الذي يحصل للموارد الطبيعية. فهناك جملة من الممارسات والأساليب الزراعية المصاحبة عادة للزراعة العضوية منها اتباع الدورات الزراعية وتأخير مواعيد الزراعة وزراعة المحاصيل المرافقة ومحاصيل التغطية واستخدام الأسمدة العضوية وغيرها من الوسائل التي تفيد في زيادة التنوع الاحيائي في التربة من حيث الكثافة والتنوع ويشمل ذلك بعض اللافقريات وديدان الأرض وكذلك الأحياء الدقيقة (بكتريا واكيتنومايسيتات وفطريات) في التربة. كما يعتقد ان تلك الممارسات والأساليب الزراعية تفيد بطريقة غير مباشرة في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتقلل من أخطار انجراف التربة من جراء الأمطار والفيضانات. ان هذا التنوع البيئي الغني بمثابة عودة للطبيعة وتعديلاً للخلل الذي أصاب البيئة نتيجة عقود من الممارسات الزراعية الخاطئة التي أدت إلى إلحاق الضرر بالبيئة والكائنات الحية بدءً بالإنسان وانتهاءً بأصغر الكائنات الحية الدقيقة في التربة.

الآثار السلبية لتعميم تطبيق نظام الزراعة العضوية

يعد بعض العاملين في مجال التخصص الزراعي أن نظام الزراعة العضوية نظاماً قديماً تم تحديثه لمعالجة مشاكل ظهرت بوجه الزراعة التقليدية ، مثل الأنتشار السريع لأمراض السرطان وأمراض السمنة والتي حصلت بعد مرحلة زيادة الأنتاج الزراعي في نظام الزراعة التقليدية والذي ربما تحقق نتيجة للإفراط في استخدام مدخلات العملية الإنتاجية ومن جهة ثانية سعي الشركات العملاقة المنتجة للربح الفاحش على حساب صحة الإنسان ونظامه البيئي ، ومع ذلك فأن لكل نظام يُتبع محاسن ومساوئ فنظام الزراعة العضوي لا يخلو من قصور وسلبيات ويمكننا أن نجمل أهم السلبيات المصاحبة لتطبيق نظام الزراعة العضوية بالآتي:

1- إنخفاض الإنتاج وعدم الإيفاء في تحقيق الأمن الغذائي فقد أشار بعض تقارير منظمة الزراعة والأغذية إلى أن إنتاجية الزراعة العضوية لوحدة المساحة المزروعة أقل من الإنتاجية لوحدة المساحة المماثلة للزراعة التقليدية وبمتوسط

إنخفاض قدره 10-30% ويعزى هذا الانخفاض في الإنتاج الزراعي إلى عدم استخدام المغذيات ومبيدات الآفات الكيميائية مما سبب ارتفاع أسعار هذا المنتج بحدود 75-300% مقارنةً بأنتاج الزراعة التقليدية وذلك لتعويض الخسائر الناجمة عن إنخفاض الإنتاج الذي لا يمكنه تحقيق الأمن الغذائي العالمي مما يستدعي التوسع المستمر في الرقعة الزراعية (التوسع الأفقي) والذي سيكون على حساب أراضي الغابات والمحميات الطبيعية ونتيجة ذلك خطير على البيئة فبدلا من حمايتها سيؤدي الى تدهورها ، لذلك يتطلب منهج متوازن في التوسع في استخدام الزراعة العضوية من اجل تجنب التداعيات المفاجئة على مختلف الصعد.

2- إن سلامة الغذاء العضوي لا تزال موضوع جدل حيث أن الخطر التام على استخدام مبيدات الفطريات والحشرات يثير قلق حول إمكانية تلوث تلك المنتجات بالسموم الفطرية Mycotoxins أذ أن تناول جرعات صغيرة من الافلاتوكسين Aflatoxins على فترات زمنية قد يؤدي إلى الإصابة بسرطان الكبد. لذا يجب الحذر هنا وإجراء الممارسات الزراعية التي من شأنها تقليل احتمال نمو الفطريات.

3- إن المنظمات الدولية المعنية بالزراعة العضوية تضع شروطا مشددة للانضمام إلى عضويتها كما أنها تشدد بشكل يصعب مناله على معايير الجودة وسلامة الأغذية بينما الأصح أن تتوافق معايير الجودة وسلامة الغذاء للمنتج العضوي من نفس معايير الجودة والسلامة المطبقة على الأغذية الدولية وذلك لإنصاف المنتج العضوي ويبين الجدول التالي نسبة انخفاض المحصول ونسبة الزيادة أو الانخفاض في بعض مكونات الخضر المنتجة تحت نظام الزراعة العضوية بالمقارنة مع الخضر المنتجة بالزراعة الأعتيادية.

الخضر المنتجة بالزراعة العضوية			
المادة	**%**	**المادة**	**%**
المحصول	-24%		
المواد التي حدث بها زيادة		المواد التي حدث بها انخفاض	
المادة الجافة	+23%	الصوديوم	-12%
البروتين	+18%	النترات	-93%
فيتامينC	+28%	الأحماض الحرة	-42%
السكريات الكلية	+19%		
الحامض الأميني ميثايونين	+13%		
الحديد	+77%		
البوتاسيوم	+18%		
الكالسيوم	+10%		
فسفور	+13%		

الفصل الثاني

المـادة العضـوية Organic Matter

المواد العضوية تعبير يشمل المخلفات النباتية وفضلات الحيوانات الخام التي لم يتناولها أي تحلل أحيائي أو كيميائي . إن مقدار الطاقة المُنتجة في الكتلة الحيوية التي تبنيها الكائنات ذاتية التغذية وبصوة خاصة النباتات على مستوى الكرة الأرضية تقدر بمليار مليار طن كلوكوز (10^{18} طن كلوكوز) وهذه الطاقة لو تحولت الى طاقة حرارية فأنها ستؤدي الى رفع درجة حرارة الغلاف الجوي أذ تقدر طاقتها بما يعادل طاقة عشرات القنابل الذرية ، كما أن حرق هذه المخلفات سيؤدي الى زيادة في تلوث الهواء الجوي ورفع درجة حرارته فضلاً عن هدر للمكونات الداخلة في بناء تلك المخلفات والتي تعد المصدر الرئيسي لغذاء الأحياء الدقيقة ، حيث أن هذه المخلفات والفضلات تتكون من المكونات الآتية:

1- المواد التي تذوب في الماء وتشمل السكريات والكلوكوسيدات والأحماض الأمينية وأملاح النترات والكبريتات والفلوريدات وأملاح البوتاسيوم.

2- المواد التي تذوب في الايثر والكحول وتشمل الدهون والزيوت والشموع والمواد الراتنجية والتانينات والقلويدات والمواد الملونة (الصبغات).

3- المواد السليلوزية Cellulose substances.

4- أنصاف السليلوز Hemi cellulose substances.

5- المواد الكنينية Lignin substances.

6- المواد البروتينية Protein substances.

7- الأملاح المعدنية التي لا تذوب بالماء مثل سليكات البوتاسيوم والمغنيسيوم والألمنيوم وهي تُكون مع الأملاح المعدنية الذائبة ما يعرف بالرماد.

فالمادة العضوية هي تعبير يتضمن المخلفات النباتية وإفرازات الحيوانات المختلفة المستهلكة لتلك النباتات والتي تعطي بعد تحللها وتفككها بفعل الأحياء الدقيقة والنشاط الحيوي خلال مرحلة التمعدن السريع عناصر معدنية بسيطة ومركبات غازية (NH_3,CO_2) ، كما تعطي معقدات دبالية غروية كنتاج لعملية التدبل والتي ينتج عنها مركبات جديدة غير المواد البسيطة التي بدأت بها بفعل عملية التفكك الحيوي. فعند توفر الظروف البيئية الملائمة من رطوبة وتهوية وحرارة تعمل الأحياء الدقيقة على تحلل المواد العضوية فينتج عن التحلل غازات تتطاير إلى المحيط وطاقة جزء منها تستهلك الأحياء الدقيقة في بناء أجسامها والجزء الآخر يتحرر الى حرارة تنفذ الى المحيط ومواد كيمياوية حيوية تسمى المواد غير الدبالية Non humified substances (تشمل الكاربوهيدرات والبروتينات والأحماض الأمينية والدهون والصبغات والأحماض العضوية) أما المواد الدبالية humified substances فهي النواتج التي تتكون بفعل عمليات التخليق الحيوي الثانوية لتكوين سلسلة من المعقدات البوليميرية وتقسم حسب وزنها الجزيئي وخواصها إلى حامض الفولفيك Fulvic acid وحامض الهيوميك Humic acid والهيومين Humin. فهي أذن خليط غير متجانس من المواد المتبقية من الكائناتالنباتية والحيوانية والأحياء الدقيقة التي نتجت خلال مراحل عملية التحلل Decomposition عبر مدة طويلة من الزمن، وتتركب من عدة عناصر مغذية أهمها الكاربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والكبريت والفسفور وغيرها من العناصر المعدنية . أما الأسمدة العضوية فهي كل المخلفات النباتية والفضلات الحيوانية المخمرة طبيعيا أو المحضرة صناعيا التي

تتفسخ أحيائيا عند اضافتها للتربة وتعطي مركبات معدنية بسيطة أو غازات مثل NH_3, CO_2, O_2 ومركبات غروية والتي تسمى الدبال Humus الذي يلعب دورا هاما في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والاحيائية للتربة، والدبال مركب معقد ينتج من التحلل التدريجي للمواد العضوية بفعل الأحياء الدقيقة المختلفة وأهم صفاته العامة ما يلي:

1- مادة سمراء داكنة اللون أو سوداء.

2- لا يذوب في الماء لكنه يكون معه محلولا غرويا ويذوب بدرجة كبيرة في المحاليل القلوية المخففة وخاصة بالغليان مكونا مستخلصا داكن اللون ويمكن ترسيب جزء كبير من هذا المستخلص عند المعادلة بالأحماض المعدنية.

3- يحتوي على نسبة من الكربون أعلى مما موجود في أجسام النباتات والأحياء الدقيقة تتراوح بين 55-56% وقد تصل إلى 58% ويعود ذلك لارتفاع محتواه من اللكنين.

4- محتواه من البروتين مرتفع قد يبلغ اكثر من 17%.

5- تكون النسبة بين الكربون: النتروجين بحدود 1:10.

وعموما يعتبر وجود المادة العضوية في التربة صفة طبيعية لها تميزها عن مادة الأصل Parent Material حيث أن هذه المواد لا تصبح تربة إلا عند ظهور المادة العضوية فيها، وتكون ترب المناطق الحارة الجافة ونصف الجافة كما هو في غالبية الدول العربية فقيرة بالمادة العضوية. وتعتبر التربة فقيرة بالمادة العضوية إذا قلت نسبة الدبال عن 3% بينما تعتبر غنية إذا احتوت من 5-10% وتعد الأرض دبالية إذا زادت النسبة عن 30%.

التركيب الكيميائي للمادة العضوية

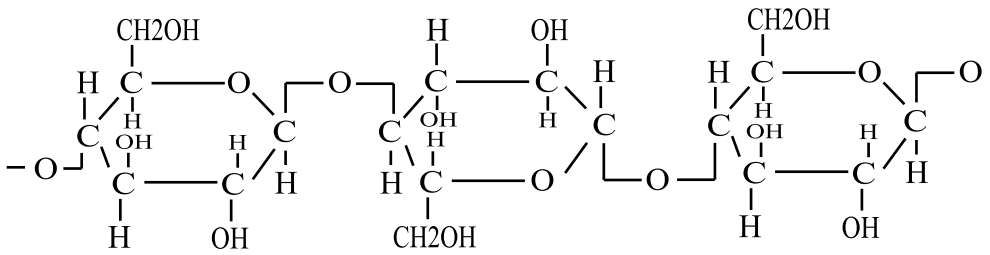
تتكون المادة العضوية (المخلفات الحيوانية) من حوالي 75% ماء والباقي مادة جافة عبارة عن الأنسجة النباتية وإفرازات الحيوانات وتتركب كيميائيا من الكربون والأوكسجين والهيدروجين والنتروجين وعناصر معدنية أخرى والتي تكون على هيئة ثلاث مركبات رئيسية هي:

ا- السكريات المتعددة Polysaccharides تشمل قسم كبير من المواد الكاربوهيدراتية الطبيعية التي تشتق جزيئاتها من عملية بلمرة Polymerization لعدد من السكريات البسيطة أو السكريات الأحادية Monosaccharides مثل الكلوكوز Glucose، مانوز Manose، ارابينوز Arabinose، زايلوز Xylose، ريبوز Ribose، حامض كلوكيورونيك Glucuronic، حامض كالاكتيورونيك Galacturonic، كلوكوز أميني Glucose amin وكالاكتوز أميني Galactose main وغيرها. وتتضمن السكريات المتعددة:

أ- السيليلوز Cellulose

مادة كاربوهيدراتية معقدة تشكل ما نسبته 15-60% من المخلفات النباتية وتزداد نسبته في الأعضاء النباتية بتقدم عمر النبات لذلك تعتبر المخلفات النباتية أهم مصدر كاربوني ومصدر طاقة للأحياء الدقيقة، والسيليلوز يدخل في تركيب جدر خلايا النباتات الراقية والطحالب وعدد من الفطريات وبعض أنواع البكتريا كالجنس Acetobacter، وربما يعتبر أكثر المركبات العضوية انتشار في الطبيعة ويتركب من وحدات كلوكوز مرتبطة مع بعضها في سلاسل طويلة ومستقيمة بواسطة رابطة من نوع β (β-Linkage) عند ذرة الكاربون 1,4 في جزيء السكر.

β – 1,4 Glycosidic Linkage



ويتراوح عدد جزيئات السكر في جزيء السيليلوز ما بين 1400–10.000 جزيء ويختلف ذلك باختلاف النبات، ويتراوح الوزن الجزيئي للسيليلوز ما بين 200.000–2000.000 ويتركز وجود السيليلوز في جدر الخلايا. وهو لا يوجد بشكل سلاسل بسيطة وإنما يكون بشكل سلاسل متحدة في وحدات دقيقة تسمى Micelles ومجاميعها تترتب بشكل خاص لتكوين تركيب أكبر يسمى Microfibril حيث تترسب هذه التراكيب في الجدار الخلوي ويوجد بينها مادة اللكنين مع سكريات معقدة بنسب أقل. والسيليلوز من الكاربوهيدرات المقاومة للتحلل بواسطة الأحياء الدقيقة والأنزيمات ويعتمد تحلله على عدد من العوامل البيئية مثل الحرارة، التهوية، الرطوبة، درجة الحامضية pH، المحتوى النتروجيني ونسبة اللكنين الموجودة.

ب- أنصاف السيليلوز Hemi cellulose

هي مواد كاربوهيدراتية معقدة توجد بنسبة تصل بين 10–30% من تركيب المخلفات النباتية حيث يدخل في جدر الخلايا المسنة للأنسجة النباتية. وعلى الرغم من التشابه الكبير في التسمية بين السيليلوز وأنصاف السيليلوز إلا ان تركيبهما يختلف تماماً ولا يوجد تشابه بينهما فأنصاف السيليلوز عبارة عن بعض السكريات المتعددة عديمة الذوبان في الماء وعند تحللها مائياً بالحامض المعدني الساخن المخفف تعطي سكريات سداسية Hexoses وسكريات خماسية Pentoses وحامض Uronic acid ويعتمد تحلله على عدد من العوامل البيئية كما هو الحال في السيليلوز، وأنصاف السيليلوز عبارة عن سلسلة معقدة يدخل فيها السكريات وحامض يورونيك أو بدونه واعتماداً على ذلك تقسم إلى مجموعتين هما:

1- مركبات اليورونيدات المتعددة Polyuronides تتكون من وحدات متكررة من السكريات وأحماض اليورونيك.

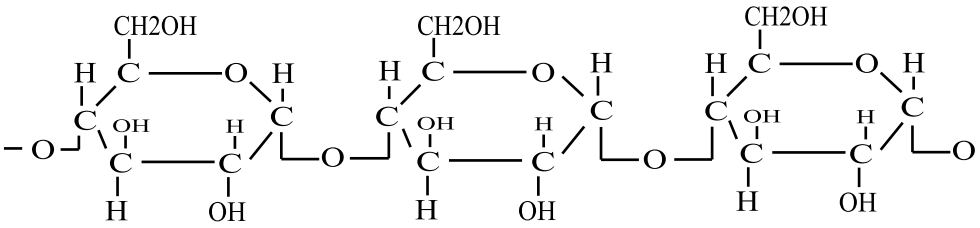
2- مركبات Cellulosans وتتكون من وحدات السكريات فقط.

إن أكثر السكريات السداسية وجودا في تركيب أنصاف السيليوز هي الكلوكوز Glucose والفركتوز Fructose والكالكتوز Galactose والمانوز Mannose أما السكريات الخماسية فتتضمن سكر الزايلوز Xylose والاربينوز arabinose وان الآصرة التي تربط بين سلاسل سكر الزايلوز من نوع 1,4 –β مع وجود سلاسل جانبية من حامض الكلوكيورونيك Glucuronic acid (وهو حامض يورنيك ناتج عن أكسدة سكر الكلوكوز) كما قد تحتوي السلاسل الجانبية على سكر الاربينوز.

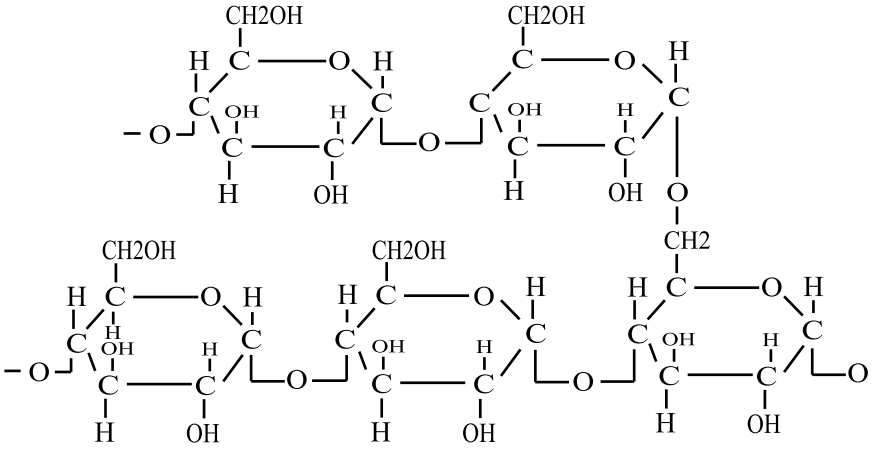
جـ- النشأ Starch

من السكريات المتعددة التي تتكون من تكاثف السكريات السداسية وفي النبات تمثل مخزنا للكاربوهيدرات حيث يوجد في الأوراق لأداء عملية التمثيل الضوئي ويتكون النشأ من مجموعتين من المركبات هما:

1- مركب الاميلوز Amylose وهو مركب يتكون من سلاسل مستقيمة من سكر الكلوكوز (بحدود 200–500 وحدة) ترتبط مع بعضها بروابط كلايكوسيدية Glycosidic linkage من نوع 1.4–∝

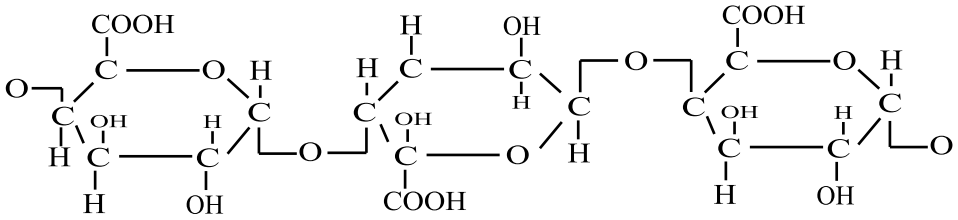


2- مركب الأميلوبكتين Amylopectin وهو مركب يتكون بالإضافة إلى السلاسل المستقيمة من سكر الكلوكوز من سلاسل متفرقة التي ترتبط بروابط كلايكوسيدية Glycosidic linkge من نوع 1.6-∝ عند التفرع وتكون عدد وحدات سكر الكلوكوز أكثر بكثير مما هو عليه في جزء الأميلوز.



د- المواد البكتينية Pectic-substances

هي سكريات متعددة معقدة مكونة من وحدات من حامض الكالاكتويورونيك Galacturonic acid ترتبط مع بعضها بشكل سلاسل طويلة وترتبط مجاميع الكاربوكسيل للحامض كلياً أو جزئياً بروابط إيستر مع مجاميع المثيل Methyl ester، أما مجاميع الكاربوكسيل غير المرتبطة بروابط ايستر فقد تكون متحدة كلياً أو جزئياً مع كاتيونات مختلفة مثل K أو Mg، وتعتبر المواد البكتينية قسماً من أقسام أنصاف السيليلوز.



والمركبات البكتينية تضم ثلاثة مكونات أساسية هي:

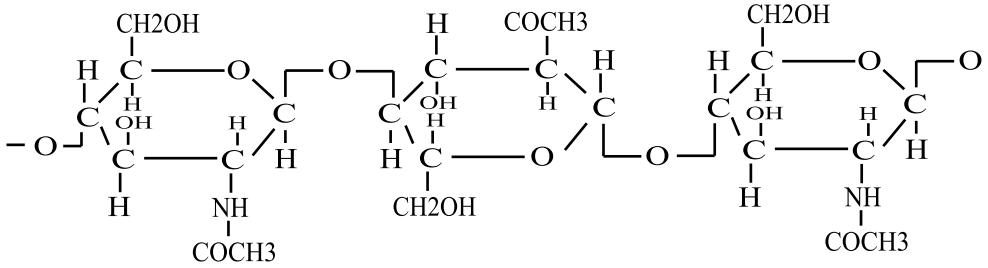
1- البروتوبكتين Protopectin وهي مواد غير ذائبة في الماء تتكون من وحدات من حامض الكالاكتويورونيك بشكل بولمرات محتوية على مجاميع الايستر والبروتوبكتين مكون من مكونات جدار الخلية.

2- البكتين Pectin يشابه المركب الأول في تركيبه إلا انه قابل للذوبان في الماء ونسبة مجاميع الأيستر فيه بحدود 8%.

3- حامض البكتيك Pactic acid وهو عبارة عن عدد من وحدات حامض الكالاكتويورونيك Galacturonic acid خالية من روابط المثيل ايستر. وهذا المركب قابل للذوبان في الماء ويتميز بأنه يكون هلام البكتيك Pactic gel عند معاملته بالكالسيوم، كما ان معاملة المواد البكتينية لمادة قلوية مخففة يؤدي إلى تحللها وتنفصل مجاميع الايستر كما تنفرد مجاميع الكاربوكسيل في سلاسل حامض الكالاكتويورونيك فيتكون حامض البكتيك.

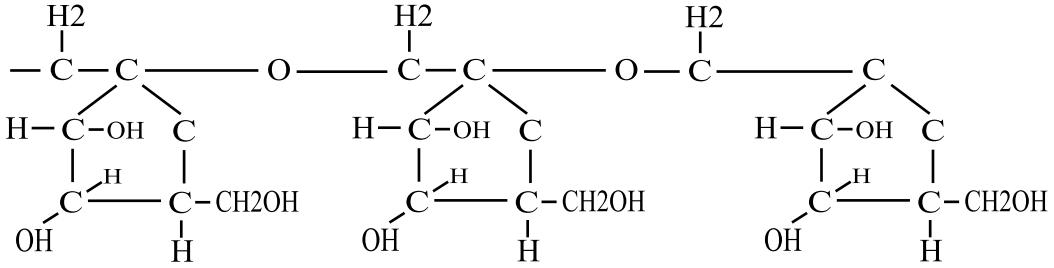
هـ- الكيتين Chitin

من أكثر السكريات المتعددة شيوعا يحتوي في تركيبه على السكريات الأمينية Amino sugar وهو مكون بنائي يعطي القوة الميكانيكية للأحياء التي يدخل في تركيبها فهو ناتج عمليات التمثيل الغذائي للفطريات والخمائر فتستعمله في بناء جدر خلاياها في حين لا يدخل في بناء جدر خلايا البكتريا وهو عديم الذوبان في الماء والمذيبات العضوية والقلويات المركزة أو الأحماض المعدنية المركزة. ويتركب الكيتين من سلاسل مستقيمة طويلة من وحدات N-acetylglucose amine.



و- الانيولين Inulin

مركبات كاربوهيدراتية تخزنها بعض الأجناس النباتية في جذورها أو درناتها أو سيقانها أو الأوراق بدلا من النشأ، ويتكون الأنيولين من مادة سكرية معقدة تتألف من وحدات سكر الفركتوز Fructose يتراوح عددها بين 25-28 جزيء فركتوز لكل جزيء أنيولين ترتبط جزيئات الفركتوز فيما بينها برابطة من نوع β بين ذرتي كاربون 2،1 أو بين ذرتي كاربون 6،2.

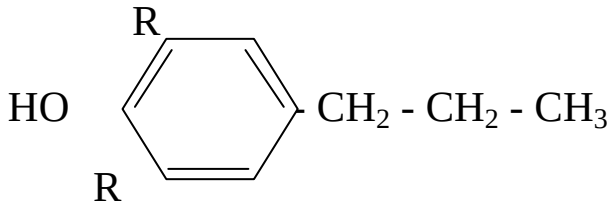


II- اللكنين Lignin

مركب يتكون جزيئه من ثلاثة عناصر هي الكاربون والهيدروجين والأوكسجين إلا ان تركيبها حلقي Aromatic وليس كما هو الحال في مركبي السيليلوز وأنصاف السيليلوز. ويأتي اللكنين في المرتبة الثالثة من ناحية انتشاره كمكون لأنسجة النبات بعد السيليلوز وأنصاف السيليلوز. وتختلف نسبته من نبات إلى آخر وباختلاف عمر النبات أيضاً وعموماً تتراوح نسبته من 5-30% من تركيب النبات على أساس الوزن الجاف. واللكنين مادة غير متجانسة التركيب الكيميائي وليس

لها تركيب واحد، وهو مقاوم للتحلل بواسطة الأحماض Acid hydrolysis حيث ان تأثير الأحماض المعدنية المركزة عليه بسيط كما انه عديم الذوبان في الماء الساخن والمذيبات العضوية المتعادلة إلا انه يذوب في القلويات ومن الخواص المميزة جداً للكنين مقاومته للتحليل الانزيمي، ويتم تحلله في وجود أو غياب الأوكسجين غير ان معدل التحلل في الحالتين أقل بكثير من معدلات تحلل السيليلوز وأنصاف السيليلوز والمركبات الكاربوهيدراتية الأخرى.

إن التركيب الكيميائي للكنين صعب فهو يحتوي على نواة تتكون من مركبات عطرية من مشتقات Phenyl Propanse وتحتوي المركبات العطرية على عدد كبير من مجاميع الميثوكسيل Methoxyl (CH_3O-) وتختلف نسبة هذه المجاميع من نبات إلى آخر حيث تصل إلى 21% من تركيب اللكنين في الأشجار متساقطة الأوراق و5-16% في النباتات النجيلية، وبناء النواة العطرية للكنين هو:



وتتواجد بثلاث حالات هي:

الحالة الأولى -يكون فيها R، R عبارة عن H.

الحالة الثانية -يكون فيها R الأولى عبارة عن H والR الثانية عبارة عن ميثوكسيل CH_3O.

الحالة الثالثة -يكون فيها R، R عبارة عن ميثوكسيل CH_3O.

وتختلف نسبته وجود أي من الحالات الثلاثة باختلاف الأنواع النباتية والتي بالنتيجة تؤدي إلى اختلاف في نسب مجاميع الميثوكسيل وتتكرر النواة العطرية في جزئي اللكنين ويكون الارتباط أما بين الوحدات –C–O–C– أو –C–C– فقد يتم الارتباط بين حلقتي بنزين متجاورتين أو بين حلقة بنزين وسلسلة بروبان في الوحدة التالية أو بين سلسلتي البروبان في الوحدتين.

III- البروتينات Proteins

هي المواد الأساسية التي تحتوي على النيتروجين وتتكون من ارتباط الأحماض الأمينية Amino acids ويتراوح وزنها الجزيئي بين بضعة آلاف إلى العديد من الملايين والأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتينات من نوع Amino acid-L وتقسم الأحماض الأمينية إلى ثلاثة أقسام هي:

أ- المجموعة الألفاتية Aliphatic Amino Acids : مثل كلايسين ، الأنين ، فالين ، ليوسين ، سيرين ، سيستين ، ميثيونين ، لايسين ألخ .

ب- المجموعة الحلقية العطرية Aromatic Amino Acids : مثل فينيل ، الأنين ، نيروسين .

ج- المجموعة المختلفة Heterocyclic Amino Acids : مثل البرولين، الهيدروكسي ، برولين .

كما يدخل في تركيب المادة العضوية الجافة بعض الأحماض العضوية مثل حامض الستريك Citric acid ، حامض الاوكزاليك Oxalic acid وحامض الماليك Malic acid ويدخل في تركيبها بعض الأملاح مثل كاتيونات الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والحديد وأنيونات الفوسفات والكلوريد والسلفات والسيليكات وتختلف نسبة المركبات الداخلة في تركيب المادة العضوية حسب طبيعة المادة العضوية نفسها، وتقدر النسبة المئوية لهذه المركبات في المواد النباتية بالآتي:

المركبات	النسبة المئوية
كاربوهيدرات (نشويات وسكريات)	5-1
سيليلوز	60-15
أنصاف سيليلوز	30-10
لكنين	30-5
بروتينات بسيطة ومعقدة	15-1
زيوت ، شموع ، تانينات ومواد ملونة	8-1
المكونات المعدنية (من الوزن الكلي للأنسجة)	13-1

تَكوّن الدبـال Formation of Humus

تختلف مجاميع مركبات المادة العضوية فيما بينها بدرجة كبيرة من حيث مقاومتها للتحلل فيلاحظ اختفاء المواد سريعة التحلل أولاً ثم يبطئ التحلل بعد ذلك وتختفي الأنسجة النباتية الفتية بعدها الأنسجة الأكبر عمراً وهكذا تتباطأ سرعة التحلل كلما ازداد تعقيد تركيب جزيئات المواد وتترتب المركبات حسب سرعت تحللها بالشكل الآتي:

سكر الكلوكوز ← النشأ ← السيليلوز ثم اللكنين الذي يتميز بمقاومة كبيرة للتحلل، من جهة ثانية تتحلل بروتينات الأجزاء النباتية بسرعة إلا ان نواتج تحللها تستخدم من قبل الأحياء الدقيقة لبناء بروتينات بلازما خلاياها، وفي نهاية التحلل تبقى مادة ذات تركيب معقد تكون أكثر ثباتا في التحلل ذات لون غامق وطبيعة غروية وهي الدبال Humus (شكل 6).

(شكل 6) الدبال Humus

إن ألارتفاع النسبي للكنين والبروتين للمواد المتحللة إضافة لوجود بعض التشابه في تركيبها الهيكلي مع المواد الدبالية أسست لظهور مفهوم الدبال كمعقد بروتين ملكنن Ligno-Protein الذي تكون نتيجة تفاعل اللكنين والذي احتفظ بكيانه أثناء عملية التحلل مع البروتين الجديد لبلازما الأحياء الدقيقة. فالدبال مادة بوليميرية معقدة التركيب Complex

polymers تحتوي على نسبة ضئيلة من المواد القابلة للذوبان في الماء مثل السكريات والأحماض الأمينية غير ان أغلب مواده لا تذوب في الماء ويعتبر المكون الأساسي لها مركبات عضوية عطرية (حلقية) ومركبات نتروجينية ولتي تنتج من خلال أحد المسارين الآتيين وهما:

1- تحلل الأنسجة الميتة كالمواد ذات الطبيعة العطرية مثل الحلقية والكينونات المتكونة من تحلل اللكنين والمواد التانينية.

2- التبادل والتمثيل الحيوي وإعادة التكوين من قبل الأحياء الدقيقة التي تستعمل المواد الكاربوهيدراتية والبروتينات كمصدر لتزويدها بالطاقة ولبناء خلاياها مثل الأحماض الأمينية والبروتينات والسكريات الأمينية والمركبات العطرية.

تركيب الدبال

تعد الأحماض الدبالية المكون الأساسي للدبال مع بعض المواد العضوية الأخرى وتؤدي الأحماض الدبالية دوراً هاماً في تحديد خواص المادة العضوية وتأثيراتها الفيزيائية والكيميائية وتتكون هذه الأحماض من هيكل أساسي من مجاميع فينولية مبلمرة ومؤكسدة Oxidatively polymerized-phenolic units وان الأحماض الأمينية والببتيدات وبعض المواد العضوية الأخرى مرتبطة بهذه الوحدات الفينولية، ولأن الكنينات تتكون من وحدات فينولية وتشكل جزءً كبيراً من تركيب النبات وهي مقاومة للتحلل لذلك اعتبرت بأنها المصدر الرئيسي للوحدات الفينولية والتي منها تتخلق الأحماض الدبالية. لكن على الرغم من وجود تلك الوحدات في تركيبها كما في اللكنين إلا انهما يختلفان كثيراً وفي عدة أوجه منها:

1- زيادة نسبة النتروجين في الأحماض الدبالية عنها في اللكنين.

2- نقص في كمية الوحدات الفينولية الناتجة عن تحلل الأحماض الدبالية مقارنة باللكنين.

3- كثير من الوحدات الفينولية الداخلة في تركيب الأحماض الدبالية لا تشابه تلك الموجودة في اللكنين ويعتقد أنها وحدات تم تخليقها من قبل الأحياء الدقيقة.

والمواد الدبالية تتكون من عدد من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة وقسم كبير من تلك المواد يرتبط بمختلف الروابط مع الجزء المعدني للتربة لذا فإن فصلها وتجزئتها يتطلب المذيبات اللازمة لتحطيم هذه الروابط وقبل كل شيء لابد من انتزاع الكالسيوم Decalcination وتتضمن المواد الدبالية ما يأتي:

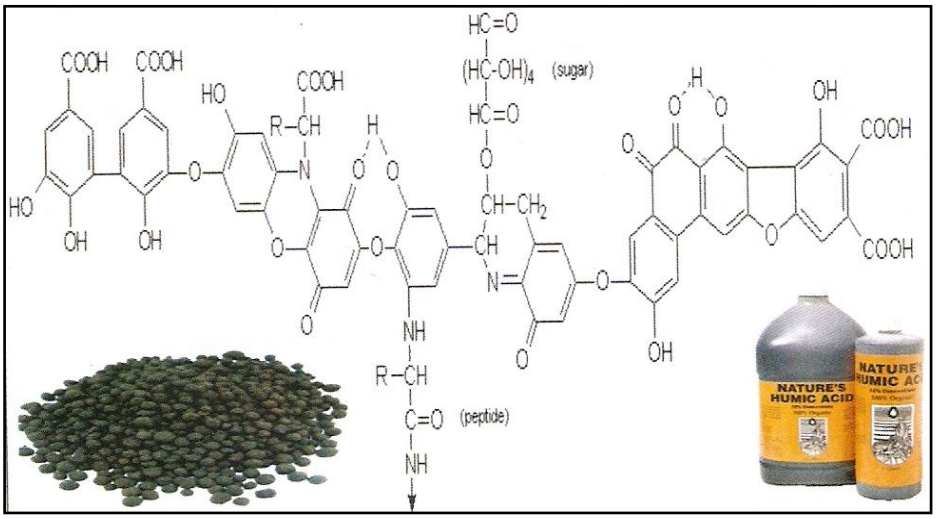
1- أحماض الهيومك Humic acids

$$C_{75}H_{22}O_{17}N_2\ (COOH)_2\ (OH)_6\ (CO)_2$$

تمثل أحماض الهيومك مجموعة المواد الدبالية التي يتم استخلاصها بالمحاليل القلوية أو المذيبات الأخرى بشكل محاليل داكنة اللون أو حبيبات (شكل7) والتي تتكون من هيومات الصوديوم والأمونيوم والبوتاسيوم والتي تترسب بالمحاليل الحامضية بشكل راسب هلامي Gel غير متبلور، وتتضمن أحماض الهيومك المستخلصة بالتركيب الكيمياوي التالي من العناصر :

العنصر	النسبة المئوية
كربون	%62-50
أوكسجين	%40-31
هيدروجين	%6-2.8
نيتروجين	%6-2

ويعود سبب التفاوت في التركيب الكيميائي لأحماض الهيومك من العناصر كون تلك الأحماض لا تمثل صيغة محددة من الناحية الكيميائية كما انها ليست ذات تركيب بنائي ثابت ومحدد بل انها مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة المتماثلة في تركيبها وصفاتها حيث وجد أنها تحتوي على الفسفور، الحديد، السيلكون، الألمنيوم والكبريت بحدود 1-10% من تركيبها إضافة إلى العناصر الرئيسية المذكورة واعتمادا على درجة التفاوت والاختلاف بينها.



(شكل 7) التركيب الكيميائي لحامض الهيوميك.الشحات 2007

إن تصنيف المواد الهيوميكية كأحماض يعود إلى وجود مجاميع الكاربوكسيل فيها COOH وان درجة تفاعل المعلق المائي للأحماض Water suspension for acids هو pH3.0، وان قابلية هيدروجين المجاميع الكاربوكسيلية وبدرجة أقل المجاميع الهيدروكسيلية على التبادل مع الايونات الموجبة تحدد إلى درجة كبيرة السعة التبادلية الكايتونية. تتميز الأحماض الهيوميكية بتنوع حجم دقائقها وعدم تجانسها من حيث تفاصيل بناءها التركيبي ولذلك يكون تحديد وزنها الجزيئي معقد جداً.أن أملاح حامض الهيومك للعناصر القاعدية أحادية التكافؤ مثل البوتاسيوم والصوديوم والأمونيوم والليثيوم تكون ذائبة أو عالية الانتشار وتكون محاليل غروية ذات لون داكن من البني الفاتح إلى البني الغامق إلى الأسود تقريباً. أما أحماض الهيومك الحرة وأملاحها مع الايونات الموجبة الثنائية والثلاثية التكافؤ فتكون غير ذائبة وتوجد على هيئة هلام Gel. وتتجمع معظم كميات أحماض الهيومك في الطبقة العليا من التربة لارتباطها مع الكالسيوم والمنغنيز مما يؤدي إلى فقدانها قابلية الانتقال، وتمثل أحماض الهيومك أهم جزء من الدبال وذلك لسعتها التبادلية العالية بالنسبة للايونات الموجبة كما انها تلعب دورا مهما في بناء التربة المهم زراعياً وهي مصدراً احتياطياً للمواد الغذائية للنبات خاصة النتروجين.

2- أحماض الفولفيك Fulvic acids

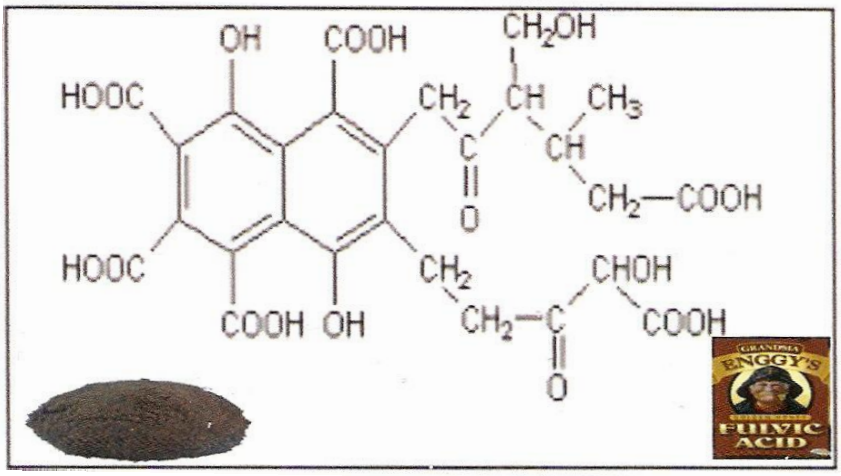
$$C_{21}H_{12}\,(COOH)_6\,(OH)_5\,(CO)_2$$

هي المواد الدبالية ذات اللون الأصفر أو الأحمر الخفيف التي تبقى في المحلول بعد تحميض Acidification المستخلص القاعدي وترسيب أحماض الهيومك منه. واسم حامض الفولفيك مشتق من الكلمة اللاتينية Fulvus وتعني أصفر. وأحماض الفولفيك مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة المتشابهة في بناءها التركيبي (شكل 8)

ويختلف التركيب لأحماض الفولفيك عن التركيب لأحماض الهيومك من حيث نسبة ما تشترك فيه العناصر الداخلة في تركيب هذه الأحماض وكما موضح بالآتي:

العنصر	النسبة المئوية
كربون	%49-44
أوكسجين	%49-44
هيدروجين	%5-3.5
نيتروجين	%6-2

إن نسبة الكاربون إلى الهيدروجين C/H لأحماض الفولفيك تكون دائماً أضيق مقارنة مع أحماض الهيومك وان مقدار الرماد في أحماض الفولفيك يصل إلى 7-10%، تتميز أحماض الفولفيك بأنها أكثر حباً للماء Hydrophilic بسبب زيادة نسبة المجاميع الالفاتية المحبة للماء إلى المجاميع العطرية التي تحمل صفات الكارهة للماء Hydrophobic فيها كما نجد مجاميع الكاربوكسيل COOH والهيدروكسيل الفينولية OH ضمن المجاميع الفعالة في أحماض الفولفيك إضافة إلى ذلك فإن المستخلصات من هذه الأحماض تحتوي على مجاميع الميثوكسيل OCH_3 بكميات كبيرة قد تصل بين 7-5%. وأحماض الفولفيك ذائبة في الماء فتكون محاليل غروية ودرجة تفاعلها المنتقاة بالتحليل الكهربائي Electro dialysis وذات الحموضة الكلية 0.005-0.006 مكافئ تقع بين pH 2.6-2.8 وعلى هذا الأساس تعتبر أحماض الفولفيك من الأحماض القوية بينما أحماض الهيومك ذو التركيز المتشابه لتركيز أحماض الفولفيك المذكورة له درجة تفاعل 3.7. وقد يمكن تحول تدريجي لأحماض الفولفيك إلى أحماض الهيومك والعكس بالعكس يمكن اعتبار أحماض الفولفيك أشكالاً أولية لأحماض الهيومك أو نواتج تحطمها.



(شكل8)التركيب الكيميائي لحامض الفولفيك.الشحات2007

3- الهيومين Humin

هو ذلك الجزء من المواد الدبالية الذي لا يستخلص بالمحاليل القاعدية حتى بعد انتزاع الكالسيوم من الوسط، ويمكن استخلاصه بطريقة المعاملة المتناوبة بالحامض والقاعدة، وهو معقد من المواد الدبالية مشابه للمعقد المستخلص بالقاعدة بصورة مباشرة من الوسط المنزوع الكالسيوم بمعنى انه يتكون من أحماض الهيومك والفولفيك وتختلف أحماض الهيومك الموجودة في الهيومين عن تلك الاعتيادية بكونها تحتوي على نسبة أقل من الكربون ونسبة أعلى من الأوكسجين

والهيـدروجين، كمـا ان أحمـاض الهيومـك والفولفيـك الموجـودة فـي الهيـومين تكـون علـى درجـة عاليـة مـن البلمـرة Bolymerization والانضغاط (التراص) Compactness مما يعطيها المقاومة الكافية لفعل القواعد.

مما سبق يمكن القول ان الدبال مادة غير قابلة للذوبان في الماء على الرغم من أن بعض منه يكون معلقا غرويا فـي المـاء النقـي لكـن الجـزء الأكبـر منـه يـذوب فـي المحاليـل القلويـة المخففـة وقـد تـذوب بعـض مكوناتـه فـي المحاليـل الحامضية.

طبيـعة وصفـات الدبـال

1- مادة ذات طبيعة غريوة غير بلورية لها سعة امتصاص أكبر من السعة الامتصاصية لمعادن الطين.

2- تصل كميات الماء التي يمتصها الدبال 80-90% من وزنه في حين يمتص الطين ما يقارب 15-20%.

3- مطاطية ودرجة ليونة الدبال قليلة.

4- تشابه وحدات وصفائح الدبال إلى حد ما وحدات وصفائح الطين من حيث توزيعها وتنظيمها كما تحتوي سطوحها علـى شـحنات سـالبة لكـن لا يتكـون مـن سـليكون الألمنيـوم والأوكسـجين والحديـد بـل يتكـون مـن الكربـون والأوكسـجين والهيدروجين مع كميات قليلة من النتروجين والكبريت والفسفور.

5- تؤدي المادة الدبالية دوراً مهماً في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية كما أنها تعمل كمستودع للعديد من العناصـر الغذائيـة اللازمـة للنبـات فضـلاً عـن دورهـا فـي المحافظـة علـى القـدرة التنظيميـة للتربـة Soil buffering capacity.

الفصل الثالث

تحلل المادة العضوية Organic substance degredation

إن التركيب الكيميائي للمادة العضوية معقد للغاية فهو خليط متنوع من المركبات المتباينة في خواصها الفيزيائية والكيميائية التي يتم تحللها من خلال عمليتان أساسيتان:

الأولى –تتم خارج التربة وهي عملية تخمر هوائي Composting.

الثانية –تتم داخل التربة وتسمى عملية الحضن Incubation.

وتعد كلا العمليتان تحللاً أحيائياً تنجز بواسطة العديد من الأحياء الدقيقة لاسيما البكتريا والفطريات مما يؤدي إلى خفض نسبة الكاربون إلى النتروجين C:N ratio في المادة العضوية قيد التحلل يساعد على تحرير العناصر الغذائية لاسيما النتروجين منها لذلك تعد عملية تحلل المادة العضوية إحدى الوظائف الهامة التي تؤديها الأحياء الدقيقة ونتيجة لها يتوفر غاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لعملية التمثيل الضوئي فالكائنات الحية الدقيقة يمكنها تحليل العديد من المركبات كالأحماض العضوية، السكريات المتعددة، اللكنين، المركبات الهيدروكاربونية العطرية والالفاتية، السكريات، الكحولات، الأحماض الأمينية، قواعد البيورين والبيريميدين، الليبيدات والأحماض النووية، ولولا هذا التحلل لتراكمت كميات هائلة من المركبات على سطح الأرض وتتخصص الكائنات الدقيقة غير ذاتية التغذية Heterotrophic في تحليل المادة العضوية.

ويمكن قياس معدلات التحلل بطرق عدة منها:

1- قياس غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج أو غاز الأوكسجين المستهلك.

2- تقدير النقص في كمية المادة العضوية بالطرق الكيميائية أو الوزنية.

3- تتبع اختفاء مركب معين كالسيليلوز أو أنصاف السيليلوز أو اللكنين.

وخلال مراحل تحلل المادة العضوية يمكن تمييز ثلاث عمليات منفصلة لكنها تسير جنباً إلى جنب وهي:

1- اختفاء الأنسجة النباتية والحيوانية بتأثير فعل إنزيمات الأحياء الدقيقة.

2- تخليق خلايا احيائية جديدة فتظهر أنواع البروتينات والسكريات المتعددة والأحماض النووية الخاصة بتلك الأحياء من بكتريا وفطريات.

3- تكوين نواتج التمثيل الغذائي التي تفرزها الأحياء الدقيقة والتي يمكن أن تتراكم في التربة أو يعاد تمثيلها مرة أخرى من قبل أحياء أخرى.

إن عملية تحلل المادة العضوية سواء منها المادة العضوية الأصلية للتربة (الدبال الذي يتواجد فيها) أو المادة العضوية المضافة فالعمليتان متشابهتان. فخلال مراحل معدنة Mimeralization الدبال (عملية تحويل الصورة العضوية لعنصر معين إلى صورة غير عضوية أو معدنية) يختلف معدل تحرر غاز ثاني أكسيد الكربون اختلافا كبيراً تبعاً لنوع التربة. وتتحكم في معدل تحلل الدبال عوامل أساسية عدة منها نسبة وجود المادة العضوية في التربة، زراعة التربة، درجة الحرارة، الرطوبة، رقم الدالة الهيدروجينية، العمق الذي تتواجد فيه المادة العضوية في التربة والتهوية، فجميع هذه العوامل البيئية تؤثر على نمو الأحياء الدقيقة وبالتالي ينعكس ذلك على تحلل المادة العضوية بصورة مباشرة أو غير مباشرة فزراعة الأرض تسرع من تحلل المادة العضوية مما يؤدي بالتالي إلى خفض المحتوى من المادة العضوية، إلا ان توالي الزراعة يؤدي إلى تناقص تدريجي في معدل الانخفاض، وقد يحصل تحلل الدبال في درجات حرارة منخفضة تصل إلى

درجة التجمد إلا انه بصورة عامة يزداد معدل التحلل بارتفاع درجة الحرارة. كما ان أفضل مستوى رطوبة هو ما يوفر كمية ماء بين 60–80% من السعة التشبعية بالماء مما يوصل النشاط الحيوي للأحياء الدقيقة إلى أقصى درجة ممكنة وهذه تكون عند حصول دورات متعاقبة من الجفاف والترطيب أفضل مما لو استمر الترطيب ويكون التحلل بأسرع معدلاته عند قيمة دالة هيدروجينية متعادلة أو تميل قليلاً إلى القلوية.

من جهة ثانية فإن نشاط الأحياء الدقيقة يتحدد عندما توجد العناصر الغذائية العضوية بكميات قليلة ويحدث أعلى نشاط في الطبقة السطحية من التربة وذلك لوفرة المادة العضوية مقارنة بالطبقات العميقة وان إضافة مواد عضوية بسيطة سهلة التحلل فان الأحياء الدقيقة ستعمل على تمثيلها بسرعة حيث ان سرعة اكسدة المادة تتوقف على تركيبها الكيميائي إضافة إلى الظروف الفيزيائية والكيميائية للوسط البيئي فالمركبات الغنية في محتواها البروتيني يتم تمثيلها بمعدل أسرع حيث ان وجود النتروجين في المادة بكمية كبيرة وبصورة ميسرة يجعل الأحياء الدقيقة تأخذ حاجتها من هذا العنصر من المادة العضوية أما إذا كانت المادة العضوية فقيرة في محتواها من هذا العنصر فعندها يكون التحلل بطيء ويكون لإضافة عنصر النتروجين تأثير منشط على معدنة الكربون العضوي وخلال مراحل تحلل المواد العضوية المحتوية على كميات قليلة من النتروجين فإن نسبة الكربون إلى النتروجين C:N ratio تميل إلى التناقص مع الوقت وذلك نتيجة فقد الكربون وتحوله إلى غاز ثاني أكسيد الكربون بينما يبقى النتروجين مرتبط في الصورة العضوية لهذا تزداد النسبة المئوية للنتروجين في المخلفات النباتية مع الاستمرار في عمليات التحلل، إلا ان هذا التناقص لا يستمر بشكل علاقة خطية وإنما يتغير عندما تصل النسبة إلى 10:1 تقريباً. وتعتبر نسبة C:N إحدى الصفات الدالة على الاتزان فهي في الدبال 10:1 تقريباً وتعد المواد العضوية الطبيعية الغنية في محتواها من اللكنين أقل تفضيلاً من قبل الأحياء الدقيقة عن تلك المواد الفقيرة في محتواه منه. وقد يكون لمحتوى المخلفات النباتية من اللكنين أهمية أكبر من نسبة الكربون إلى النتروجين من ناحية سرعة تحلل المادة العضوية فيلاحظ ان سرعة تحلل الأنسجة النباتية الغضة الصغيرة السن أكبر منها في الأنسجة النباتية الناضجة فكلما تقدمت في العمر تغيرت مكوناتها الكيميائية فيقل محتواها من النتروجين والبروتين والمواد الذائبة في الماء وترتفع نسبة السيليلوز واللكنين وأنصاف السيليلوز. فالسبب الأساسي لبطأ التحلل قد يكون راجع لزيادة المحتوى من اللكنين ولكن من الممكن أيضاً أن تكون هناك عوامل أخرى تشترك في ذلك. كما يتحكم في سرعة تحلل المادة العضوية حجم أجزاء المادة العضوية التي تتعرض لمهاجمة الأحياء الدقيقة فكلما كان حجم الدقائق صغير كلما زادت سرعة التحلل.

تمثيل الكربون Carbon assimilation

إن عملية تحويل الكربون الموجود في المادة العضوية إلى كربون لبناء بروتوبلازم خلايا الكائنات الحية تعرف بعملية التمثيل Assimilation. فالأحياء الدقيقة تقوم بعملية تحليل المادة العضوية وتحويل الكربون العضوي فيها إلى الصورة المعدنية، ولعملية التحلل هذه وظيفتان رئيسيتان وهما:

1– توفير الطاقة اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة القائمة بعملية التحلل.

2– امداد تلك الكائنات الحية بالكربون اللازم لتكوين مادة الخلايا الجديدة.

فمعظم الكائنات الحية الدقيقة تحصل على الكربون الذي يشكل 50% من وزن خلاياها من المادة العضوية التي تقوم هي بتحليلها، فتحت الظروف الهوائية عادة يتم تمثيل 20–40% من كربون المادة العضوية المستهلكة وأما الباقي فاما

ان ينطلق على شكل غاز ثاني أوكسيد الكربون إلى الجو أو ان يتراكم في صورة مخلفات أو نواتج التمثيل الغذائي، ويمكن تقدير معدل تمثيل الكربون وذلك عن طريق إضافة كميات من المركبات العضوية البسيطة إلى أوساط لتنمية الأحياء الدقيقة ثم تقدير النسبة المئوية لكربون المادة الذي يتم احتجازه في بناء خلايا أجسام تلك الأحياء أو المركبات البنائية لها وتعتبر الفطريات أكثر كفاءة من غيرها من الأحياء الدقيقة في عمليات التمثيل الغذائي حيث ان كمية CO_2 التي تطلقها من وحدة الكربون المحول تحت الظروف الهوائية تقل عن مثيلاتها الناتجة من فعل الأحياء الدقيقة الأخرى.

إن المقصود بكفاءة التمثيل هي قدرة الكائن الحي الدقيق على تحويل كربون المادة العضوية إلى كربون خلوي، ويتم حساب هذا الكربون بتقدير النسبة المئوية لكربون الخلية المتكون إلى كربون المادة المستهلك وكلما زادت كفاءة التمثيل الغذائي للكائن الحي الدقيق قلت كمية كل من المخلفات العضوية الناتجة وغاز ثاني أوكسيد الكربون المنطلق إلى الجو، فعندما تقوم الفطريات لتحليل المادة العضوية فإن 30–40% من كربون المادة العضوية يتم تمثيله واستخدامه في إنتاج غزل جديد للفطر، وعلى العكس من ذلك فإن الأحياء الدقيقة ذات الكفاءة القليلة تفقد معظم كربون المادة العضوية في صورة مخلفات مع تكوين كمية قليلة من مادة الخلية. وعلى العموم تعد الفطريات الخيطية والاكتينومايسيتات (بصرف النظر عن الاختلافات الكثيره بين أنواعها) ذات كفاءة أكبر في تمثيل الكربون مقارنة بالبكتريا الهوائية التي كفاءتها على التمثيل تتراوح بين 5–10% فقط من كربون المادة العضوية.

أما البكتريا اللاهوائية فإن كفاءتها قليلة باستخدام المواد الكربوهيدراتية كما انها تنتج كميات كبيرة من المخلفات الكربونية العضوية وإن كميات الطاقة المتحررة قليلة وفي الوقت نفسه الذي يتم فيه تمثيل الكربون لتكوين بروتوبلازم جديد فإن هناك تمثيل للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكبريت وان عملية تحويل العناصر غير العضوية (المعدنية) إلى مركبات عضوية لبناء أنسجة الأحياء الدقيقة تسمى Immobilisation وهي ذات أهمية كبيرة من الناحية الزراعية إذ من شأنه أن يخفض الكميات المتاحة منها لتغذية النبات. ولكون تمثيل العناصر المعدنية يتحدد بالكميات اللازمة لبناء الكتلة الحيوية Matt للأحياء الدقيقة فإنه يرتبط بكميات الكربون الممثلة فتصبح نسبة كل من C:N و C:P و C:K و C:S بداخل البروتوبلازم هي العامل المحدد للكميات الممثلة من هذه العناصر.

إن النواتج الأساسية لتمثيل الكربون تحت الظروف الهوائية هي ثاني أوكسيد الكربون والماء وخلايا الأحياء الدقيقة ومكونات الدبال. أما في غياب الأوكسجين (في الظروف اللاهوائية) فإن تمثيل الكربون العضوي سيصبح تمثيلاً غير كامل ينتج عنه تراكم للمركبات الوسطية وتحرر كميات كبيرة من غاز الميثان CH_4 وكميات أقل من H_2 إضافة إلى ذلك فإن الطاقة الناتجة من التخمر اللاهوائي قليلة وعدد خلايا الأحياء الدقيقة التي تتكون لوحدة الكربون التي يتم تحللها أقل.

تمثيل النتروجين Nitrogen assimilation

يتواجد النتروجين في التربة أما بصورة معدنية (لا عضوية) أو بصورة عضوية فالصورة اللاعضوية يكون النتروجين على شكل ايوني مثل NH_4، NO_3، NO_2 أو على شكل غاز NH_3، N_2O، N_2 وأحيانا لفترة قصيرة على شكل NH_2OH (Hydro–Amine) كمركب وسط عند تأكسد NH_4 إلى NO_2 أما صور النتروجين العضوي فأولها البروتين غير المتحلل والذي عند تحلله يعطي أحماضاً أمينية مندمجة أو حرة وأمينات سكرية، أو في مادة عضوية قابلة للتحلل كما في بقايا النباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة وقد يكون النتروجين موجودفي مادة عضوية غير قابلة للتحلل مثل الدبال، ويشكل النتروجين العضوي ما نسبته 99% من نتروجين التربة لكنه غير قابل للامتصاص ولكي يصبح قابل للامتصاص يجب

أن يتمعدن النتروجين Nitrogen mineralization بعملية تنجزها الأحياء الدقيقة المتخصصة على ثلاث مراحل وكما يلي:

1- Aminization المرحلة الامينية

وهي الخطوة الأولى التي يتم خلالها تفكك المركبات البروتينية إلى الأحماض الامينية المكونة لها والتي تنجز من قبل أحياء دقيقة غير ذاتية التغذية Heterotrophic microorganisms تحصل من خلال هذه العملية على الطاقة اللازمة لبناء أجسامها.

$$\text{Protein compounds} \xrightarrow[\text{micro-organisms}]{\text{Heterotrophic}} R\text{-}NH_2 + CO_2 + \text{Energy}$$

2- Ammonification مرحلة النشدرة (عملية تكون ايون الامونيوم)

تقوم بهذه العملية أحياء دقيقة متعددة مصادر التغذية (غير ذاتية التغذية) Heterotrophic microOrganisms لكنها تختلف عن الأحياء العاملة في عملية الأمينية كونها تقوم بتحويل النتروجين الاميني إلى امونيا وفي هذه المرحلة لابد من وجود الماء لإتمام هذا التفاعل. فالامونيا التي تنتج في الخطوة الأولى من هذه العملية أما تستهلك من قبل النبات أو الأحياء الدقيقة أو يتم تثبيتها على غرويات الطين وإلا فإنها تتحول إلى أيون الأمونيوم والذي أيضاً اما ان يمتص من قبل النبات أو يستهلك من قبل الأحياء الدقيقة أو يدمص Adsorption على أسطح غرويات الطين سالبة الشحنة.

$$R\text{-}NH_2 + H_2O \xrightarrow[NH_3 + H^+ \text{ microorganisms}]{\text{Heterotrophic}} NH_3 + R\text{-}OH + \text{Energy}$$
$$NH_4$$

3- Nitrification مرحلة النترجة

هي عملية يتم فيها أكسدة ايون الأمونيوم إلى أيون النترات تحت الظروف الهوائية وتقوم بها كائنات حية دقيقة متخصصة ذاتية التغذية Autotrophic إذ انها تستمد طاقتها من مصدر غير عضوي أي من ثاني أوكسيد الكربون الحيوي ومن أكسدة الأملاح اللاعضوية في التربة وتتم في خطوتين وكما يلي:

$$2NH^+_4 + 3O_2 \xrightarrow[\text{Nitrosococcus}]{\text{Nitrosomones}} 2NO_2 + 2H_2O + 4H^+$$

$$2NO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{Nitrobacter}} NO_3 + \text{Energy}$$

وعلينا ان ندرك أن عملية النترجة تزيد من حامضية الوسط من خلال إنتاجها 4 ايونات من الهيدروجين لكل ايونين من الامونيوم، إضافة إلى انتاج بعض الأحماض الوسطية مثل HNO_3، HNO_2 وفي حالة الحاجة لرفع تفاعل الوسط يتم إضافة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ في مرحلة أكسدة النترات إلى نتريت، ان معدل استفادة النبات من النتروجين الموجود في التربة ترتبط بالدرجة الأولى بالنشاط الاحيائي بالإضافة إلى نسبة الكربون إلى النتروجين حيث يرتبط نشاط الكائنات المسئولة عن تحويل النتروجين من شكله العضوي إلى الشكل المعدني (الأحياء الدقيقة الهوائية المكونة للأمونيوم) بشروط التهوية والرطوبة والحرارة بالإضافة إلى pH التربة.

تمثيل الفسفور Phosphorus assimilation

يتواجد الفسفور بصورتين معدنية (لا عضوي) Inorganic phosphorus تتكون من استبدال ايون واحد من الفسفور مقابل ثلاثة ايونات من الهيدروجين في حامض الفسفوريك H_3PO_4 بكاتيونات معدنية. أما صورة الفسفور العضوي Organic phosphorus فتنتج عن إزالة ايون واحد من الهيدروجين أو أكثر من حامض الفسفوريك برابطة استيرية بينما تستبدل الايونات الأخرى من الهيدروجين بكاتيونات معدنية، وتعتبر المادة العضوية هي المصدر الرئيسي للفسفور العضوي الذي يرتبط بآصرة تساهمية مع المركبات العضوية والذي لا يمكن فصله وتأينه إلا بعد تحطيم آصرة ارتباطه بالأوكسجين P–O–C حيث تنفصل المركبات العضوية O–C ويتحرر الفسفور بصورته المعدنية التي يستطيع النبات امتصاصها، ويشكل الفسفور العضوي نسبة تتراوح بين 20–80% من الفسفور الكلي في التربة.

إن الفسفور العضوي يمكن أن يتحلل مائياً بفعل الأحياء الدقيقة ويتحول إلى فسفور معدني جاهز للامتصاص ويشكل الفسفور العضوي الذي يضاف مع السماد ما نسبته 40% من مجموع الفسفور العضوي الكلي حيث يؤدي تحلل المادة العضوية دوراً في توفير الفسفور وزيادة مستوياته من خلال ما يرافق عملية التحلل من تحرر لغاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يذوب في الماء مكوناً حامض الكربونيك HCO_3 الذي يعمل على زيادة درجة ذوبان الفوسفات وإنتاج الانيونات التي تستبدل انيونات الفوسفات المتبادلة هذا بالإضافة لما يقوم به الدبال من تغليف لجزيئات الاكاسيد السداسية مما يقلل من تثبيت الفسفور وتكوين معقدات ثابتة مع كل من الحديد والألمنيوم تمنع تفاعلهما مع الفسفور مثل السترات والأوكزالات والترتارات والماليت.

تمثيل البوتاسيوم Potassium assimilation

ترتبط جاهزية البوتاسيوم للامتصاص من قبل النبات بالكيمياء البلورية وبتركيب معادن الطين التي تحتويها التربة حيث ان النبات يمتص عنصر البوتاسيوم على شكل ايون K^+ وهذا العنصر لا يدخل في أي مركب يصنعه النبات كما يحدث لعنصري النتروجين والفسفور وإنما يبقى على شكله الايوني داخل خلايا وأنسجة النبات، ويشكل البوتاسيوم الجاهز للامتصاص مباشرة من قبل النبات جزء صغير لا يتعدى 1–2% من البوتاسيوم الكلي الموجود في التربة وان تحول الصور غير الجاهزة من هذا العنصر إلى صورته الجاهزة للامتصاص تتم تدريجياً وببطء عبر عمليات تجوية معقدة وتعتبر أفضل طريقة لزيادة جاهزيته هي طريقة التشبع القاعدي للتربة ويستخدم إضافة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (Lime) مع مراعاة التوقف عن الإضافة عند وصول تفاعل الوسط إلى حد التعادل كي لا يحصل تنافس مع ايون الكالسيوم.

إن زيادة المادة العضوية تعني زيادة الغرويات وهذا من شأنه زيادة عدد مواقع التبادل السالبة التي تقوم بأدمصاص الايونات الموجبة كالبوتاسيوم مما يعني أن إضافة المادة العضوية سيزيد جاهزية عنصر البوتاسيوم للامتصاص من خلال ادمصاصه وتقليل تركيزه في الوسط وهذا يؤدي إلى استمرار تحول البوتاسيوم من شكله غير الجاهز أو المثبت إلى صورته الجاهزة للامتصاص الفوري (الحالة التي يكون فيها مدمص على أسطح الغرويات).

تمثيل الكبريت Sulphur assimilation (Sulfur)

إن الكبريت يتواجد بشكلين أما بشكل معدني (غير عضوي) وهذا يشكل ما نسبته 0.11% من القشرة الأرضية تقريباً ويكون على صور كبريتات مثل كبريتات الكالسيوم غير الذائبة بالماء $CaSO_4$ anhydrate أو بصورة جبس $CaSO_4 - 2H_2O$ Gypsum كما يوجد بصورة كبريتات المغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. أو يتواجد الكبريت بشكل عضوي ويشكل ما نسبته بحدود 50-75% من الكبريت الكلي ويقسم الكبريت العضوي إلى:

1- كبريت مرتبط بالكربون Carbon bonded Sulphur وهذا النوع يشكل ما نسبته بحدود 50% من الكبريت العضوي ويأتي عن طريق تفكك الأحماض الامينية.

2- كبريت غير مرتبط بالكربون Non- Carbon bonded Sulphur

يتضمن هذا النوع سلفات الفينول Phenolic sulphate وسلفات الكولين Choline sulphate، وكذلك الكبريت الداخل في الدهون كالمركبات الطيارة مثل زيت الخردل الموجود في نباتات العائلة الصليبية (اللهانة، القرنابيط، الكلم) وكذلك في نباتات العائلة الزنبقية (البصل والثوم والكراث) الذي يعود إليه الطعم الحريف اللاذع، كما يوجد في نباتات العائلة البقولية حيث يدخل الكبريت في تكوين البروتينات، ان محتوى الترب من الكبريت يتوقف على محتواها من الطين والمادة العضوية ودرجة الـpH والأحياء الدقيقة إضافة إلى الظروف المناخية فتحت الظروف الرطبة تغسل كميات كبيرة من الكبريتات بينما تتجمع الأملاح المحتوية على الكبريتات في الطبقة السطحية لترب المناطق الجافة وشبه الجافة. لكن الكبريت العضوي صورة غير جاهزة لتغذية النبات ولكي يصبح جاهزاً للامتصاص لابد من تحوله أولاً إلى الصورة المعدنية بعملية Mineralization والتي تنجز من قبل بكتريا الكبريت، فتحت الظروف الهوائية يتكون H_2S الذي يتأكسد إلى كبريتات SO_4^{2-} بينما يتأكسد الـS بواسطة بكتريا الكبريت من الأنواع Thiothrix، Beggiotoa تحت الظروف اللاهوائية كما ان البكتريا نفسها تستطيع ان تؤكسد الكبريت إلى حامض الكبريتيك تحت الظروف الهوائية.

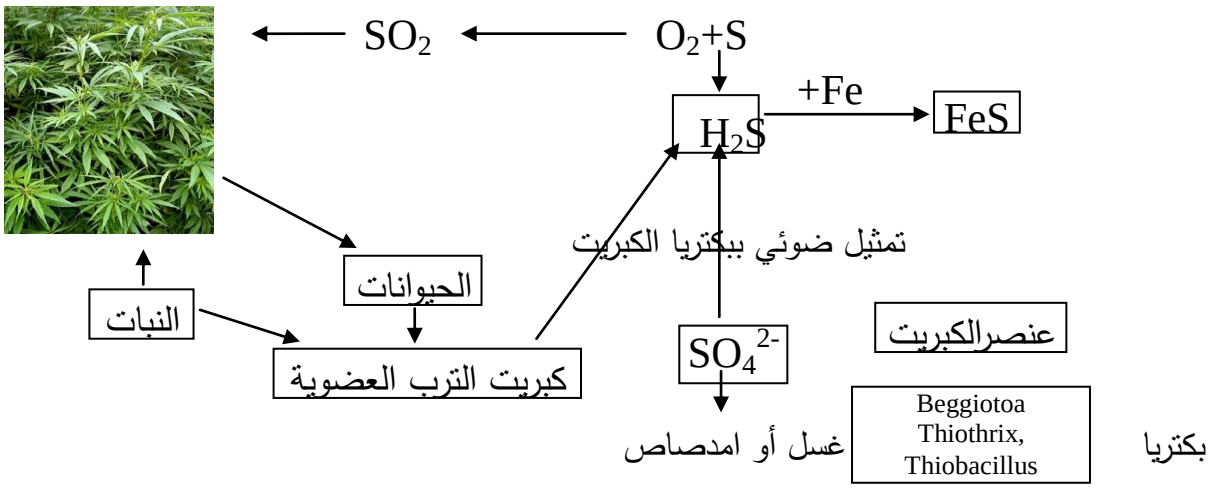
$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S + 122 \text{ K cal}$$

$$2S + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4 + 282 \text{ K cal}$$

$$\text{net } 2H_2S + 4O_2 \qquad 2H_2SO_4 + 404 \text{ K cal}$$

إن تكون حامض الكبريتيك سيؤدي إلى زيادة الحموضة وهذا سيلعب دور كبير خاصة للترب العراقية حيث سيعمل على تعديل تفاعل الترب القلوية الخفيفة مما يعني زيادة جاهزية العناصر الغذائية فيها خاصة العناصر الصغرى. أما تحت الظروف اللاهوائية (ظروف الغدق) كما في حقول الرز فإن المادة العضوية تتأكسد إلى H_2S وان تجمع هذا المركب قد يسبب السمية للنبات ولتقليل أثر السمية على النبات تضاف أملاح الحديدوز فتؤدي إلى تكون FeS الذائب مما يوقف التأثير السمي للكبريت، ويمكن أن يتأكسد قسم من H_2S تحت الظروف الهوائية إلى كبريتات SO_4^{2-} التي يمكن أن يمتصها النبات أو يتم تمثيلها في أجسام الأحياء الدقيقة كما يمكن أن تدمص على سطوح غرويات الطين والدبال، وان

الكبريتات الممثلة من قبل النبات والأحياء الدقيقة ستصبح جزء من كبريت الدبال ولكي يستفاد منه النبات يجب أن يحدث عملية تعدين من جديد ويمكن توضيح دورة الكبريت في الطبيعة بالشكل الآتي:



(شكل9) مسارات دورة تمثيل الكبريت

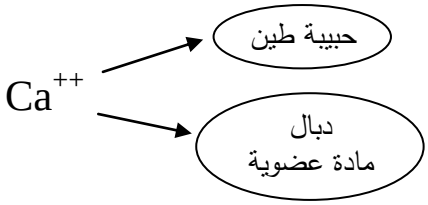
تمثيل الكالسيوم Calcium assimilation

يوجد الكالسيوم في المعادن الأولية مثل الفلدسبار والاوليفين والبروكسين كما يوجد في معدن الكالسيت (الذي هو عبارة عن كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) وتعتبر ترب المناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في العراق ذات محتوى عالي من عنصر الكالسيوم ويعود ذلك إلى ارتفاع درجة تفاعل التربة خاصة منها الترب الجيرية مما ينعكس سلباً على جاهزية معظم العناصر الغذائية وعلى وجه الخصوص العناصر الغذائية الصغرى باستثناء عنصر المولبدنم الذي تزداد جاهزيته تحت الظروف القاعدية. أما تحت ظروف المناطق الرطبة والاستوائية حيث تكون ايونات الهيدروجين وغاز ثاني اوكسيد الكربون مرتفعين مما يعمل على تقليل المحتوى من الكالسيوم من خلال احلال ايونات الهيدروجين محل الكالسيوم المتبادل على أسطح الغرويات مؤدية إلى تحرر ايونات الكالسيوم Ca^{2+} إلى محلول التربة وبالتالي غسله مع الماء إلى أعماق بعيدة، وتؤدي عملية النترتة والعوامل المؤثرة عليها دوراً في زيادة ايونات الهيدروجين مما يعطي القدرة على تحرير الكالسيوم من مركباته غير الذائبة وبالتالي تعرضه للغسل.

$$2NH_4 + 4O_2 \xrightarrow{\text{عملية النترتة (التأزت)}} 2NO_3^- + 4H^+ + 2H_2O$$

Nitrification

إن وجود الكالسيوم في التربة يعتبر دليلاً على جودتها فهو من العوامل المساعدة على تكوين البناء الحبيبي Aggregate Structure من خلال ربط الكالسيوم لغرويات الطين والدبال فترتبط إحدى شحناته مع حبيبة طين وترتبط الشحنة الأخرى مع الشحنة السالبة للمادة العضوية.



لذلك فإن نقص الكالسيوم يؤدي إلى الاخلال في التوازن للعلاقات المائية والهوائية كما يؤدي إلى حصول خفض في درجة التفاعل pH مما يؤثر على جاهزية العناصر الغذائية كما ان وفرته بمستويات عالية تؤدي إلى ظهور سمية بعض العناصر مثل الألمنيوم والمنغنيز غير ان توفره بالمستويات العالية وعلى صورة $CaCO_3$ يسبب الشحوب الكلسي وظهور اصفرار على أوراق النباتات الذي يعود بالدرجة الرئيسية إلى نقص عنصر الحديد.

الفصل الرابع

التغيرات التي تحصل خلال مراحل تحلل المادة العضوية

إن أول المركبات التي تستعمل من قبل الأحياء الدقيقة بعد بدء نشاطها لتحليل المادة العضوية هي المواد الذائبة في الماء وتتضمن السكريات والأحماض العضوية حيث تحصل منها على الطاقة ولبناء خلاياها ونيتجه للاستهلاك السريع لهذه المركبات نادراً ما تحتوي التربة أو الأوساط على كميات كبيرة منها ويكون ناتج التحلل الهوائي لهذه المركبات غاز ثاني أوكسيد الكربون والماء، أما تحت الظروف اللاهوائية فإن عمليات الأكسدة لا تكون كاملة مما يؤدي إلى تحول السكريات إلى أحماض عضوية وكحولات والداهايدات وكيتونات وغازات مثل الميثان والهيدروجين وثاني أوكسيد الكربون فالجزء الذائب في الماء من المواد النباتية يحتوي على مركبات لا تقاوم التحلل من قبل الأحياء الدقيقة وبذلك يتم تمثيلها أولاً وتمثل هذه المركبات الذائبة بين 20–30% من الوزن الجاف للأنسجة النباتية ويصاحب عمليات التمثيل الغذائي للمركبات السهلة التحلل من الأنسجة النباتية تغيرات وصفية في التركيب الكيميائي للأجزاء المتبقية منها، فتتغير خواص المادة العضوية نتيجة زيادة خلايا الأحياء الدقيقة الجديدة بالإضافة إلى تواجد الأجزاء النباتية الأخرى المقاومة للتحلل مثل المركبات العطرية المشابهة للكنين والتي قد تكون ناشئة عنه، والتغير الكيميائي الذي يحدث في التربة صورة تعكس وضع الجزيئات العضوية المضافة إلى الوضع الناشئ عن تكوين خلايا أحياء دقيقة ونواتج ثانوية جديدة. وهناك تغيرات أخرى تحدث للمادة العضوية أثناء تحللها فمحتواها من الهيدروكسيل يقل بتقدم عمليات التحلل بينما تزداد مركبات الكاربوكسيل والسعة التشبعية بالقواعد، وتحتوي المواد المتبقية بعد تقدم مراحل تحلل السيليلوز على كميات قليلة من الكربون في صورة لكنين بينما ينتج عن تحلل الأنسجة الغنية بالكنين مكونات ذات محتوى عالي من المركبات المشابهة للكنين.

إن التحلل يبدأ أولاً بإفراز إنزيمات خارجية تحلل المواد الكربوهيدراتية المعقدة إلى مكوناتها الأولية البسيطة لتستخدمها الأحياء الدقيقة لبناء خلاياها ومصدراً للطاقة التي تحتاجها ويدخل جزء منها في بناء مواد معقدة أخرى أو يدخل في تركيب الدبال ويعد النشأ أول المركبات التي يطالها التحلل بعد أن تستنفذ المواد الذائبة في الماء وتعتبر اعداد الأحياء الدقيقة المحللة للنشأ أكثر بكثير من تلك الأحياء القادرة على تحليل غيره من المركبات الكاربوهيدراتية المعقدة الأخرى وتتضمن هذه الأحياء البكتريا والفطريات والاكتينومايسيتات ويمكن تمييز هذه الأحياء بسهولة في المختبر بعد أن يتم تلقيح أطباق تحوي على وسط مغذي صلب Nutrient agar مضاف له النشأ وبعد نمو المستعمرات يتم غمرها بمحلول اليود فيتلون النشأ في الاكر باللون الأزرق ويلاحظ ان المستعمرات المحللة للنشأ محاطة بهالة شفافة خالية من اللون الأزرق نيتجه لتحلل النشأ.

ان الأحياء المحللة للنشأ تفرز نوعين من الإنزيمات هما:

* ألفا أميليز α–amylase الذي يعمل على تكسير الروابط في السلاسل المستقيمة لكل من مركبي الاميلوز والاميلوبكتين بصورة عشوائية ويكون الناتج عبارة عن سلاسل من الكلوكوز مختلفة في العدد (دكسترين dextrin) وقليل من السكريات المختزلة (Reducing sugars).

* بيتا اميليز β–amylase الذي ينشط التحلل من نهاية الجزيء تدريجياً ويبدأ بفك الرابطة الثانية بين وحدات الكلوكوز في المركب لينتج عدد من وحدات السكر الثنائي مالتوز Maltose بالإضافة إلى نسبة من سكر الدكسترين. إلا ان كلا الإنزيمين غير قادرين على فك الرابطة glycosidic Linkage، α–1 في جزيء الاميلوبكتين لذلك فإن كميات الدكسترين المتكونة تتحلل بفعل إنزيمات أخرى. أما المالتوز المتكون فإنه يتحلل إلى كلوكوز بفعل إنزيم Maltase أو glycosidase.

* بالإضافة إلى الإنزيمين السابقين فإن الأحياء المحللة للنشأ تفرز إنزيم amylase gamma ويسمى Glucoamylase الذي يفصل وحدات سكر الكلوكوز من نهاية جزيء النشأ.

إن سكر الكلوز الناتج من التحلل الاحيائي اما ان يتحلل تحت الظروف الهوائية إلى ماء وغاز ثاني أوكسيد الكربون أو يتحلل تحت ظروف لا هوائية إلى أحماض عضوية وكحولات وغازات أما تحلل السليلوز كأحد المركبات الهامة التي تستخدمها الأحياء الدقيقة للبناء وكمصدر للطاقة في المخلفات النباتية فبالنظر للتركيب الكيمياوي للسيليلوز المكون من وحدات ذات رابطة من النوع β فان عملية التحلل تتم بواسطة أحياء دقيقة متخصصة لها القدرة على فك الروابط للسلسلة من هذا النوع. وتتم عملية التحلل بإفراز أنزيمات خارجية مكونة من مجموعة معقدة من الإنزيمات يطلق عليها اسم Cellulases لها القدرة على التحلل المائي للروابط بين وحدات الكلوكوز وتجزئتها إلى وحدات أصغر وصولا إلى السكر الثنائي Cellobiose ثم الى سكر الكلوكوز. إن النظام الأنزيمي (معقد السليليز Cellulase complex) الذي يحلل السيليلوز إلى سكريات بسيطة تستطيع الأحياء الدقيقة استهلاكها يتكون من ثلاثة أنواع من الإنزيمات

* الانزيم الأول C_1 (Endo β–1.4 glucanase) يعمل هذا الإنزيم على المركب الأساسي وهو السيليلوز حيث يحلله جزئيا إلى سلاسل أصغر من السكريات المتعددة. Cello–oligo–saccharides.

* الإنزيم الثاني Cx (Exo β–1.4 glucanase) هذا الإنزيم لا يستطيع تحليل السيليلوز لكنه قادر على تحليل المركبات الوسطية التي حدث لها تحليل جزئي بفعل الإنزيم الأول وينتج عن ذلك مواد قابلة للذوبان في الماء تحتوي على السكر الثنائي Cellobiose اضافة إلى سلاسل قصيرة من الكلوكوز.

* الإنزيم الثالث β–1.4 glycosidase أو Cellobiase حيث يعمل على تحويل السكريات الثنائية Cellobiose والمتعددة إلى سكر الكلوكوز الأحادي.

أما السيليلوز المرتبط بالكنين Ligno cellulose فهناك إنزيم آخر اضافة إلى الإنزيمات السابقة يعمل على فصل الكنين عن السيليلوز وهو إنزيم خارجي يسمى إنزيم x (غير مسمى unnamed enzyme) وعند تحلل المواد السيليلوزية لا يحصل تراكم للمركبات الوسطية كنواتج التحلل بفعل الأحياء الدقيقة وذلك لأن سرعة تحلل السيليلوز إلى سكريات بسيطة أبطأ من سرعة استهلاك السكريات البسيطة من قبل الأحياء الدقيقة. بينما يتم التحلل اللاهوائي للسيليلوز من قبل الأحياء الدقيقة اللاهوائية التي لا تستطيع أكسدة المركبات العضوية بشكل كامل لذلك يكون ناتج التحلل عدد من المركبات غير تامة الأكسدة، فتتراكم كميات كبيرة من الأحماض العضوية مثل Succinic و Lactic و Butyric و Acetic وغيرها كما تتراكم عدة أنواع من الكحولات والغازات مثل CO_2 و H_2 و CH_4.

أما تحلل أنصاف السيليلوز فيتم بواسطة مجموعة من الأنزيمات الخارجية التي تفرزها الأحياء الدقيقة في الوسط لتحوله إلى مركبات بسيطة يسهل على تلك الأحياء استهلاكها ويختلف المعقد الإنزيمي باختلاف نوع مركب أنصاف السيليلوز

فمثلا نوع Xylans يتحلل بمعقد أنزيمي يطلق عليه اسم xylanase وكل مجموع من هذا الأنزيمات تفرزها مجموعات أو سلالات معينة من الأحياء الدقيقة ويتصف تحلل بعض مركبات أنصاف السيليلوز بالسرعة خلال المراحل الأولى للتحلل حيث يكون أسرع تحللا من السيليلوز في البداية ثم يبطأ بعد ذلك، ولكي تنجز عملية التحلل من قبل الأحياء فان ذلك سيتطلب مجموعة كبيرة من الأنزيمات نتيجة للتركيب الكيميائي المعقد حيث يبدأ التحلل بتجزئة مركب أنصاف السيليلوز إلى وحدات أصغر ثم هذه تتحلل إلى سكريات ثنائية وحامض يورونيك Uronic acid التي تتحلل إلى سكريات بسيطة وحامض يورونيك بفعل أنزيمات Glucosidases كما تتحل المواد الصمغية والسكريات Gums and Related sugars التي تشبه في تركيبها الكيمياوي أنصاف السليليوز إلا أنها عند تحللها مائيا باستخدام حامض مخفف تعطي سكريات بسيطة ويبقى جزء مقاوم للتحلل فيكون نتيجة تحلل الصمغ العربي Arabic gum الذي ينتج من شجرة السنط Acacia سكريات Galactose و Rhamnose و Arabinose وحامض Glucuronic acid بينما صمغ المسكوايت Mesquite gum الذي ينتج من نبات المسكويت Prosopis فانه يدخل في تركيبه Galactose و Arabinose وحامض Methyluronic ويعد تحلل المواد البكتينية من الأهمية لما لمجموعة الإنزيمات المسئولة عن تحلل البكتين من دور في العديد من المسارات الصناعية والأمراضية للنباتات والمحاصيل المخزونة ويطلق على الإنزيمات المحللة للمواد البكتينية كمجموعة اسم Pectinases ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين هما:

* المجموعة الأولى Seponifying enzymes والاسم التقسيمي لهذه المجموعة من الأنزيمات هو Pectin-pectyl hydrolases وقد تسمى pectases و pectin methyl estrase و pection-estrases. وهي أنزيمات تعمل على تحليل الأواصر الاستيرية بين مجاميع الكاربوكسيل والمثيل وينتج عن التحلل انفراد الميثانول وظهور مجاميع الكاربوكسيل الحامضية في الجزيء ويكون تأثير هذه المجموعة من الأنزيمات محدود لأنه ليس لها أثر على السلسلة الكليكوزيدية.

* المجموعة الثانية Depolymerizing enzymes

وهي أنزيمات تعمل على تقسيم جزيء البكتين إلى وحدات أصغر ويمكن تقسيم هذه المجموعة من الأنزيمات حسب تأثيرها إلى:

1- أنزيمات محللة مائيا Hydrolytic enzymes

وهي أنزيمات تقوم بالتحليل المائي للروابط الكليكوزيدية وهذه المجموعة تقسم إلى:

أ- Polymethy galacturonase وهي الأنزيمات التي تهاجم جزيء البكتين أساسا.

ب- polygalacturonase هذه الأنزيمات تحلل حامض البكتيك أساسا وكلا الأنزيمين يقومان بتحطيم الروابط الكليكوزيدية في السلسلة الطويلة لينتج حامض Galacturonic.

2- أنزيمات Trans-eliminative cleavage enzymes

وهي الأنزيمات التي تحطم الأواصر الكليوزيدية في الجزيء بطريقة الإزالة الانتقالية ليكون ناتج التحلل مركب مشتق من حامض الكالاكتورونيك Galacturomic acid ومن هذا النوع من الأنزيمات أنزيم pectin lyase الذي يحلل البكتين وأنزيم pectate lyase الذي يحلل حامض البكتيك.

ويتحلل الانيولين بفعل الأحياء الدقيقة القادرة على إفراز أنزيمات Inulinases وهي أنزيمات خارجية وينتج عنها وحدات اصغير تتكون من جزيء إلى ثلاثة جزيئات من الفركتوز وذلك حسب نوع الأنزيم الذي تفرزه الأحياء الدقيقة ثم يستمر التحلل حتى ينتج الناتج النهائي من السكريات البسيطة.

أما تحلل اللكنين فان مجموعة الأنزيمات التي تنشط تحليله يطلق عليها legninase ولكون جميع المركبات الداخلة في تركيب اللكنين تحتوي على حلقة بنزين وأغلبها تحوي مجموعة الميثوكسيل ($-OCH_3$) أو الهيدروكسيل (OH–) أو الكاربوكسيل (COOH–) أو الالديهايد (CHO–) وتشمل هذه المركبات –⊼–protocatechuic acid–vanillic acid conidendrin syringic acid. فعند قيام الأحياء الدقيقة بالتحليل فان مجاميع الميثوكسيل والسلاسل الجانبية على النواة العطرية تختفي أولا قبل تحطيم النواة. بمعنى تحلل جزيء اللكنين إلى مركبات عطرية بسيطة أولا Depolymerization بواسطة أنزيمات خارجية تفرزها الأحياء الدقيقة في الوسط بعد ذلك تزال مجاميع الميثوكسيل من هذه الجزيئات وتبقى مشتقات البنزين التي يحدث لها بعد ذلك تحطيم للحلقات العطرية. ويعتبر اللكنين من أبطأ المواد الكربونية في التحلل لذلك فإن نسبته ترتفع مع عملية تقدم عملية تحلل المواد العضوية وذلك نتيجة للسرعة التي يتم بها تحلل المواد الكربونية الأخرى مقارنة بالكنين.

ويتحلل الكيتين اعتمادا على المواد المرتبطة به مثل الكلوكان Glucan أو السيليلوز وفي هذه الحالة لا يمكن أن يتحلل الكيتين إلا بوجود الإنزيمات القادرة على تحلل هذه المركبات. ومجموعة الإنزيمات المسئولة عن تحلل الكيتين هي Chitinase حيث ينتج عن التحلل حامض الخليك والكلوكوز أمين Glucoseamine و Acetic acid ثم بعد ذلك يحدث نزع لمجاميع الأمين وتنتج الأمونيا والكلوكوز حيث تستخدم الاحياء الدقيقة جزء من الامونيا لبناء أجسامها وتستخدم الكلوكوز كمصدر للطاقة.

الأحياء الفاعلة في تحلل المادة العضوية

تشكل الكائنات الحية ما نسبته أقل من 1% من حجم التربة بينما تشكل الأجزاء المعدنية بحدود 50% لكن بدون هذا الجزء الحيوي الصغير فلن تكون التربة بهذه الوفرة والغنى في الشكل والتركيب. والكائنات الحية التي تتواجد يمكن أن تضم المجاميعالاتية:

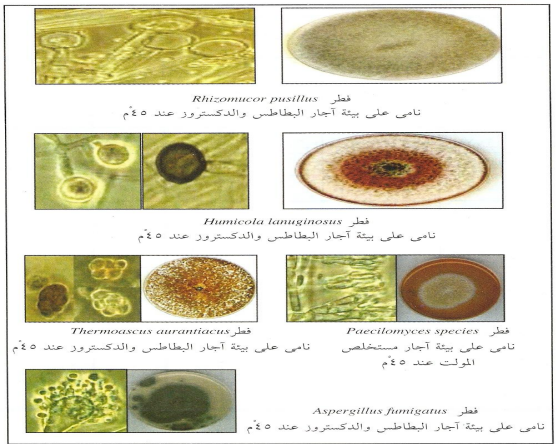
1- كائنات حية تعتمد في صنع غذائها على ضوء الشمس (النباتات الراقية، الطحالب، بكتريا التركيب الضوئي).

2- بكتريا متباينة التغذية الضوئية.

3- بكتريا ذاتية التغذية الكيميائية.

4- الأحياء متباينة التغذية الكيميائية.

وتشمل كل أحياء التربة الفقرية واللافقرية ومعظم الفطريت والبكتريا(شكل10أ،ب)



(شكل10) أ: بعض ألأحياء التي تتواجد في ، ب: بعض الفطريات المحبة للحرارة العالية الوسط أثناء أعداده خلال مراحل التخمير .الشحات 2007

تعد المجموعة الأخيرة المسؤول الرئيسي عن العمليات الحيوية والكيموحيوية في تحلل المادة العضوية وتكون الدبال وهذه المجموعة تعتبر الوحيدة من بين الكائنات الحية القادرة على أن تنجز الوظيفتين الحرجتين والضروريتين لتحلل المادة العضوية وعمليات التدبل وتتضمن:

أ- تحويل المواد الخام الأولية وصولاً إلى الدبال.

ب- تزويد الوسط بمكونات الكتلة الحيوية للأحياء الدقيقة بعد موتها كدور غير مباشر لإغنائه بمواد ومركبات لم تكن موجودة أصلا.

فالحيوانات والحشرات في مجموعة متباينة الأغذية الكيميائية مثل يرقات الخنافس والقوارض وحشرة الأرضة هي التي تنجز التحلل الأولي للمخلفات العضوية من خلال تكسيرها لمخلفات النباتات إلى أجزاء صغيرة وقد يكون لبعض الفطريات الرمية التغذية Sopraphytic والبروتوزوا دوراً مهماً في عمليات التحلل الأولية أيضاً وذلك كونها تنتج الإنزيمات التي تساعد أو تحفز تحلل الأنسجة النباتية المختلفة. أما التحلل الثانوي فإنه ينجز بشكل أساسي بواسطة الأحياء الدقيقة والتي تتضمن معظم البكتريا والفطريات رمية المعيشة وتشترك الأحياء في تحليل المركبات المختلفة حسب قابلياتها على إفراز الانزيمات الخاصة بتحليل تلك المركبات والتي تشمل الآتي:

الأسماء العلمية لأجناس الأحياء الدقيقة المشاركة في تحليل المادة العضوية

المركب	بكتريا	فطريات	اكتينومايسيتات
النشأ	Bacillus, Flavobactrium, Clostridiun, Micrococcus, Cytophaga, Chromoba	Rhizopus, Fusarium, Asperigillus	Streptomyces, Micromonospora
السيليلوز	Bacillus, Cytophaga, Pseudomonas, Clostridiun dissolvens, Clostridiun thermocellum	Panicillium, Fusarium, Alternaria, Asperigillus, Trichoderma, Chaetomium	Micromonospora, Nacardia, Streptomyces
أنصاف السيليلوز	Cytophaga, Bacillus, Achromobacter, Pseudomonas	Penicillium, Fusarium, Aspergillus, Rhizopus, Alternaria, Helminthosporium	كما في السيليلوز
المواد البكتينية	Clostridiun, Erwinia, Bacillus, Pseudomonas, Micrococcus	Penicillium, Rhizopus, Rhizoctonia, Fusarium, Alternaria, Botrytis	
الأنيولين	Clostridiun, Micrococcus, Arthrobacter, Pseudomonas, Cytophaga		
اللكنين	Flavobactrium, Pseudomonas	Armillaria, Agaricus, Humicola, Polyporus, Cladosporium, Trichosporon, Ustulina, Lentinus, Pleurotus, Trichoderma	
الكيتين	Chromobactrium, Bacillus, Cytophaga, Flavobactrium, Micrococcus, Pseudomonas	Trichoderma, Aspergillus, Mucor, Fusarium, Aspergillus, Penicillium وبعض أجناس الفطريات البازيدية	Streptomyces, Micromonospora

الفصل الخامس

دور المادة العضوية في التربة

وعلاقتها بخصائصها الفيزيائية والكيميائية والاحيائية

تعد التربة نظاماً معقداً يدخل في تكوينه العديد من المركبات المتداخلة وصفاتها هي محصلة تأثير تلك التداخلات. أما المادة العضوية في التربة فهي نتاج لتراكم الأجزاء النباتية والأعضاء الحيوانية المتحللة جزئياً أو كلياً إضافة إلى ما تحتويه التربة من كائنات حية دقيقة لذلك تستعمل المادة العضوية على اختلاف مصادرها كأسمدة عضوية من أجل زيادة الإنتاج كماً ونوعاً إضافة إلى دورها كمصلح للتربة الرديئة حيث تؤدي دوراً هاماً في تحديد خواص التربة الفيزيائية فكلاً من بناء التربة وثبات مجاميعها تتحسنان بزيادة المادة العضوية المتحللة في التربة.ومع ذلك هناك عدد من المعايير التي لا تتوافق مع هذا التعميم لكون مادة التربة العضوية غير متجانسة في مكوناتها ومواقعها. فوظائف المادة العضوية في التربة معروفة والتي تتمثل بالوظائف التغذوية Nutritional Functios والوظائف الاحيائية Biological Functions

والوظائف الفيزيائية Physical Functions

والوظائف الفيزيوكيميائية Physico-chemical Functions

ويمكن تلخيص دور المادة العضوية الفعال في الترب بالنقاط الآتية:

1- خزن وتجهيز العناصر الغذائية للنبات وللأحياء الدقيقة وزيادة السعة التبادلية للايونات الموجبة Cation Excheange Capacity.

2- زيادة تكوين وثباتية تجمعات التربة.

3- تقليل الكثافة الظاهرية للتربة وتقليل الانجراف السطحي لها.

4- المساعدة في تحسين نمو النباتات من خلال زيادة قابلية التربة على خزن ونقل الماء والهواء والتي تقاس من خلال تحسين مسامية التربة وقابليتها على مسك الماء والاحتفاظ به.

5- جعل التربة أقل تماسكاً مما يساعد الجذور على النمو واختراق مقد التربة.

6- المادة العضوية مصدراً مهماً لامداد الكربون والطاقة للاحياء الدقيقة في التربة.

7- تقلل المادة العضوية من التأثير السلبي في محيط بيئة التربة كما تقلل من تأثير التلوث بالعناصر الثقيلة من خلال خلب أو ربط أو امتزاز تلك العناصر.

8- تعمل على امتصاص الحرارة من محيطها بسبب لونها الغامق مما يسهم في تعجيل إنبات البذور ونمو النبات.

9- تزيد المادة العضوية قدرة التربة التنظيمية Buffering Capacity فتكون درجة تفاعل التربة أقرب إلى التعادل.

10- تعمل المادة العضوية على مسك أو خلب بعض العناصر الغذائية وحمايتها من الضياع من خلال ارتفاع سعتها التبادلية الايونية واحتواءها على المجاميع الكربوكسيلية والهيدروكسيلية والفينولية الفعالة.

11- تسهم الأحماض العضوية والمعدنية الناتجة من تحلل المادة العضوية في زيادة جاهزية العناصر الضرورية للنبات.

لذلك تؤدي إضافة المخلفات العضوية دوراً رئيسياً في زيادة خصوبة التربة وتوفير العناصر المغذية فيها فضلاً عن تحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية والأحيائية. فلنواتج تحلل تلك المخلفات والتي منها الأحماض العضوية وثاني

أوكسيد الكربون دوراً في زيادة تجهيز الكثير من العناصر الغذائية فضلاً عن حفظها لتلك العناصر من الحركة إلى الأعماق البعيدة في مقد التربة بعيداً عن منطقة الجذور وذلك لقدرتها على امتزاز الايونات على سطحها بشدة نتيجة لكبر مساحتها السطحية نسبة إلى وزنها من خلال آلية الامتزاز الفيزيائية Physisorption وبالتجاذب الايوني وفق آلية Chemisorption كما تعد المادة العضوية مصدراً هاماً للأحياء الدقيقة وزيادة نشاطها مما يسهم في جعل العناصر الغذائية أكثر جاهزية للامتصاص من قبل النباتات النامية، فتمثيل ثاني أوكسيد الكربون يحفز نمو النباتات المجهزة بصورة جيدة بعنصري الفسفور والبوتاسيوم إضافة إلى تحفيز انتقال مواد التمثيل الضوئي من الأوراق إلى أجزاء النباتات الخازنة لذلك فإن كلاً من الفسفور أو النتروجين يؤدي إلى زيادة محتوى الأنسجة الخازنة من المواد الكاربوهيدراتية والسكريات، وتعد الأسمدة العضوية أحد المصادر المهمة لتجهيز عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم للنباتات المزروعة حيث ان نواتج تحللها من CO_2 وحامض الهيومك والفولفيك تؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة مما يساعد في زيادة جاهزية عنصر الفسفور وتحسين خواص التربة الكيميائية مقارنة بالزراعة الأعتيادية التي لا تعتمد إضافة المادة العضوية. فمثلاً زاد محصول القرنابيط المسمد عضوياً ثلاثة أمثال ونصف محصول الزراعة التقليدية والتي تم فيها التسميد بالسماد الكيميائي فقط. فالأسمدة العضوية تؤدي دوراً بارزاً في نمو وحاصل النباتات من خلال التأثيرات الخصوبية والأحيائية لاحتوائها على العناصر الأساسية فضلاً عن العناصر الصغرى المهمة والحرجة في نمو النباتات مما يعطي تأثيراً واضحاً في كمية ونوعية الحاصل فمن خلال زيادة سرعة نمو المجموع الخضري ووصوله إلى الحجم المناسب وبلوغه مرحلة النضج الفسلجي يمكنه تأدية وظائفه الفسيولوجية المختلفة لاسيما تصنيع المواد الكاربوهيدراتية ذات الدور البالغ الأهمية في اعطاء إنتاج جيد.

تأثير المادة العضوية في الصفات الفيزيائية للتربة

إن محتوى المادة العضوية في التربة هو محصلة للعوامل والأساليب المؤثرة في إضافة المواد العضوية المختلفة وديناميكية التحلل التي تؤثر جميعاً في حركة الكربون العضوي ومواقع ارتباطه مع المواد المعدنية، فإضافة المخلفات العضوية النباتية إلى التربة تؤدي إلى زيادة ثبات تجمعاتها وانخفاض كثافتها الظاهرية وزيادة نسبة ماء الاشباع. ويعتمد معدل القطر الموزون لحبيبات التربة على طبيعة المادة العضوية المضافة ودرجة وسرعة تحللها بفعل الأحياء الدقيقة كما يعتمد تأثير المادة العضوية على المدى الطويل على المدة اللازمة لتحلل تلك المواد إضافة إلى ذلك فإن زيادة ثباتية مجاميع التربة وزيادة قابلية التربة للاحتفاظ بالماء تزداد مع زيادة محتوى التربة من المادة العضوية ومن جهة ثانية تساعد زيادة نسبتي الطين والمادة العضوية في التربة في زيادة قابليتها على الاحتفاظ بالماء مما يوفر ظروفاً مناسبة لزيادة فعالية الأحياء الدقيقة وهذا يساعد في زيادة كل من سرعة تحلل المادة العضوية وثبات مجاميع التربة. فالترب ذات المحتوى العالي نسبياً من الطين تكون مادتها العضوية أكثر تحللاً إذ ان الدقائق الناعمة ذات المساحة السطحية العالية تساعد في الحفاظ على المادة العضوية فيها لمدة أطول فالترب التي تسود فيها معادن الطين ذات المساحة السطحية الواسعة وذات السعة التبادلية العالية يمكنها ادمصاص المواد الهيوميكية وزيادة ثبات المجاميع بدرجة أكبر من الترب ذات المحتوى الواطئ من معادن الطين تلك. كما ان المواد السكرية المتعددة تتحلل داخل التربة وترتبط مع سطوح الدقائق الناعمة جداً أو تنتشر في المسامات الصغيرة جداً ولكن تأثيرها لا يستمر طويلاً بسبب تحللها إذا كانت ضمن الأقطار التي لا تزيد على 250 مايكرون وهناك علاقة ارتباط معنوية بين ثباتية التجمعات والسكريات المتعددة وان هذه المواد السكرية تعد من

المواد اللاحمة والمؤثرة في زيادة ثباتية مجاميع التربة، وعلى الرغم من ان المواد الكربوهيدراتية لا تزيد على 20% من المادة العضوية في التربة فإن احتوائها على نسبة عالية من السكريات المتعددة الناتجة عن تحلل بقايا النباتات وبقايا الأحياء الدقيقة تجعلها ذات أهمية في ثباتية تجمعات التربة. فالسكريات المتعددة تتركز على سطوح مفصولات التربة الناعمة كالطين والغرين. ويؤدي المحتوى الكلي من الكربون العضوي إلى زيادة في أحجام المجاميع وثباتيتها. كما تؤثر المادة العضوية في المسامية الكلية للتربة وفي توزيع حجوم المسامات إذ ان زيادة تحلل المادة العضوية يؤدي إلى انتفاخ التربة وخفض كثافتها الظاهرية نتيجة زيادة محتواها من الكربون العضوي وتؤدي المادة العضوية المتدبلة دوراً هاماً في زيادة قابلية التربة على مسك الماء وذلك لاتساع مساحتها السطحية النوعية فضلاً عن أهميتها في تحسين بناء التربة وزيادة المسامات البينية والتغيرات في منحنيات المواصفات الرطوبية للتربة الناجمة عن إضافة المواد العضوية يعود إلى انخفاض قيمة الكثافة الظاهرية وزيادة المسامية واختلاف التوزيع الحجمي للمسامات، وهذه عوامل مجتمعة تساعد في زيادة كل من قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء ونسبة الماء الجاهز ومعدل توصيلها للماء فالأجزاء الخشنة المحسوسة من المادة العضوية تعمل ما يشبه قطع صغيرة جداً من الاسفنج بينما تعمل الأجزاء الصغيرة الناعمة غير المرئية كمادة لاصقة تلصق حبيبات التربة مع بعضها.

تأثير المادة العضوية في الصفات الكيميائية والخصوبية للتربة

تعود أهمية المادة العضوية في تغيير صفات التربة الى نواتج تحللها حيث تساعد إضافة المواد العضوية النباتية أو الحيوانية إلى التربة في زيادة فعالية الأحياء الدقيقة التي تعمل على تحليل تلك المواد المضافة ولأجل استمرار نشاط الأحياء الدقيقة وتحسين صفات التربة الكيميائية والخصوبية إضافة إلى الفيزيائية لابد من أن يتم تجديد إضافة المادة العضوية لها لكي تستمر بتجهيز النباتات بالعناصر الغذائية عند تحللها من أجل بقاء التربة بحالة ملائمة للإنتاج الزراعي وذلك للتداخل والترابط بين المركبات العضوية ومفصولات التربة ذات الأثر الكبير في السعة التبادلية للأيونات الموجبة Cations Excheange Capacity في التربة فهناك ارتباطاً هاماً بين محتوى الكربون العضوي في التربة وسعتها التبادلية للأيونات الموجبة. كما ان هناك زيادة في قيم التوصيل الكهربائي مع زيادة نسبة المخلفات العضوية المضافة إلى التربة وانخفاض في درجة تفاعلها الذي يحصل نتيجة لتحرر أيونات الأمونيوم عند تحلل المخلفات العضوية فعند تأكسد المخلفات العضوية حيوياً تتحرر أيونات (H^+, NO_2^-) التي تسهم في خفض قيم التفاعل.

إن المادة العضوية مصدر مهم للعناصر الغذائية في التربة كالنتروجين والفسفور والكبريت وعدد من العناصر الصغرى، لذلك فان وجود المادة العضوية في التربة ينعكس إيجابيا على نمو النبات وإنتاجيته إذ تعمل بعض المركبات العضوية على تغليف بعض دقائق التربة أو أكاسيد الحديد والألمنيوم مما يقلل من قابلية هذه المعادن على تثبيت الفسفور، فالمخلفات العضوية هي أحد المصادر المهمة للنتروجين في التربة لذلك فان وجودها يعد عاملاً مهماً في زيادة انتاجية التربة للنباتات المزروعة فالنواتج العرضية لتحلل المادة العضوية تحتوي على شكلين من النتروجين:

الأول: الصورة المعدنية التي تتواجد بصورة أمونيا أو نترات ويكون جاهز للامتصاص من قبل النباتات.

الثاني: النتروجين العضوي الذي يرتبط كيميائيا مع الكاربون والهيدوجين والأوكسجين وهذه الصورة لا يستطيع النبات امتصاصها.

تأثير المادة العضوية في الخواص الإحيائية للتربة

يؤثر مستوى المادة العضوية في التربة تأثيراً كبيراً على معدل النشاط الإحيائي فيها فالمادة العضوية هي المخزن الأساسي الذي تستمد منه الكائنات الحية الدقيقة احتياجاتها الغذائية لذلك تتأثر الكائنات الحية الدقيقة بنوعية المادة العضوية وتركيبها الكيميائي فالمواد العضوية الكاربوهيدراتية تشجع الأنواع المحللة للمركبات الداخلة في تكوينها مثل المحللة للسيليلوز أو النشأ أو البكتين..الخ وتشجع المواد البروتينية الأنواع المحللة للبروتين وهكذا مما يدلل على تأثير قدرة التربة في امداد العناصر المختلفة على معدل النشاط الإحيائي فعند وجود نقص أحد العناصر الضرورية ينعكس ذلك سلباً على معدل النشاط الإحيائي وان إضافة هذا العنصر يسرع من الفعاليات الإحيائية. من جهة ثانية بما أن للمادة العضوية دوراً واضحاً في التأثير على قوام Texture التربة فان ذلك سينعكس حتماً على أنواع وأعداد الأحياء الدقيقة السائدة فيها فعندما يكون قوام التربة طينياً فذلك يؤدي إلى أن تسود الظروف اللاهوائية وبالتالي انخفاض سرعة تحلل المواد العضوية كما ان وجود معدن الطين يتسبب في ادمصاص كثير من المواد العضوية مما يبطئ من سرعة تحللها إضافة إلى ذلك تدمص الأنزيمات التي تفرزها الأحياء الدقيقة على أسطح الطين والمواد الغروية وبالتالي تقليل سرعة الفعاليات الإحيائية بينما عندما يكون قوام التربة خفيفاً فان ذلك يسرع من تلك الفعاليات مما يزيد من سرعة تحلل المادة العضوية حيث تسود الظروف الهوائية المناسبة لنشاط الأحياء الدقيقة لكن في حالة الترب الرملية الخفيفة جداً فان نشاط الأحياء الدقيقة يكون ضعيفاً نتيجة لقلة محتواها من العناصر المعدنية والمواد العضوية اللازمة لهذه الفعاليات الإحيائية إضافة إلى ذلك تكون هذه الترب قليلة المحتوى الرطوبي مع عدم قدرتها على الاحتفاظ بتلك الرطوبة وهو عامل مهم جداً ولا يحصل النشاط الإحيائي عند عدم توفره.

إن للدور الكبير للمادة العضوية في القدرة التنظيمية للتربة Buffering Capacity أثر واضح على النشاط الإحيائي فأغلب أنوع البكتريا تفضل درجة تفاعل قريبة من درجة التعادل pH 6-8 وهي الأحياء المسئولة عن المراحل الأولى لبدء تحلل المادة العضوية وهذه الأحياء تقل في الأوساط التي ينخفض فيها درجة التفاعل إلى الظروف الحامضية حيث تسود الفطريات مما يتسبب بتراكم المواد العضوية بنسبة عالية كما في ترب lime لتعديل تفاعلها أما تحت الظروف القلوية فيحصل نقص في إعداد الأحياء الدقيقة لذلك ينصح بإضافة الجبس Gypsum أو الكبريت الزراعي لتعديل درجة تفاعلها مما يسمح بعودة نشاط تلك الأحياء وعودة الحياة فيها.

دور حامض الهيومك

تمثل أحماض الهيومك أهم جزء من الدبال Humus وذلك لان لها سعة تبادلية عالية بالنسبة للأيونات الموجبة كما أنها تلعب دوراً مهماً في خلق بناء التربة المهم من الناحية الزراعية ومن جهة ثانية فانها تمثل مصدراً احتياطياً للمواد الغذائية للنبات خاصة لعنصر النتروجين، ويمكن توضيح المسارات التي من خلالها يؤدي حامض الهيومك عمله في تحسين نمو النبات بالآتي:

1- تحسين بناء التربة Clay disaggregation

تتواجد جزيئات الطين مرتبة على شكل طبقات مسطحة متناثرة بسبب الشحنات السالبة التي تتواجد على سطوحها والترب التي تتميز بارتفاع محتواها من الطين تكون منضغطة Compact مما يعمل كمانع أو محدد لنمو وتمدد جذور النباتات لسببين:

أ- عندما تعمل الأملاح على معادلة الشحنة الكهربائية السالبة لصفائح الطين فان ذلك سيجعلها أكثر قرباً من بعضها.

ب- ان النسبة المرتفعة من الطين تجعل الشحنات السالبة على حواف صفائح الطين فتربطها ببعضها البعض وهنا يكون دور حامض الهيومك من خلال فصل الأيونات الموجبة وإزالتها وبالتالي عودة الشحنة السالبة التي تعمل على تباعد الصفائح الطينية عن بعضها.

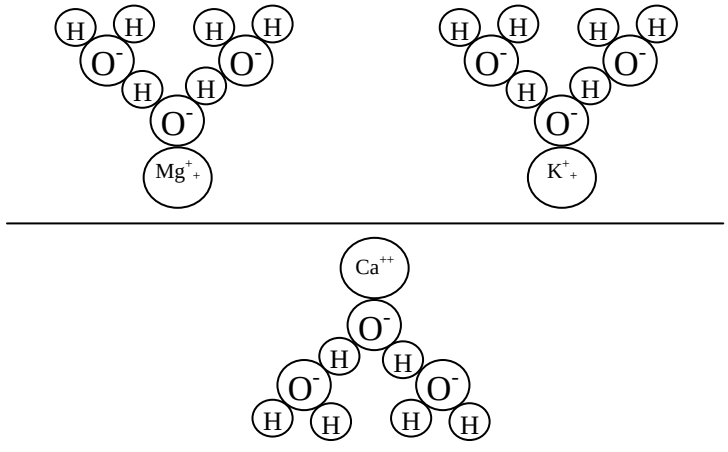
2- القدرة على نفاذ الماء Water Penetration Enableds يعمل حامض الهيومك على زيادة قدرة الماء وجذور النباتات على اختراق التربة والنفاذ فيها ويتم ذلك بطريقتين:

أ- من خلال إزالة الأيونات الموجبة من حواف صفائح الطين وبالتالي تتشابه شحنتها فتتنافر وتتباعد عن بعضها.

ب- من خلال تأصر مجموعة الكاربوكسيل كمجموعة فعالة في حامض الهيومك مع الشحنات الموجبة في صفائح الطين مما يؤدي الى تكسير ما يسمى بالتركيب الثلاثي الأبعاد وبالتالي يسهل اختراق جذور النباتات للتربة وسهولة نفاذ الماء.

3- نقل المغذيات الصغرى والنادرة Micronutrients transference يتميز حامض الهيومك بسعة تبادلية كايتونية عالية لذا يمكن للحامض الحصول على الأيونات الموجبة ثم تحريرها. ان ميكانيكية نقل المغذيات غير واضحة بشكل كامل الا ان الافتراض هو امتصاص النبات للماء وحامض الهيومك يكون محملاً بالمغذيات الصغرى ويتحرك مع حركة الماء بالقرب من الجذور التي تكون سالبيتها عالية مما يؤدي إلى تحرر المغذيات الصغرى من حامض الهيومك ودخولها أغشية خلايا الجذر.

4- زيادة قابلية التربة للاحتفاظ بالماء Increased water holding capacity يعمل حامض الهيومك على تقليل تبخر الماء من التربة خاصة في الترب التي محتواها من الطين قليل وكذلك ترب المناطق الجافة وشبه الجافة والترب الرملية التي لا تستطيع الاحتفاظ بالماء فجزيئة الماء هي جزيئة ثنائية القطب لها القابلية على تكوين أواصر هيدوجينية بسبب وجود المزدوج الاليكتروني على ذرة الأوكسجين إذ أن ذرة الأوكسجين ترتبط بآصرة صعبة مع الأيون الممتص على سطح حامض الهيومك كما تتأصر مع ذرة الهيدروجين أو النهاية السالبة في جزيئة ماء أخرى وبهذا تتكون مجموعة من الأواصر الهيدوجينية تربط جزيئات الماء مع بعضها(شكل 11). إن هذا التأثير يقلل من معدل تبخر الماء بنسبة 30%.



(شكل 11) ألأواصر الهيدروجينية بين جزيئات الماء

5- تحفيز وتنشيط نمو المايكوفلورا Mycoflora activate يعد حامض الهيومك منشطاً لعمل الأحياء الدقيقة في التربة ومشجعاً لها على تكوين المستعمرات فالبكتريا التي تفرز أنزيماتها التي تحرر عناصر الكالسيوم والفسفور من فوسفات الكالسيوم غير الذائبة أو الحديد والفسفور من مركبات فوسفات الحديد غير الذائبة تكون قد هيأت الفرصة لتحرر هذه العناصر وتكون قابلة للامتصاص من قبل حامض الهيومك مما يعمل على تقليل جاهزية هذه العناصر للبكتريا وهذا سيحفز البكتريا على إفراز المزيد من الأنزيمات الإضافية لتحرير المزيد من العناصر وتستمر العملية وصولاً إلى توفير متطلبات البكتريا من هذه العناصر وبالقابل سيتشبع حامض الهيومك بتلك العناصر التي يمكن للنباتات امتصاصها والاستفادة منها.

الفصل السادس

الاسمدة العضوية Organic fertilizers

منذ قدم التأريخ عرف الانسان اهمية الاسمدة العضوية ودورها في تحسين خصوبة التربة وزيادة انتاجيتها من المحاصيل التي تزرع فيها فقد كان المزارعون يقومون باضافة مخلفات حيواناتهم وبعض بقايا نباتات حقولهم الى الارض الزراعية قبل زراعتها وذلك بعد ان كانوا يقومون بتجميع تلك المخلفات وخلطها مع بعضها وتركها على شكل اكوام لفترة من الزمن قد تطول لعام كامل حيث تتحلل جزئياً او كلياً قبل اضافتها الى التربة. ويعتبر التسميد العضوي حجر الاساس الذي يجب ان يبنى على أسس علمية من اجل تحقيق رفع الانتاجية الزراعية. ونتيجة للفقد الكبير الذي يحصل في المادة العضوية تعد عملية المحافظة على محتوى عالي منها في التربة من الامور التي يصعب تحقيقها اضافة الى كونها عملية مكلفة اقتصادياً خاصة اذا علمنا ان الفقد يزداد في المناطق الحارة الجافة وشبه الجافة نظراً لسرعة تحلل المادة العضوية واكسدتها الى ثاني اوكسيد الكاربون ، كما ويزداد الفقد ايضاً بأرتفاع المحتوى العضوي للتربة حيث يشجع ذلك نشاط الاحياء الدقيقة لتحليل تلك المواد عند توفر الظروف البيئية الملائمة . مما يوضح أنه يكون من الصعوبة بمكان الاحتفاظ بمحتوى للمادة العضوية بنفس المستوى الذي كان عليه مستواهافي التربة قبل زراعتها بدون الاهتمام بالاضافات المتكررة من تلك المواد العضوية في صور اسمدة عضوية وبأستمرار وبكميات مناسبة وعلى فترات متقاربة بدلآ من الاحتفاظ بمستوى عالي معين منها في التربة. إن محتوى الترب من المادة العضوية يكون بحدود 0.1 % الى 1.2 % في الترب الصحراوية ويتدرج الى حدود 1.1 – 2.7 % في ترب المساطب والوديان في المناطق الجبلية . ويتراوح بين 0.88 – 2.95 % في الترب الكلسية والجبسية في منطقة الجزيرة غرب العراق ، وتسمى التربة عضوية متى ما أحتوت على نسبة 20–30% من نسجتها مادة عضوية. ومن أنواع الاسمدة العضوية التي يمكن إضافتها للتربة لزيادة محتواها من المادة العضوية مايلي:

أنواع الاسمدة العضوية

اولآ: الاسمدة العضوية التقليدية:

يتضمن هذا النوع المخلفات الحيوانية والنباتية التي يتم تخميرها وحتى تصبح ناضجة بشكل يحقق تحسين خواص التربة المختلفة وهذا النوع يستخدم بصورة واسعه وينتج بكميات كبيرة ويحتوي على نسبة عالية من المادة العضوية والدبال ويشمل الاتي:

I- الاسمدة العضوية الحيوانية:

تطلق عدة تسميات على هذا النوع من الاسمدة العضوية ومن تلك التسميات سماد المزرعة, السماد المحلي farm yard manure والدمن. ويعد هذا النوع من اهم الاسمدة العضوية التي تستعمل على نطاق واسع والتي تنتج من مخلفات الماشية (الاغنام والماعز والابقار والجاموس) وينتج بأبسط الطرق وذلك من خلال وضع طبقة من المخلفات النباتية كالتبن والقش حسب المتوفر منها تحت الحيوانات فوق ارضية الاسطبل وذلك لأمتصاص المخلفات السائلة للحيوانات وعدم تسربها الى ارضية الاسطبل وقد يستعمل احياناً طبقة من الرمل النهري عند عدم توفر المخلفات النباتية

حيث تتجمع مخلفات الحيوانات من المواد الصلبة او ما يطلق عليه الروث Feces والمخلفات السائلة (البول) Urine على هذه الفرشة التي تترك لفترة من اسبوع الى ثلاثة اسابيع تحت الحيوانات قبل جمعها وتعتمد المدة التي تترك فيها تحت الحيوانات قبل جمعها على عدد حيوانات الاسطبل ودرجة الحرارة والرطوبة وخلال هذه الفترة تنشط الاحياء الدقيقة المحللة للمادة العضوية وقد يصل عددها الى 15×10^{10} خلية لكل غرام أي مايقارب من خمس وزن المادة العضوية المتخمرة وذلك لكون روث الحيوانات غني بالعديد من انواع الاحياء الدقيقة المسؤولة عن تحليل المواد العضوية ومعدنة الجزء الكبير وتكوين الدبال كالاحياء المحللة للسيلوز والمواد البروتينية وكذلك الاحياء الدقيقة التي تقوم بتحليل نواتج المجموعة الاولى من الاحياء الدقيقة (التعاقب الاحيائي Microbal succession كالبكتريا المحللة لليوريا *bacillus Pasteurii, Sarcina urea* مكونة الامونيا. كما تتكون بعض الاحماض العضوية والغازات مثل غاز ثاني اوكسيد الكاربون والميثان والهيدروجين كنواتج للاحياء الدقيقة اللاهوائية, ونتيجة لتحلل المادة العضوية النتروجينية في السماد تتكون الامونيا مما يؤدي الى رفع الدالة الهيدروجينية الى القلوية حيث ينشط ذلك بعض أجناس البكتريا اذ تقوم أنواع البكتريا الكيمومعدنية التغذية Chemolithotrophs بأكسدة الامونيا الى نترات وعندما تكون الظروف لاهوائية فأنه يحدث اختزال للنترات وينطلق النتروجين احيائياً. ان الاسمدة العضوية الحيوانية تعتبر غنية بمحتواها من العناصر الغذائية حيث وجد ان ما نسبته بين 80-90% من العناصر الغذائية الموجودة في العليقة التي تقدم للحيوانات يتم افرازها في الروث والبول ويختلف ذلك اعتماداً على الغرض الذي يربى الحيوان لأجله فالحيوانات التي يتم تربيتها لأنتاج الحليب تفرز 80% بينما تفرز الحيوانات المعدة للتسمين 95% من العناصر الموجودة في العليقة وتمثل المواد العضوية مانسبته 40% من المواد الموجودة في العليقة مما يعطي مجال لحدوث تغيرات اثناء تحللها لنشاط الاحياء الدقيقة التي تعتمد على هذه المركبات في تغذيتها والجدول التالي يوضح محتوى المخلفات الحيوانية من العناصر السمادية الاساسية:

المخلف الحيواني	% على اساس الوزن الجاف التام			نسبة N:C
	النتروجين	الفسفور	البوتاسيوم	
مخلفات ماشية المحتوى	2.99-1.14	1.00-0.27	2.00-0.75	
المتوسط	1.91	0.56	1.4	1:19
مخلفات اغنام المحتوى				
المتوسط	2.71-1.21	1.35-0.21	1.94-0.32	
مخلفات دواجن المحتوى	1.87	0.79	0.92	1:29
المتوسط				
	5.14-1.35	4.73-0.49	2.32-0.51	
	3.77	1.89	1.76	1.1:12

المصدر: عن Parr and Colacicco, 1987

يُظهر الجدول أن لصناعة الدواجن أهمية بالغة غير مباشرة تتمثل بالكميات الكبيرة التي توفرها من المخلفات العضوية التي تتميز بسهولة جمعها خاصة في حالة دواجن التسمين حيث توضع الفرشة التي تتجمع عليها المخلفات بدرجة اكبر

مما عليه في التربية لأنتاج بيض المائدة حيث تكون مسارح الطيور غير مغطاة بالفرشة قادرة على أمتصاص الأفرازات السائلة مما يجعل المخلفات ذات محتوى عالي من الرطوبة يصعب التعامل معها وذات رائحة كريهة . كما يختلف السماد العضوي الناتج من مزارع الدواجن طبقاً للغرض الذي أنشئت من اجله المزرعة حيث يتم تغذية الدجاج سواء المخصص للتسمين او لأنتاج البيض بعلائق خاصة تحتوي على النشويات والبروتينات المركزة التي تحتوي على كل الاحماض الامينيه وجميع الفيتامينات والاملاح المعدنية الضروريه بتراكيز متوازنة لأعطاء اعلى معدل من الانتاج لكن الدجاج يفرز حوالي 50-70% من العليقة على صورة زرق يحتوي على 60-65% رطوبة فأذا لم تتوفر فرشه جيدة من تبن الحنطة او كوالح الذرة او نشارة الخشب القادرة على استيعاب الرطوبة العالية وأمتصاصها فأن تعرض الزرق للظروف الخارجية في حالة تربية الدجاج البياض سيعمل على جفاف الطبقة الخارجية ويبقى وسطه رطباً مما يسمح بالتحلل اللاهوائي مما ينتج روائح كريهة لذلك لايفضله المزارعون، ويوضح الجدول التالي التحليل الكيميائي لزرق الدجاج للتسمين ولأنتاج البيض (قبل التجفيف).

القيم المقدرة	دواجن التربية للتسمين	دواجن لأنتاج البيض	المعدل
الرطوبة %	64.83	62.45	63.64
المادة الجافة %	35.17	37.21	36.19
الدالة الهيدوجينية %	6.75	6.98	6.86
النتروجين الذائب %	0.667	0.509	0.587
النتروجين الكلي %	3.531	3.257	3.394
المادة العضوية %	82.71	74.56	78.63
الكاربون العضوي %	47.90	43.26	45.58
نسبة الكاربون: النتروجين	1:13.6	1:13.6	1:13.6
كلوريد الصوديوم %	1.05	0.89	0.97

المصدر: معهد بحوث الاراضي والمياه (1988).

وجدير بالذكر ان عدم احتواء السماد على مواد صعبة التحلل مثل الكنين او مركباته يسهل من تحلل النتروجين غير الذائب مما يجعله مصدراً مستمر لتجهيز النباتات بهذا العنصر خلال موسم النمو. كما ان محتوى السماد من المادة العضوية والذي يقدر حسب مايشير اليه الجدول بأن الطن يحتوي على 700 كغم تقريباً سيعمل عند أضافته الى زيادة قدرة الاراضي على الاحتفاظ بالماء والعناصر السماديه وتقليل فقدها بالغسل. كما ان لأستخدام سماد الدواجن خاصيه ينفرد بها وهي تحقيق انتاجية عالية لمحاصيل الخضر كالطماطه عند الري بمياه عالية الملوحه قد يصل تركيز الاملاح فيها الى اكثر من 3000 جزء بالمليون حيث يستخدم سماد الدواجن في زراعة المناطق الصحراويه للمملكه العربيه السعوديه للتغلب على الظروف السائده وارتفاع ملوحة مياه الري اضافه الى ملوحة التربة وقد وجد ان لاستخدام الاحماض

الامينيه فعالية في زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحه عندما يتم رشها على النباتات. اضافه الى ذلك فقد اجريت دراسات لأستخدام سماد الدواجن مع الري بمياه البحر بتراكيز تصل بين 30% و 50% من الملوحه الكليه لماء البحر وقد بينت النتائج قيم عالية من النمو والمادة الجافه مما يوضح فعالية سماد الدواجن في زيادة تحمل النباتات لملوحة مياه البحر والتي تعود الى

1- زيادة مدى الماء الصالح للامتصاص او المتيسر للنبات.

2- زيادة جاهزية بعض العناصر الصغرى والكبرى.

3- تعديل نسبة الصوديوم: الكالسيوم وكذلك نسبة الصوديوم: البوتاسيوم في مستخلص التربة حيث تنخفض النسب هذه عند استخدام سماد الدواجن مما يعطي استمرارية فعالية الغشاء الخلوي للنبات.

إن ارتفاع القيم الظاهرية والحقيقية للماء المتيسر والصالح للامتصاص في التربة يؤكد تأثير سماد الدواجن في تحسين العلاقات المائية لكل من التربة والنبات بما يقلل من مشاكل الملوحه السائده, اضافة الى انخفاض نسبة الكاربون: النتروجين في سماد الدواجن الى حوالي 1:12.8 مقارنه بالسماد الحيواني الذي تصل فيه النسبه الى حوالي 1:21.7 تقريبا، ويفترض الباحثون وجود بعض المركبات والتي في الغالب تكون مركبات نتروجينيه مرتبطه بالسماد او تتوافر خلال عمليات تحلله لها تاثير فسيولوجي كيميائي اضافه الى خواصها الحيوية التي تحسن من قدرةالنبات على مقاومه ملوحه ماء الري مما يحقق انتاجية جيده لهذه المحاصيل تحت مثل هذه الظروف التي لايمكن معها الحصول على حاصل فيما لو لم يستخدم سماد الدواجن.

طرق تحضير واعداد السماد الحيواني

بعد جمع مخلفات حضائرالحيوانات يتم تجميعها على شكل اكوام دائريه او سلاسل بعرض 2م وارتفاع 2م تقريبا وبطول يعتمد على الكميات المتوفره منها ويكون ذلك اما داخل الحظائر او خارجها في العراء مما يتسبب في تقليل قيمتها السماديه نتيجة الفقد الذي يحصل بالتطاير عند التعرض للظروف الخارجيه خاصة عندما تكون اكوام السماد غير مغطاة حيث تصل نسبة الفقد الى 20% من النتروجين و 7% من الفسفور و 35% من البوتاسيوم. كما ان للتخزين داخل الحظائر مساوئ نتيجة لتصاعد بعض الغازات مثل الامونيا والميثان والهيدروجين تؤدي الى نفور الحيوانات وتتأثر صحتها لذلك يفضل ان تجري عملية تخمير هذه المخلفات بعيداً عن حظائر الحيوانات وفي مواقع خاصة ويفضل الجهات البعيده عن مواجهة تيارات الهواء وتكون ارضيتها صلبه غير منفذه للماء وبدرجة ميل مناسبة لاتسمح بتجمع المياه داخل الكومة مما يسبب التخمر اللاهوائي وبصورة عامه هناك ثلاثة انواع يتم تجميع السماد الحيواني بها وهي:

1- السماد البارد Cold Manure يشيع هذا النوع في وسط اوربا حيث يتم جمع السماد يومياً ويوضع بشكل كومة تضغط بحيث تتوفر ظروف لاهوائية تبقى درجة حرارة الكومة بحدود 30ْم. فائدة هذه الطريقة تقليل الفقد في الامونيا المتطايره لكن الظروف اللاهوائية تساعد على تكون مواد سامه مما يلزم عند اضافة هذا النوع من السماد الى الحقل ان يترك فتره بعد نشره على سطح التربة للتخلص من المواد السامه وعدم تأثيرها على نمو الجذور والاحياء الدقيقة وفي هذا النوع يتم التخلص من بذور الادغال والاحياء الدقيقة الممرضة نتيجة لارتفاع تركيز الامونيا تحت الظروف اللاهوائية.

2- السماد الدافئ Warm Manure في هذا النوع يتم الاستفاده من مميزات الظروف الهوائية واللاهوائية عند تجميع السماد حيث يتم اضافة طبقات من السماد لعمل الكومة بشكل تدريجي فتترك الطبقة الاولى من 4-2 ايام قبل اضافة

الطبقة التالية وتصل درجة الحرارة داخل الكومة الى حوالي 50-40ْم وبذلك فأن الطبقات السفلى يكون فيها الظروف اللاهوائية فتنخفض درجة الحرارة الى 30ْم وهذه الطريقة تعطي سماد عالي المحتوى من المادة العضوية اضافه الى التخلص من معظم بذور الادغال والمسببات المرضية.

3- السماد المتخمر Composted Manure في هذا النوع يتم توفير ظروف متوازنه من هواء ورطوبه لكي تتم عملية التحلل بواسطة الاحياء الدقيقة. وفي هذا النوع تصل درجة الحرارة الى 60ْم كما يراعى تنشيط عملية التحلل من خلال تقليب الكومة مره واحده كل شهر حيث تؤدي هذه العمليه الى توفير مادة عضوية فعاله وخفض كثافة المادة العضوية الى النصف 50% ويرفع القيمه الغذائية من خلال جعل العناصر الغذائية فيها بصورة متيسره وجاهزه للامتصاص من قبل النبات عند تمام النضج هذا بالاضافه الى قتل الكثير من بذور الادغال والمسببات المرضية كما يحتوي على المواد الحيوية النشطه كالمضادات الحيوية والهرمونات بجانب تكسير لمتبقيات المبيدات ان وجدت في المخلفات الحيوانية او فرشة الحظائر. وللحصول على سماد حيواني بنوعيه جيده يجب اتباع الاسس الصحيحه للكيفيه التي فيها يتم الحصول عليه وأعداده ومن هذه الاسس مايأتي:

أ- ان تكون حظائر الحيوانات ذات ارضيه صلبه غير منفذه للسوائل وذات سقوف مرتفعه.

ب- استعمال طبقة فرشه توضع فوق الارضيه الصلبه تتكون من مخلفات نباتية مثل تبن الحنطه او الرز او مخلفات الذره وتخلط معها تربه غير ملحيه بمعدل 75كغم تربه+2كغم مخلفات نباتية لكل حيوان.

ج- تستعمل فرشه تحتوي على نسبه عالية من المخلفات النباتية وقليل من التربة في حالة حظائر حيوانات انتاج الحليب.

د- يفضل اضافة الجبس الزراعي (كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$) او صخر الفوسفات مع طبقة الفرشه بمعدل 20كغم لكل حيوان اسبوعياً حيث تساعد كبريتات الكالسيوم على الحد من فقد الامونيوم كما تصبح الفوسفات بصورة عضوية جاهزه للامتصاص من قبل النبات كمصدر لعنصر الفسفور.

هـ- يفضل ترك طبقة الفرشه تحت الحيوانات لمده تتراوح من 3-1 اسابيع ولا تطول اكثر من ذلك كي لاتزداد فيها الرطوبة مما يتسبب في تغيرات حيوية غير مرغوبه.

ومن عيوب السماد الحيواني مايأتي:

أ- سماد غير متوازن العناصر الغذائية اذ يفتقر لكثير منها مثل عنصر الفسفور ولابد من تدعيمه من خلال اضافة كميات مناسبة من صخر الفوسفات او سماد السوبر فوسفات اليه.

ب- يفتقر للمادة العضوية خاصة الدبال وهنا لابد من تخميره قبل استعماله.

ج-انبعاث روائح كريهة منه نتيجة تصاعد عدد من الغازات كالميثان وكبريتيد الهيدروجين واكاسيد النتروجين التي تضر بصحة الانسان والحيوان اضافه الى تلويث البيئة لذلك لابد من اعداد مخمرات خاصة يمكن من خلالها تجميع هذه الغازات والاستفاده منها او التخلص منها بطريقة علميه.

د- احتوائه على الطفيليات والاحياء الدقيقة الممرضه للانسان وعلى الرغم مما تؤديه الحرارة المرتفعه خلال عمليات التحلل في القضاء على نسبه عالية من هذه الاحياء الممرضه لابد من أتخاذ الاجراءات المناسبة التي تحد من تلوث ثمار محاصيل الخضر التي تكون ثمارها قريبه من سطح التربة.

هـ- يعتبر مرتعاً خصباً لتجمع وتكاثر الحشرات الضاره للنبات والحيوان والانسان واكمال دورة حياتها فيه لذا يجب العنايه التامه واتباع بعض المعالجات التي من شأنها الحد من تكاثر تلك الانواع الضاره. لذلك عند الانتاج التجاري للسماد الحيواني لابد من ان تجرى له عملية تحلل بصورة تامه ويتم تقدير محتواه من المادة العضوية والعناصر الغذائية الرئيسه كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم وبعض العناصر الغذائية الاخرى. وعلى اساس ذلك يتم تحديد الكميات التي تضاف لوحدة المساحه وعادة يضاف بمعدل يتراوح بين 10-20 طن/هكتار وقد تصل الاضافه الى 40 طن/هكتار حيث ان فعالية التسميد العضوي تختلف بأختلاف المحصول, طبيعة التربة, المناخ, الخدمه المتبعه خلال فترة نمو المحصول وطبيعة السماد العضوي المضاف فليس هناك علاقه خطيه بين اضافة السماد العضوي والزياده في المحصول وقد تكون الزياده في المحصول كبيره في الاضافات الاولى ثم يقل التأثير بزيادة معدل الاضافه فالمعروف ان استفادة النبات من عنصر النتروجين تتراوح بين 35-40% ومن الفسفور 60% ومن البوتاسيوم 75% في العام الاول من الاضافه. وعلينا ان نفهم ان التسميد العضوي ليس معناه اضافة معدلات من المادة العضوية ولكن تحويل الكميات المضافه من المادة العضوية الى وحدات غذائيه جاهزه للامتصاص من قبل النبات من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم. وللحصول على سماد حيواني بنوعيه جيده ذات تأثير كبير في نمو وانتاجية المحصول وخصائص التربة لابد من التعرف على مراحل تحلل هذا النوع من الأسمدة العضوية وكيفية تمييز كل مرحله منها وفي اية مرحله يكون السماد على افضل صورة من حيث محتواه وتأثيره وتشمل مراحل التحلل مايأتي:

المرحله الاولى- وتسمى بداية التفسخ

في هذه المرحله يمكن تمييز المخلفات الحيوانية عن مكونات الفرشه من تبن واوراق نباتية ويكون لون مجموع المكونات اصفر وتتميز هذه المكونات بمتانه طبيعية ، قد تستغرق هذه المرحلة 50 – 60 يوم أعتماداً على ظروف عملية التخمير.

المرحله الثانية- مرحلة التعفن

منذ بداية هذه المرحله يبدأ لون مكونات الفرشه بالتحول الى اللون البني الغامق وتبدأ متانتها بالتحطم حيث عندها يبدأ فقد الوزن ويظهر العفن الاسود على المخلفات الحيوانية. وتستغرق هذه المرحلة مدة تتراوح بين 45-60 يوماً ، وفي نهاية هذه المرحله يصل نسبة الفقد في الوزن من 20-30% من الوزن الاصلي.

المرحله الثالثة_ مرحلة التفسخ

خلال هذه المرحله تمتزج مكونات المواد المتخمرة (السماد الحيواني ومواد الفرشة) مع بعضها بحيث لا يمكن تمييزها عن بعضها البعض ويصل الفقد الى ما يقرب من 50% من الوزن الاصلي، وقد يستغرق الوصول الى نهاية هذه المرحلة مدة 180 يوماً من التحلل .

المرحله الرابعة_ مرحلة الهيرس

يكون الوسط في هذه المرحله غني بالمادة العضوية ويكون لون الوسط اسود وتصبح المواد المستخدمه كفرشه عباره عن كتله متجانسه رخوه وعند هذه الدرجة يصبح الفقد بحدود 75% من الوزن الاصلي للوسط. وهنا تجدر الاشاره الى عدم أيصال الدمن في التحلل الى المرحلتين الاخيرتين وذلك للفقد الكبير الذي يحصل في النتروجين والفسفور، كما لا يفضل

اضافة الدمن بدون تحلل لما يحتويه من طفيليات ضاره وبذور ادغال اضافة الى قلة محتواه من العناصر الجاهزه للامتصاص. ولحفظ الدمن يستخدم نوعان من المخازن وهما:

1- مخازن سطحية: يتبع الخزن في هذا النوع في المناطق التي يكون فيها مستوى الماء الارضي مرتفع حيث يتم اختيار قطعة ارض مستويه بحيث تكون صلبه (كونكريتيه) تضمن عدم تسرب السوائل والماء المضاف للترطيب.

2- مخازن عميقة: تنشأ في المناطق المرتفعه بعيدة الماء الاراضي حيث يتم انشائها في باطن الارض مما يقلل من تعرض الدمن للجفاف مع مراعاة ان تكون أرضيتها كونكريته مع ميل مناسب يسمح بتكوين موقع لتجميع السوائل النازله من اكوام السماد واعادتها الى الكومة مما يقلل فقد العناصر الغذائية. ولتقليل الفقد بصورة عامه يعمل على ضغط مكونات الكومة بحيث لاتترك هشه لان ذلك يساعد على تطاير النتروجين وفقد الفسفور والبوتاسيوم.

II- الأسمدة العضوية لمخلفات الصرف الصحي (الحمأة) Sludge:

يتخلف عن استخدام شبكات اسالة الماء حجوم ضخمه من المياه ومخلفات الصرف الصحي تستقبلها شبكات ومحطات الصرف الصحي يومياً وتقوم بمعالجتها الا ان هذه المحطات قد لاتستطيع القيام بالمعالجات على مايرام خصوصاً ازاء ما تواجهه من اختلاط لمياه الصرف الصحي مع مياه الصرف الصناعي التي تحوي تراكيز مرتفعه من العناصر الثقيله مما يعرقل معالجة مياه الصرف الصحي وما يزيد من حجم الضغوط التوسيع العمراني وانشاء المدن الحديثه وما تتطلبه من خدمات اساسيه ما يزيد حجوم الصرف الصحي مما اوجب ادخال هذه النفايات كدراسه اساسيه لوضع خطط السياسات المائية الثابته ودراسة امكانية الاستفاده منها في ري الحقول الزراعية والانتاج الزراعي. ان لتزايد الوعي البيئي الصحي في نهاية القرن العشرين أنعكاساً واضحاً تمثل بالارتفاع الكبيرفي معدلات النمو السكاني والتحسن الملحوظ في مستوى المعيشه ومعدلات استهلاك المياه وبالتالي تخلف كميات اضافيه من مياه الصرف الصحي الذي افضى الى اتساع الفجوه بين المتاح من الموارد المائية وبين الطلب عليها في كثير من دول العالم لاسيما البلدان العربيه وخصوصاً العراق مما يستوجب تحويل ممارسات اعادة استخدام المياه الى سياسه محوريه للمياه وجعل الموضوع من اختصاص وزارتي البيئة والموارد المائية و وزارة الزراعة كونهما المستفيدتان بصورة مباشرة وغير مباشرة ذات الصله بالموضوع لكي تضعان الخطط للحفاظ على المياه قبل وبعد معالجتها واستغلالها دون الاضرار بالبيئة والزراعة وسلامة الانسان حيث بدأت في الوقت الراهن ممارسات اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة تجذب الانظار على المستوى العالمي لاستخدامها في انتاج محاصيل زراعية مأمونه الاستخدام من قبل الانسان والحيوان كما انها تحقق عائداً اقتصادياً مجزياً لذلك ان استخدام تلك المخلفات يجب ان لاينبني على قواعد عامه بل لابد ان تكون هناك اعتبارات خاصة بنوعية المخلفات ونوعية الاراضي التي تضاف لها تلك المخلفات اضافه الى نوعية المحاصيل المضاف اليها (محاصيل حقليه, خضراوات, اشجار فاكهة) وهنا لابد ان تستند على حدود التراكم المسموح به من العناصر الثقيله والمضافه الى الارض الزراعية وتقدر الاضافه على اساس الوزن الجاف وتعتمد طبقاً لمعايير دوليه ويوضح الجدول التالي معايير استخدام الحمأه في الزراعة طبقاً للمعايير الامريكية والالمانية:

العنصر	التركيز المسموح به في الحمأه		الحد التراكمي تبعاً لوكالة البيئة الامريكيه كغم/هكتار
	المعايير الالمانيه للعام 1992	وكالة البيئة الامريكيه Usepa.1993	
الزنك	2500	2800	2666.67
النحاس	800	1500	1428.58
النيكل	200	420	400
الكادميوم	10	39	37.15
الرصاص	900	300	285.70
الزئبق	8	17	16.20
الكروميوم	900	1200	2857.15
المولبيدنم	-	18	17.15
السيلينوم	-	36	95.25
الزرنيخ	-	41	39.05

* المعايير الالمانيه تسمح أستخدام الحمأه المحتويه على هذه التراكيز في تسميد المحاصيل الزراعية لمدة ثلاث سنوات على التوالي بمعدل 11.9 طن/هكتار. C.F. Benckiser Gand T. Simarmata (1994) Environment impact of fertilizing soils by using sewage and animal wastes, Fertilizer Research 37:1-22.ويوضح الجدول التالي معدل اضافة الحمأه المقدره على اساس الوزن الجاف لمختلف الاستخدامات طبقاً للمعايير الامريكية:

الاستخدام	**وقت الاضافة**	**طن/هكتار**
استخدام زراعي	سنوي	11.9
استخدام في الغابات	مره واحده او مره من 3–5 سنوات مره	47.62
استصلاح الاراضي	واحده	119.05

إن مياه الصرف الصحي تحتوي على غالبية طوائف الاحياء الدقيقة المسببه لامراض التايفوئيد والباراتايفوئيد والكوليرا والنزلات المعويه والدزنتري اضافه الى جميع الطفيليات الممرضه المتوطنه كالاسكارس وكذلك الفيروسات للامراض الخطيره. فأعداد المكروبات الممرضة في المياه غير المعالجة تتراوح في حدود 10^5–10^7 خليه/سم^3 وتؤدي عمليات المعالجة التقليديه الى خفض هذا المحتوى الى مايقرب من 90–99% الا ان هذا يعتبر مضللاً حيث ان المياه التي تستخدم في الزراعة يجب ان لا يتجاوز محتواها من الاحياء الممرضه 1000خليه/100سم^3 فهنالك العديد من المسببات المرضية التي تتواجد في هذه المياه يستمر نشاطها ومدة بقائها في التربة الى عدة اسابيع او شهور لذلك يجب الاخذ بالاعتبار موعد آخر ريه قبل جني المحصول للتقليل من احتمال تلوثه بالمكروبات الممرضه مما يساعد على وصولها الى كل من الحيوان عند تغذيته على النباتات والى الانسان عند استهلاكه ثمار الخضراوات واوراقها دون تعقيم وغسل جيدين. وتقسم مياه الصرف الصحي طبقا لتقسيمات منظمة الصحه العالميه اعتمادا على الاختلاف في درجة معالجتها الى:

1– مياه معالجة نهائياً وتعتبر اكفأ انواع المعالجة.

2– مياه معالجة ثانوياً وهي اقل نسبياً من الاولى.

3- مياه معالجة اولياً وتعتبر الاشد خطورة.

فالمياه المعالجة بالاوزون أو بالكلور كما هو الحال لمياه القسم الاول يمكن استخدام تلك المياه بدون خطوره او ضرر على المحاصيل كما يمكن الوصول الى هذا المستوى من المعالجة بأستخدام برك الأكسدة المصممه بشكل جيد التي تشمل مراحل المعالجة اللاهوائية والاختياريه مع تركها فترة اسبوعين الى ثلاثه اسابيع لأكمال النضج. أما في معالجة مياه القسم الثاني فتستخدم المعالجة الثانويه او برك الاكسده لمدة 8-10 أيام وتمثل مياه القسم الثالث تلك المياه التي تمت معالجتها بشكل ابتدائي او تمت معالجتها في برك الأكسده في الاحواض اللاهوائية, وتعتبر اكثر المياه خطوره. من جهه ثانيه فأن لأسلوب المعالجة المستخدمة (هوائية, لاهوائية, حرق) لمخلفات الصرف الصحي الصلبه أثر على محتوى تلك المخلفات من العناصر الغذائية الكبرى (نتروجين, فسفور, بوتاسيوم) والعناصر الصغرى (حديد, منغنيز, زنك, نحاس) والعناصر الثقيله (كوبلت, نيكل, كادميوم, رصاص). فقد أدت المعالجة هوائياً الى زيادة محتوى المخلفات من النتروجين والبوتاسيوم والفسفور بينما ادت المعالجة بالحرق الى زيادة المحتوى الكلي من البوتاسيوم والفسفور مقارنه بالمخلفات غير المعالجة. وقد ادى استخدام المخلفات المعالجة كسماد عضوي الى انخفاض تراكم النترات في نباتات الخس والسبانغ مقارنه بأستخدام المخلفات الصلبه غير المعالجة فمن المعروف ان النبات يمتص النترات من التربة وأذا لم يتم تمثيلها في داخله لتكوين البروتينات فأن النبات يقوم بتخزينها في الخلايا على صورة نترات ويأتي الضرر من ذلك عند اجراء عملية الطهي كما في حالة السبانغ حيث تتحول النترات الى نتريت وقد ترتبط بمركبات امينيه اخرى مكونه مواد تسبب الاورام السرطانيه. اما الضرر من الاستهلاك الطازج فيأتي من التراكيز المرتفعه للنترات في تلك الخضراوات كما في الخس عندما يتم تسميده بمخلفات صرف صحي غير معالجة. اضافه الى ذلك فأن المعالجة تؤدي الى انخفاض العناصر الصغرى والثقيله الممتصه من قبل النبات. ويوضح الجدول التالي الحدود المثلى والقصوى المسموح بها من العناصر الثقيله في الاراضي والتي بعدها يظهر التأثير الفسيولوجي السام لهذه العناصر على النباتات أو احتمالات تراكم هذه العناصر في اجزاء معينه من النباتات والتي يظهر تأثيرها الضار على الانسان والحيوان بعد تناوله تلك النباتات. جدول يوضح الحدود المثلى والقصوى المسموح بها من العناصر النادره والثقيله في الاراضي الزراعية:

العنصر	التركيز الكلي للعنصر مليغرام/كيلوغرام تربة		
	الحد الادنى	الحد الاعلى	الحد الامثل
الحديد	10000	200000	40000
المنغنيز	100	3000	800
الزنك	10	300	80
النحاس	2	100	20
الكوبلت	1	40	15
النيكل	5	500	50
الكادميوم	0.01	0.7	0.1
الرصاص	2	200	30

البورون	2	100	10
المولبيدنيوم	1>	5	1
الباريوم	100	4000	1000
الفضه	1>	1>	1>
الزرنيخ	0.1	40	6
البريليوم	1>	40	3
الكروم	5	1000	100
الزئبق	0.01	0.3	0.03
الليثيوم	5	200	50
السلينيوم	3>	20	8
التيتانيوم	1000	20000	4000
الفاناديوم	20	500	100
الزركون	60	2000	500

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

إن لمستوى معالجة مياه الصرف الصحي دور في تحديد المحاصيل التي يمكن زراعتها لذلك تم تقسيم المحاصيل الى ثلاثة مجاميع تبعاً لنوعية مياه الصرف الصحي التي يمكن استخدامها في ري تلك المحاصيل دون ضرر على الانسان والحيوان وكما يلي

* **المجموعة الأولى:** تتضمن المحاصيل التي يمكن ريها بمياه صرف صحي غير معالجة او التي تم معالجتها أولياً (القسم الثالث من مياه الصرف الصحي) ومن هذه المحاصيل:

1- محاصيل الالياف.

2- المحاصيل التي يسبق أستهلاكها معامله حراريه كالتجفيف او التسخين كما في محاصيل الحبوب او المحاصيل الزيتيه وقصب السكر والبنجر السكري.

3- المحاصيل العلفية التي يتم تجفيفها بواسطة أشعة الشمس قبل استخدامها كعلف للحيوانات.

4- الغابات والمساحات الخضراء المسيجه بأسيجه تمنع استخدامها كمتنزهات.

* **المجموعة الثانية:** تتضمن المحاصيل التي يمكن ريها بمياه صرف صحي يتم معالجتها ثانوياً (القسم الثاني من مياه الصرف الصحي) لخفض اعداد المسببات المرضية ومن هذه المحاصيل:

1- المراعي ومحاصيل الاعلاف الخضراء كالبرسيم والجت.

2- المحاصيل الخاصة بالاستهلاك البشري بشرط عدم ملامستها لمياه الري.

3- المحاصيل الخاصة بالاستهلاك البشري التي تحتاج الى طهي قبل الاستهلاك.

4- المحاصيل الخاصة بالاستهلاك البشري بشكل طازج بعد ازالة قشرتها الخارجية.

* **المجموعة الثالثة:** تتضمن المحاصيل التي تحتاج لريها مياه ذات درجة معالجة متقدمه (القسم الاول من مياه الصرف الصحي) بحيث يتم القضاء على جميع الملوثات ومسببات الامراض لكل من الانسان والحيوان ومن هذه المحاصيل:

1- المحاصيل التي يتم استهلاكها بشكل مباشر دون طهي كالخضراوات الورقية والشليك.

2- المتنزهات والحدائق التي يرتادها الناس.

كما وضعت معايير لأستخدام الحمأه نظراً لوجود التراكيز المرتفعه من بعض العناصر الثقيله وتختلف هذه المعايير تبعاً للدول, اما من حيث معدلات الاضافة فقد حددت معدلات معينة لايسمح بتجاوزها حيث بلغت 4.75 طن/هكتار في فلندا و2.3 طن/هكتار في النرويج ولا يزيد على 1.2 طن/هكتار في السويد وتتراوح بين 1.2-3.5 طن/هكتار في هولندا حسب نوع الزراعة والمراعي.

III- اسمدة القمامة العضوية:

القمامة عباره عن خليط متباين المكونات من المخلفات التي تختلف من مدينه الى اخرى وقد تختلف من شارع الى اخر بل من منزل الى منزل فالمخلفات تختلف بأختلاف الشعوب والسكان ومستوى حياتهم اضافه الى ذلك فأن كمية ما يخلفه المواطن من القمامه يعتمد على مقدار دخل المواطن وسلوكه الاجتماعي وعاداته وطبائعه الخاصة(شكل 12). وتشكل مخلفات الشوارع والمباني القدر الاكبر من المخلفات الصلبه فلا تتعدى مخلفات المنازل نسبة 30% من مجمل مخلفات المدن والباقي هي مخلفات مواد البناء واعادة التعمير التي تطرح الى الشوارع والارصفه والحدائق العامه وبشكل عام يمكن تقسيم انواع القمامه ومكوناتها الى:

(شكل12) بعض أنواع المخلفات للمدن

1- قمامة المنازل- تتكون من بقايا الاطعمه ومخلفات تقشير الفواكه والخضر واغلفة العلب والصفيح والمواد البلاستيكيه للقناني الفارغه والزجاج.

2- قمامة الشوارع- وغالبيتها اوراق وعلب سكائر واوراق الاشجار وجذوعها واحياناً حيوانات نافقه ومخلفات الحيوانات السائبه واكياس تالفه وبعض المواد البلاستيكيه.

3- قمامة المستشفيات- وتتكون من مواد قطنيه ومواد التضميد المختلطه بالدم ومواد القيح وكذلك قمامة مطابخ المستشفيات واكياس بلاستيكيه وقناني زجاجية.

4- قمامة المصانع- تتكون من بقايا المواد الخام للمعامل مثل اوراق الكارتون او الخشب او الصفيح او البلاستك والمواد غير السليمه في الانتاج.

5- قمامة اعادة الاعمار- تتكون من اتربه وحجاره وطابوق ومواد اسمنتيه واخشاب وقطع حديديه ويمكن عزل هذه المواد للاستفاده من المواد في ردم البرك والمستنقعات والحفر.

(شكل13) منظر مقلب للقمامة خارج المدينة

أن النظام المستخدم حالياً في التخلص من هذه القمامه هو ان تجمع من قبل مقاولين حيث تجمع في مقالب خارج المدن (شكل 13) وهناك من يقوم بفرز الكثير من هذه المواد واعادتها الى اماكن عيش هذه المجاميع من الناس واعادة تصنيعها كالزجاج والحديد والورق والبلاستك وما يتبقى من مواد الفرز كمواد عضوية يستخدموه في تغذية الحيوانات او كسماد عضوي يباع لاصحاب المشاتل والحدائق. ويتسبب التخلص من قمامة المدن في مقالب مكشوفه في عدد من المشاكل والتي منها:

1- يعمل بعض العمال والزبالين على احراق هذه المخلفات مما يسبب تلوث خطير للبيئة المحيطة.

2- تكاثر الحشرات والقوارض لوجود البيئة المناسبة لها.

3- عدم اتباع الاسلوب الصحي والرقابه الصحيه للعاملين في هذا المجال فهم عرضه للاصابه بالامراض والتي ربما يكون بعضها وبائياً للانتقال الى المجتمع.

4- في المناطق ذات الماء الارضي المرتفع تتسبب هذه المخلفات في تلويث المياه الجوفيه.

وقد أعتمد العديد من الطرق الحديثه لمعالجة قمامة المدن او التخلص منها ومن هذه الطرق:

أولاً- الطرق الحرارية وتتضمن:

1- الحرق المكشوف: وهي طريقة بدائيه تتسبب في تلويث البيئة نتيجه للغازات الضاره المتصاعده أضافه الى خطورة الطريقة لأنتشار الحرائق وخطورتها على القائمين بالعمل.

2- الحرق بالترميد: حيث يتم الحرق بطريقة علميه والتي تضمن عدم تلوث البيئة لعدم تصاعد غازات ضاره حيث يتم الحرق في افران مبطنه بالطابوق الحراري وتضمن هذه الافران احتراقاً كاملاً للمخلفات من خلال السيطره على الحرارة وكمية الهواء ومعدل سريان الغاز ومدة احتراق الرماد قبل التفريغ.

3- الحرق المباشر مع استرجاع الحرارة (الاستفادة من الطاقة) يتم الحرق كما في طريقة الترميد في افران للحرق ويتم استرجاع الحرارة عن طريق تبريد جدران الجزء العلوي من الفرن بالماء بواسطة امرار الغازات الساخنه في مبادل حراري وعملية استرجاع الحرارة في طريقة الترميد تتطلب كفاءه عالية جداً وقدرات تقنيه على مستوى عال للتعامل مع هذا النوع من التقنية وما يتطلبه من صعوبات ومشاكل في التشغيل والصيانة.

ثانياً- الطرق البيولوجيه (الاحيائية) ومنها:

1- المقالب الارضية المكشوفة. التي سبق التحدث عنها.

2- المقالب الارضية الصحية.

3- التحويل الى سماد عضوي.

4- تحويل القمامة الى سماد عضوي بأستخدام ديدان الارض.

5- التخمير اللاهوائي. حيث يتم تحللها احيائيآ بمعزل عن الهواء وينتج عن هذه العمليه الغاز الحيوي.

ثالثاً- طرق اخرى ومنها:

1- انتاج وقود صلب. حيث يتم ضغط المواد العضوية وتحويلها الى قوالب تستخدم كوقود في مراجل التدفئه وتتميز هذه القوالب بقيمتها الحرارية العالية جداً.

2- انتاج انواع من الالياف حيث تستخدم كبديل للخشب الطبيعي بواسطة المعالجة والكبس مما ينتج الواح تستعمل في صناعة الاثاث.

مما سبق يتضح ان انسب الطرق للتخلص من قمامة المدن بما يناسب ظروفنا المحلية هو اتباع احد الاسلوبين التاليين:

اولاً: دفن القمامة في مقالب صحية: ويتم ذلك للمخلفات الصلبه مع مراعاة الشروط التالية:

1- وضع القمامه بشكل طبقات رقيقه مع رص او دك او ضغط تلك الطبقات.

2- تغطية القمامه بطبقة عازله بعد كل طبقة قمامه تضاف.

3- محاولة تجنب وصول تلك المخلفات الى الماء الارضي لتقليل تلوث البيئة.

4- محاولة الاستفاده من المقالب بعد انتهاء العمر الافتراضي للمقلب في عدد من الاغراض النافعه كأنشاء المتنزهات العامه او الغابات الصناعيه والحدائق.

ثانياً: تحويل القمامه الى سماد عضوي مع استرجاع بعض المواد النافعه: هذه الطريقة تهدف الى تحويل القمامه الى سماد عضوي مما يحمي المصادر الطبيعية من الضياع وهنا لابد من اختيار الطريقة التي تتناسب وظروف بيئة التشغيل ومن الطرق المستعملة من قبل بعض الشركات طريقة Bigiano-Bico وطريقة Motherwell Bridge وطريقة Buhler وتتم العمليه حسب الخطوات التالية:

1- اجراء فرز اولي للقمامه للتخلص من الاجسام الكبيره والصلده كالحجاره والحديد والاطارات..الخ.

2- اجراء فرز للمواد المسترجعه كالزجاج والورق والقماش والبلاستك والعظام وذلك لان هذه المواد غير قابله للتحلل وربما بعضها ضار كالبلاستك أو يمكن الاستفاده منها بأعادة تصنيعها مره ثانيه.

3- بعد ذلك يتم ادخال القمامه الى الاسطوانه الدواره حيث يتم اضافة كمية الماء اللازمه للحصول على رطوبه مناسبة لنشاط الكائنات الحيه الدقيقة التي ستقوم بعملية التخمير ويتم التقليب لمده تتراوح من نصف ساعة الى ساعة ونصف لغرض التجانس بعدها يتم امرارها عبر منخل ذو فتحات قطرها 50ملم ويتم ابعاد البقايا كبيرة الحجم والتي غالباً تكون من البلاستك والورق, اما المخلفات التي تم مرورها من الغرابيل فتوزع بشكل صفوف طوليه او دائريه بعرض حوالي 3 متر وبأرتفاع اقل من مترين.

4- يتم تقليب الاكوام على فترات مناسبة تتراوح بين (3-7 أيام) للتهويه مع مراعاة ان يكون التقليب بشكل جيد بأستعمال ماكنات تقليب خاصة.

5- يتم تعويض الرطوبة المفقوده من خلال رش الماء خلال عملية التقليب.

6- تستمر العملية مدة تتراوح حوالي 4 أسابيع ويشير الانخفاض المنتظم في درجة الحرارة الى نهاية عملية التخمر الهوائي.

7- يتم تخزين الناتج لمدة حوالي 6 أسابيع لاتمام عملية النضج.

ويستخدم سماد القمامة على نطاق واسع في تسميد نباتات الخضر واشجار الفاكهة وكذلك الاراضي الجيده لزراعة المحاصيل الحقليه ويتميز هذا السماد بما يلي:

أ- نعومة مكوناته وسهولة توزيعه وخلطه بالتربة ومحتواه من الرطوبة المناسب يمنع تطايره بالرياح.

ب- خلوه من بذور الحشائش والادغال وكذلك خلوه من الجراثيم الضاره للانسان والحيوان والنبات.

ج- ارتفاع محتواه من المادة العضوية مما يعطي للاراضي الحديثه الاستغلال القدره على الاحتفاض بالماء والعناصر الغذائية اضافة الى تنشيطه لنمو جذور النباتات داخل التربة.

مما سبق تتضح اهمية الاستفاده من القمامه في اكثر من اتجاه والتي يمكن ان تحقق اكثر من فائدة سواء من الناحية الأقتصادية أومن الناحية المعنوية والتي تتضمن تنظيف البيئة والحفاظ على الموارد التي يمكن اعادة استخدامها ويمكن ايضاح ذلك بمايلي:

اولاً: السماد العضوي والذي يتضمن نوعين

1- السماد الخشن والذي يشكل مانسبته 43% من كمية القمامه المستخدمه بعد الفرز.

2- السماد الناعم ويشكل مانسبته 36% من كمية القمامه المستخدمه بعد الفرز.

وهذا النوع من السماد هو الافضل والاغلى ثمناً.

ثانياً: المواد المسترجعة والتي تشكل مانسبته بحدود 7.4% من القمامه الكليه. وتشمل:

1- مخلفات الانسجه والاقمشه والملابس التي يمكن استخدامها في حشو الوسائد والافرشه.

2- العظام التي يعاد استخدامها في صناعة الغراء والاصباغ والفحم النقي الذي يستخدم في تكرير السكر.

3- الزجاج حيث يعاد صهره وتشكيله مره ثانيه.

4- الورق والذي يعتبر مخلف عالي الجوده التي يعاد تصنيعها لانتاج ورق منخفض الجوده يستعمل في صناعة الكارتون او تغليف الفواكه والخضر.

5- المعادن وتتضمن الالمنيوم والنحاس والحديد وهذه يعاد صهرها وتصنيعها.

الفصل السابع

الأسمـدة العضـوية

ثانياً: الأسمدة العضوية غير التقليدية:

هي الأسمدة التي يتم استخدامها مباشرة دون الحاجه الى عملية تخمير كما في حالة الدم المجفف الذي يتم الحصول عليه من المجازر حيث يتم جمع دم الحيوانات المختلفه في احواض ثم يضاف اليه كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ويترك لفتره قصيره بعدها يتم فصل السائل عن الراسب الذي يجمع ويجفف ويطحن وهذه المادة المطحونه تحتوي على 80- 75% مادة عضوية و 8-10% نتروجين كلي. كذلك من الأسمدة العضوية غير التقليديه مسحوق العظام الذي يضاف الى التربة الزراعية كمصدر غني بفوسفات الكالسيوم حيث يحتوي حوالي 25% P_2O_5 وبحدود 4% نتروجين ومحتواها من المادة العضوية يصل الى 30%. ومن الأسمدة العضوية غير التقليديه الاخرى مخلفات الاسماك والحيوانات البحريه المجففه التي تجمع ويتم التخلص من المواد الدهنيه الموجوده بها ثم تسحق حيث يحتوي مسحوقها على حوالي 50% مادة عضوية و 9% نتروجين كما انه غني بالفسفور الذي يكون بحدود 16% P_2O_5.

ثالثاً: الأسمدة الخضراء Green Manures

هي تلك الاسمدة العضوية الناتجة عن زراعة محصول معين وحراثته وقلبه في التربة خلال مراحل نموه الخضري, وتعتمد محاصيل معينه تتصف بمميزات تجعلها مفضله على غيرها لتستخدم لهذا الغرض ومن بين هذه الميزات الاتي:

أ- سرعة النمو وقلة محتواها من الالياف.

ب- تعمق جذورها داخل التربة.

ج- قلة تكاليف زراعتها مقارنة بما توفره من مردود عضوي.

د- عدم اخلال زراعتها بنظام اتباع الدوره الزراعية في الاراضي الزراعية للمشروع.

هـ- سرعة تحلل هذه النباتات وتحولها الى مادة عضوية في التربة واطلاق عناصرها فيها.فهناك محاصيل عده تستعمل للتسميد الاخضر يمكن ان تقسم الى قسمين رئيسين هما:

1- محاصيل بقولية وتشمل

أ- محاصيل بقولية شتوية كالبرسيم والنفل الحلو والنفل المر.

ب- محاصيل بقولية صيفية مثل الجت واللوبياء والفاصوليا وفستق الحقل.

2- محاصيل غير بقولية وتشمل

أ- محاصيل شتويه كالشعير والشوفان وأحياناً القمح.

ب- محاصيل صيفية كالدخن والخردل.

ومما يجدر ذكره ان إستخدام التسميد الاخضر لايمكن ان يلغي الدور الهام الذي تلعبه باقي انواع الأسمدة العضوية في تأثيرها على خواص التربة وذلك للاسباب التالية:

أ- إن قلب نباتات المحاصيل التي تزرع للتسميد الاخضر في مراحل نموها الاولى سوف لايؤدي الى تكون دبال في التربة وذلك لأنخفاض محتوى تلك النباتات من السيليلوز واللكنين.

ب- إن سرعة تحلل النباتات الغضة يؤدي الى زيادة أعداد الاحياء الدقيقة في التربة وزيادة نشاطها مما ينتج عنه هدم دبال التربة نتيجه حاجة الاحياء الدقيقة للطاقه والغذاء الذي تحصل عليه من الدبال, لذلك يجب مراعاة بعض الاعتبارات والتي منها:

1- نوع التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.

2- الفتره الزمنية التي يجب تركها بعد قلب محصول التسميد الاخضر وزراعة المحصول التالي.

3- حساب الكلفه الاقتصادية للتسميد.

وبصورة عامه تستخدم المحاصيل البقولية لغرض التسميد الاخضر كونها تحتوي على نسبه متوازنه من الكاربوهيدرات والنتروجين حيث تتميز هذه النباتات بأرتفاع محتواها من النتروجين نتيجه لأحتوائها على بكتريا العقد الجذرية التي تقوم بتثبيت النتروجين. بينما استخدام النباتات النجيليه فأنها تحتوي على نسبه عالية من الكاربوهيدرات واللكنين التي توفر دبال في التربة, ويمكن تلخيص اهمية التسميد الاخضر بالاتي:

1- زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وتحسين بناء التربة.

2- تحسين محتوى التربة من العناصر الغذائية وتركيزها في الطبقة العلويه المهمه للنباتات.

3- امداد المحاصيل التي تزرع لاحقاً بالصور القابله للامتصاص من العناصر الغذائية.

4- المساعده في التخلص من الادغال ومنع نمو بذورها.

5- زيادة قدرة الاراضي الخفيفه النسجه على الاحتفاظ بالماء وزيادة تماسكهالحد ما.

6- تقليل فقد العناصر الغذائية التي تحصل بالرشح مع مياه الري.

7- زيادة النشاط الحيوي في التربة مما يساعد على الاسراع في تحلل المادة العضوية وتوفير عناصرها للنباتات المزروعه اضافه الى مواد الايض الحيوي للأحياء الدقيقة.

8- المساعده في تثبيت التربة وتقليل اثر التعرية والانجراف بفعل العوامل المناخية والبيئية. وغالباً مايتبع اسلوب استخدام التسميد الاخضر في برامج التوسع الافقي وهو احد الركائز الاساسية التي تعتمد في استصلاح الاراضي الخفيفة النسجة واستغلال الصحراء الجديدة.

رابعاً: الأسمدة العضوية الصناعية

هناك عدد من انواع الأسمدة العضوية التي يمكن انتاجها من خلال ادخال بعض العمليات التصنيعيه على المواد العضوية الاوليه الخام التي تتخلف عن الانتاج الزراعي وتكون عديمة الفائده التغذويه للانسان او الحيوان وكذلك بعض مخلفات التصنيع الغذائي ومن هذه الانواع:

أ- أسمدة التخمر (تخمير المخلفات الزراعية) Compost

هو سماد عضوي ناتج من اعادة تدوير Recycling ومعالجة المخلفات العضوية كمخلفات المزارع والحدائق ومعامل تصنيع الاخشاب والقمامه والمخلفات الحيوانية ومعامل تصنيع الاغذيه(شكل14) بأستخدام النشاط الحيوي للأحياء الدقيقة الهوائية التي تقوم بتحليل هذه المواد الخام الاوليه وتحويلها الى مواد مفتته Crumbly ذا لون قاتم يشبه لون التربة (شكل15) ورائحة تشبه رائحة التربة Earthy-smelling المخلوطة بالفخار(لون بني غامق).والتي تؤدي دورآ كبيرآ

(شكل14) التقليب اليدوي لمكونات الوسط ،(شكل15) المواد المتحولة خلال التخمير

في تحسين خواص التربة الفيزيائيه والكيميائيه والاحيائية بالأضافه الى محتواها العالي من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات فعند اضافتها الى التربة ستؤدي الى تحسين تركيبها البنائي Soil structure مما يسهل زراعتها واجراء العمليات الزراعية فيها، كما يشجع نمو الجذور وانتشارها داخل التربة. فجاهزية العناصر الغذائية للنباتات لم يقتصر على العناصر الكبرى منها بل العناصر الصغرى والنادره فضلآعن زيادة قابلية النباتات للإمتصاص كما تساعد على احتفاظ التربة بالماء وتقلل من التعريه ويزداد محتوى التربة من الاحياء الدقيقة المفيده التي تعمل على تحولات المواد وافراز المضادات الحيوية والانزيمات مما يساعد على تثبيط او القضاء على الاحياء الدقيقة الممرضه من البكتريا والفطريات والنيماتودا كما تؤدي أضافة هذه الأسمدة دوراً في التخلص او ازالة المواد السامة من التربة Detoxification مما يقلل من تأثيراتها الضاره على الجذور ونموها. ان اعادة تدوير هذه المخلفات يقلل الاثار السلبيه والضارة التي تنتج من تركها دون معالجة في البيئة او عندما يتم التخلص منها بالحرق. ولأعداد هذا النوع من السماد الخطوه الاولى التي يتم أجرائها هي تحديد نوع المخلفات الزراعية التوفره في المنطقه وهنا لابد من تحديد محتواها من الكاربون الى النتروجين او C/N Ratio فالمخلفات للمحاصيل النجيليه كالحنطه والشعير وغيرها ذات محتوى عالي من الكاربون ومنخفض من النتروجين فقد تصل النسبه 200-1:100 بمعنى ان نسبة الكاربون عالية بالنسبه للنتروجين مما يعني ان الاحياء الدقيقة عند اجراء عملية تحليل لهذه المخلفات سوف لن تجد مايكفي من عنصر النتروجين لنموها مما يؤدي الى بطئ شديد في عملية التحلل ولن يتم تحللها بالشكل المطلوب. اما في حالة المخلفات الزراعية الناتجه من النباتات البقولية فأن نسبة الكاربون الى النتروجين تكون بحدود 1:20 مما يوفر للأحياء الدقيقة التي تقوم بتحليل المخلفات احتياجاتها من النتروجين اللازم لنموها وبالتالي سيسرع هذا من عملية جاهزية السماد العضوي ونضجه. الخطوه الثانيه هي جمع تلك المخلفات الزراعية وتقطيعها الى قطع صغيرة مما يزيد مساحتها السطحيه وهذا يساعد على زيادة امتصاصها للماء واتساع المساحه التي تزيد فرص مهاجمتها من قبل الاحياء الدقيقة المحللة للمادة العضوية ويفضل تنويع المخلفات الزراعية التي تدخل في اعداد السماد المتخمر مثل مخلفات المحاصيل النجيليه والمحاصيل البقولية ويضاف لها مخلفات حظائر الحيوانات وحقول الدواجن وتتم عملية الاعداد وفق طريقة التخمير الحار Hot composting حسب الخطوات التالية:

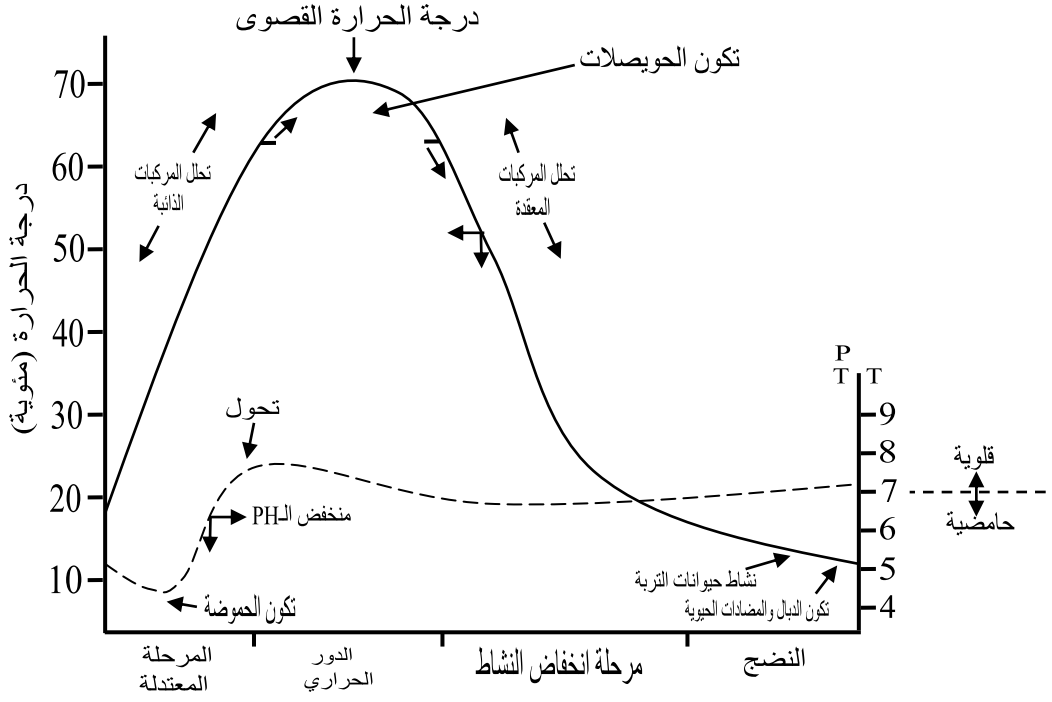
1- يحدد موقع تكون ارضيته مستويه بميل بسيط جداً. يفضل ان يكون في الجهه الجنوبيه لمباني المزرعه وحظائر الحيوانات لكي لاتصل الغازات الناتجه من عملية التخمر الى تلك الابنيه والتي تكون ضاره على صحة الانسان والحيوان كونها ذات رائحة كريهة Malodorous compound لأحتوائها على اكاسيد النتروجين وغاز الميثان ومركبات الاحماض الطياره Volatile acids. كما يراعى في الموقع ان يكون مستوى الماء الارضي منخفضاً وبعيداً عن مجاري الصرف الصحي لكي لايحصل تلوث بالأحياء الدقيقة الممرضه او يحصل زياده في مستوى الرطوبة التي تؤثر على عملية التحلل الهوائي للمخلفات.

2- يتم تجميع المخلفات الزراعية المختلفه والتي تم تقطيعها وتوضع على شكل اكوام Piles (heaps) تتراوح ابعادها 2-3 متر عرضاً و 1.5-2 متر ارتفاعاً ويكون الطول حسب المساحه المخصصه وكمية المخلفات المراد تخميرها حيث يمكن عمل اكثر من كوم. تخلط المخلفات جيداً لكي تكون متجانسه ثم ترش بالماء حتى تصل نسبة رطوبتها بين 60- 40% ولا تزيد عن ذلك لكي لاتحصل ظروف لاهوائية مما يشجع نمو الاحياء اللاهوائية التي يكون تأثيرها سيء على جودة السماد المنتج فعندما تكون الرطوبة مناسبة تنشط الاحياء الدقيقة الهوائية من بكتريا و اكتينومايسيتات وفطريات ويزداد نشاط هذه الاحياء عندما يكون محتوى المخلفات من النتروجين وتفضل ان تكون نسبة الكاربون الى النتروجين 1:30-50 فالأحياء الدقيقة التي تم ذكرها تحتوي اجسامها على نسبة كاربون الى نتروجين في المتوسط 1:4 ولكي تنمو بصورة مثاليه يجب ان يحتوي الوسط الغذائي الذي تنمو عليه على نسبة كاربون الى نتروجين 1:8 حيث ان خلايا الكائن الحي الدقيق تستخدم اربع وحدات من الكاربون لأنتاج الطاقة اللازمه لبناء المكونات الخلوية بالوحدات الاربع الاخرى من الكاربون مع وحدة النتروجين ويبين الجدول التالي نسبة الكاربون الى النتروجين في بعض المخلفات الزراعية (النباتية والحيوانية) والمخلفات الورقيه.

جدول يبين نسبة الكاربون الى النتروجين في بعض المخلفات الزراعية العضوية

المخلفات الزراعية (نباتية وحيوانية)	نسبة الكاربون:النتروجين
مخلفات نباتات الخضر	1:12-20
دريس الجت	1:13
اوراق نباتية مختلفه	1:40-80
سيقان الذره	1:60
تبن الحنطه	1:80
تبن الشوفان	1:74
نشارة الخشب	1:100-500
الورق	1:150-200
ورق الصحف	1:50-20
سماد الخيول	1:25
سماد الابقار	1:20
سماد الدواجن (طازج)	1:10

لذلك في كومة المخلفات التي تكون فيها نسبة الكاربون عالية مقارنه بالنتروجين فأن ذلك سيؤدي الى خفض في معدل نمو الاحياء الدقيقة المحللة لها مما يتسبب في تأخير نضج السماد المتخمر ويعود سبب بطأ النمو ايضاً الى الحرارة المرتفعه التي تنتج من هدم المواد الكاربوهيدراتيه فتتحرر الطاقة على شكل حرارة مما يرفع من درجة حرارة الكومة بصورة تدريجيه من20-30ْم لتصبح بحدود55-79ْم خلال 5-8 ايام مما يقلل من نشاط واعداد الاحياء الدقيقة المحبة لدرجات الحرارة المتوسطه Mesophilic Micro Organisms وعلى النقيض من ذلك تبدأ الاحياء الدقيقة المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة Thermophilic MicroOrganisms بالنمو ويزداد عددها عند وصول درجة حرارة الكومة الى درجة 45ْم ابتداءً من اليوم الرابع وتستمر حتى نهاية الاسبوع الثاني من بدء اعداد الكومة. ويوضح (شكل16) التغيرات الحيوية والتغير في درجة الحرارة والداله الهيدروجينية في كومة السماد العضوي الصناعي.



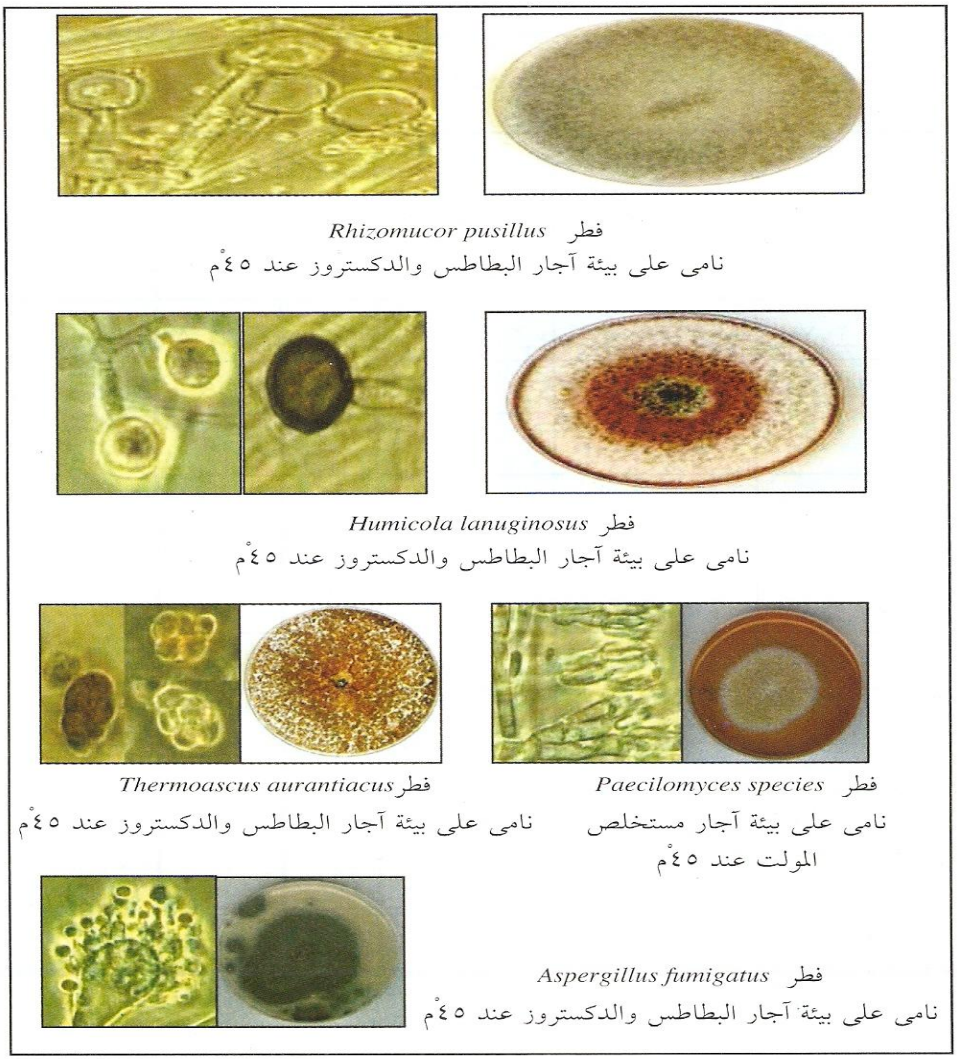
(شكل 16) التغيرات الحيوية والتغير في درجة الحرارة والدالة الهيدروجينية للمواد المتخمرة

ويعود السبب في ارتفاع حرارة الكومة الى زيادة معدل تحلل المادة العضوية التي تبدأ بتحلل المواد العضوية الذائبة كالسكريات والاحماض العضوية والبروتينات والاحماض الامينيه حيث تقوم الاحياء الدقيقة بأكسدة السكريات مثل سكر الكلوكوز (الوحده الاساسيه لمعظم المواد الكاربوهيدراتيه الموجوده في المخلفات النباتية) اكسده كامله الى ثاني اوكسيد الكاربون والماء اضافة الى اطلاق الطاقة المخزونه بين جزيئات المركب والتي مقدارها 688 كيلوكالوري الا ان خلايا الكائن الحي الدقيق القائم بالتحليل تأخذ جزء من هذه الطاقة تستخدمه في تخليق 38 مول من مركب ادينوزين ثلاثي الفوسفات ATP (Adenosine Triphosphat) لكل مول سكر تستهلكه

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \rightarrow 6CO_2+6H_2O+688Kcal$$

وحيث ان الطاقة الموجوده في مول واحد من ال ATP هي حوالي 7.3 كيلوكالوري فأن اجمالي الطاقة التي يستفاد منها الكائن الحي الدقيق هي 38×7.3=277.4 كيلوكالوري ، أما الباقي من الطاقة والبالغ 688 - 277.4=410.6

كيلوكالوري فأنها تخرج على صورة حرارة . هذا يعني أن كفاءة الاستفاده من الطاقة تقدر بـ 277.4 /688 × 100 = 40.3 % . أما الطاقة التي تخرج بشكل حرارة فتكُون حوالي 60%. يوضح (شكل 17) أهم الكائنات الحيه الدقيقة المحبـة للحـرارة المرتفعـه فهـي الفطريـات مثـل *Rhizomucor pisullus* و *Humicola lanuginosus* و *Paecilomyces* و *Thermoascus aurantiacus* و *Aspergillus fumigatus* وجميعها تنمو في مدى حراري واسع يتراوح بين 20–55ْم ماعدا الفطر الاخير الذي ينمو في مدى حراري بين 12–52ْم وهذه الفطريات تلعب دوراً كبيراً في تحلل السيليلوز وكثير من السكريات المتعدده لمكونات مواد الكومة, كما هناك كثير من البكتريا المحبة للحرارة المرتفعه والتي تنمو في مدى حراري يتراوح بين 40–80ْم (درجة الحرارة المثلى للنمو تتراوح بين 65–75ْم فمثلاً بكتريا باسلس المتجرثمه Bacillus forming spors القادره على النمو عند 70ْم والبكتريا ذاتية التغذية الكيميائيـة Chemolithotrophs تسـتطيع النمـو فـي مـدى حـراري يتـراوح بـين 60–70ْم مثـل بكتريـا Hydrogenobacter التي تحصل على طاقتها من اكسدة الكبريت او الهايدروجين لتخليق مادتها العضوية من ثاني اوكسيد الكاربون. وتستمر درجة حرارة الكومة فوق 55ْم لمدة اسبوعين في حالة اعداد السماد العضوي المتخمر الجيد.



(شكل 17) بعض أنواع الفطريات المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة.الشحات2007

3- اجراء عملية التقليب خمس مرات خلال هذه الفتره أي يتم التقليب مره كل ثلاثة أسابيع. وتعد عملية التقليب مهمه لمجانسة المكونات ويكون التقليب أما يدوياً أو ميكانيكياً(شكل18) ويراعى أن يجري بشكل يضمن تقليب المواد الى داخل الكومة لكي يصل التحلل الى جميع الاجزاء والتي قد لم يصلها التحلل وهي في الطبقة الخارجيه للكومة كذلك أن تصل الحرارة في جميع أجزاء الكومة الى درجة الحرارة القاتله Lethal temperature للأحياء المجهرية الدقيقة والنيماتودا والطفيليات المرضية للأنسان والنبات وان تقليب الكومة سوف لن يسمح برفع درجة حرارة الكومة اعلى من 70ْم ويعتبر ذلك مفيداً لمنع قتل الاحياء الدقيقة النافعه.

(شكل 18) عملية التقليب الميكانيكي للمواد المتخمرة

ويلاحظ ان الاحياء الممرضه تتواجد خلال الفتره التي يكون فيها المركبات العضوية البسيطة والسهلة التحلل متوفره وعندما تختفي هذه المركبات وتبقى المركبات المعقده مثل السيليلوز واللكنين ومركبات الهيومك فأن الاحياء الممرضه لاتستطيع استخدامها كغذاء او تحليلها كما يلاحظ خلال هذه الفتره ان العمليات الحيوية تكون في أوج نشاطها ويكون معدل استهلاك الاوكسجين الحيوي Biological oxygen demand (BOD) عالياً (كمية الاوكسجين المستهلكه في عينه من الكومة خلال فترة زمنية معينة) وكذلك يلاحظ ان معامل التنفس Respiratory Quotient (RQ) (هو عباره عن كمية ثاني اوكسيد الكاربون مقاسة بالمول او بالملليلتر لكل وحده مستهلكه من الاوكسجين بالمول او بالملليلتر) لعينه من الكومة تكون قيمتها واحد مما يدل على ان التقليب جيد وأن الاوكسجين متوفر في جميع انحاء الكومة خاصة في المركز حتى يحصل اكسده كامله للمواد العضوية. فأذا تم اخذ عينه ووجد أن معامل التنفس أكبر من واحد فأن ذلك يدل على ان ظروف لاهوائية قد سادت في الكومة وتم حدوث عملية تخمر Fermentation وتعفن Purification في الكومة او تنفس لاهوائي Anaerobic respiration.

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2+2CH_3-CH_2OH$$

$$C_6H_{12}O_6+12HKNO_3 \longrightarrow 6CO_2+12KNO_2+6H_2O$$

$$C_6H_{12}O_6+3H_2SO_4 \longrightarrow 6CO_2+3H_2S+6H_2O$$

أن تصاعد روائح كريهة من الكومة يدل على حصول تفاعلات لاهوائية ومن هذه الغازات غاز كبريتوز الهيدروجين والذي يتفاعل مع مركبات الهيدروكاربونات لتكون المركبات ذات الرائحة النفاذه والتي تعتبر انذار لضرورة الاسراع في اجراء

التقليب لأيقاف التفاعلات اللاهوائية كما يمكن اجراء اختبار بسيط وذلك بأخذ عينه من الكومة وقياس داله الهيدروجينية pH لها فأذا كانت القيمه منخفضه فأن ذلك يدل على نشاط الاحياء الدقيقة اللاهوائية وتكون احماض عضوية مثل حامض اللاكتيك والفورميك والبروبيونيك التي تؤدي الى خفض درجة الpH والتي قد تصل الى ما يقارب من 4.5 pH بينما هي في الظروف المثلى تتراوح بين 5.6-8.5 pH كما ان الظروف اللاهوائية لاينتج عنها حرارة كافيه لقتل المسببات المرضية كما علينا ان ندرك بقاء بعض الطفيليات التي لا تؤثر عليها درجة حرارة الكومة ومنها الطفيليات التي تتواجد في براز الكلاب والقطط وأكلات اللحوم Carnivors لان هذه الحيوانات عوائل لهذه الطفيليات. وفي هذه المرحله تقوم الاحياء الدقيقة المحبة للحرارة المرتفعه بمعدنه Mineralization لجزء كبير من المواد العضوية كما تنشط الاحياء التي تحول المواد البروتينيه الى امونيا (عملية النشدرة) وكذلك تحلل الاحماض النوويه والمواد الدهنيه, وتحتوي الكومة ايضاً على بعض الحيوانات الاوليه والحشرات التي قد يكون لها دور في اعداد ونضج السماد. تبدأ درجة الحرارة بالانخفاض تدريجياً بعد حوالي ثلاثة اسابيع من اعداد الكومة حتى تصل الى درجة حرارة الجو الخارجي وهذا يعتمد على الفصل الذي تتم فيه اعداد الكومة صيفاً او شتاءً, وهنا تبدأ اعداد الاحياء الدقيقة المحبة للحرارة المتوسطه بالازدياد حتى تصل حد معين يبقى شبه ثابتاً وتقوم بتحليل المواد العضوية المتبقيه وعند هذه الفتره تنشط الاحياء معدنية التغذية Chemolithotrophs التي تقوم بأكسدة الامونيا الى نترات مثل بكتريا النترجة وبكتريا الكبريت المعدنيه التي تأكسد مركبات الكبريت المعدنيه الى كبريتات كما تنشط في هذه المرحلة بعض الاحياء المثبتة للنتروجين الجوي اللاتكافلية مثل بكتريا الازوتوباكتر Azotobacter مما يزيد محتوى الكومة من النتروجين ويمكن تلقيح الكومة خلال هذه الفتره ببعض الاحياء الدقيقة المفيده مثل البكتريا المثبتة للنتروجين الجوي والبكتريا المذيبه للفوسفات وبكتريا السليكات والاحياء الدقيقة المنتجة للهرمونات النباتية والاحياء الهامه في المقاومه الاحيائية للفطريات الممرضه او للنيماتودا وبذلك يكون السماد العضوي الصناعي حاملاً لكثير من الاحياء الدقيقة النافعه والهامه التي يستمر نشاطها عندما يضاف السماد الى التربة مما يوفر اداء عملها وينعكس على المحاصيل المزروعه. أن نشاط الاحياء الدقيقة المحبة للحرارة المتوسطه يستمر في الكومة بعد انخفاض درجة الحرارة بين 20-30ْم ويقل تدريجياً ويعتمد ذلك على نوع المخلفات الزراعية (النباتية والحيوانية) ومحتواها من النتروجين حتى تختفي معظم المواد العضوية سهلة التحلل من مواد نشويه وسيليلوزيه وتبقى المركبات العضوية صعبه او بطيئة التحلل مثل اللكنين واشباه السيليلوز حيث تتكون المواد الدباليه خلال هذه المرحله. بعد وصول الكومة مرحلة النضج يجب ان تكون الرطوبة ثابته ويمكن الكشف عن ذلك من خلال اخذ عينه من الكومة على عمق 40سم ومن مواقع مختلفه ثم توضع العينة في راحة اليد ويضغط عليها جيداً فأذا تركت طبقة رقيقه من الماء على اليد فأن ذلك يدل على ان الرطوبة جيده واذا كانت الرطوبة اقل او بشكل ماء يسيل بشكل قطرات فأن ذلك يدل على ان الرطوبة غير مناسبة وبصورة عامة تتراوح بين 40-60% ويكون لون المخلفات قد تحول من اللون الاصفر الفاتح الى اللون البني الداكن مع اختفاء رائحة الامونيا او الروائح الكريهة ان وجدت واصبحت رائحته اشبه برائحة التربة.

4- يخزن السماد العضوي الصناعي الناضج بعيداً عن حرارة واشعة الشمس المباشرة والرياح مع مراعاة ان لاتقل الرطوبة في الكومة عن 25% حيث انخفاضها اقل من ذلك سيؤثر على نشاط الاحياء الدقيقة في المخلفات كما يسبب تطاير تلك الاجزاء الناعمه وفقدها اضافه الى تلوث البيئة كون تلك الاجزاء تسبب حساسية للانسان. ويعطي كل 3 متر مكعب من المخلفات الطازجة ما وزنه 2-2.5 متر مكعب من السماد العضوي الصناعي بنسبه تصافي تتراوح بين 65-80%. مع مراعاة ايضاً اجراء تقدير قياسات النضج لمواصفات السماد المكمور وذلك بأخذ عينات يتم فيها تقدير المحتوى من المواد

الدباليه وقياس الخواص الفيزيائيه والكيميائيه والاحيائية ويوضح الجدول التالي معايير الجوده الفيزيائية للسماد العضوي الصناعي.

المعاير الفيزيائية لجودة السماد العضوي الصناعي محتواه من الاحياء الدقيقة:

الصفات الفيزيائية Physical properties	الحدود الدنيا والعليا
حجم حبيبات السماد بالمليمتر	1-15 ملم
الحبيبات الكبيره (أكبر من 40غرام)	اقل من 5%
الاحجار (اكبر من 5ملم) %	اقل من 3% من المادة العضوية.
الشوائب (أكبر من 2ملم) %	اقل من5% من المادة العضوية.
الكثافة الكليه	600 كغم/م^3
الدله الهيدروجينية pH	6.5-8.5
الايصاليه الكهربائية EC (mS/cm)	اقل من 5.5 (يفضل من 3-5.1)
المادة العضوية	اكبر من 20%من المادة العضوية الجافه
المادة العضوية الجافه	اكبر من 60%
محتوى الرطوبة	40% او اقل
الاحتفاظ بالرطوبة Moisture retention	60% او اكثر
اعداد الاحياء الدقيقة (cfu/g)	10^{6} - 0 10^{9}
درجة الحرارة	20-25ْم

ملاحظـة: يجـب ان يكـون السـماد العضـوي الصـناعي خاليـاً مـن المسـببات المرضـية للانسـان مثـل مسـببات التايفوئيـد Salmonella وبكتريا *Escherichia coli*

أما معايير محتوى المكمور من العناصر الغذائية فيمكن توضيحها بالجدول التالي:

جدول معايير محتوى السماد العضوي الصناعي من العناصر الغذائية

العناصر الغذائية	حدود المحتوى
النتروجين الكلي %	0.7% اواكثر
النتروجين بصورة امونيوم NH_4 جزء بالمليون	منخفض
النتروجين بصورة نترات NO_3 جزء بالمليون	عالي
نسبة الكاربون:النتروجين	اقل من 1:18
الفسفور الكلي P_2O_5	0.5% او اكثر
البوتاسيوم الكلي K_2O	0.75% او اكثر
المغنيسيوم الكلي MgO	0.35% او اكثر
الكالسيوم الكلي CaO	0.2% او اكثر
الكلور الكلي Cl	اقل من 0.5%

كما يوضح الجدول التالي اقصى تركيز للعناصر الثقيله في السماد العضوي الصناعي:

العناصر			التركيز جزء بالمليون (ملغم/كغم)
الزرنيخ	(As)	Arsenic	15
الكادميوم	(Cd)	Cadmium	1.5
الكروميوم	(Cr)	Chromium	70.0
النحاس	(Cu)	Copper	90.0
الزئبق	(Hg)	Mercury	1.0
النيكل	(Ni)	Nichel	20.0
الرصاص	(Pd)	Lead	120.0
الزنك	(Zn)	Zinc	300.0

5- لغرض تسريع عملية التحلل والاسراع من نضج السماد العضوي الصناعي وتقليل المده الزمنية اللازمه للنضج تضاف بعض المضافات بنسبة تتراوح بين 4-10% كمواد محفزه او تشجع نشاط ونمو الاحياء الدقيقة والاسراع في تكوين المواد الدبالية مثل تربة من أراضي زراعية خصبة او معدن البنتونيت Pentonite ويطلق على هذه المضافات اسم الطفلة او اللقاح Inoculate كونها تحتوي على اعداد من الاحياء الدقيقة المحلله للمادة العضوية. وقد يضاف أحياناً سماد عضوي صناعي ناضج مما يحسن من قابلية الكومة الجديده على الاحتفاظ بالماء كما يحسن التهويه أضافه الى محتواه من الاحياء الدقيقة المحلله للمركبات العضوية, كما تستخدم اضافات من مواد طبيعية مثل صخر الفوسفات Rock of phosphate وصخر الفلسبار Velspar المطحون والدولوميت Dolomite المطحون كمصادر للفسفور والبوتاسيوم وكل من الكالسيوم والمغنيسيوم على التوالي كما أنها تقلل من فقد الامونيا وتتكون كبريتات الامونيوم, وقد يضيف بعض المزارعين الأسمدة الكيميائية مثل سلفات الامونيوم او نترات الكالسيوم او اليوريا لكن الافضل هو اضافة السماد العضوي الصناعي الناضج او مخلفات حيوانية خاليه من الملوثات البيئيه كالمبيدات الكيمياوية المختلفه كما يمكن اضافة مخلفات الدواجن والاسماك والمجازر والاعشاب المائية Sea weeds والطحالب Algae البحريه والجبس الصناعي والأسمدة الحيوية مثل مثبتات النتروجين الجوي اللاتكافلية ومذيبات الفسفور والبوتاسيوم والاحياء المنتجة للمنشطات الحيوية Bio-stimulants كالمواد المشجعه للنمو ومانعات الاكسده Antioxidant التي تعمل على التخلص من الجذور الحره Free radicals التي تنتج عن الاجهاد البيئي على النباتات وتقليل مخاطرها عليها.

6- لتحضير محلول السماد العضوي الصناعي الذي يستخدم في التسميد الورقي لابد من جعل البكتريا هي السائده في السماد العضوي المنتج والذي يتم تحضيره من 45% مخلفات خضراء و 25% من مخلفات غنية بالنتروجين كالأسمدة العضوية والمحاصيل البقولية كالجت (البرسيم الحجازي) والفاصوليا واللوبيأ و30% مواد خشبيه وفي هذا النوع من الاوساط يعمل على زيادة عدد مرات التقليب مما يزيد اعداد البكتريا مقارنه بالفطريات لأن التقليب يؤدي الى تقطيع غزل الفطر مما يزيد من قدرة البكتريا على المنافسه ويحسن من فرص سيادتها في الوسط. اما لتحضير محلول السماد الصناعي الذي يستخدم للرش حول اشجار الفاكهة او في التربة المزروعة بالشليك او التوت البري فلابد من تنشيط نمو الفطريات وجعلها هي السائدة في تحليل المكمور من خلال الاعتدال في تقليب الوسط وتحديد نسب المكونات وفق نسبة

الكاربون: النتروجين التي تفضلها الفطريات. وهناك نوع من السماد العضوي المتخمر Compost يتم اعداده لإنتاج الاجسام الثمريه للفطر الغذائي الابيض *Agaricus bisporus* وهو ينتج على مرحلتين في المرحله الاولى يتم رفع درجة حرارة مخلفات التبن الى درجة 70-80ْم لعدة ايام ثم تتم البستره على درجة حرارة 90ْم وتخفض الحرارة الى 45ْم لعدة ايام يليها خفض الحرارة الى 20-25ْم حيث يضاف لقاح الفطر الغذائي الابيض. وقد وجد ان الفطر *Scytalidium thermophilum* الذي يكون هو السائد خلال المرحله الثانيه لتحضير المواد المتخمره يؤدي الى زيادة الانتاجية الى الضعف كما ان الانتاجية تزداد من خلال امداد الفطر الغذائي الابيض بما يحتاجه من نتروجين عضوي والذي يمكن توفيره من خلال تنشيط البكتريا خلال المرحله الاولى من عملية التخمير. وبعد جمع محصول الاجسام الثمريه للفطر الغذائي الابيض تؤخذ مخلفات الوسط ويتم تخزينها مده تتراوح بين 9-12 شهراً قبل استعمالها كسماد عضوي حيث تتميز بأن محتواها من البوتاسيوم والفسفور عالي وكمية مناسبة من العناصر النادره والكالسيوم وقيمة الداله الهايدروجينيه 7 ويطلق عليه Spent mushroom compost.

الطريقة الثانية لاعداد السماد العضوي الصناعي يطلق عليها التخمر البارد Cold composting وتتم بوضع المخلفات التي يتم اعدادها لتحضير السماد العضوي وتوضع حول الاشجار ويتم خلطها بالتربة وهذه الطريقة تحتاج الى مدة عامين او اكثر ليصبح السماد العضوي ناضجاً ومن طرق التخمير الاخرى مايطلق عليه بالتخمر السطحي Sheet Composting وفيها توضع المادة العضوية فوق سطح التربة وتترك لتتحلل طبيعيا وفي هذه الطريقة تنساب المغذيات الى التربة كما تمنع المخلفات المضافه تعرية التربة Erosion control أو تقللها. وقد توضع المخلفات الزراعية في خندق في الارض عمقه حوالي 15-20سم الذي يملئ بتلك المخلفات وتغطى بالتربة وتترك عدة اسابيع بعدها تتم الزراعة فوق الخندق مباشرة وتسمى الطريقة بالتخمر الخندقي Trench composting. ويعاب على هذه الطرق الثلاث الاخيره عدم ارتفاع درجة الحرارة فيها الى الدرجة التي تقتل بذور الادغال ويرقات الحشرات والمسببات المرضية ويكون السماد العضوي الناتج اقل جودة من السماد المنتج بطريقة التخمر الحار.

العوامل المؤثرة على عملية التخمر

التسميد العضوي لايعني اضافة معدلات من المادة العضوية ولكن يعني تحويل الكميات المضافه من المادة العضوية الى عناصر غذائيه جاهزه للامتصاص من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والعناصر الاخرى ومواد جديده لم تكن موجوده اصلاً في المخلفات الزاعيه التي تم تحضير السماد العضوي منها والتي تنتجها الاحياء الدقيقة المحلله او تتكون بعد موت تلك الاحياء وتحلل اجسادها ويؤثر في ذلك عوامل عده منها:

1- درجة الحرارة: كما أسلفنا القول بأن عملية التخمر تمر باكثر من مرحله من حيث درجة الحرارة وما يتواجد من احياء دقيقه محللة والتي تلائمها تلك الدرجة من الحرارة وللوصول الى كفاءه عالية في عملية التحليل فلابد من المحافظه على الحرارة المنطلقه من تحلل تلك المخلفات وذلك من خلال العمل على تقليل السطح الخارجي للكومة والمعرض للهواء لذلك يفضل ان يكون عرض الكومة من القاعده بحدود 2-3م وبأرتفاع اقصاه 2م وبالطول المناسب لكمية المخلفات اذ يمكن تقليل فقد الحرارة المتسربه والحصول على افضل تحلل بدون حصول ظروف لاهوائية.

2- الرطوبة: يلعب توفير رطوبه مناسبة دوراً اساسياً في تحقيق افضل نشاط للاحياء الدقيقة فأذا انخفضت الرطوبة قل نشاط الاحياء الدقيقة المحلله للمخلفات العضوية وذلك لان الفعل الانزيمي لتلك الاحياء لن يؤدي دوره في التحليل الا بتوفر الماء الضروري للتفاعل اما ارتفاع المحتوى الرطوبي فقد يؤدي الى سيادة الظروف اللاهوائية ويعتبر مدى الرطوبة بين 50-60% الافضل خلال فترة التخمر ويمكن قياسها مختبرياً وحقلياً من خلال اخذ عينه بسيطة من الكومة وضغطها داخل راحة اليد فأذا تكونت طبقة رقيقه من الرطوبة على كف اليد يعني ذلك رطوبه مناسبة أما اذا لم تتكون طبقة رطوبه او ظهرت قطرات ماء فأن مستوى الرطوبة غير مناسب انخفاضاً وارتفاعاً على التوالي.

3- التهويه والغازات الناتجه: يعد توفر الاوكسجين ضروري لعملية التخمر الهوائي وهذا يتطلب ضبط الرطوبة بين 60- 50% مع كبس المخلفات مما يساعد على الحفاظ على الرطوبة واجراء التقليب بصورة دوريه للتهويه وان زيادة الرطوبة اكثر من 60% او انضغاط المخلفات بشكل كبير في الكومة تؤديان الى سوء التهويه مما يخفض من درجة حرارة الكومة ويساعد على وجود روائح كريهة وظهور اللونين الاسود والازرق داخلها نتيجه لسيادة الظروف اللاهوائية ويمكن التغلب على ذلك بأجراء التقليب اليومي للمخلفات. كما ان ظهور رائحة الامونيا يدل على عمليات الاكسدة للمواد العضوية ويسبب ارتفاع درجة حرارة الكومة إرتفاع قيمة الدالة الهيدروجينية لتميل الى القلويه في الكومة.

4- نسبة الكاربون الى النتروجين: تعتبر من اهم العوامل التي تحدد مدى نجاح عملية الكمر, فالكائنات الحيه الدقيقة تقوم بتمثيل 30 جزء من الكاربون مقابل جزء واحد فقط من النتروجين لذلك فأن وجود مخلفات نباتية يكون فيها النسبه اعلى او اقل من 1:30 تستدعي اتباع اسلوب معين في عملية التخمير وكما يلي:

* في حالة المخلفات التي ترتفع فيها النسبه عن 1:30 كما هو الحال في اغلب المخلفات النباتية الزراعية فلابد من خلطها مع أسمدة نتروجينيه او اضافة مخلفات حيوانية أو مخلفات الدواجن او حمأة المجاري للوصول الى حالة الاتزان المطلوب الذي يحقق افضل سرعة للتحلل.

* في حالة انخفاض النسبه بين الكاربون والنتروجين عن 1:30 فلابد من خلط مثل هذه المخلفات بمخلفات اخرى تكون نسبة الكاربون الى النتروجين مرتفعة فيها وصولاً الى حالة الاتزان لتقليل فقد النتروجين عند كمر تلك المخلفات لوحدها. ان الكائنات الحيه الدقيقة تبدأ اولاً في تمثيل كل النتروجين المعدني المتاح وخاصة الذي يوجد على صورة امونيا وذلك لبناء أجسامها وزيادة اعدادها بعد ذلك تبدأ بمهاجمة النتروجين الموجود في المخلفات في صور بروتين حيث تنطلق الامونيا والتي قد يفقد جزء منها نظراً للحرارة المرتفعه ووجود الجير المضاف في الكومة وهذا هو السبب في تفضيل عدم اضافة الجير اثناء عملية التخمر. وعندما يزداد نضج الكومة وما يتبعها من انخفاض في درجة حرارتها تبدأ بكتريا النترجه في اكسدة الامونيا وتكوين النترات التي تتعرض للفقد عندما تزداد الرطوبة اكثر من الحد المناسب حيث تفقد بالغسل وقد تفقد عن طريق عكس عملية النترجه بفعل الرطوبة العالية والظروف اللاهوائية وتكوين غاز او اكاسيد نتروجينيه لذلك يفضل خفض الرطوبة والحفاظ عليها بعد النضج وعند التخزين وكما اشرنا ان اضافة صخر الفوسفات المطحون او السوبرفوسفات بنسبة 2% الى المخلفات عند بدء عملية التخمر يقلل فقد النتروجين اضافه الى زيادة نشاط الاحياء الدقيقة على تثبيت هذا العنصر.

ب- السماد العضوي الدودي Vermi compost

هذا النوع من السماد العضوي الصناعي يتم اعداده من خلال وضع المخلفات العضوية الزراعية في وعاء ويتم ترطيبها ثم يضاف اليها عدد كاف من ديدان الارض الحمراء Earth worms (شكل 19) التي تقوم بالتغذي على المواد العضوية حيث تأكل الدودة الواحده على الاقل كمية من المادة العضوية تساوي وزنها خلال اليوم وبمساعدة الاحياء الدقيقة التي توجد في القناة الهضمية لدودة الارض تتحلل المادة العضوية لتحصل الديدان على احتياجاتها من العناصر الغذائية وتطرح الفائض كمادة مكموره غنية بالدبال والعناصر المعدنية. ويلاحظ ان عملية الهضم هذه تقضي على البكتريا والفطريات المرضية مع اكثار للأحياء المفيدة للتربة وان براز الديدان يحتوي على كميات من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم تساوي خمسة وسبعة وأحدعشر ضعفاً لمحتوى التربة العادية من العناصر على التوالي بالأضافة الى العناصر الاساسية اللازمة لتغذية ونمو النبات وعوامل النمو الموجودة في اعشاب البحر.

(شكل 19)بعض أنواع ديدان ألأرض التي تستخدم في تخمير المواد.الشحات2007

ومن انواع دودة الارض التي تستخدم لعمل السماد العضوي الانواع التالية:

الدودة الحمراء المهتزة Eisena foetida Red Wiggler Worm

الدودة المخططة او دودة السماد Lumbricus Brandlign or manure worm rubellus او الدودة المرقطة Tourt worm او الدودة النمرية Tiger worm وهذه الانواع توجد عاده في كومة السماد العضوي, ويمكن الحصول على هذه الديدان من اسطبلات الخيل او اكوام السماد الحيواني كما يمكن شرائها من بعض الشركات العالميه الخاصة بأنتاج السماد العضوي الدودي والطور الكامل للدودة الحمراء تعطي 2-3 كبسوله بيض في الاسبوع وكل كبسوله تفقس الى 2-3 يرقات اسبوعياً وهذه اليرقات البيضاء التي تكون بطول 1.5سم تنمو بسرعة حيث تصل مرحلة النضج خلال 4-6 اسابيع. ويمكن اكثار هذه الديدان بطريقة مبسطه يمكن توضيحها بالأتي: حضر وعاء من البلاستك بأبعاد 30×40×40 لكل من الارتفاع والطول والعرض ثم اعمل في ارضيته ثقوب يتراوح قطرها بين 0.6-1سم بعدد 8-12 ثقب لغرض التهوية. يوضع الوعاء فوق صينيه لجمع السوائل التي تتسرب منه اثناء اعداد السماد العضوي الدودي لكي تستخدم كسماد سائل. يوضع داخل الوعاء البلاستيكي مخلفات طازجه نباتية واعشاب بحرية ونشارة خشب وأوراق اشجار ومخلفات ورقيه للصحف وبعض مخلفات المطبخ ماعدا الزيوت واللحوم والاسماك, مع مراعاة خلط المواد مع كمية من السماد العضوي الصناعي والبتموس Peat moss والتي تحتوي على الديدان ويتم الترطيب حتى تصبح رطوبتها بين40-50% ويضاف الى الخلطه 50غم من تربه او رمل وذلك للاسراع او تعجيل عملية طحن المواد في امعاء الديدان بعدها يغطى الوعاء بغطاء من قماش الشاش لتكون التهويه جيده ويترك مدة تتراوح من 1-2 شهر حتى ينضج ويلاحظ تضاعف اعداد الديدان مره كل شهر تقريباً وينتج كل 0.5 كغم ديدان حوالي 16 كغم في السنه. وبعد نضج السمادالعضوي الدودي لابد من فصل الديدان حتى لاتموت نظراً لأختفاء المواد الغذائية كما انها حساسه للضوء, ويتم فصل الديدان بوضع كيس قماش به ثقوب قطرها اكبرمن قطر الديدان ويحتوي بعض المواد الغذائية التي تفضلها الديدان مثل قطع من التفاح او البطيخ او الكيوي او أي فواكهه متوفره عدى العالية الحموضه ويوضع في احد اركان الوعاء البلاستيكي ويترك ليوم او يومين حتى يلاحظ هجرة الديدان الى الكيس يؤخذ ويوضع بمعزل عن الوسط في وعاء جيد التهويه بشرط ان لاتترك الديدان اكثر من يوم حتى لاتموت. أما في حالة الحاجة الى اعداد سماد جديد فيؤخذ السماد العضوي القديم ويوضع في احد زوايا الوعاء الذي يحتوي على المادة العضوية المرطبة ويترك ليومين حيث تهجر الديدان السماد القديم وتنتقل الى المادة العضوية الجديدة بعدها يرفع السماد العضوي القديم ويستخدم في التسميد, ونظراً لحساسية الديدان للضوء فيمكن تعريض الوعاء لضوء قوي مما يؤدي الى هجرة الديدان من الطبقة السطحية الى اسفل الوعاء وبعدها ترفع الطبقة السطحيه الخاليه من الديدان ويمكن تكرار العمليه حتى تبقى طبقة خفيفه مع الديدان عندها تضاف المواد العضوية الجديدة في حالة عدم تجديد الاوعيه. كما يمكن وضع السماد المحضر على حصيره من البلاستك ويفرش كطبقة خفيفة حيث يمكن مشاهدة الديدان وجمعها يدوياً وكذلك يمكن فصل الشرانق الصغيرة الليمونية الشكل Lemon-shaped worm coccons التي تحتوي على من 2-20 دودة صغيرة ولأتمام عملية التخمر بسرعة يجب ان يلقح كل 1 كغم مواد عضوية ب 4000 دودة (تقريباً 2 كغم) ان لسوء التهويه والزياده في كبس المخلفات الزراعية داخل الوعاء وكذلك زيادة المخلفات في الوعاء الى اكثر من ثلث او نصف حجمه الكلي اضافه الى زيادة الرطوبة الذي بالتالي يقلل معدل التهويه جميعها تؤدي الى موت الديدان كما يلاحظ احياناً زحف الديدان الى خارج المادة العضوية وهذا يرجع الى حموضة الوسط التي تكون بسبب استخدام مخلفات حامضيه مثل قشور الحمضيات او غيرها وفي هذه الحاله يمكن

اضافة كمية قليلة من الجير او مطحون قشور البيض لرفع قيمة الداله الهيدروجينية, كما قد تنتشر ذبابة الفاكهة في الوعاء لذلك لابد من تغطيته جيداً بقماش فالعمليه تحتاج الى عنايه فائقة.

الفصل الثامن

الأسمدة العضوية الصناعية

ج- محلول السماد المتخمر (شاي السماد العضوي) Brewing Compost Tea

هو عباره عن المستخلص المائي للسماد المتخمر تحت ظروف هوائية والذي يحتوي على المغذيات الذائبة في السماد المتخمر مع عدد من الاحياء الدقيقة التي تتسرب من المكمور أضافه الى الاحياء الدقيقة التي نمت اثناء عملية التخمر, وعادة يضاف الى محلول السماد المتخمر اثناء عملية التخمر بعض المغذيات مثل المولاس والخميره وبعض الاحياء الدقيقة النافعه. يستخدم محلول السماد المتخمر في التسميد الورقي Foliar fertilizers والذي يحتوي على كثير من العناصر الغذائية وبعض منظمات النمو وبعض الاحياء الدقيقة المستخدمه في المقاومه الاحيائية التي تثبط وتمنع أنتشار الامراض النباتية الفطريه والبكتيرية ويستخدم محلول السماد العضوي بصورته المركزة او بعد تخفيفه رشآ على الاوراق كما يمكن ان يضاف الى التربة. وينجز العمل وفق ألاتي :

خذ وعاء من البلاستك سعته 20 لتر ثم اوزن 7 كغم من السماد العضوي الجيد النضج وضعه داخل الوعاء واضغطه جيداً بعدها اضف اليه الماء حتى يغطي السماد ويصل مستوى الماء اسفل حافة الوعاء بحوالي 8 سم مع ملاحظة ترك الماء لمدة ساعة قبل الاستخدام في حالة كون ماء الاساله هو المتوفر وذلك للتخلص من الكلورين اما في حالة توفر ماء النهر فهو الافضل مع تقليب السماد جيداً بأستخدام عصا طويله. ويضاف 30 غرام من المولاس غير المعامل بالكبريت ويستمر التقليب مع اضافة ضخ هواء عبر خرطوم مطاطي يثبت في ارضية الوعاء ويضخ فيه الهواء بأستخدام مضخة هواء ضاغطه لتوليد تيار قوي من الهواء بحيث تخرج فقاعات الهواء على السطح مسببه تقليب محتويات الوعاء وتستمر هذه العملية لمدة ثلاثة ايام (72 ساعة) وقد يضاف بعض المغذيات للاحياء الدقيقة مثل خميرة العلف الجافه كمصدر للفيتامينات و الاحماض الامينيه بحدود 3 غرام او يلقح المحلول ببعض الاحياء الدقيقة الهامه مثل انواع من :

Arthrobacter , Azospirillum , Bacillus , *Saccharomyces cerevisia* , *Serratia marcences* , *Paenibacillus polymyxa* , *Pseudomonas putida* , *Pasteuria penetrans* .

وجميعها لها دور في افراز منظمات النمو او مثبطات لنمو الاحياء الدقيقة الممرضه او انها تحدث تحولات غذائيه تشجع امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات. بعد انتهاء فترة التهويه (72 ساعة) وعدم ظهور روائح كريهة دلاله واضحة على ان التهويه كانت جيده (ان جذور النباتات لاتتحمل اكثر من 1 جزء بالمليون من الكحولات والغازات التي تنتجها الاحياء الدقيقة اللاهوائية التي تنمو في حالات عدم كفاءة التهويه) يترك الوعاء دون تحريك مدة 10-20 دقيقه لتترسب مكونات المكمور في أسفل الوعاء ثم يرشح بأستخدام قماش الشاش(شكل 20) ويبلغ حجم المحلول بحدود 10 لتر والذي يمكن استخدامه مباشرة للرش على اوراق النباتات (سماد ورقي) كما يمكن ان تضاف له بعض المغذيات من العناصر الصغرى ويفضل ان يتم استخدامه خلال ساعة من انتاجه وعند ظهور روائح كريهة منه تعاد عملية التهويه عبر ضخ الهواء خلاله ولعدة ساعات حتى زوال الرائحة.

(شكل 20) يبين طريقة عمل محلول السماد التخمر .الشحات2007

إن احتواء محلول السماد المتخمر على كحول الميثانول وبعض المركبات العضوية يساعد على امتصاص العناصر الصغرى من قبل اوراق النباتات فضلآ عن كون محلول السماد المتخمر يمد النباتات بالعناصر الغذائية ومنظمات النمو فهو يسهم في مقاومة الحشرات والامراض التي تصيب الاوراق ومقاومة مرض ذبول البادرات Damping-off عند اضافته الى التربة, وهناك مجموعة من المعايير الاحيائية التي تعتمد في تقييم المحلول ومنها:

* إن إنخفاض أعداد البكتريا العضوية التغذيه الهوائية Chemoorganotrophs عن 10 مليون خليه/مل يقلل من كفائة المحلول في تثبيط الاحياء المرضية.

* أن لاتنخفض نسبة الاحياء الهوائية الى الاحياء اللاهوائية عن 1:5 او اكثر.

* أن تزيد اعداد الفطريات الخيطيه عن 10^3 خليه/مل والاكتينومايسيتات عن 10^2 خليه/مل وبكتريا Pseudomonas عن 10^6 خليه/مل وهذه الاخيره مهمة في انتاج المواد المشجعه لنمو النبات في منطقة محيط الجذر Rizosphere وفي المقاومه الاحيائية للمسببات الممرضه للنباتات.

* أن لاتقل اعداد البكتريا المثبتة للنتروجين الحيوي اللاتكافلية عن 10^5 خليه/مل ويزداد عددها في المحلول عندما يكون النتروجين المتاح منخفض.

أن الاحياء الدقيقة التي تتواجد في المحلول تأتي من السماد المتخمر كما يمكن إضافة أحياء أخرى. ويساعد التنوع الاحيائي على حفظ المحلول لفتره محدده نتيجة لبعض التحولات الغذائية التي تثبط من نمو بكتريا التعفن في المحلول.

د- الدرين او الخث Peat Moss

الدرين Peat هو ماه عضوية نباتية غير تامة التحلل توجد في المستنقعات وتشمل اساساً نباتات الـ Peat moss وقد تشمل الاشجار والحشائش و الفطريات والمواد العضوية من الحشرات والحيوانات التي تتجمع تحت درجة حرارة منخفضه ومستوى منخفض من الاوكسجين ومثل هذه المواد تتوفر في مستنقعات شمال اوربا والدول الاسكندنافيه وكندا وايرلندا.

الموس Moss هي كائنات نباتية غير وعائيه لازهريه قادره على التمثيل الضوئي, وهي ذات اوراق مفصصه حلزونية تتبع الحزازيات Bryophyta. ويوجد عدة انواع من الدرين Peat moss وهي تختلف في درجة تحللها فيما بينها والشائع منها اربعة انواع (شكل 21) وهي:

* درين السفاجنام Sphagnum peat moss

يتم انتاجه من أوراق وسيقان نباتات الجنس التابعة للنباتات الحزازية Bryophyta. يتميز بمحتواه العالي من المادة العضوية التي تصل 90% على اساس الوزن الجاف منها 75% على الاقل الياف Fibers واهم الانواع النباتية التي تستخدم في اعداد هذا النوع من الدرين النوع *Sphagnum fuscum* الذي ينتشر في المناطق الباردة خاصة في منطقة البرتا في كندا ومن مميزات اوراقه انها مسامية فعندما توضع في وسط بيئي فأنها تمتص مايقرب من 93% من الماء وبعد اجراء عملية الصرف يمكنه تجميع مايصل الى 59% ماء و 25% هواء والوسط الذي يتم تحضيره من هذا النبات يميل الى الحامضيه ومحتواه منخفض من الاملاح. كما يوجد منه انواع فاتحه اللون تتميز بمساميه اعلى من النوع القاتم اللون الذي له كفاءه عالية في تبادل الكاتيونات Cation Exchange Capacity تصل الى ضعف كفاءة النوع فاتح اللون.

* درين الهيبنام Hypnum peat moss

يتم انتاجه من احد انواع جنس Hypnum وينتشر في شمال الولايات المتحده الامريكيه وهو سريع التحلل (اسرع من النوع الاول) يحتوي وسطه على 90% مادة عضوية, 50% مواد نباتية ويستخدم في البيئات التي لاتتحمل نباتاتها الحامضيه Acid-intolerant وهو منخفض السعر اذا ما قورن بالنوع السابق لكنه قد يحتوي على الاحياء الدقيقة الممرضه للنباتات او بذور الادغال اعتماداً على ظروف أنتاجه.

* درين القصب Reed and Sedge Peat

يتم انتاجه من بعض الاعشاب والنباتات التي تنمو في المستنقعات التي تكون مانسبته 33% على اساس الوزن الجاف ومن هذه النباتات:

1- sedge. *Carex* spp.

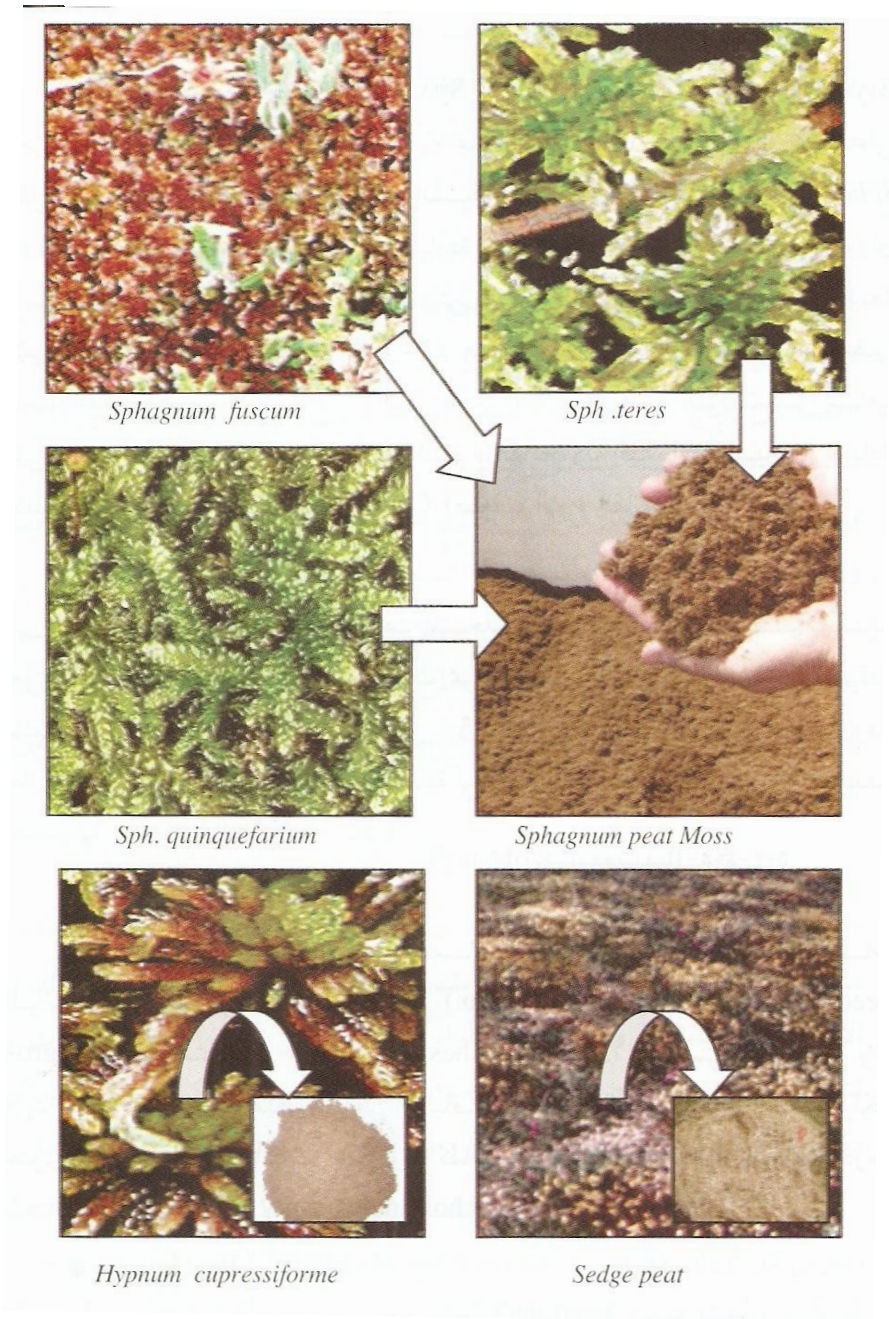
2- Reed (*Phragmites* sp) gross

وحشائش المستنقعات rushes (Juncus) وهو سريع التحلل وذو جزيئات دقيقة ومحتواه منخفض من الالياف كما أنه اقل حامضيه من النوع الاول لكنه يحتوي على مغذيات أعلى وله كفاءة تبادل كاتيونيه عالية اما درجة احتفاظه بالماء Water holding capacity فهي منخفضة.

* درين الدبال Humus Peat

يتم انتاجه من بعض الاعشاب وحشائش المستنقعات او Hypnum يحتوي على 33% الياف كما يحتوي على نسبه من الطين Clay والطمي Silt وهذا النوع لايزيد الصرف او التهوية.

يتم انتاج انواع الدرين التي سبق ذكرها من خلال جمع نباتات جنس Sphagnum أو Hypnum والاجناس الاخرى حسب نوع الدرين من اماكن نموها وتجفف طبيعياً حيث يحدث تحلل جزئي لهذه النباتات خلال عملية التجفيف نتيجه لكون وسطها حامضي ويكون له قابليه عالية للاحتفاض بالماء مما يوفر رطوبه جيده للتحلل. ان للطبيعة التي تنمو فيها النباتات المستخدمه وتركيبها وتوفر الماء اثر في درجة التحلل فالنباتات التي تنمو في وسط رطب تنمو بسرعة اكبر لكنها ابطأ تحللاً عن تلك التي تنمو في بيئات جافه وعلى هذا الاساس يتخذ علماء المناخ تكون الدرين دليل على التغيرات المناخيه. فالدرين الجاف يكون ناعم يسهل كبسه تحت الضغط مما يساعد على تخليصه من الماء الزائد ويمكن استخدامه كوقود في تدفئة المنازل كما في ايرلندا واسكتلندا. اما استخدامه في الزراعة فيفضل دفنه تحت سطح التربة بحوالي 30 سم لزيادة كفائتها في الاحتفاظ بالماء مع توفير مايحتويه من عناصر في تلك الطبقة, كما أنه يزيد من تهوية منطقة الجذور خاصة في الترب الطينيه ويحسن قوام الترب الرمليه نتيجه لتقليل فقد الماء والمغذيات منها.



(شكل21) أنواع مختلفة من النباتات التي تستخدم في عمل الدرين .الشحات 2007

ويمكن استخدام خليط من الدرين والسماد العضوي المتخمر للزياده في تحسين خواص التربة فالدرين لوحده قليل المحتوى من العناصر الغذائية والجدول التالي يوضح التركيب الكيميائي للمكمور المصنع من مخلفات نباتية والتركيب الكيميائي للدرين:

جدول يبين محتوى الدرين والسماد المتخمر من العناصر الغذائية المختلفه (جزء بالمليون)

العناصر	الدرين Peat moss	المكمورCompost
نتروجين على هيئة نترات	16.0	269.0
نتروجين على هيئة امونيوم	22.7	48.9
فسفور	7.4	46.2
بوتاسيوم	21.0	682.0
كالسيوم	65.9	75.4
مغنيسيوم	27.1	61.2
بورون	0.1	0.3
حديد	0.1	0.1
منغنيز	0.6	0.3
صوديوم	13.9	256.0
التوصيل الكهربائي (مليموز/سم)	0.8	3.9
الداله الهيدروجينية pH	4.1	6.7

ويستخدم الدرين ايضاً في انتاج الفطر الغذائي الابيض حيث يستعمل في طبقة التغطيه Casing Layer كما يستخدم كمرشح لمياه الصرف وامتصاص التلوث ببقع الزيت Oil spills اضافة الى استخدامه لتحسين نمو شتلات الفاكهة والزينة والغابات وانتاج شتلات الخضر.

لقد اعتمدت بعض الشركات في شرق اسيا وبعض دول الشرق الاوسط مخلفات مصانع الخشب في انتاج سماد عضوي بطريقة التخمر الحار Hot composting حيث يتم انضاجه خلال زمن قياسي يتراوح بين 45–60 يوم ثم يعبأ في عبوات يكتب عليها علامه تحمل أسم الدرين الا أنه لايمت للدرين بأي صله فالنباتات التي ينتج منها الدرين تنمو في شمال اوربا وكندا وامريكا الشماليه. كما هناك شركات اخرى تعمد الى اضافة حمأة المجاري الى السماد العضوي المنتج من مخلفات مصانع الخشب لتغيير ملامحه وتطلق عليه أسم الدرين وهذا النوع يحوي على كثير من العناصر الثقيله والسامه ولايستخدم في حالة انتاج المحاصيل التي تؤكل ثمارها مباشرة طازجه ويقتصر استخدامه فقط للمسطحات الخضراء وانتاج شتلات الزينة.

خامساً: ألسماد العضوي ومستحضرات الزراعة الديناميكيه الاحيائية:

تعرف الزراعة الديناميكيه الاحيائية Biodynamic Agriculture بأنها احد فروع الزراعة العضوية Organic Farming لكنها تتميز عنها كونها يستخدم فيها بعض المستحضرات الطبيعية والتي تسمى بمستحضرات الديناميكيه

الاحيائية مع اعتماد التقويم الفلكي في تحديد المواعيد المناسبة للزراعة والحصاد. لذلك تعد الزراعة الديناميكيه الاحيائية أسلوب زراعي او منهج او نظام زراعي كامل يستبعد استخدام المواد الكيميائيه المختلفه سواء كانت أسمدة معدنيه Mineral fertilizers او مبيدات كيميائية بأنواعها الحشرية Pesticides والفطرية Fungicides او منظمات النمو Growth regulators او الهرمونات الصناعيه Artificial hormons أو الادويه البيطريه أو أضافة كيميائيات للأعلاف الحيوانية ويقتصر الاعتماد في هذا النوع من الزراعة على جميع عناصر البيئة المتوفره في المزرعه للحصول على متطلبات العمليه الانتاجية كأستغلال مخلفات المزرعه في انتاج المكمور بانواعه المختلفه وانتاج مستحضرات الديناميكيه الاحيائية Biodynamic preparation مثل مستحضرات سماد القرون العضوي وشاي السماد المتخمر ومستحضرات الاعشاب, كما تستخدم مقاومة الافات الزراعية المختلفه بألاعتماد على المقاومه الاحيائية Biocontrol مع الاخذ بالاعتبار الابعاد الاجتماعيه والبيئيه للمزرعه. ان أسم الزراعة العضوية شائع في بريطانيا أما في فرنسا فيستعمل اسم الزراعة الاحيائية ويستعمل اسم الزراعة الديناميكيه الاحيائية في المانيا كما يطلق اسم الزراعة الطبيعية والزراعة الخضراء والزراعة النظيفه والزراعة الصديقه للبيئه على نظم الزراعة العضوية الا ان اكثر الاسماء شيوعاً هي الثلاثه الاولى. وتتضمن الزراعة الديناميكية الاحيائية نوعين من التطبيقات العلميه هما:

* التطبيقات الاحيائية Biological practice مثل صناعة السماد العضوي المتخمر, الأسمدة الخضراء, زراعة محاصيل التغطيه- تكامل محاصيل وحيوانات المزرعه, العمليات الزراعية المختلفه.
* التطبيقات الديناميكيه Dynamic practice مثل اعداد سماد عضوي خاص, أعداد محاليل خاصة لرش الاوراق (مغذيات ورقيه) تحضيرات خاصة للمقاومه الاحيائية, البعد الاجتماعي, الطاقة الحيوية.

مستحضرات الديناميكيه الاحيائية Biodynamic Preparation

وهي مستحضرات اساسيه ذات ارقام ثابته ومعروفه ومتسلسله من 500-----507 وتشمل:

*** مستحضرات القرون**

مستحضر رقم BD-500 ويسمى سماد القرون Horn-manure ويتم اعداده من خلال ملئ قرون الابقار بسماد بقري ثم دفنها تحت سطح التربة على عمق 40-60 سم وتترك مدة 6 اشهر يفضل خلال فصلي الخريف والشتاء حتى يتم التخمر بشكل كلي بعدها يستخرج السماد ويحضر منه محلول يخفف ويضاف الى التربة حيث ينشط نمو الجذور وتكوين الدبال فيها.

مستحضر رقم BD-501 ويسمى سماد سليكا القرون Horn-silica (شكل 22) ويتم تحضيره بتعبئة قرون الابقار بصخور بلوريه quartiz ناعم وتدفن في الارض لمدة 6 اشهر خلال فصلي الربيع والصيف وبعد تحلله يستخرج ويستخدم محلوله في رش الاوراق لتنظيم النمو حيث يتم الرش صباحاً وبتركيز 250 مل/لتر والافضل الرش في الايام الملبده بالغيوم لأرتفاع الرطوبة الجويه مما يفسح المجال لعدم التبخر السريع مما يزيد من فرص استفادة النبات منه, ويمكن عمل مستحضر يتم فيه خلط المستحضرين 500 و 501 محتوى 4 قرون لتحضير 40-60 لتر ماء تكفي لرش هكتار.

(شكل22) كيفية أنتاج سماد سليكا القرون.الشحات2007

*** مستحضرات أعداد السماد المتخمر** (شكل 23)

مستحضر رقم BD-502 ويسمى مستحضر زهور الاشيليا (نبات ألالف ورقه) yerrow blossom , *Achillea millefolium* وهو نبات موطنه الاصلي أسيا و أوربا, أوراقه مفصصه, ازهاره بيضاء, يتبع العائلة النباتية Asteraceae. يحتوي النبات على زيوت طياره لونها أخضر داكن كما يحتوي على مركبات تسمى Achillein وهي تشبه حامض أكونيتيك Aconitic acid كما تحتوي على حامض الاشيليك Achilleic acid ويحتوي رمادة على النترات والفوسفات والكلورايد والبوتاسيوم والكالسيوم اضافه الى أحتواءه على مواد عطريه ومنبه له تأثير على انقباض الانسجه Diaphoretic astnngent وزيادة التعرق Perspiration. وقد يتم تحضيره بوضع أزهاره في مثانة ظبي ويوضع في الشمس خلال الصيف ويدفن تحت الارض خلال الشتاء ويستخرج في الربيع ليستخدم.

مستحضر رقم BD-503 ويسمى مستحضر أزهار الشيح (الكاموميل) Chomomile blossom (*Chamomilla officinalis*) وهو من نباتات الاعشاب العطريه له اوراق ريشيه وأزهار بيضاء مركزها اصفر ويحتوي على زيوت طياره لونها أزرق باهت يصبح أصفر مع التخزين. يحتوي على حامض الانثيميك Anthemic acid ذو الطعم اللاذع وعلى حامض التاننك Tannic acid وعلى كلايكوسيدات Glycosides. وقد يحضر بوضع الازهار في الامعاء الدقيقة للأبقار ويدفن في تربه غنية بالدبال في الخريف ليستخرج في الربيع للأستخدام.

مستحضر رقم BD-504 ويسمى مستحضر الحريق Nettle ويستخدم فيه النبات الكامل في طور الازهار Stinging nettle (*Urtica dioica*) وهو عباره عن نبات عشبي أوراسيوي معمر, أزهاره صغيرة مخضره واوراقه خشنه مسننه, تدفن نباتاته تحت سطح الارض لمدة عام لتحضير مستخلصه المثبط لبعض ميكروبات الفم والسالمونيلا.

مستحضر رقم BD-505 ويسمى مستحضر قلف البلوط Oak bark (*Quercus robur*) وهي اشجار كبيره معمره تؤخذ طبقة اللحاء من هذه الاشجار ولعمل المستحضر يتم وضع القلف في جمجمه أحد الحيوانات الأليفه وتدفن في التربة حتى النضج يستخرج بعدها للأستخدام.

مستحضر رقم BD-506 ويسمى مستحضر ازهار الداندليون (الهندباء البريه) Dandelion flowers (*Taraxacum officinale*) وهو نبات يتبع العائلة Asteraceae اوراقه مفصصه وازهاره صفراء اللون ينتشر في أوربا واسيا ويوجد كنبات بري في امريكا الشماليه. يستخدم في عمل السلطه الخضراء وانتاج النبيذ. يتم تحضيره بوضع الازهار في الغشاء البريتوني للأبقار ويدفن في التربة خلال بداية فصل الشتاء ثم يستخرج في الربيع للأستخدام.

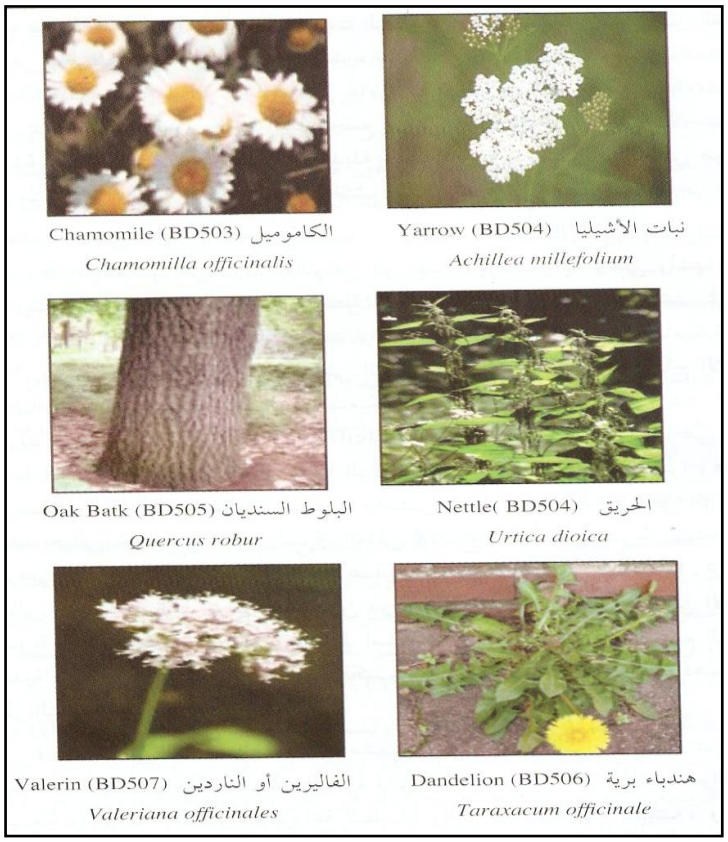
مستحضر رقم BD-507 ويسمى مستحضر أزهار الفاليرين (الناردين) Valerian flowers (*Valeriana officinalis*) أزهار النبات يتراوح لونها بين ابيض الى احمر ويستخدم مستخلصها للأغراض الطبيه كمهدئ كما تستخدم ريزومات النبات كمادة مسكنه Sedactive.

تستخدم المستحضرات 506,505,504,503,502 و507 كبادئ Starter لعمل سماد عضوي الديناميكيه الاحيائية Biodynamic compost حيث تضاف الى كومة المكونات أثناء الاعداد وتتم أضافة بحدود 2 غرام من كل من المستحضرات الخمسة الاولى الى داخل الكومة وعلى عمق 50 سم من خلال فتحه يتم عملها في الكومة وبمسافة 2 م بين فتحه واخرى على طول الكومة أما المستحضر رقم BD-507 فيتم رشه على سطح الكومة وبنفس كمية الاضافه للمستحضرات الاخرى, حيث تكفي هذه الاضافه لأعداد 7-10 طن من السماد العضوي وتساعد هذه المستحضرات في تنظيم الفعاليات الاحيائية التي تحسن الحاله الصحيه للنبات. وتعد كل من مستحضرات BD وسماد الديناميكية الاحيائية حجر الاساس في الزراعة التي تعتمد الديناميكية الاحيائية. ويعتبر العالم شتينر steiner في المانيا أول من استخدمها. كما يضاف احياناً الى السماد العضوي مسحوق الصخور خلال عملية الاعداد كالرمل والكرانيت ويطلق على هذا بالسماد المتخمر المعدني Mineralized compost حيث يؤدي ذلك الى ذوبان العناصر الموجوده في مسحوق الصخور ويجعلها بصورة جاهزه للأمتصاص من قبل النبات. وهناك مستحضرات اخرى ومنها:

***مستحضرات نبات ذيل الحصان** Horsetail (*Equisetum arvense*) حيث تتميز اوراق النبات بكونها غنية بالسليكا لذلك يستخدم هذا المستحضر في المقاومه الاحيائية وحماية النباتات من الامراض الفطريه ومنع الاصابه بها وليس لعلاج الحاله بعد حدوث الاصابه ، ويتم تحضيره من خلال اخذ النباتات الجافه وتوضع في وعاء ويتم غمرها بكمية كافيه من الماء وتترك في مكان مشمس دافئ لمدة 10 ايام بعدها يتم الترشيح حيث يستخدم الراشح في المقاومه الاحيائية رشاً على اوراق النباتات.

* **مستحضر نبات الحريق** Nettle وقد يسمى شاي النيتل Stinging nettle tea ويتم تحضيره من النباتات الطريه الحيه حيث يؤخذ وزن 1.360 كغم يضاف اليها 3.73 لتر ماء وتترك لتتخمر لمدة 10 أيام بعدها يتم الترشيح ويؤخذ الراشح ثم يخفف بنسبه تتراوح بين 10:1 الى 20:1 قبل الاستخدام. وقد يضاف الى هذا المستحضر قبل عملية تخميره مزيج من مستحضرات أزهار الاشيليا BD-502 وأزهار الشيح وقلف البلوط BD-505 وأزهار الداندليون BD-506 وأزهار الفاليرين BD-507 لتفعيل نمو الاحياء الدقيقة الطبيعية وتنشيطها في التحولات للمركبات المختلفه في المستحضر, فالاحياء الدقيقة التي توجد على اوراق وازهارالنباتات التي يتم منها عمل المستحضرات تبدأ بالنمو خلال مرحلة التخمير وتقوم بتحليل المواد الكاربوهيدراتيه لينتج عنها بعض الاحماض العضوية والكحولات والتي منها كحول

الميثانول CH_3OH الذي ينتج من تحلل أواصر الاستر ونزع مجموعة المثيل من المركبات البكتينيه الموجوده في الصفائح الوسطى للخلايا النباتية, كما تقوم الاحياء الدقيقة المحلله للمركبات البروتينيه بمعدنة المواد البروتينيه وأنتاج الاحماض الامينيه التي تتحلل خلال عملية النشدره Ammonification الى امونيا NH_3 كما ان المواد البروتينيه غير النتروجينيه مثل الاحماض النوويه تتحلل بواسطة الاحياء الدقيقة الى يوريا $CO(NH_2)_2$ وحامض يوريك Uric acid والتي في النهايه تعطي الامونيا. يعقب ذلك نشاط الاحياء الدقيقة معدنية التغذيه مثل بكتريا النترته Nitrifying bacteria التي تؤكسد الامونيا الى نترات يليها نشاط الاحياء الدقيقة التي تختزل النترات (عكس النترته) ويتكون النتريت والاكاسيد النتروجينيه وغاز النتروجين. فالمحلول المتخمر يحتوي على عديد من العناصر الغذائية التي تنتج من معدنة المادة العضوية والتي تعتبر من المغذيات المهمه للنبات كعناصر كبرى وصغرى بألاضافه الى وجود بعض الكحولات التي تسهل قابلية دخول العناصر النادره الى خلايا النبات خاصة في حالة أستخدام هذه المستحضرات كمحاليل مغذيه رشاً على اوراق النباتات, ويحتوي ايضاً المحلول المتخمر على منظمات النمو التي تنتجها البكتريا والتي لها دور كبير في نمو النبات كما يحتوي المحلول على بعض الاحياء الدقيقة الطبيعية من الخمائر والبكتريا التي لها القدره على تثبيط أنبات أبواغ الفطريات الممرضه على سطح اوراق النبات, لذا تستخدم هذه المستحضرات كوسائل مقاومه احيائيه دون الحاجه الى مواد كيميائيه يحضر أستخدامها في نظم الزراعة العضوية.



(شكل 23) بعض ألأنواع النباتية التي تستخدم في أعدا د مستحضرات الديناميكة ألأحيائية.الشحات 2007

الفصل التاسع

الأسمدة الحيوية Biofertilizers

(انواعها, الاحياء المستعملة في كل منها وطرق انتاجها)

الأسمدة الحيوية Biofertilizers

هي تلك الانواع من المواد السماديه التي تتضمن الكتله الحيوية Biomass الناتجه عن اكثار ونمو كائنات حيه دقيقه معينه والتي تضاف الى التربة لغرض الاستفاده من نشاطها الحيوي في امداد النباتات ببعض أحتياجاتها الغذائية. فبعد اكتشاف الاحياء الدقيقة من قبل العالم الهولندي Antony van leeuwenhoek عام 1676 بحوالي 200 عام مما يعني النصف ألأخير من القرن التاسع عشر أذ تمكن العالم Jodin عام 1862 من ملاظة الفقد الذي يحصل للنتروجين الجوي وألأوكسجين في نظام مغلق يحتوي على محلول غير معقم ومصدر للكاربون بينما لاحظ بيرثيلوت Berthelot عام 1885 أن النتروجين المثبت في عينة من التربة غير المعقمة يزداد مع مرور الوقت ويمكن تقديره بالتحليل الكيميائي ، وفي عام 1894 تمكن Winogradsky من عزل البكتريا ألاهوائية المثبته للنتروجين الجزيئي *Clostridium pastorianum* ، وفي عام 1901 أوضح العالم Beijerinck أن العقد الجذرية الموجوده على جذور النباتات البقولية تحتوي على خلايا بكتيريا تقوم بتثبيت النتروجين الجوي وأمداد النباتات بأحتياجاتها من النتروجين بعد أن عزل أثنين من الكائنات الدقيقة الحرة المعيشة الهوائية المثبته للنتروجين وهما *Azotobacter chroococcum* و *Azotobacter agile* وهي من ألأحياء المثبته للنتروجين الجوي اللاتكافلية Asymbiotic Nitrogen Fixation أو تسمى Non-Symbiotic Diazotrophs . بعدها توالت أكتشافات العلماء لدور الكثير من الاحياء الدقيقة ونشاطها الحيوي في تحسين خصوبة التربة وزيادة جاهزية العناصر للأمتصاص من قبل النبات ومن تلك الاحياء محللات السليلوز وغيرها. ومنذ بداية القرن العشرين حتى منتصفه أزالت الدراسات التي أجريت الغموض عن كثير من العمليات الحيوية والكيميائيه التي تحدث في التربة وعلى وجه الخصوص تلك الترب الغنية بالمادة العضوية وأحتل علم الاحياء الدقيقة للتربه مكانته بين العلوم الاخرى وجاءت بحوث أستغلال الاحياء الدقيقة لأعمار الارض وخدمة الانسان بشكل مترادف ومتواتر مع الاخذ بألاعتبار تكاليف الأسمدة الكيميائيه البديله وما يسببه بعض انواعها من تلوث التربة والبيئة مع وضع هدف التركيز على الأسمدة الحيوية بأنواعها المختلفة من الاولويات في بحوثها مع الاخذ بالاعتبار طبيعتها وسلوكها في التربة .

التثبيت الحيوي للنتروجين Biological Nitrogen Fixation

يشتمل التثبيت الحيوي للنتروجين على غالبية تحويل النتروجين الجوي N_2 الى أمونيوم وبذلك تكون نقطة الدخول للنتروجين الجزيئي في دورة النتروجين الكيموجيوحيوية Nitrogen biogeochemical cycle . أن معظم أنواع البكتريا التي يمكنها تحويل النتروجين الجوي الى أمونيوم هي ذات نواة غير حقيقية Prokaryotes تعيش في التربة بشكل مستقل عن الكائنات ألأخرى ، وقسم قليل منها يقيم علاقة تعايشية مع النباتات الراقية . أذ يمكن للبكتريا أن تجهز النبات المضيف بالنتروجين الذي تثبته مقابل الحصول على المغذيات ألأخرى والكاربوهيدرات ، ويحصل مثل هذا

التعايش في العقد المتكونة على جذور النبات والتي تحتوي على البكتريا المثبته للنتروجين . أن تثبيت النتروجين يتضمن كميات كبيرة من الطاقة ، وتمتاز أنزيمات النتروجينيز nitrogenase التي تنشط هذه التفاعلات بأحتوائها على مواقع فعالة تسهل تبادل الألكترونات ذات الطاقة العالية ، ونظراً لكون الأوكسجين من المستقبلات القوية للألكترونات يمكنه تحطيم هذه المواقع وتثبيط نشاط أنزيم النتروجينيز بشكل غير عكسي Irreversibly . أن عملية تثبيت النتروجين تستدعي ظروفاً لاهوائية لذلك تعمل الكائنات المثبتة للنتروجين عملها تحت الظروف اللاهوائية الطبيعية أو أنها تقوم بتهيئة بيئه داخلية غير هوائية بوجود ألأوكسجين . فمثلاً في البكتريا الملونة Cyanobacteria يتم أيجاد الظروف اللاهوائية في خلايا متخصصة تسمى Heterocysts وهي خلايا متثخنة الجدران تتواجد عندما تقاسي البكتريا الملونة الخيطية Filamentous cyanobacteria من نقص الأمونيوم . تفتقد هذه الخلايا للنظام الضوئي الثاني Photosystem II وهو النظام الضوئي المنتج للأوكسجين في البلاستيدات الخضراء ، وبذلك فأنها لا تنتج غاز الأوكسجين لذلك تبدو خلايا Heterocysts وكأنها عباره عن تكيف خاص لتثبيت النتروجين أذ أنها واسعة الأنتشار بين البكتريا الملونة الهوائية Aerobic cyanobacteria التي تثبت النتروجين وتعد البكتريا الملونة المكونة لخلايا Heterocysts وغير المكونة لها هي الوسيلة الرئيسة للمحافظة على تجهيز كاف من النتروجين في الأراضي المزروعة بالرز.

أما البكتريا الهوائية المثبتة للنتروجين ومنها Azotobacter فيعتقد أنها تتمكن من ألأبقاء على مستوى منخفض من الأوكسجين وذلك بزيادة مستوى تنفسها بينما في ألأنواع الأخرى من البكتريا مثل Gloeothece التي تحرر الأوكسجين عن طريق التركيب الضوئي أثناء النهار فأنها تقوم بتثبيت النتروجين أثناء الليل ، في حين أن الكائنات الأختيارية Facultative organisms التي تستطيع أن تنمو في كلاً من الظروف الهوائية واللاهوائية فعادة ما تثبت النتروجين تحت الظروف اللاهوائية فقط . بينما لا يشكل الأوكسجين مشكلة للبكتريا اللاهوائية المثبته للنتروجين Anaerobic nitrogen–fixing bacteria لأنه غائب عن بيئتها الطبيعية ، فهذه الكائنات قد تكون قادرة على التركيب الضوئي مثل Rhodospirillum أو غير قادرة على القيام بالتركيب الضوئي مثل بكتريا Clostridium .

اولاً– أسمدة حيوية تكافلية Symbiotic Biofertilizers

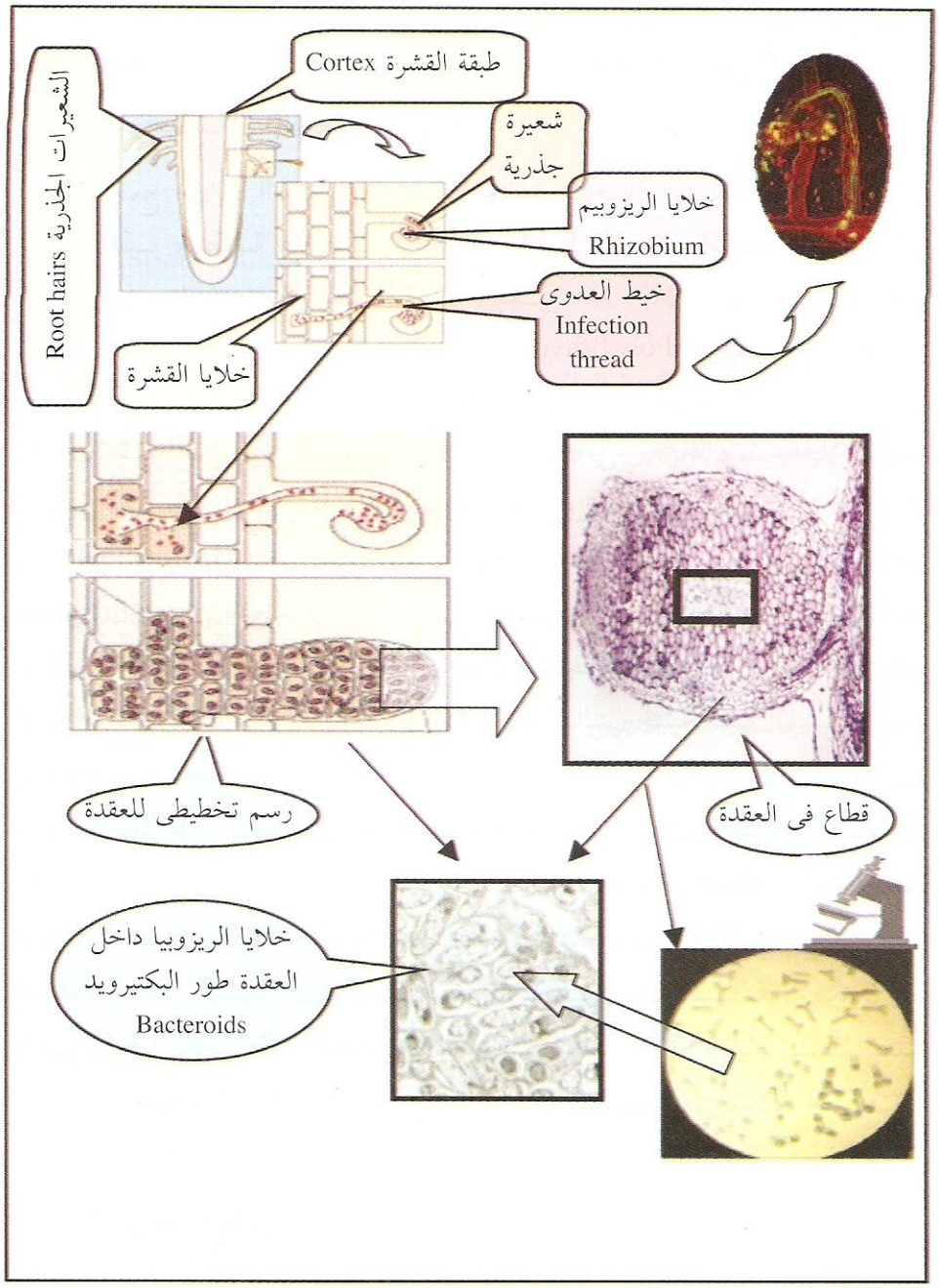
هي تلك الانواع من الأسمدة التي تستعمل فيها الاحياء الدقيقة التي تعيش معيشه تعاونيه مع جذور النباتات او يستعمل نتاجاتها في أمداد النباتات ببعض العناصر الغذائية وفي نفس الوقت تأخذ تلك الاحياء الدقيقة أحتياجاتها الغذائية وخصوصاً مصدر الكاربون من تلك النباتات, وهذا يعني وجود تبادل منفعة Mutualism بين كائنين مختلفين يعيشان مع بعضهما (الكائن الحي الدقيق والنبات) فيعمل كل منهما على ان يكفل الاخر ويطلق على الكائنين المتكافلين Synbionts وهنا ليس لأحد من الكائنين (النبات العائل والكائن الحي الدقيق) القدره على تثبيت النتروجين بمفرده دون أعتماد أي منهما على الاخر. ويكون مظهر المنفعه لهذا الارتباط هو أستحثاث و أستمالة نمو خلايا الجذر نتيجه لأختراق هذه الاحياء الدقيقة (البكتريا) لجذور العائل وقد لاحظ الباحثون تراكم وتجمع بكتريا التربة بالقرب من جذور

النباتات خاصة جذور النباتات البقولية وربما يرجع هذا التراكم والتجمع بسبب أفرازات جذور النباتات لعوامل نمو معينه الى التربة.والتكافل يضم نوعين حسب تواجد الكائن الحي الدقيق بالنسبه لنسيج العائل وهما:

*** تكافل داخلي (Endosymbiont (Endophyte**

هي الحاله التي يعيش فيها الكائن الحي الدقيق داخل انسجة النبات كما في حالة الرايزوبيا Rhizobia والمايكورايزا الشجرية (جذر فطر شجري) (AM) Arbuscular Mycorrhizas حيث تعيش خلايا هذين الكائنين داخل خلايا النبات العائل لكل منهما Intracellular وينتج عن ذلك تكون العقد على جذور تلك النباتات,يوضح (شكل24) خطوات تكوين عقدة الرايزوبيا. ومما تجدر الاشاره أليه ان نجاح تكوين العقد يحدث فقط عندما تغزو البكتريا خلايا العائل المحتويه على ضعف العدد الكروموسومي بالنسبه للخلايا الجسميه للنبات وأذا لم توجد خلايا ذات العدد الكروموسومي المضاعف في

منطقـــــة الجـــــذر المخترقـــــه مـــــن قبـــــل خـــــيط الاصـــــابه فـــــلا تتكـــــون العقـــــده علـــــى



(شكل24) خطوات تكوين عقدة الرايزوبيا .الشحات2007

الجذر.

*** تكافل خارجي Ectosymbiont**

هي الحالة التي يوجد فيها الكائن الحي الدقيق حول جذور النبات مما يؤدي الى تكون طبقة او غلاف ملتصق بالجذر كما في حالة المايكورايزا الخارجيه (جذر فطر خارجي) Ectomycorrhizas.

كما يمكن أن يضم التكافل نوعين حسب طبيعة التكافل وهما:

– تكافل أجباري Obligate symbiosis

وفيه لايستطيع الكائن الحي الدقيق النمو خارج النسيج النباتي (هذه الاحياء الدقيقة لايمكن تنميتها على اوساط غذائيه صناعيه في المختبر كما انها لا يمكنها النمو في التربة) مثال لذلك المايكورايزا الشجرية.

- تكافل أختياري **Facultative symbiosis**

هي الحالة التي فيها يستطيع الكائن الحي الدقيق أن ينمو بصورة منفرده بعيداً عن النبات كما يمكن تنميته على أوساط غذائيه صناعيه في المختبر أو تنمو في التربة مثل الرايزوبيا Rhizobia , ويظهر (شكل 25 ، 26) بعض الأشكال للعقد الجذرية التي تكونها الفرانكيا Frankia على جذور بعض أشجار الغابات ونمو الفرانكيا على الوسط الغذائي وفي العقدة . وتعد الفرانكيا من الاكتينومايسيتات التي تكون عقد جذرية على النباتات غير البقولية على شكل مايكورايزا خارجية.

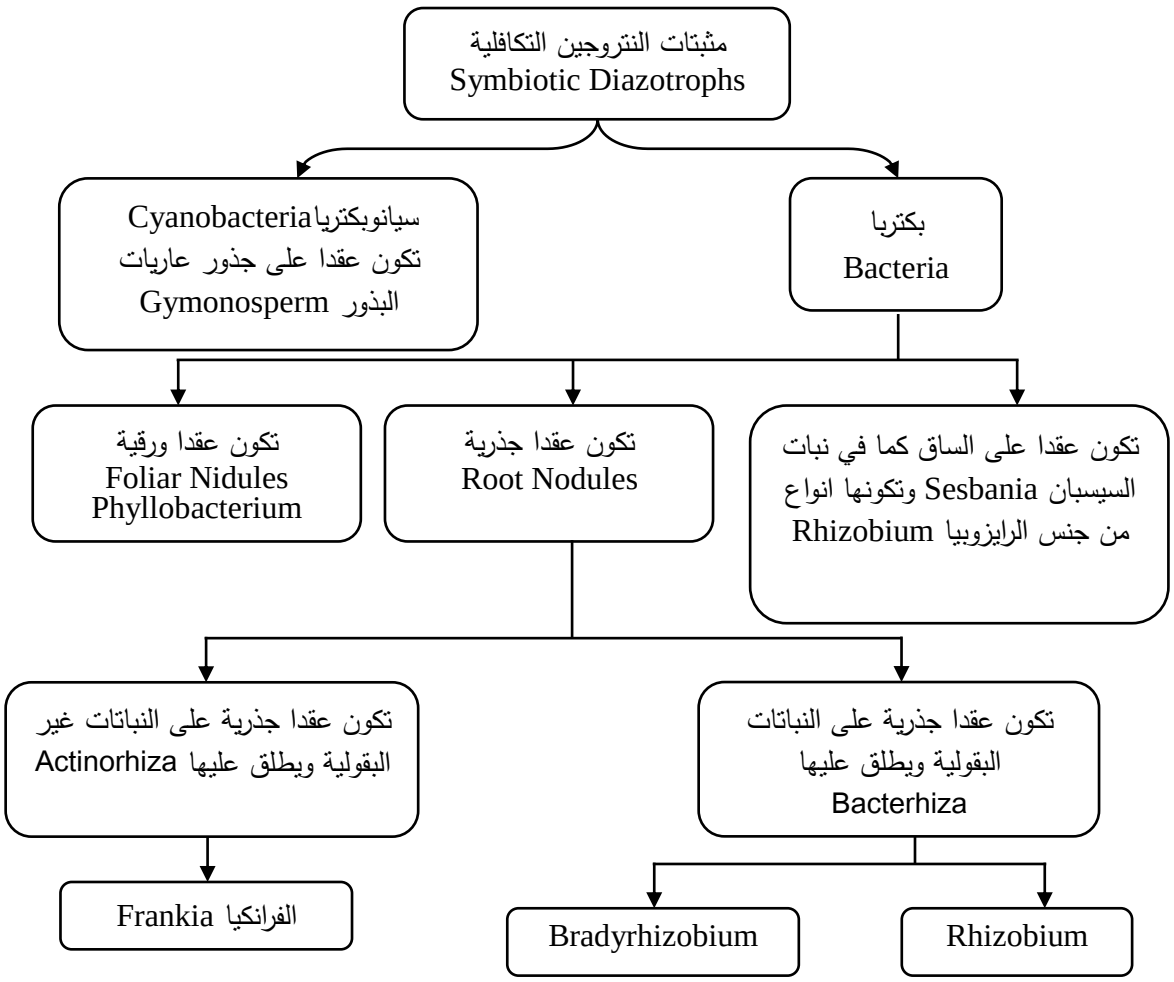
(شكل 25) بعض أشكال العقد الجذرية التي تكونها الفرانكيا على جذور بعض أشجار الغابات.الشحات2007

(شكل 26) الفرانكيا داخل أنسجة العقدة .الشحات 2007

فالبروتينات هي الصورة الاساسيه لمعظم نتروجين التربة العضوي والذي يشكل المصدر الثاني للنتروجين في أمداد أحتياجات النباتات القادره على استخدامه للنمو بعد النتروجين غير العضوي, أذ يمكن ان تزود الاحماض الامينيه والاميدات النباتات بأحتياجاتها من النتروجين كما تعد اليوريا مصدراً جيداً للنتروجين العضوي . فبعد تحلل البروتين الى أحماض أمينيه قد تمتص مباشرة من قبل النباتات أو يتم أكسدتها ويصبح نيتروجينها بصورة امونيا والتي تتأكسد الى نترات قبل أمتصاصها من قبل النبات ، وقد أقترح عدد من الباحثين أن اليوريا يمكن في بعض الحالات أن يتم تمثيلها مباشرة دون تحللها مائياً الى أمونيا وثاني أوكسيد الكاربون ، وفي هذه الحاله يندمج جزيء اليوريا مع الحامض الاميني أورنثين Ornithine لتكوين الحامض الاميني أرجنين Arginine . وللتعرف بشكل افضل على الاحياء الدقيقة تكافلية المعيشه ودورها وعلاقتها مع النباتات يمكن تقسيمها الى المجاميع التالية:

1- الاحياء التكافلية المثبتة للنتروجين Symbiotic Nitrogen Fixation أو Symbiotic Diazotrophs

تضم هذه المجموعة عدد من الاحياء الدقيقة التي تعيش بصورة تكافلية أختياريه مع النبات فتقوم هذه الاحياء بتثبيت النتروجين الجوي (الجزيئي) لتمد النبات بأحتياجاته من هذا العنصر وفي نفس الوقت تحصل هي على أحتياجاتها من الكاربون العضوي من النبات. ويوضح (شكل 27) مثبتات النتروجين التكافلية .



(شكل 27) يوضح مثبتات النتروجين التكافلية.الشحات 2007

فمنذ بداية القرن العشرين تمت تنمية بكتريا الرايزوبيا على أوساط تتكون من عصير النباتات البقولية والجلاتين ومصدر كاربوني (سكر) والحامض الاميني أسبارجين وبعد نموها يتم قشط النمو وتُلقح به بذور النباتات البقولية قبل زراعتها في التربة . وتختلف نباتات العائلة البقولية Leguminoseae في قابليتها على تكوين العقد الجذرية ويتم تقسيمها كما يلي:

نباتات تحت العائلة sub-family: Ceasalpinodeae, 65% منها قادره على تكوين عقد جذرية.

نباتات تحت العائلة sub-family: Minosoideae, 10% منه قادره على تكوين عقد جذرية.

نباتات تحت العائلة sup-family: Papilionoideae 6% منها قادره على تكوين عقد جذرية.

إن العائلة البقولية تضم حوالي 700 جنس فيها 14000 نوع فقط 27% منها يكون عقداً جذرية. لذلك يراعى عند أستخدام التلقيح بالرايزوبيا لابد من معرفة السلالات المناسبة للمنطقه حسب نوع المحصول الذي تنتشر زراعته فمثلاً بكتريا *Rhizobium meliloti* تستخدم لتلقيح الجت Alfalfa (البرسيم الحجازي) ونبات الحلبة. وبكتريا *Rhizobium trifolii* تستخدم لتلقيح البرسيم الاحمر والقرمزي والمصري, وبكتريا *Rhizobium leguminosarum* تستخدم لتلقيح البزاليا والعدس, وبكتريا *Rhizobium phaseoli* تستخدم لتلقيح الفاصوليا.

كيفية عزل بكتريا العقد الجذرية رايزوبيا وتعريفها

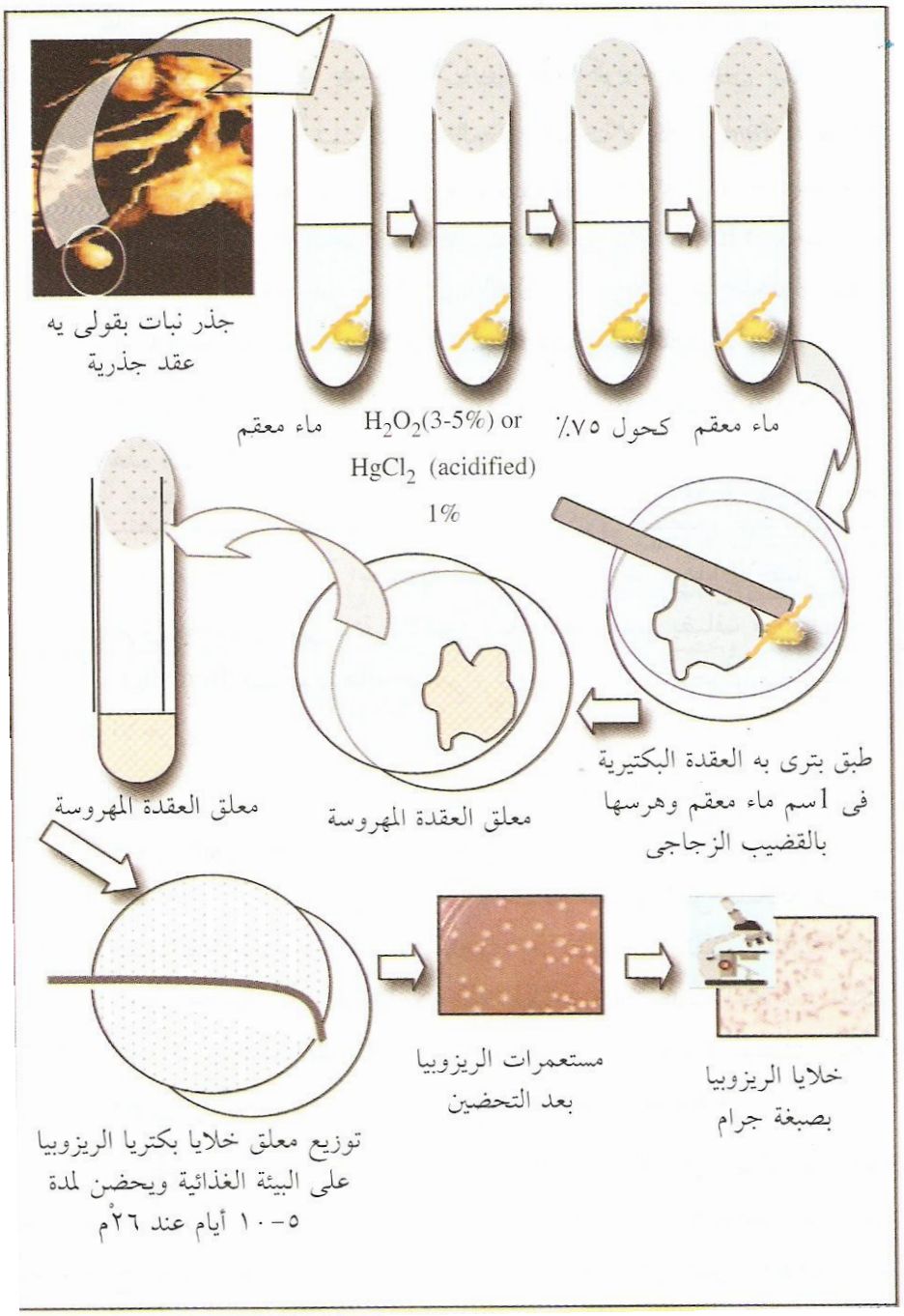
Isolation & identification of Rhizobia

لغرض عزل بكتريا الرايزوبيا يتم اختيار نبات بقولي نامي بشكل جيد وبعمر لايقل عن شهرين ويقلع من التربة برفق بحيث يحافظ على مجموعة الجذري بعدها يتم أختيار العقد الجذرية الناضجه والتي يكون لونها مائل للأحمرار ويتم فصلها عن الجذر بحيث يؤخذ جزء من الجذر مع العقده ويتم تعقيمها سطحياً وذلك بغمرها في محلول 1% HgCl2 المحمض لمدة 4-5 دقائق (يمكن استخدام فوق أوكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 3-5% او الكلورين) بعدها يتم غسلها بالماء المعقم وتغمس في كحول أثيلي 75% ثم تغسل بالماء المعقم. تؤخذ العقد الجذرية وتوضع في طبق بتري Petri dishe وتسحق بقضيب زجاجي معقم ويخفف المسحوق بماء معقم ويؤخذ منها لقاح للأطباق أو انابيب الاختبار التي يوضع فيها وسط زراعي media يتكون من مستخلص المانيتول والخميره ومادة التصلب (Agar) Yeast Extract Manitol Agar (YEMA) بحيث ينشر على سطح الوسط الغذائي بشكل حرف L ويراعى اجراء تخفيف في تركيز الخلايا للحصول على مستعمرات منفرده عن بعضها ثم تحضن الاطباق على درجة حرارة 26ْم لمده من 5-10 أيام بعدها يتم فصل المستعمرات الصمغية القوام البيضاء اللامعه وتنقل الى مزارع من الوسط الصلب المائله slant ويحتفظ بها ويوضح (شكل 28) خطوات عزل بكتريا الرايزوبيا من العقد البكتيرية . ويمكن التفريق بين مزارع الرايزوبيا عن غيرها من البكتريا غير المرغوب فيها باتباع الاتي:

* إختبار تنمية البكتريا على وسط يتكون من الكلوكوز والببتون والاكر (GPA) Glucose Peptone Agar حيث يكون نمو الرايزوبيا بطيأً على هذا الوسط بينما تنمو بكتريا العقد الجذرية بشكل جيد على وسط مستخلص الخميره والمانيتول والاكر (YEMA) Yeast Extract Manitol Agar وتكون مستعمرات بيضاء مائية صمغية.
* أجراء فحص لمعلق الخلايا بأستخدام مجهر متباين الطور Phase contrast تظهر الخلايا بوضوح كعصويات صغيرة محتويه على حبيبات أشبه بالحبيبات الدهنية.
* تظهر البكتريا سالبه لصبغة كرام Gram negative.
* للتفريق بين مستعمرات العقد الجذرية الرايزوبيا وبكتريا Agrobactrium التي تعود لنفس العائلة الا انها تكون اورام سرطانيه على جذور وجذوع الاشجار, وذلك من خلال تنميتها على وسط YEMA يحتوي على صبغة احمر كونغو Congo Red (يضاف 2.5 مل/لتر من محلول الصبغه المحضر بتركيز 1%) فتظهر مستعمرات بكتريا Agrobactrium مصبوغه باللون الاحمر.
* لاتنمو بكتريا العقد الجذرية الرايزوبيا على وسط قيمة دالته الهيدروجينية11 PH بينما تنمو بكتريا Agrobactrium على وسط قيمة دالته الهيروجينية 11 PH

* يمكن اجراء اختبار وسط يكون فيه اللاكتوز مصدر للكاربون حيث لاتستطيع بكتريا العقد الجذرية رايزوبيا تحليله بينما تستطيع بكتريا Agrobactrium تحليله وبعد تنمية البكتريا وحضنها يضاف محلول بندكت Benedict فتتكون هاله صفراء لوجود اوكسيد النحاس Cu_2O حول مستعمرات بكتريا Agrobactrium.

* يمكن أيضاً اجراء اختبار الاجسام المضاده Antibodies والذي يتم بتحضير مصول تحتوي على أجسام مضاده لسلالات بكتريا العقد الجذرية رايزوبيا وعند وضع معلق من البكتريا المعزوله مع الاجسام المضاده لكل سلاله مع وجود صبغة تسبب وميض Florisence فأذا كانت البكتريا المعزولة هي من نفس السلالة لبكتريا العقد الجذرية التي كونت الاجسام المضاده فسيحدث أتحاد بين البكتريا المعزولة والجسم المضاد (الذي اكتسب الصبغة المسببة للوميض) وتظهر البكتريا بوميض عند الفحص بمجهر الاشعه فوق البنفسجية.



(شكل28) يوضح خطوات عزل بكتريا الرايزوبيا من العقد البكتيرية.الشحات2007

تتبع بكتريا العقد الجذرية عائلة Rhizobiaceae وهي بكتريا هوائية سالبه لصبغة كرامGram nigative وهي غير مكونة للابواغ المتحركه ويمكنها تمثيل عدد من الكاربوهيدرات كمصدر للكاربون مع أفراز مواد صمغية وتسبب نموات غير عاديه في قشرة Cortex النبات العائل. بعضها يكون عقداً على جذور بعض النباتات البقولية وهي تشمل الاجناس التالية:

* Rhizobium سريعة النمو على وسط YEMA وتكون عقد جذرية على جذور النباتات البقولية في المناطق المعتدله وتفرز احماض في الوسط.

* Bradyrhizobium بطيئة النمو على وسط YEMA وتكون عقد جذرية على جذور النباتات البقولية للمناطق الحاره وبعض المناطق المعتدله وهي تفرز مواد قلوية في الوسط.

* Phyllobacterium تكون عقداً على اوراق بعض النباتات.

* Agrobacterium أفراد هذا الجنس لاتكون عقداً على جذور النباتات البقولية لكنها تسبب أورام سرطانيه لبعض النباتات. ولابد من معرفة قدرة العزلات البكتيرية على تكوين عقد جذرية على نفس النباتات التي تم عزل تلك البكتريا منها ويتم ذلك عبر عدد من التجارب والاختبارات ومنها:

* إختبار وسط مادة التصلب Agar او البيرلايت Perlite او الفيرميكيولايت Vermiculite او الرمل الناعم المعقم ويتم هذا الاختبار كما يلي:

تستخدم بذور النباتات البقولية حيث يتم تعقيمها سطحياً بواسطة الكحول الاثيلي تركيز 70% ثم بكلوريد الزئبق HgCl2 تركيز 0.2% بعدها تغسل بالماء المعقم. (يمكن ان يتم تعقيم البذور بأستعمال فوق أوكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 3-5% او الكلورين او الهايبوكلوريت) بعدها يتم وضع البذور فوق سطح وسط الاكر الذي يتم تحضيره وصبه في انابيب اختبار بشكل مائل slant او يتم انباتها اولاً في طبق بتري يحتوي على ورقه ترشيح معقمه يتم ترطيبها بعد ذلك يتم نقل البادرات السليمه الى سطح وسط الاكر المائل وتلقح بمعلق البكتريا التي يراد اختبارها بحيث لايزيد عمر المعلق البكتيري عن 2-4 أيام ثم تغلف الانابيب بغلاف قاتم وتحضن لمدة ثلاثة اسابيع تفتح وتؤخذ لفحص البادرات تحت المجهر للتحقق من تكوين العقد الجذرية. وفي حالة الاوساط الاخرى يتم تغذية البادرات المتكونه بمحلول مغذي خالي من مصدر للنتروجين.

* تجربة الاصص Pot culture

يفضل استخدام الاصص الفخاريه والتي يوضع فيها رمل او تربه معقمه بعدها يتم تلقيح بذور النبات البقولي المعقمه باللقاح البكتيري ثم تزرع البذور في الاصص وتترك داخل بيت زجاجي مدة 3-4 أسابيع بعد ذلك يجرى أختبار التحقق من وجود العقد الجذرية على جذور البادرات النامية. يتم تحضير اللقاح البكتيري من تحضير المعلق البكتيري ويضاف المعلق الى مادة حاملة وهي تختلف من دوله الى اخرى والتي منها الخث الامريكي American peat ومخلوط الخث والتربة الهندي Indian peat-soil والسماد المحلي Farm yard manure بمفرده او مخلوطاً بالفحم Charcoal والسماد العضوي الصناعي Compost والفيرميكيولايت Vermiculite واللكنيت Lignite وكوالح الذره وتفل القصب بحيث تكون هذه المواد متوفره رخيصة سهلة الحصول عليها مطحونة ناعمة لاتحتوي مواد مثبطه لنمو بكتريا العقد الجذرية متعادلة التأثير وانها تحوي على بعض المواد المنشطة لنمو بكتريا العقد الجذرية. ويراعى ان لاتقل اعداد خلايا

بكتريا العقد الجذرية عن 10^8 /غرام على اساس الوزن الجاف اثناء التعبئه, وان لاتقل اعدادها عن 10^7/غرام قبل 15 يوم من تأريخ انتهاء الصلاحيه ليكون اللقاح فعالاً ويؤدي الى زيادة الحاصل بمقدار يصل 50% عن المقارنه التي لايستعمل فيها اللقاح البكتيري للعقد الجذرية.

أما الكيفية التي يستعمل بها اللقاح البكتيري للعقد الجذرية المحمل على مادة حامله فلا بد أن يضاف أليه كمية قليلة من الماء كما يفضل إضافة 10% سكر مع 40% صمغ عربي بعد ذلك تضاف البذور للعجينه وتخلط جيداً حتى تصبح البذور مغلفه بأغلفه متجانسه من هذه العجينه بعدها يتم تجفيف البذور بعيداً عن اشعة الشمس. فالصمغ العربي يساعد على التصاق البكتريا على البذور بينما يساعد السكر على زيادة حيوية خلايا البكتريا وقد تضاف بعض المواد مثل 5% Cellulose methyl carboxy وكاربونات الكالسيوم Calcium carbonate لحماية الخلايا من تأثير حامضية التربة أو وجود بقايا المبيدات ويكفي 200 غرام لتلقيح بذور تكفي لزراعة هكتار (10.000م^2) ويجب ان لايقل عدد خلايا البكتريا حول كل بذره عن 100 خليه لتكون قادره على تكوين عقد جذرية فعاله, وقد يسبب وجود سلالات منافسه في التربة الى فشل تكوين العقد الجذرية, كذلك يفعل وجود المواد المثبطه لبكتريا العقد الجذرية او وجود الفيروسات الخاصة بالسلاله الملقحه وزيادة حامضية التربة.

مراحل تكوين العقدة البكتيرية Stages of nodule formation

تعد هجرة البكتريا بأتجاه جذور النبات المضيف الخطوة الأولى لنشؤ العلاقة التعايشية بين البكتريا الثبتة للنتروجين وبين النبات المضيف . هذه الهجرة عبارة عن أستجابة كيميائية التكتيك chemotactic response يتم أيجادها بواسطة جاذبات كيميائية خصوصآ الفلافنويدات flavonoides و betaines التي تفرزها الجذور. تعمل الجاذبات على تنشيط بروتين NodD الرايزوبي الذي يشجع من بعد ذلك أستنساخ جينات nod الأخرى . أن حصول الأصابة بالبكتريا التعايشية ونشؤ العقدة nodule organogenesis عمليتان متزامنتان تحدثان في أن واحد ، فخلال عملية الأصابة تقوم الرايزوبيا المرتبطة بالشعيرات الجذرية بتحرير عوامل تحث على تجعد أو ألتفاف خلايا الشعيرات الجذرية بشكل ملحوظ مما يجعل الرايزوبيا محصورة في موقع يتكون نتيجة لتجعد الشعيرة الجذرية بعدها يتحلل الجدار الخلوي في تلك الشعيرة مما يفتح الطريق أمام الخلايا البكتيرية للوصول مباشرة الى السطح الخارجي للغشاء البلازمي للنبات بعدها يتكون خيط الأصابة infection thread والذي هو عبارة عن أمتداد أنبوبي داخلي لغشاء البلازما والناتج عن ألتحام أغشية حويصلات كولجي في موقع الأصابة ونتيجة لنمو الخويط وأندماج الحويصلات الافرازية وفي أعماق قشرة الجذر قرب الخشب تتمايز خلايا القشرة وتبدء بالأنقسام مكونة منطقة متميزة في داخل القشرة تدعى بادئة العقدة nodule premordium والتي ستتطور منها العقدة .أن خيط الأصابة الممتلئ بخلايا بكتريا الرايزوبيا يستطيل خلال الشعيرة الجذرية وطبقات خلايا القشرة بأتجاه بادئة العقدة فعندما يصل خيط الأصابة الى الخلايا المتخصصة في العقدة تلتحم نهايته المستدقة مع غشاء البلازما في خلايا العائل محررة خلايا البكتريا التي تحاط بغشاء مشتق من غشاء البلازما في خلايا المضيف، وتفرعات خيط الأصابة في داخل العقدة تمكن البكتريا من أصابة خلايا أخر. تستمر البكتريا بالأنقسام في بداية الأمر وتزداد المساحة السطحية للأغشية المحيطة بها لتواكب هذا النمو بالألتحام مع حويصلات أصغر . بعد ذلك وبأشارات غير محددة من قبل النبات تتوقف البكتريا عن الأنقسام وتبدء بزيادة الحجم والتمايز الى عضيات تعايشية داخلياً لتثبيت النتروجين تسمى bacteroids ويطلق عليها peribacteroid membrane ، أن العقدة تتطور كنظام

وعائي يسهل تبادل النتروجين المثبت المنتج من قبل البكتريا مقابل المغذيات من النبات ، ومن جانب أخر كطبقة من الخلايا الطاردة للأوكسجين من داخل العقدة الجذرية . ويمكن توضيح تكوين العقدة البكتيرية بالمراحل الأتية :

I- مرحلة غزو البكتريا للجذر Stage of bacteria invade the root

تتمكن البكتريا المتخصصه بنوع النبات البقولي من الالتصاق بالشعيرات الجذرية خلال مرحلة أنبات بذوره وتكوين البادرات عندها تقوم البكتريا بأفراز مواد مشجعه ومنشطه للنمو مثل أندول حامض الخليك Indole acetic acid المتكون من اكسدة الحامض الاميني التبرتوفان Tryptophan الذي تفرزه الجذور وهذا يؤدي الى زيادة معدل نمو الشعيرات الجذرية في الجانب الذي تلتصق عليه البكتريا مما يؤدي الى حصول ألتواء بأتجاه الجانب الاخر لشعيرة الجذر ثم تقوم البكتريا بأختراق شعيره الجذر في منطقة الانحناء ويتم ذلك من خلال الافرازات الانزيميه المذيبه للجدار الخلوي للشعيره الجذرية وبالتالي دخول البكتريا ونموها داخل خلايا شعيرة الجذر مكونه خيط العدوى Infection thread الذي يتوغل ويتجه في نموه بأتجاه خلايا الجذر ويخترق خلايا البشره Epidermis ثم خلايا القشرة Cortex حيث يتفرع فيها بعدها تتجمع خلايا البكتريا حول أنوية خلايا القشرة عندها يختفي خيط العدوى ويزداد معدل أنقسام خلايا القشرة التي تحتوي على بكتريا الرايزوبيا مما يزيد من حجم خلايا منطقة القشرة مقارنة بالمناطق المجاورة لها وبالتالي يؤدي الى بروز المنطقه الى الخارج على شكل يشبه العقده nodule. وقد يمتد خيط العدوى حتى يصل الى خلايا طبقة الدائره المحيطه Pericycle حيث تتكون العقده من هذه الخلايا كما في نبات فستق الحقل, ويخرج من الحزم الوعائيه للجذور فروعاً تمتد الى داخل العقده لتمدها بالمواد الكاربوهيدراتيه والعناصر المعدنيه وتأخذ منها المواد النتروجينيه المثبتة في صورة أحماض امينيه ونواتج التمثيل الغذائي وقد تأخذ العقده الشكل الكروي او البيضاوي او المستطيل وقد تكون مفصصه وتستغرق فتره تكون العقده مده لاتقل عن 15 يوم من بدأ الاصابة.

II- مرحلة تبادل المنفعة Symbiosis stage

تتجمع خلايا البكتريا في وسط خلايا العقدة الجذرية ويتحول شكل البكتريا من الشكل العصوي الى اشكال عديدة غير منتظمة يمكن تشبيهها بحروف اللغة الانكليزية Z, Y, X, L, T ويطلق على البكتريا في هذا الطور أسم Bacteroids وهذه الخلايا تخزن بداخلها بوليمرات من الاحماض الدهنية منها المركبβ-Poly hydroxybutyrate لذلك فان هذه الخلايا عند تصبيغها يكون التصبيغ غير منتظم وتقوم هذه الخلايا بتثبيت النتروجين الجوي عن طريق انزيم النتروجينيز الموجود فيها, كما تقوم خلايا العقده الجذرية التي تحتوي على البكتريا في طور Bacteroid بأفراز صبغه حمراء تشبه الهيموغلوبين تسمى Leghemoglobin الذي يلعب دوراً هاماً في تنظيم توزيع وانتشار الاوكسجين في خلايا العقده الجذرية لتفعيل دور الانزيم في تثبيت النتروجين الجوي تحت الظروف اللاهوائية. ويستمر نشاط الخلايا في تثبيت النتروجين الجوي الى فتره قد تصل الى 50 يوماً أو اكثر أذ يعتمد ذلك على عدد من العوامل منها نوع النبات ونوع التربة ومحتواها من النتروجين علماً ان العقده الجذرية تتكون بفعل سلالات بكتيرية متخصصة للنبات العائل. اما في حالة وجود السلالات البكتيرية غير المتخصصه فقد لاتغزو هذه البكتريا جذور النباتات وأن حدث ذلك فأن البكتريا لاتنتشر في خلايا القشرة وحتى اذا تكونت العقده من هذه السلاله غير المتخصصه فلا يتكون بها هيموغلوبين بقولي Leg hemoglobin

ويستمر وجود مثل هذه العقد مده 7–10 أيام بعدها تتحلل ويطلق على هذا النوع من العقد الجذرية بالعقد الكاذبه Pseudo–nodule والتي تنتج من سلاله غير فعاله Uneffective strain.

III– مرحلة التطفل Uncontrolled parasite stage

نتيجه لقلة وصول المواد الغذائية الى العقده الجذرية والتي تحصل بعد حوالي 50 يوماً من تبادل المنفعه يؤدي ذلك الى تحول البكتريا من حالة تبادل المنفعه في معيشتها الى التطفل حيث تبدأ البكتريا بافراز الانزيمات المحلله للمواد البكتينيه مما يؤدي الى تحلل الصفيحة الوسطى لخلايا القشرة وتتحلل العقده الجذرية وتخرج البكتريا الى التربة. فبعد المرحلة التي يتجه فيها النبات الى تكوين الازهار ثم تكوين الثمار التي تعلب دوراً في توجه المواد الغذائية اليها مما يؤدي الى زياده في تركيز الاوكسينات في هذه المواقع عند تحلل العقدة الجذرية.

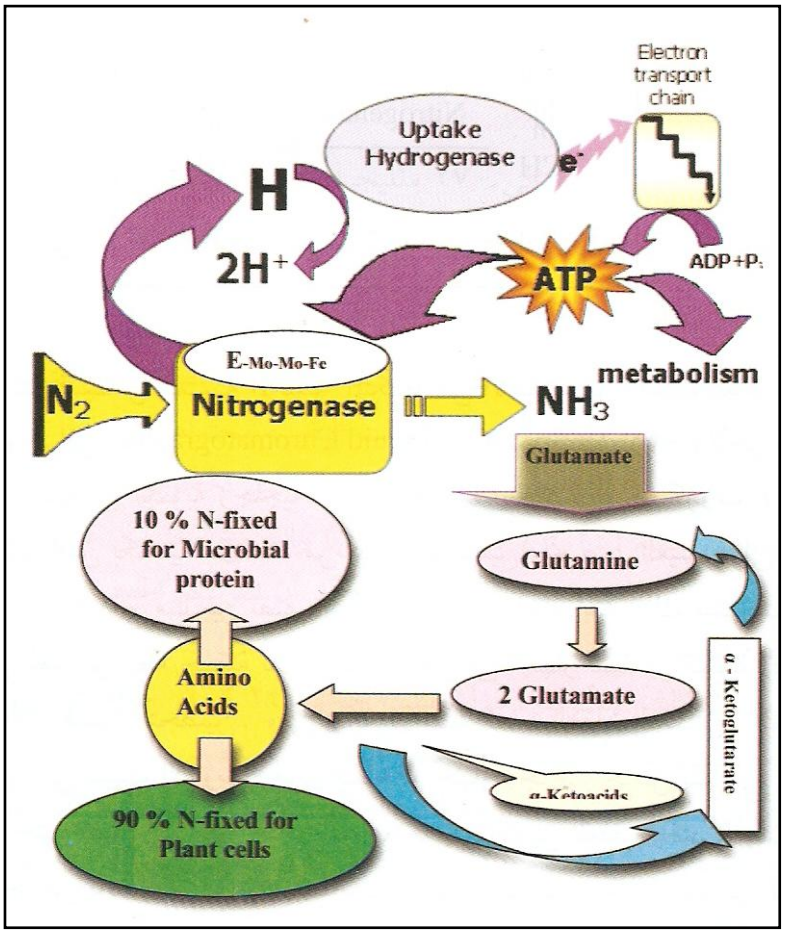
ميكانيكية تثبيت النتروجين الجوي

يساعد وجود أنزيم النتروجينيز Nitrogenase على أنجاز عملية اختزال النتروجين الى جزيئين من كاتيون الامونيوم NH_4^+ والتي تتم خلال ثلاث خطوات (Ammonium – Hydrazine – Diimide) بعدها يتحد الامونيوم مع حامض الكلوتاميك Glutamic acid لتكون الكلوتامين Glutamine الذي يتفاعل بدوره مع جزيء الفا كلوتاريك ∝–Glutaric ثم مع حوامض الفا كيتو ∝–Keto acid لتتكون الحوامض الامينيه التي جزء منها يتجه الى خلايا بكتريا الرايزوبيا في العقده لتنتج خلايا جديده وهذا الجزء يشكل مانسبته 10% من النتروجين المثبت, اما الجزء المتبقي من النتروجين المثبت والذي يشكل مانسبته حوالي 90% فأنه يتجه الى خلايا النبات لتخليق بروتين خلايا النبات ويوضح (شكل 29)مسارات ميكانيكية تثبيت النتروجين. وتختلف الاحياء الدقيقة المختلفة فيما بينها في الاستفاده من النتروجين المثبت فمثلاً:

* Azotobacter تستغل بحدود 90% من النتروجين المثبت لبناء خلاياها والباقي من النتروجين تفرزه خارج اجسامها. وهي تثبت حوالي 20 ملغرام نتروجين لكل غرام سكر تستهلكه.

* Blue Green Algae تستغل الطحالب الخضراء المزرقه بحدود 30% من النتروجين المثبت لبناء خلاياها وتفرز الباقي خارجها.

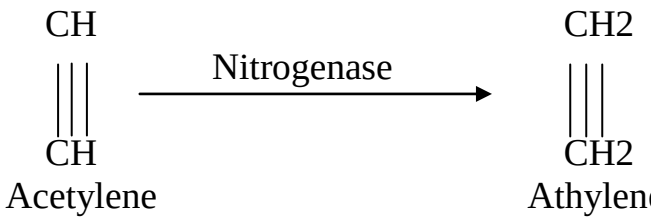
* Rhizobia تستغل بحدود 10% من النتروجين المثبت والباقي يمكن للنبات أن يستفيد منه وتستطيع الرايزوبيا أن تثبت حوالي 270 ملغرام نتروجين لكل غرام سكر تستهلكه اما بكتريا الكلوستريديا Clostridium فيمكنها تثبيت 10 ملغرام نتروجين لكل غرام سكر تستهلكه. مما تقدم يتضح ان محتوى النباتات البقولية من البروتين يكون أعلى مما تحتويه النباتات النجيليه فمثلاً يحتوي الجت Alfalfa على 14% بروتين خام (2.24% نتروجين كلي) ويستطيع الجت ان يثبت بحدود 276 كغم نتروجين للهكتار الواحد سنوياً اما الحنطه فيحتوي على حوالي 6% بروتين (حوالي 1% نتروجين كلي). فمن خلال الكميات الكبيره التي تضيفها النباتات البقولية من النتروجين والتي تصل الى 50% من النتروجين الكلي للنبات فهذا سيقلل التسميد الى النصف ومن جهه ثانيه تعد كلفة انتاج بكتريا العقد الجذرية لاتتعدى 5% من تكاليف الأسمدة النتروجينيه مما يعني خفض كبير لتكاليف الانتاج.



(شكل29) مسارات ميكانيكية تثبيت النتروجين.الشحات 2007

تقدير كفاءة الكائن الدقيق في تثبيت النتروجين الجوي

إنحصرت الطرق التقليديه التي تهدف تحديد كفاءة الكائن الحي الدقيق على تثبيت النتروجين الجوي على تقدير كمية النتروجين الكلي سواءً في الكائن الحي الدقيق او في التربة او في النبات بعد فتره محدده سواءً كان ذلك في المزارع النقيه او في التربة او في حالة الرايزوبيا. او من خلال استخدام النتروجين المرقم $^{15}N_2$. اما حديثاً فيتم تقدير نشاط انزيم النتروجينيز Nitrogenase وذلك بأستخدام غاز الاستيلين الذي يختزل بواسطة الانزيم الى غاز الاثيلين



بعد ذلك يتم قياس كمية الاثيلين المتكون من الاستيلين وذلك بأستخدام جهاز Gas Liquid Chromatography وتتم العمليه بوضع عينه من التربة او الكائن الحي الدقيق او العقده الجذرية في انبوبه زجاجيه محكمة الغلق ثم تحقن كمية محدودة من غاز الاستيلين وتحضن العينه على درجة حرارة من 25-30ْم لمده تتراوح من 30-60 دقيقه بعد ذلك يسحب منها كمية من الغاز باستخدام حقنه بلاستيكيه ويحقن هذا الغاز في الجهاز لتقدير كمية الاثيلين التي تكونت

خلال فترة الحضن. في حالة تقدير كفاءة العقد البكتيرية التي تتكون على الجذور لتثبيت النتروجين الجوي يستخدم وعاء زجاجي خاص تزرع فيه البذره الملحقه حتى تصل الى طور البادره وعندما يتم تكون العقد البكتيرية على جذور البادره يتم حقن الوعاء الزجاجي بالاستيلين ويترك لمدة ساعة وبعدها تؤخذ عينه من الغاز الموجود في الوعاء الزجاجي لتقدير الاثيلين ويسمى الوعاء الزجاجي Spermosphere.

كيفية عزل وانتاج لقاح الفرانكيا

Isolation & Production of Frankia inoculate

الفرانكيا من الاحياء الدقيقة التكافلية الاختيارية المعيشه بمعنى انها يمكن تنميتها على بيئات غذائيه مختبريه بعيداً عن العائل. وانواع الفرانكيا تعيش داخل العقد الجذرية التي تتكون على جذور الاشجار والنباتات غير البقولية مثل اشجار Alnus والكازورنيـــــــا Casuarina , Myrica , Comptonia , Elaeganus , Hippophas , Shepherdia , Ceanothus , Discaria , Coriara ,Dryas , Purchia , Cercocarpus. فالاحياء التي توجد في العقد الجذرية تعمل على تثبيت النتروجين الجوي وامداد النبات بما يحتاجه من هذا العنصر وتستمد الاحياء من النبات المواد الكاربوهيدراتيه التي تحتاجها لنشاطها الحيوي للنمو مما يدل على ان الفرانكيا تلعب دوراً هاماً في تزويد اشجار الغابات بالنتروجين مما يقلل من ضرورة تسميد الغابات بألاسمدة الكيميائية. تتبع الفرانكيا مجموعة الاكتينوميسيتات Actenomycetes ضمن عائلة Frankiaceae واهم انواع الفرانكيا هي:

+ *Frankia alni* هذا النوع يكون عقد جذرية على جذور اشجار Alnus والتي تستمر لمدة 8 سنوات وهي بطيئة النمو مختبرياً.

+ *Frankia casuarina* هذا النوع يكون عقد جذرية على جذور اشجار الكازورينا Casuarina.

+ *Frankia discariae* هذا النوع يكون عقد جذرية على جذور اشجار Discaria.

+ *Frankia cercocarpus* النوع يكون عقد جذرية على جذور اشجار Cercocarpus.

وبصورة عامه يطلق أسم Actinorhiza على افراد مجموعة الفرانكيا التي تكون عقد جذرية على جذور النباتات الخشبية مغطاة البذور Woody angiosperms وهي تكون عقداً جذرية اكبر من العقد الجذرية التي تكونها الرايزوبيا حيث يصل قطر العقده عدة سنتمترات ووزنها الرطب بحدود 500 غرام ويستمر وجودها على جذور الاشجار لفتره تتراوح من 3-4 سنوات وقد يزيد عن ذلك لبعض الانواع. يتم عزل الفرانكيا من العقد الجذرية حيث يتم سحق هذه العقد وبعد الحصول على المعلق يوضع في منخل يسمح بمرور حويصلات الفرانكيا Vesicle clusters بينما لايسمح بمرور المخلفات النباتية, ويتم استقبال الحويصلات في منخل أخر ثقوبه لاتسمح بمرور حويصلات الفرانكيا يوضع اسفل المنخل الاول لتجميع الفرانكيا وغسلها جيداً بالماء بعدها يتم تخليص الفرانكيا من البكتريا الملوثه وذلك بقتلها بأستعمال محلول 0.7% فينول توضع فيه الحويصلات بالطرد المركزي من خلال ثلاث طبقات من السكروز حيث توضع في انبوبة الطرد المركزي وتكون طبقات السكروز بتراكيز 1 , 1.6 , 2.5 مولر ويستعمل الطرد المركزي عند سرعة X600 وتؤخذ الحويصلات التي تتجمع في طبقتي التركيزين 1.6 و 2.5 مولر لتعزل على بيئات غذائيه متخصصه بالفرانكيا حيث يتم أكثارها لانتاج كتله حيوية منها وتستمر عملية الحضن مدة أسابيع وذلك لان زمن التضاعف طويل يتراوح بين 2-3 أيام

تتكون تجمعات صغيرة قطرها بحدود 1 ملم يطلق عليها المستعمرات الكبيره Macrocolonies عند التنميه في المزارع الساكنه Static cultures والتي تعطي نمواً غير متجانساً يمكن تحسينه وزيادة معدل النمو خلال الطور الاسي Exponential من خلال التقليب والرج مع أضافة خليط من مح البيض ومادة Phosphatidylcholines مع منظم للحموضة. ويمكن استخدام طريقة المزرعه ثنائية الطور Biphasic culture method للحصول على تجانس اكبر في النمو حيث يستخدم فيها طبقة من قطع مادة التصلب أكر Agar كطور صلب Solid phase حيث تكون طبقة في اسفل الدورق والطبقة العليا تتشكل من البيئة الغذائية السائله Liquid phase مما يعطي طبقة من النمو المتجانس من هايفات البكتريا وقد تستخدم طريقة المزارع المستمره التي تتكون من مرحلتين يتم تغيير نظام التغذيه لكل مرحله وبعد الحصول على معلق النمو يتم تحميله على احدى المواد الحامله مثل الخث Peatmoss او الفيرمكيولايت Vermiculite او الالجينات Alginate مثل ألجينات الصوديوم والزانثان Xanthan وذلك لتسهيل حفظ ونقل وتداول لقاح الفرانكيا.

أما الطريقة التي يحضر فيها اللقاح من هذه المواد فيتم بأستعمال محلول الجينات 5% في ماء مقطر يخلط مع كمية مساويه من معلق الفرانكيا يخلط جيداً في وعاء يسمح بخروج الخليط على شكل قطرات صغيرة الى وعاء يوضع فيه محلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 0.1–0.2 مولر حيث تتحول القطرات الى كرات مستديره beads نتيجة تكون رابطه بين كاتيون الكالسيوم وألالجينات يتم غسل هذه الكرات الصغيرة جيداً بالماء المعقم مرات عدة وبعدها يتم تجفيفها بهواء معقم كما في جهاز Laminar Flow لمدة 24 ساعة ويمكن طحنها وتحويلها الى مسحوق تتراوح أقطار جزيئاته بين 200– 50 مايكروميتر ويعبأ في اكياس محكمه ويخزن لحين الاستعمال. حيث يمكن تلقيح البادرات به مباشرة او من خلال تحضير معلق منه في محلول مائي متعادل الداله الهيدروجينية او يحتوي منظم حامضيه buffer 7.4 pH لمدة 4–8 ساعات وعادة يضاف بمعدل 5 مل من المعلق لكل بادرة وهي طريقة سهلة التحضير سريعة التنفيذ وتعطي نتائج جيده في حفظ هايفات الفرانكيا اثناء فترة الخزن. وقد تجمع العقد الجذرية وتسحق ويتم تحميلها على مواد حاملة وتعبأ في اكياس وتحفظ لحين الاستعمال حيث تخلط مع تربة المشتل المخصص لزراعة شتلات الاشجار قبل عملية نقل الشتلات الى المكان الدائم حيث تنمو الفرانكيا وتغزو جذور الشتلات وتتكون العقد الجذرية بعد 10–20 يوماً والتي يزداد حجمها بتقدم عمر الشتلات.

كيفية انتاج لقاح الفطريات ذات العلاقه الخارجية مع الجذر Ectomycorrhiza

تعيش هذه الاجناس والانواع من الفطريات معيشه تعاونيه أختياريه مع جذور اشجار الغابات Forest trees وبعض اشجار الفاكهة في المناطق المعتدله وتحت القطبية Subarctic والاستوائية Tropical وتحت الاستوائيه Subtropical وخصوصاً عندما يكون نمو هذه الاشجار بشكل دورات نمو فصليه او موسميه وليس مستمراً على مدار السنه. وتكون أنواع هذه الفطريات غلافاً Sheath حول جذور الاشجار وهذا الغلاف عباره عن هايفات الفطر ونموات شبكيه Harting net بين خلايا طبقة القشرة Cortex بحدود 2–3 صفوف من الخلايا ولا تخترقها ويوضح (شكل 30) المايكورايزر الخارجية وتركيبها . ويكون ذلك مع جذور الاشجار التي تنتمي للعوائل:

1– Pinaceae 2– Betulaceae 3– Fagaceae 4– Depterocarpaceae

وتتبع الفطريات التي تنشئ علاقه من هذا النوع الى تحت الاقسام التالية:

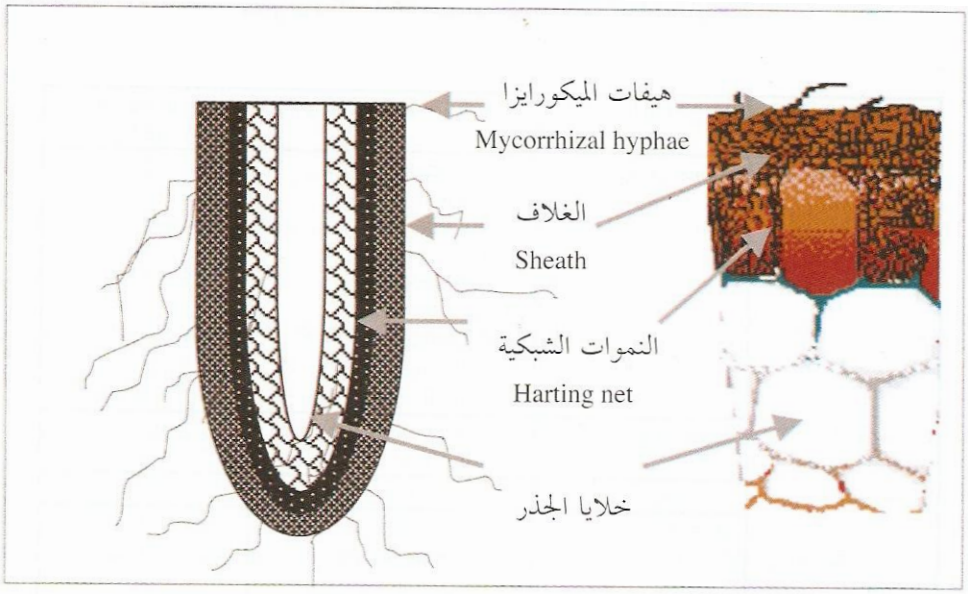
1- Basidomycotina (عائله25) 2- Ascomycotina (عوائل7)

3- Zygomycotina جنس واحد ⟵ Endogone

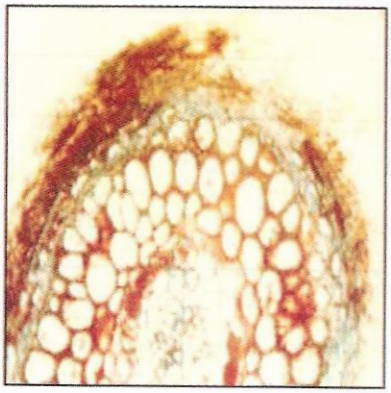
وتحدث العلاقه بعد نمو هايفات الفطر وأتجاهها نحو الشعيرات الجذرية او الجذور الصغيرة الناميه حيث يلتف الغزل الفطري ويكون غلاف من الغزل الفطري الذي يخترق طبقة البشره وينمو بين صفوف خلايا القشرة كما اشرنا له. ويوضح الجدول التالي عوائل الفطريات التي بعض أنواعها تكون العلاقه الخارجيه مع جذور بعض الاشجار الغابيه وأشجار الفاكهة:

Sub-division	**Order**	**Family**	**Number of confirmed genera**
Basidomycotina	Agaricales	Amanitaceae	2
		Boletaceae	3
		Cortinariaceae	10
		Entolomataceae	3
		Gomphidiaceae	5
		Hygrophoraceae	5
		Paxillaceae	2
		Strobilomycetaceae	3
		Tricholomataceae	6
	Russulales	Elasmomycetaceae	4
		Russulaceae	5
	Gautieriales	Gautieriaceae	1
	Hymenogastrales	Hydnangiaceae	1
		Hymenogastraceae	1
		Octavianinaceae	4
		Rhizopogonaceae	2
	Phallales	Hysteragiaceae	3
	Lycoperdales	Mesophelliaceae	1
	Melanogastales	Leucogastraceae	2
		Melanogastraceae	2
	Sclerodermatales	Astraceae	1
		Sclerodermataceae	3
	Aphyllophorales	Cantharellaceae	3
		Clavariaceae	7
		Corticiaceae	4
		Hydnaceae	7
		Thelephoraceae	2
Ascomycotina	Pezizales	Balsamiaceae	3
		Geneaceae	1
		Geoglossceae	3
		Helvallaceae	2
		Pezizaceae	4
		Pyronemataceae	3
		Terfeziaceae	4
		Tuberaceae	2
	Elaphomycetales	Elaphomycetaceae	1
Zygomycotina	Endogonales	Endogonaceae	2

المصدر: الشحات (2007).



الاكتوميكورايزا Ectomycorrhizas وتركيباتها حول الجذر



قطاع عرضى فى الجذر المحاط بالميكورايزا

الجذر محاط بغلاف الميكورايزا الخارجية

(شكل 30) يظهر المايكورايزر الخارجية وتركيباتها حول الجذر.الشحات 2007

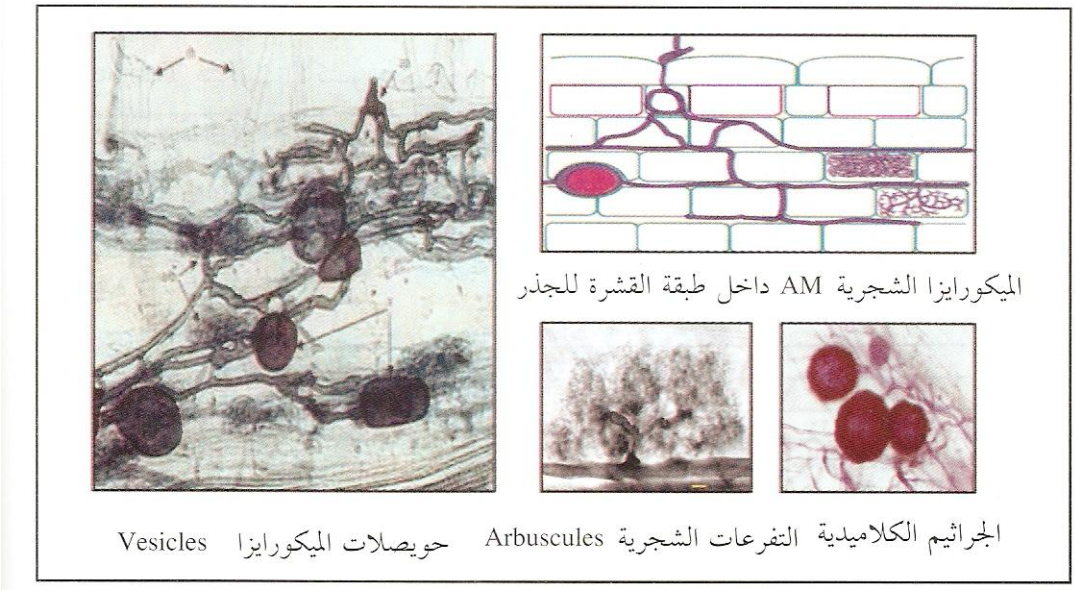
تضم الفطريات التي تكون علاقة فطر مع جذور الاشجار كثير من الفطريات الغذائية Mushrooms والتي تسمى عيش الغراب ومعظم الفطريات التي تكون أجسام ثمريه تحت سطح التربة مثل الكمأ Truffles والفطريات التابعه لجنس Endogone. وجميع هذه الفطريات تنمو على البيئات الغذائية ويكون نموها بطيء وتحتاج الى العديد من الفيتامينات والاحماض الامينيه في بيئاتها الغذائية بعضها لا تحلل السليلوز لذا فأن هذه الانواع تتواجد دائماً بجوار الجذور وهي لاتعيش لفتره طويله مترممه في التربة. ويمكن عزل الفطريات ذات العلاقه الخارجيه للفطر مع الجذر وتنقيتها واكثارها على بيئات غذائيه خاصة غنية بالعناصر والفيتامينات والاحماض الامينيه وعادة يتم تنميتها في الدوارق التي تستعمل مع هزاز او في المخمرات (مفاعلات حيوية) مزارع الدفعه الواحده حيث يؤخذ النمو ويحمل على مادة مناسبة ثم تلقح تربة المشتل لتظهر العلاقه مع جذور الاشجار بعد 1-2 شهر بعدها تنقل الشتلات الى المكان الدائم. وقد أمكن تلقيح اشجار الزيتون بفطر الكمأ Truffles للجنس Tuber حيث تبدأ العلاقه مع جذور الاشجار من المشتل وعند نقلها الى البستان

تبدء الاجسام الثمريه بالتكوين تحت سطح التربة مما يمنح هذه الاشجار أمداد بالعناصر الغذائية وينتج الكمأ وبنفس الوقت تنتج الاشجارحاصلاً جيداً من ثمار الزيتون.

2- الاحياء التكافلية المذيبة للفوسفات (تمد النباتات بالعناصر المعدنية خاصة الفسفور)

يوجد الفسفور بصورتيه العضوي في بقايا النباتات والحيونات والاحياء الدقيقة حيث يدخل في كثير من المركبات العضوية لهذه الكائنات مثل الاحماض النوويه Nucleic acids والليبيدات المفسفره مثل اليسيثين Lecithin والسيفالين Cephalin والفايتين Phytin والسكريات المفسفره والمرافقات الانزيميه ATP , ADP ويكون الفسفور العضوي على صورة PO_4 كناتج لانشطة الاحياء الدقيقة في تحليل المركبات العضوية المفسفره. اما الفسفور المعدني فيوجد في صورة فوسفات الكالسيوم الثلاثيه $Ca_3(PO_4)_2$ وهي غير قابله للامتصاص من قبل النبات في الترب المتعادلة والقاعدية وعند التسميد بالفسفور فأن جزء من السماد سرعان مايتحول الى الصورة غير الجاهزه للامتصاص من قبل النبات فتكون التربة غنية بالفوسفات لكن النبات لايستطيع الاستفاده منها.

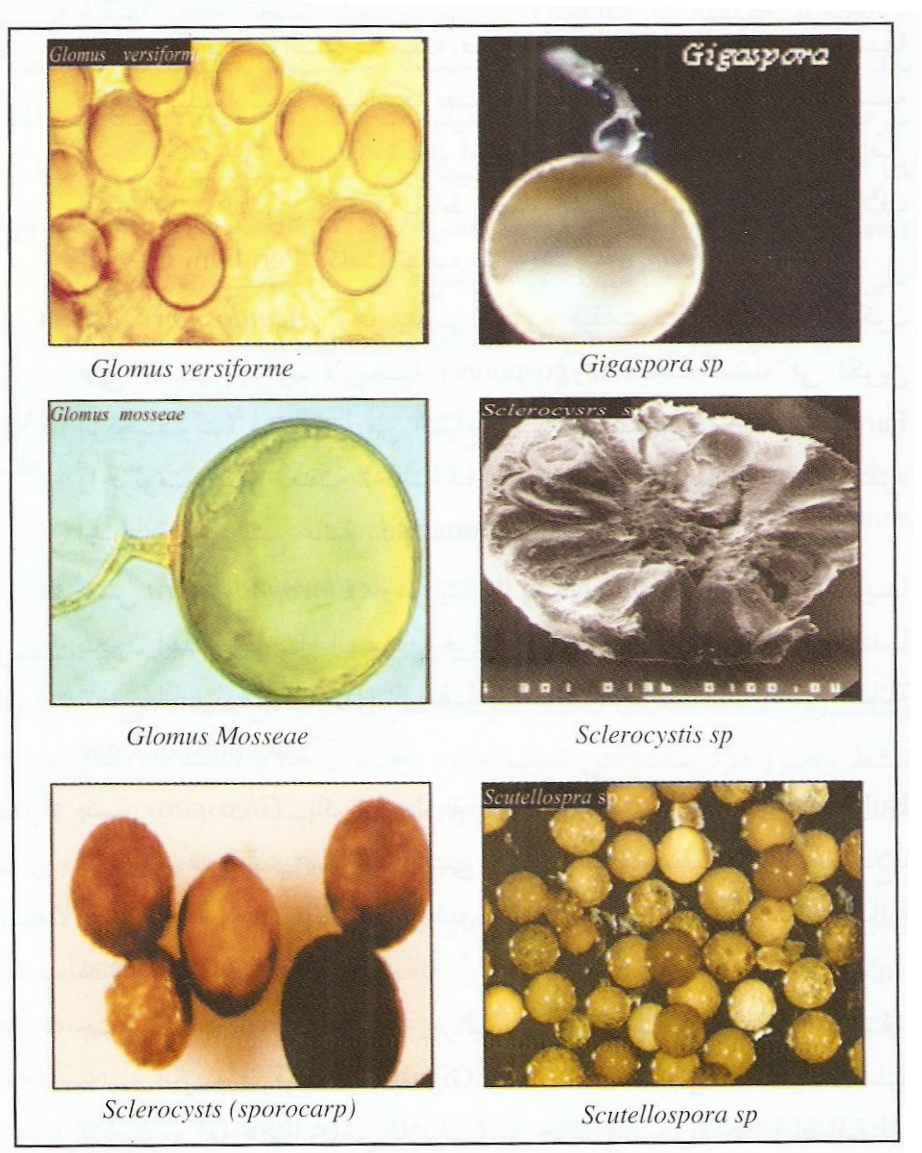
$Ca_3(PO_4)_2$ ⟵ تربة قلوية $Ca(H_2PO_4)_2$ جاهزه للامتصاص ويمكن لبعض الاحياء الدقيقة القيام بتحويل الفوسفات غير الذائبة الى صورة ذائبة (فوسفات الكالسيوم الاحادية) فعندما تتواجد هذه الاحياء الدقيقة بكثافه عالية في منطقة محيط الجذر Rhizosphere فأنها تنمو وتنشط نتيجه للافرازات الجذرية وما تحويه من مواد عضوية كما تقوم هي بطرح نواتج التحولات الغذائية خارج خلاياها والتي تتمثل بألاحماض العضوية وثاني أوكسيد الكاربون مما يؤدي الى تحويل الفوسفات الى الصورة الذائبة. ومن هذه الاحياء الدقيقة التكافلية المايكورايزا الشجرية (علاقة فطر داخلياً مع جذور النبات) Arbuscular Mycorrhizas هي فطريات تعيش في طبقة القشرة Cortex لجذور عدد من النباتات التي تعيش في المناطق القطبيه الشمالية Arctic وفي الغابات الاستوائيه Tropical Forests



(شكل 31) المايكورايزا الخارجية على جذور أشجار الزيتون.الشحات 2007

كما ترتبط هذه العلاقه مع العديد من نباتات المحاصيل الحقليه كالقمح والذره والنباتات البقولية والبصل حيث ينمو الغزل الفطري لها مكوناً حويصلات Vesicles وتفرعات شجرية Arbuscules وحلزونية Coils في خلايا قشرة الجذور لهذه النباتات وتخرج هايفات الفطر لتمتد لمسافات بعيده. كما ان الغزل الفطري يحمل انواع مختلفة من الابواغ التكاثريه منها الكلاميديه Clamidospores واللازيجيه Azygospores وهي من ألاحياء أجبارية التكافل Obligate symbiosis حيث تمد النباتات بالعناصر الغذائية خاصة الفوسفات وتأخذ منها المواد الكاربوهيدراتية. وهذا النوع من العلاقة يعتبر الاهم في المناطق الجافه وشبه الجافه خاصة في الترب القلويه كما هو في العراق حيث تكون الفوسفات بصورة غير ذائبة وغير قابله للامتصاص من قبل النبات. تتبع المايكورايزا الشجرية مجموعة من الفطريات(شكل 32) التابعه للصف Glomeromycota رتبة Glomales عائلة Endogonaceae وتضم ستة اجناس منها Golmus ومن انواعه *G. clarum* , *G. mosseae* , *G. fasciculatum* وعائلة

Acaulosporaceae ومنهـا جـنس Acaulospora وجـنس Entrophosphora وعائلـة Gigasporaceae ومنها جنس Gigaspora وجنس Scutellospora وجنس Cslerocystis واجناس اخرى منها Archaeospora و Geosiphon



(شكل 32) بعض ألأجناس وألأنواع التابعة للمايكورايزا الشجيرية.الشحات2007

خطوات الاصابه بالمايكورايزا الشجرية

تتواجد ابواغ الفطريات التي تكون هذا النوع من العلاقه على شكل سبورات كلاميديه او لازيجيه في التربة أو حويصلات أو هايفات داخل انسجة الجذور المتبقيه في التربة بعد حصاد المحصول وفي حالة عدم وجود العائل المناسب فأن الهايفات والحويصلات تتحلل بينما تبقى الابواغ الكلاميديه التي تتحمل الظروف البيئيه غير المناسبة مثل الجفاف وارتفاع درجة الحرارة وتأتي الابواغ اللازيجيه بالمرتبه الثانيه في التحمل الظروف الفيزيائيه الغيرملائمه. فعند زراعة البذور في التربة وبعد ظهور البادرات فأن جذورها سيخرج منها بعض الاحماض العضوية التي تشجع على انبات الابواغ. وتمر الاصابه بالمراحل التالية:

*** مرحلة انبات الابواغ Germination of spores**

نتيجة الافرازات العضوية لجذور النباتات تتحفز الابواغ ويحصل انباتها بخروج انبوبة الانبات التي تستطيل وتتحول الى هايفات متفرعة غير مقسمة Coenocytic hyphae تتجه نحو الجذور.

*** مرحلة الالتصاق والغزو Appressoria & Infection**

تقترب هيفات الفطر من الجذر وفي هذه المرحله تلتصق به ويبدء النمو بعدة اتجاهات حيث تكون نسيج فطرياً مكوناً من عدد من الخلايا التي تنشط وتفرز انزيمات تذيب الجدار الخلوي لخلايا البشره ويطلق على هذا النسيج بعضو الالتصاق Appressorium حيث تخترق الهايفات خلايا البشره وتعبر الى خلايا القشرة وينمو الغزل الفطري بين خلاياها او خلالها مكوناً خيط العدوى الذي يتوغل في خلايا القشرة لمسافة تصل الى 5 ملمتر من نقطة الاختراق Penetration point ويلعب النبات دوراً هاماً في التأثير على معدل نمو الهايفات داخل خلايا القشرة والتي لاتخترق الحزم الوعائيه, كما ان الخلايا المرستيميه للقمه الناميه للجذر لاتصاب وتكون المنطقه التي تليها اكثر قابليه للاصابه كما تنتشر الهايفات على سطح الجذر وتكون مناطق أختراق اخرى لكنها لاتزيد عن خمسة مناطق في السنتيمتر الواحد ثم تتكون الحويصلات أما في نهاية الهايفات او في وسطها وقد تتكون بين خلايا النبات العائل او في داخلها ويتم تخزين المواد الغذائية بداخلها وعاده تتواجد الحويصلات في الطبقة الاولى من خلايا القشرة يلي ذلك تكوين هايفات خاصة تخترق خلايا القشرة دون احداث تلف للغشاء السايتوبلازمي للخلايا ثم تتفرع داخل الخلايا مكونه تفرعات شبكيه متفرعه لأمتصاص المواد الغذائية يطلق عليها Arbuscules واحياناً تكون التفرعات حلزونية Coils.

*** مرحلة التكافل Symbiosis stage**

نتيجه لتفرع هايفات الفطر في طبقة خلايا قشرة الجذر وزيادة نشاطها اضافه الى تكون هايفات تنشأ من منطقة بدأ الاصابه (منطقة الاختراق لخلايا الجذر Penetration point) والتي تنتشر في التربة خارج الجذر ويمكن ان تنتشر لمسافة تصل اليه الجذور الثانويه حيث تعمل هذه الهايفات على اذابة الفوسفات ونقلها خلالها الى خلايا الجذر وبنفس الوقت تتزود هي بالمواد الكاربوهيدراتيه من النبات. ان لزيادة المسافة التي ينتشر فيها الغزل الفطري دوراً واضحاً في قدرة النبات على تحمل الجفاف نظراً للدور الذي يؤديه الغزل الفطري في امتصاص الماء من مناطق بعيده عن الجذر كما تزود النبات ببعض العناصر المعدنيه الضروريه ويستمر ذلك لمده بحدود الشهرين من بداية الاصابه التي تظهر بعد حوالي 21 يوم من مهاجمة الجذر ويعتمد ذلك على مجموعة من العوامل نذكر منها:

- نوع النبات. فالمحاصيل الموسميه التي تنمو وتنضج سريعاً تقصر فيها هذه الفتره بينما في الاشجار والنباتات المعمره تطول.
- محتوى التربة من الفسفور الجاهز. وجد أن زيادة التسميد الفوسفاتي تؤدي الى قصر هذه المرحله لان النبات يجد احتياجاته من الفسفور بيسر, لذلك يلاحظ قلة انتشار المايكورايزا في الترب الحامضيه التي تحتوي على نسبه عالية من الفسفور الجاهز.
- مرحلة نمو النبات. في مراحل النمو الخضري للنباتات تنتج المواد الكاربوهيدراتيه بكميات كبيره وتتجه هذه المواد لبناء هيكل النبات ومنها فائض يمكن لخلايا الفطر الاستفاده منه في تغذيتها بينما في المراحل المتقدمه حيث يتجه النبات

الى تكوين الازهار والثمار فأن هذه المواقع ستكون مراكز جذب وتخزين للمواد الكاربوهيدراتيه مما يقلل من أمداد خلايا الفطر بأحتياجاتها منها وقد لاتحصل على جميع متطلباتها من تلك المواد أو بعض مكوناتها.

*** مرحلة التحلل Autolysis stage**

في هذه المرحله تبقى خلايا الفطر الموجوده في منطقة القشرة تحصل على احتياجاتها من المواد الكاربوهيدراتيه عن طريق المواد المخزونه في الحويصلات وقد يلجأ الفطر الى التطفل على خلايا قشرة الجذر ثم يبدأ الغزل الفطري بالتحلل وتبقى الحويصلات محتفظة بحيويتها. أما خارج الجذر فيزداد اعداد الابواغ الكلاميديه واللازيجية والتي تتحرر من الجذر وتبقى ساكنه في التربة لحين توفر العائل الجديد وقد يلاحظ بقاء بعض الحويصلات وغزل الفطر محتفظه بحيويتها في بقايا الجذور لذلك قد تستخدم في التلقيح.

كيفية إعداد اللقاح

لعزل وجمع ابواغ الفطريات ذات العلاقه التكافلية من الانواع التي يتواجد فيها خلايا الفطر بين وداخل جذور العائل تستخدم مناخل ذات اقطار ثقوب تتراوح بين 50–500 مايكرومتر حيث تجمع كمية محدده من التربة المحيطه بالجذور (بحدود 1 كغم) توضع في اناء ويضاف لها 5 لترات ماء مقطر وتتم عملية التحريك والخلط بشكل جيد للمساعده في جعل الابواغ تطفو الى سطح الماء وقد يضاف الجليسرول Glycerol للمساعده في ذلك ثم يترك المعلق حتى تترسب دقائق التربة بعدها يتم تمرير السائل على المناخل المختلفة الاقطار يتم جمع ما يفصله كل من هذه المناخل ويؤخذ ليدرس من خلال اكثاره على جذور الذره او البصل لكي يمكن استخدامه في التلقيح, ويمكن تقدير العدد الكلي للأبواغ في حجم معين من التربة وذلك بوضع الابواغ على ورق ترشيح خاصة تكون مقسمه الى مربعات حيث يمكن تقدير العدد في كل مربع من هذه المربعات بأستخدام البانيوكلير Binoclare بقوة تكبير X50 غير ان في هذه الطريقة لايمكن التفريق بين الابواغ الحية او الميتة كما يمكن استخدام طريقة العد التقريبي Most Probable Number (MPN) وذلك من خلال عمل التخافيف لمعلق التربة او معلق الابواغ بعد ذلك تضاف التخافيف الى رمل معقم في اصص صغيرة يزرع فيها بذور الجت Alfalfa ويستخدم 5 مكررات لكل تخفيف وبعد شهرين من بدء الزراعة تأخذ جذور من النباتات الناميه ويتم تصبيغها والفحص عن وجود الاصابه بالمايكورايزا ومن خلال اعداد النباتات في المكررات وعدد المكررات التي حصلت بها الاصابه يمكن الاستدلال عن التخفيف الافضل كما يمكن تقدير اعداد الابواغ الحية.

تؤخذ الجذور وتقطع الى قطع صغيرة يتراوح طولها 1–1.5 سم وتوضع في انبوبة اختبار ثم يضاف لها محلول هايدروكسيد البوتاسيوم بتركيز 10% وتوضع في حمام مائي بدرجة حرارة 80–90ْم ولمدة 5–10 دقائق وذلك لأزالة الصبغات من خلايا الجذر وجعلها نظرة الوضوح Clearing ثم تغسل بالماء ثم بمحلول حامض الهيدروكلوريك المخفف بتركيز عياري 0.1 N Delut. HCl لإزالة ماتبقى من هيدروكسيد البوتاسيوم بعدها يزال حامض الهيدروكلوريك ويضاف حامض اللاكتيك يحتوي على 0.05% صبغة ترايبان الزرقاء Trypan blue حيث تظهر هايفات الفطر وحويصلاته والممصات باللون الازرق القاتم عند الفحص بينما تظهر خلايا قشرة الجذر شفافه او متصبغه بلون ازرق فاتح ومن خلال حساب عدد القطع التي ظهرت بها خلايا الفطر يتم تحديد نسبة الاصابة. وينتج لقاح المايكورايزا الشجرية بشكل تجاري وذلك بأكثارها على بعض النباتات كالذره والبصل ثم تجمع ويتم تحميلها على مواد خاملة وتستخدم كلقاح للنباتات التي

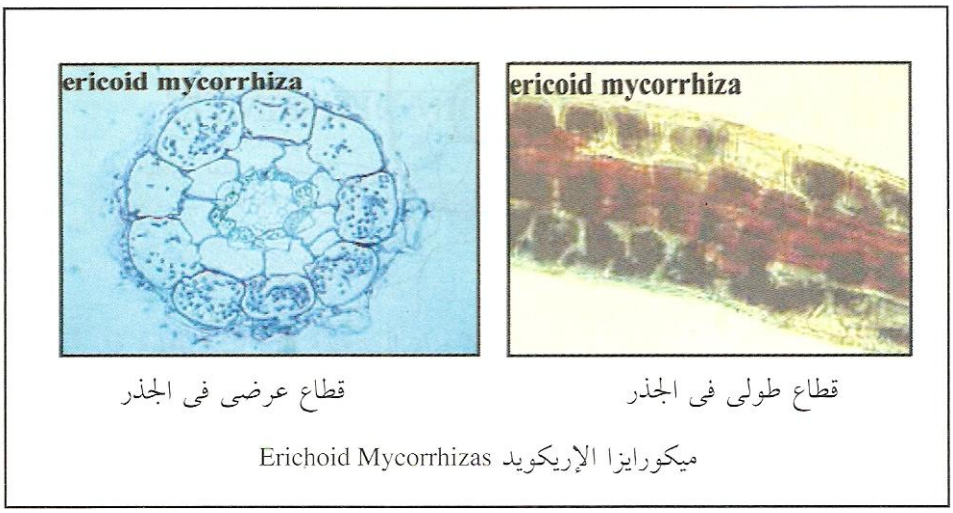
تزرع في ترب يكون فيها الفسفور غير متيسر للنباتات. كما يمكن أن تستخدم العلاقه التكافلية هذه للتخلص من بعض ملوثات التربة بالعناصر الثقيله السامه كالرصاص والكروم والكادميوم وذلك بزراعة النباتات الملقحة بلقاح المايكورايزا الخاص بها وبعد وصول النباتات لمرحلة النمو المناسبة يتم التخلص منها بالطرق العلميه التي تضمن التخلص من تلك العناصر الثقيلة.

مايكورايزا النباتات الاريكية Ericalean mycorrhizas

(علاقة فطر بجذر النباتات الاريكية)

وهي العلاقة التي تحصل بين انواع من الفطريات ومنها فطر *Pizziella ricaee* وجذور النباتات التابعه للفصيله الخلنجيه Ericaceous plants. وهذا النوع من المايكورايزا يضم ثلاث مجاميع هي:

Ericoid Mycorrhizas: تكون تفرعات حلزونية في طبقة القشرة وهي تمد النبات بألامونيا والنتروجين العضوي(شكل 33).



(شكل 33) يوضح مايكورايزا الأريكويد في الجذر.الشحات 2007

Arbutoid Mycorrhizas: تكون غلاف حول الجذر ويكون طبقة شبكيه Harting net وتفرعات حلزونية في طبقة القشرة وهذا النوع يمد النبات بألاملاح المعدنية.

Ectoendo Mycorrhizas: تكون غلاف حول الجذر وطبقة شبكيه ونتوءات وتديه في الصفوف الاولى من خلايا القشرة وهذا النوع ينتشر في بعض النباتات التي لاتحتوي على الكلوروفيل حيث يكون النبات متطفلاً على الفطر الذي يمده بالمواد الكاربوهيدراتيه والاملاح المعدنية كما في نبات Monotropa.

مايكورايزا الاوركيد Orchid Mycorrhizas

هي العلاقه التي تتكون مع جذور نبات الاوركيد التابع للنباتات السحلبيه. وهذا النوع من المايكورايزا يكون تفرعات حلزونية Coils في خلايا جذور نبات الاوركيد من العائلة Orchidaceae حيث لايكون غلاف او طبقة شبكيه Harting net وهي تصيب هذه النباتات في المراحل الاولى من نموها وعندما تكون النباتات الصغيرة تحت سطح التربة

ولا تقوم بعملية البناء الضوئي وبالتالي فأن المايكورايزا تمد هذه النباتات بالمواد الكاربوهيدراتيه والاملاح المعدنيه. اما النباتات الكبيره فتمدها بألاملاح المعدنية فقط ومن اهم انواع الفطريات التي تكون هذا النوع من العلاقه فطر *Rhizoctonia solani*.

الفصل العاشر

الأسمدة الحيوية Biofertilizers

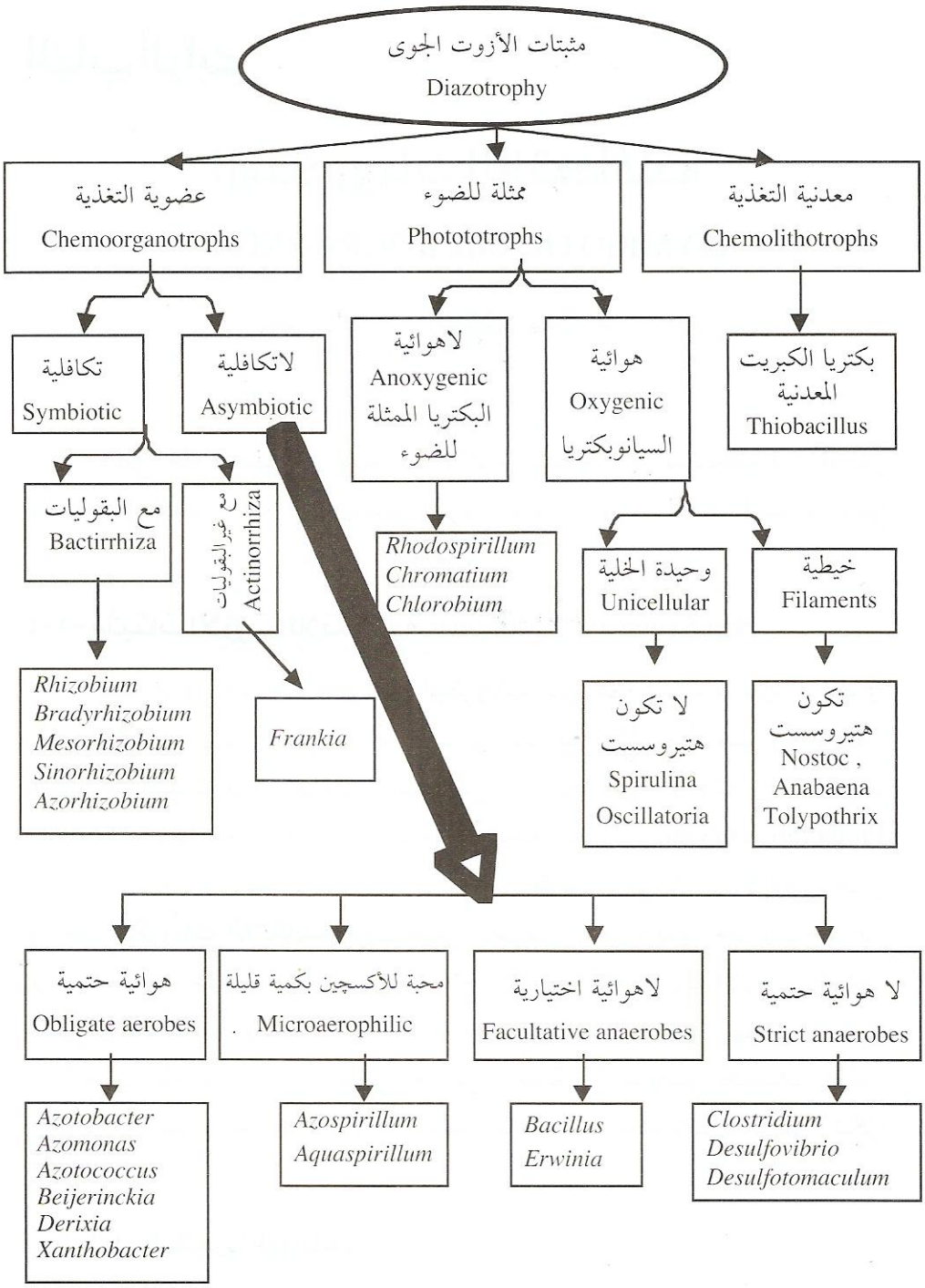
(انواعها, الاحياء المستعملة في كل منها وطرق انتاجها)

ثانياً- أسمدة حيوية لاتكافلية Asymbiotic Biofertilizers

هي عباره عن مجموعة من الاحياء الدقيقة ذات المعيشه اللاتكافلية التي تستطيع أن تنمو في التربة وتنشط وتتكاثر وتقوم بتثبيت النتروجين الجوي وبناء خلايا غنية بالنتروجين العضوي مما يؤدي الى زيادة كتلتها الحيوية والتي بعد موت هذه الاحياء تتحلل وتحدث معدنه للنتروجين العضوي فيها بواسطة أحياء دقيقه اخرى وينتج عنها الامونيا التي يمكن للنبات ان يستفيد منها وتتضمن هذه الاحياء الدقيقة المجاميع الاتية:

1- مثبتات النتروجين اللاتكافلية Non-Symbiotic Diazotrophs

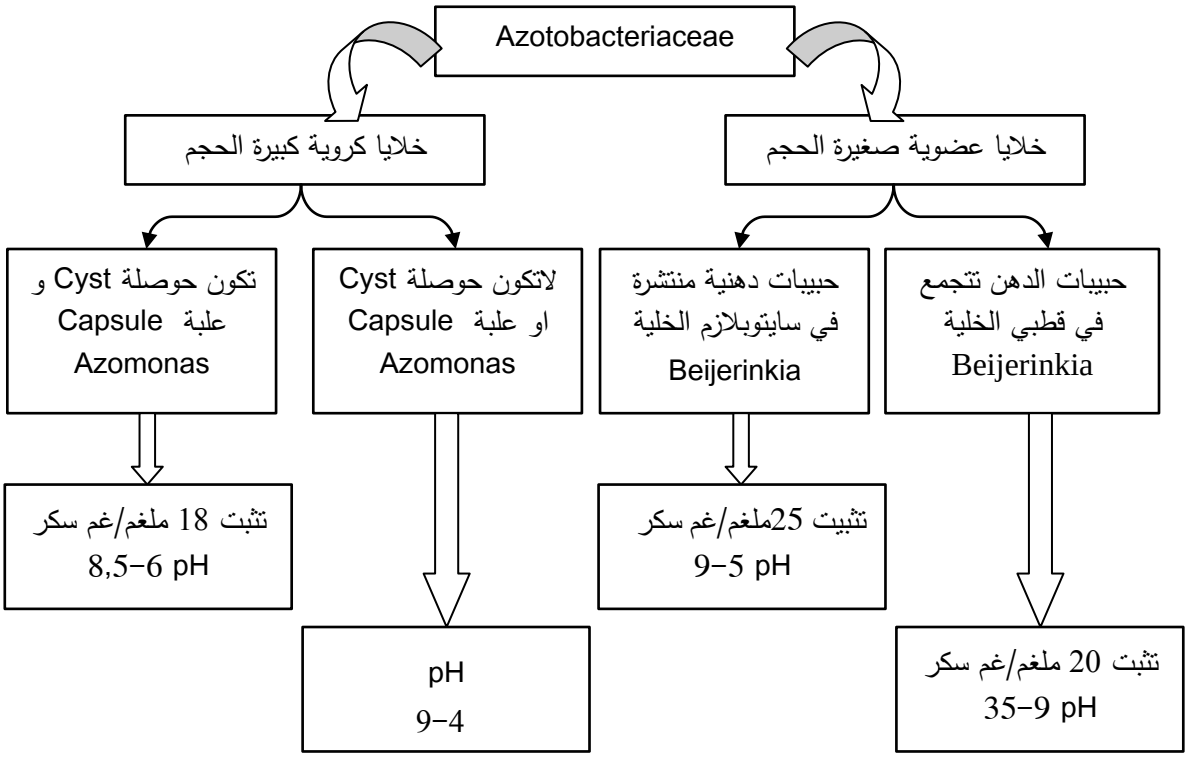
إن إستفادة النبات من تثبيت النتروجين الحيوي بواسطة الاحياء الدقيقة اللاتكافلية تكون غير مباشرة وذلك من خلال اعداد تلك الاحياء وكتلتها الحيوية التي تتكون وتزيد من محتوى التربة من المواد العضوية النتروجينية فبعد موت تلك الاحياء الدقيقة تتحلل خلاياها بواسطة الاحياء التي تملك الانزيمات المحللة للبروتين Proteolytic enzymes ويحدث لها نشدره وتتكون الامونيا. والاحياء الدقيقة اللاتكافلية التي تتواجد في التربة متعدده ومتنوعه فمنها الهوائي والاخر اللاهوائي والثالث المحب للاوكسجين بكميات قليلة، ويوضح(شكل 34) الاجناس البكتيرية المثبتة للنتروجين الجوي مع بعض الاسس والصفات التي تعتمد لتقسيمها.



(شكل 34) أجناس البكتريا المثبته للنتروجين الجوي.عن الشحات (2007).

*** البكتريا الهوائية الاجبارية Obligate aerobes**

تتبع هذه البكتريا عائلة Azotobacteriaceae وهي قادرة على تثبيت النتروجين الجوي بكفأه عالية في الترب جيدة التهويه. وينتشر معظم انواع هذه البكتريا في الترب ذات التفاعل المتعادل وهي تمتلك مدى واسع قد يصل أحياناً من pH 5.3-9 ومن أهم اجناسها Azotobacter و Azomonas و Derxia و Beijerinkia، ويوضح (شكل 35) أهم ميزات الاجناس التابعه لهذه العائلة .



(شكل 35)بعض ألأجناس التابعة للعائلة Azotobacteriaceae .عن الشحات 2007

يعد الجنس Azotobacter اهم الاجناس وأوسعها أنتشاراً ويضم أنواع عده (شكل 36) أهمها: *Azotobacter chroococcum* خلايا هذا النوع التي تتواجد اساساً في التربة بطيئة الحركه بواسطة الاسواط Flagellum والخلايا تحوي على صبغه بنيه قاتمه غير ذائبة في البيئة الي تتواجد فيها.

Azotobacter beijerinckia خلايا هذا النوع غير متحركه توجد اساساً في التربة وهي تنتج صبغه صفراء غير ذائبة في البيئة.

Azotobacter vinelandii خلايا هذا النوع سريعة الحركه وتوجد اساساً في المياه والخلايا قد تكون صبغه خضراء مصفره او حمراء ارجوانيه ذائبة في البيئة.

إن بكتريا Azotobacter لايمكنها تحليل المواد العضوية المعقده لذلك تعتمد على الاحياء الدقيقة الاخرى التي تتواجد في التربة التي توفر لها بعض مصادر الكاربون البسيطة كالسكريات والاحماض العضوية. وبكتريا Azotobacter محبة لدرجات الحرارة المعتدله تنتشر في الترب المتعادلة او التي تميل قليلاً الى القلويه ويقل انتشارها في الترب الحامضيه ويمكن لهذه البكتريا تثبيت حوالي 20 ملغرام نتروجين جوي/غرام سكر تستهلكه وهذه الكمية تكفي لأنتاج 200 ملغرام

كتله حيوية من البكتريا تحوي على 10% نتروجين (حوالي 5.62% بروتين خام Crude protein) بمعنى ان معامل النمو yield factor يساوي 20% (كمية الكتله الحيوية مقدره لكل 100 غرام سكر مستهلك) وعندما تتحلل هذه الكتله الحيوية (عملية النشدره) فأن ذلك سيؤدي الى تكون ما مقداره 7.25 ملغرام امونيوم NH_4^+ او 3.94 ملغرام كبريتات الامونيوم مما يؤدي الى زيادة محتوى التربة من هذا الايون المهم في تغذية النباتات. ان هذه البكتريا يمكنها تثبيت مامقداره 4.76 – 7.14 كغم/هكتار مما يعطي 48–72 كغم كتله حيوية من البكتريا المثبتة للنتروجين الجوي (30–40 كغم بروتين خام/هكتار) وعند اتمام عملية النشدره لهذا البروتين فأنها ستضيف الى التربة ما مقداره 24.6–36.9 كغم NH_4^+/هكتار.

*** البكتريا الهوائية المحبة للهواء بكميات قليلة Microaerophilic**

يتبع هذه المجموعة الجنسين Azospirillum و Aquaspirillum وتتميز خلايا الجنس Azospirillum كونها حلزونية الشكل وسالبه مع صبغة كرام Gram negative وتحتوي على نسبه عالية من مركب (بيتا متعدد هيدروكسي بيوتاريت) β–poly hydroxybutyrate الذي يشكل مانسبته من 7–33% ويمكنها تثبيت النتروجين الجوي عندما يكون محتوى الوسط قليل من الاوكسجين ومع ذلك فأن كفائتها في تثبيت النتروجين الجوي تماثل كفاءة الانواع البكتيرية التابعه للجنس Azotobacter, ويعتبر *Azospirillum lipoferum* اهم الانواع التابعه للجنس Azospirillum الذي قد تعيش افراده معيشه نصف تعاونيه او ما يعبر عنها بمعيشه مرتبطه Associative في جذور بعض النباتات اذ وجدت في منطقة الصفيحه الوسطى Middle Lamella لخلايا الجذور(شكل 36).

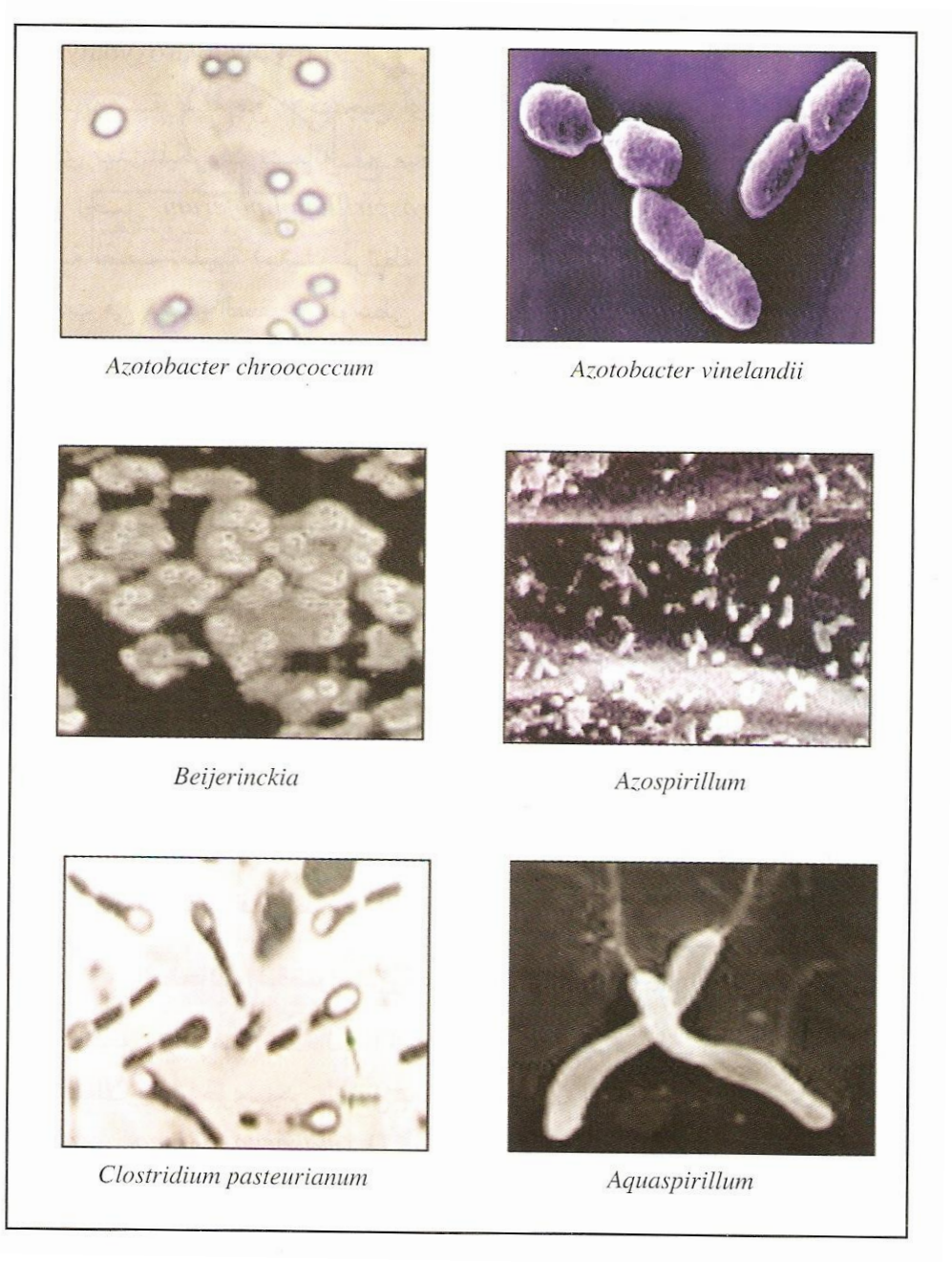
*** البكتريا اللاهوائية ألاختيارية Facultative anaerobes**

هذه المجموعة تضم عوائل واجناس عديدة والاهم من ناحية التسميد الحيوي الجنس Bacillus الذي يتبع عائلة Bacillaceae والذي يكون شكل الخلايا فيه عصويه Rods وبعضها كرويه Cocci. تتواجد في التربة والمياه العذبه ومياه البحر. ذات طبيعة معيشه رميه بعضها محب لدرجات الحرارة الاعتياديه Mesophiles والبعض الاخر محب لدرجات الحرارة العالية Thermophiles, مكونه للابواغ المقاومه للحرارة كما انها موجبه للتصبيغ بصبغة كرام Gram positive ويعتبر النوع *B. polymyxa* الاهم في تخمير المواد السكريه وأنتاج الغاز كما أن هذه البكتريا تقوم بتثبيت النتروجين تحت الظروف اللاهوائية. والجنس Erwinia الذي يتبع العائلة Enterobacteriaceae والذي يكون فيه شكل الخلايا عصوي Rods ولايكون ابواغ وسلوك الخلايا سالب للتصبيغ بصبغة كرام Gram negative.

*** البكتريا اللاهوائية الحتمية Strict anaerobes**

ينتمي الجنس Clostridium التابع للعائله Bacillaceae الى هذه المجموعة ويعد النوع *Cl. Pasteurianum* الاهم كونه يقوم بتثبيت النتروجين الجوي تحت الظروف اللاهوائية والذي تكون خلايا البكتريه فيه عصويه وهي موجبه لصبغة كرام Gram positive والخلايا تكون ابواغ طرفيه (شكل 36). تستطيع الخلايا لهذا النوع تثبيت 2–10 ملغرام نتروجين جوي لكل غرام سكر تستهلكه ويعود سبب الانخفاض في كفاءة تثبيت النتروجين لهذه البكتريا مقارنه مع بكتريا Azotobacter والبكتريا الهوائية الاخرى وهذا يعود الى ان بكتريا Clostridium تحلل كمية اكبر من السكر لكي تنتج كمية من الكتله الحيوية مماثله للكتله الحيوية التي تنتجها الاجناس الاخرى وهذا يقود الى معنى اخر وهو ان كمية الطاقة

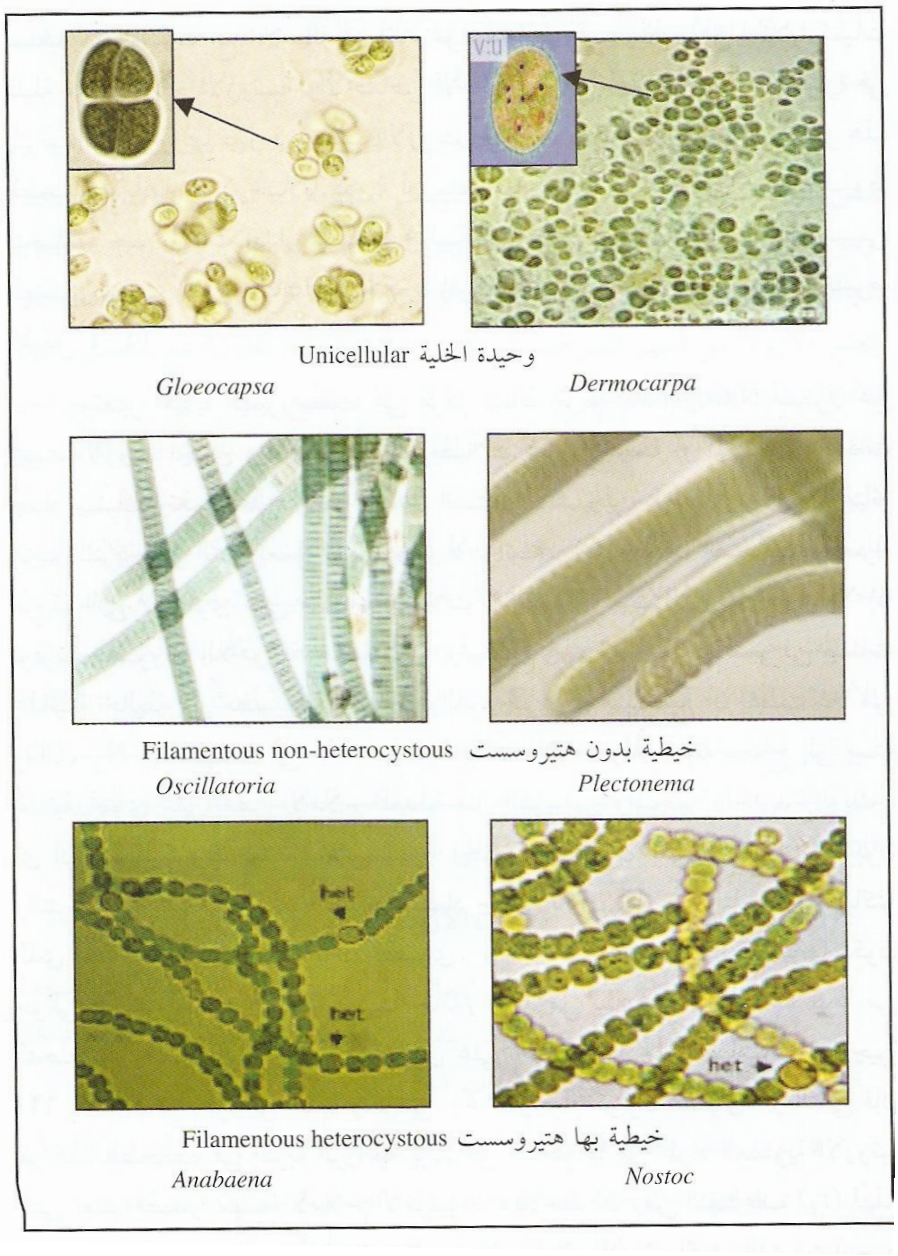
التي تنتج في الظروف اللاهوائية اقل منها في الظروف الهوائية عند اكسدة وحده واحده من السكر حيث ان جزيء السكر تحت الظروف اللاهوائية لايتم اكسدتة اكسدة كاملة اضافة الى اختلاف نواتج التحلل كما هو معروف.



(شكل 36) بعض أنواع البكتريا أللاتكافلية المثبته للنتروجين الجوي.الشحات 2007

* الطحالب الخضراء الزرقاء (Blue Green Algae (Cyanobacteria

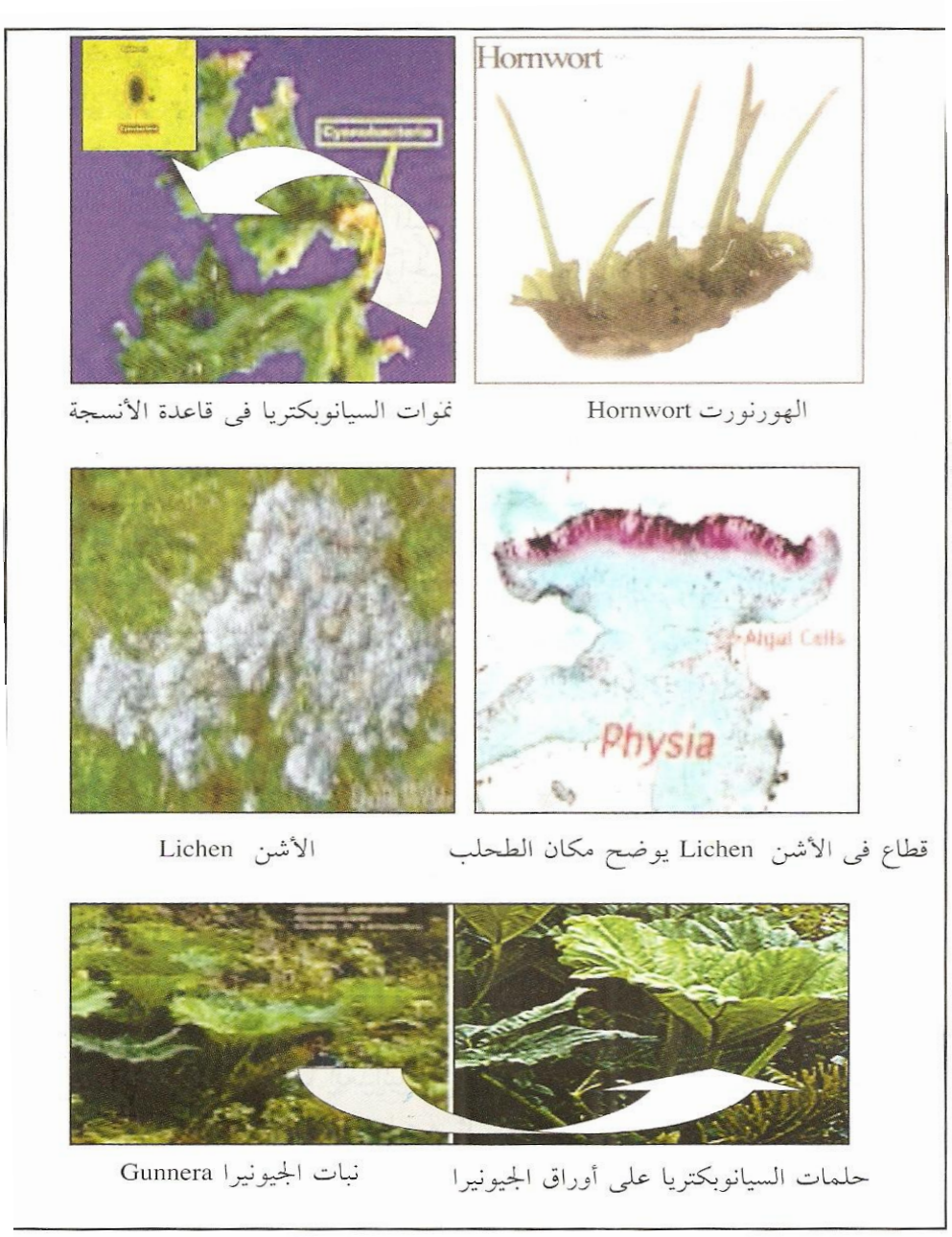
تضم هذه المجموعة العديد من الاحياء التي لها القدره على تثبيت النتروجين الجوي وتشمل بعض الطحالب الخضراء الزرقاء وحيدة الخليه مثل Gloeocapsa ,Dermocarpa أو خيطيه بها حويصلات غير متجانسه مثل طحلب Plectonema , Oscillatoria (شكل 37).



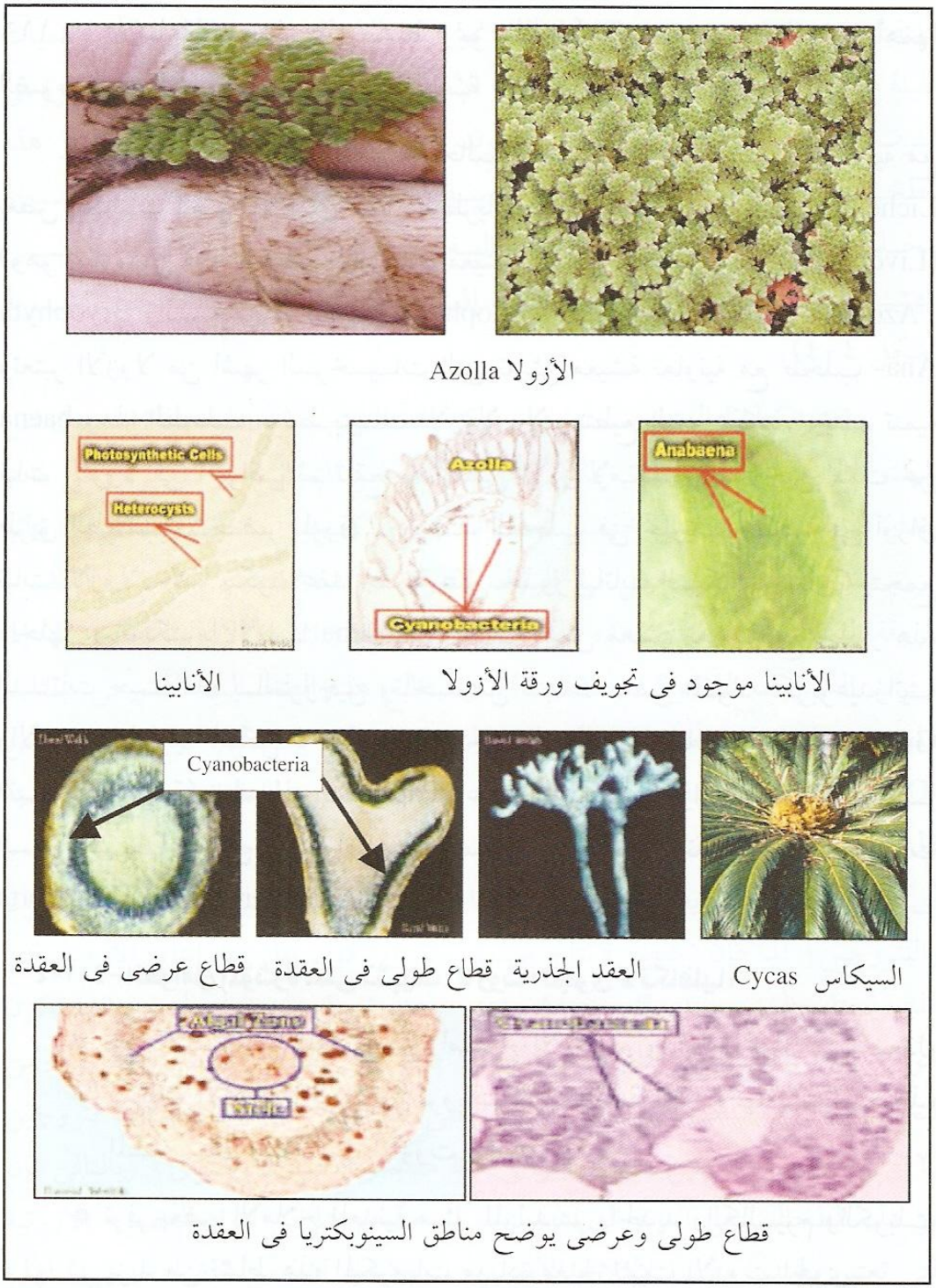
(شكل37) بعض أجناس الطحالب الخضراء الزرقاء المثبته للنتروجين الجوي.الشحات2007

وقد وجد ان لبعض الطحالب التي تنتشر في الاراضي المزروعه بالرز يمكنها تثبيت مايتراوح بين 24-60 كيلوغرام نتروجين/هكتار حيث تقوم هذه الاحياء بتحويل النتروجين الجوي الى نتروجين عضوي على شكل كتله حيوية وبعد تحلل هذه الكتله الحيوية تحدث عملية نشدره لها وتتكون الامونيا التي يستفيد منها النباتات كما أن خلايا الطحالب خلال نموها يتخلف عنها قليل من الاملاح النتروجينيه والاحماض الامينيه. ويعتبر الجنسين Nostoc و Anabaema اهم الاجناس المنتشره في الترب الزراعية ولها دور في تثبيت النتروجين الجوي والتي تتميز بأن خلاياها تكون كرويه او بيضاوية الشكل توجد على شكل خيوط يتخللها خلايا ذات جدر سميكه خاليه من بعض الصبغات الضوئيه والتي تسمى Heterocysts والتي هي مركز نشاط انزيم Nitrogenase المسؤول عن تثبيت النتروجين الجوي ويطلق عليها الحويصلات غير المتجانسه او المختلفه ذات الجدر السميكه وتعمل على خفض معدل أنتشار الاوكسجين بداخلها مما يؤدي الى عدم تأثر أنزيم النتروجينيز الذي يعمل تحت الظروف اللاهوائية, لذلك يلاحظ ان الطحالب الخضراء الزرقاء

التي لا تحتوي على هذه الحويصلات لايمكنها تثبيت النتروجين الجوي الا اذا توفرت الظروف اللاهوائية لخلاياها وأن هذه الطحالب تستطيع ان تنمو في بيئات غذائيه خاليه من مصدري الكاربون والنتروجين لأنها تستطيع تثبيت كلاً من C و N_2 وتحويلها الى مركبات عضوية لبناء خلاياها لذلك فأنها تحتاج أضافة بعض العناصر المعدنيه كالفسفور و المنغنيز والحديد والزنك الى البيئة التي تنمو فيها فهذه الطحالب تعتمد الهواء الجوي في الحصول على الكاربون والنتروجين لذلك تكون التكلفة لأنتاج سماد حيوي اقل مما لو تم انتاج مثل هذا النوع من السماد بواسطة بكتريا Azotobacter الذي يحتاج توفير مصدر كاربون عضوي لنمو البكتريا. وعند تنمية هذه الطحالب فأنها تكون حوالي 125 ملغرام كتله حيوية جافه/100 مل بيئه خلال فترة 45 يوماً من التحضين وهذه المادة العضوية تحتوي على حوالي 10 ملغرام نتروجين وحوالي 50 ملغرام كاربون عضوي لذلك فأن نمو هذه الطحالب في التربة الزراعية يزيد محتواها من المواد العضوية النتروجينيه التي تعد مصدراً مهماً لأملاح الامونيوم. ويعتبر زمن تضاعف الطحالب طويل جداً (20–25 ساعة) قياساً الى بكتريا Azotobacter الذي يتراوح بين 4–6 ساعات فنمو هذه الطحالب يتأثر بعوامل عده اهمها الضوء, الرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة التي تقع ضمن الحدود بين 15–50ْم. ان بعض الطحالب الخضراء الزرقاء قد تعيش معيشه تعاونيه مع بعض الكائنات الحيه الدقيقة مثل الفطريات حيث يتكون مايسمى بألاشنات Lichens وهي عباره عن فطر وطحلب يعيشان معيشة تعاونية (شكل 38), الحزازيات Bryophyta, السرخسيات (Ferns) Pteridophyta وتعتبر الازولا Azolla (شكل 39) من اشهر السرخسيات التي تعيش معيشه تعاونيه مع طحلب Anabaena الذي يرتبط بنبات الازولا ولايستطيع النمو بمعزل عنه او بمفرده لذلك تتم تنمية نبات الازولا في احواض بعدها تستعمل نباتات الازولا في تلقيح الاراضي المزروعة بالرز لكي يحصل على احتياجاته من النتروجين المثبت بواسطة الطحالب الخضراء الزرقاء والتي تتواجد في تجاويف خاصة في اوراق نبات الازولا. اما نخيل السايكس Cycas فتكون عقد جذرية على جذورها نتيجة لتجمع البكتريا الخيطية Cyanobacteria جنس Anabaena التي تعيش معيشه تعاونيه مع جذور هذه النخيل (شكل 39) فتمدها بالنتروجين وتأخذ هي من النبات بعض المواد الكاربوهيدراتيه والاملاح المعدنية.



(شكل 38)المعيشة التكافلية للبكتريا الخيطية في حالات ألأشن والهورنوت والجيونيرا.الشحات



(شكل39)نبات ألأزولا Azolla والسايكس Cycas والمعيشة التكافلية مع بعض أنواع البكتريا الخيطية.الشحات 2007

كيفية عزل الاحياء المثبتة للنتروجين الجوي لاتكافلياً وانتاج كتلتها الحيوية

يؤدي بعض انواع البكتريا والطحالب الخضراء الزرقاء القادره على تثبيت النتروجين الجوي لاتكافلياً دوراً فعالاً في امداد التربة بالنتروجين الذي يمد النباتات المزرعه في تلك الترب او يفقد مع مياه الري. ولغرض انتاج هذه الاحياء والتي منها

* *Azotobacter chroococcum*
* *Azospirillum lipoferum , Azospirillum brasilense*

* Blue green algae (Nostoc , Anabaena , Nodularia)

حيث يتم عزل هذه الكائنات الحيه من التربة وتتم تنقيتها ودراسة خواصها المظهريه والفسلجيه واحتياجاتها الغذائية. فيمكن انتاج بكتريا Azotobacter تجارياً بأستخدام مواد اوليه محليه مثل المولاس (وهو سائل كثيف أسمر غامق اللون ينتج كأحد مخلفات صناعة السكر من البنجر السكري ويعد احد اهم المصادر الغنية بالطاقة) ومخلفات صناعة الاغذيه ويعتبر النوع *A. chroococcum* سريع النمو في بيئات غذائيه خاليه من النتروجين لكونه يستطيع تثبيت النتروجين الجوي لذلك يقتصر تزويد البيئة الخاصة بتنميته على سكر مناسب واملاح معدنيه وتستخدم المفاعلات الحيوية Bioreactors للأكثار بأستخدام المزارع المستمرة Continous culture مع التأكيد على ضبط معدل التخفيف المناسب الذي يحقق أكبر كمية من الكتله الحيوية ومراعاة تزويد المفاعل بالهواء المناسب الذي يوفر احتياجات البكتريا من الاوكسجين والنتروجين وبعد الحصول على الكتله الحيوية تجمع الخلايا وتضاف الى المادة الحامله وتحفظ لحين الاستعمال والذي يتم بخلط السماد الحيوي مع بذور المحصول قبل الزراعة مع اضافة الماء وبعض المواد التي من شأنها زيادة التصاق البكتريا بالبذور ثم تزرع او قد يضاف السماد الحيوي مباشرة الى التربة وفي هذه الحاله لابد من معرفة كثافة العدد البكتيري فيها فأذا كانت التربة غنية بهذه البكتريا فلا جدوى من الاضافه. كما ان الاضافه الى ترب تم تسميدها بالنتروجين او هي غنية بالنتروجين سيعمل على جعل البكتريا تعتمد في غذائها على النتروجين الموجود في التربة مما يثبط عملية تثبيت النتروجين الجوي في خلايا البكتريا وهذا يؤدي الى خفض مؤقت لمستوى النتروجين في التربة ويؤثر كل من تفاعل التربة pH والرطوبة ودرجة الحرارة في نشاط الكائن الحي الذي يزداد في تثبيت النتروجين الجوي وتكوين الكتلة الحيوية التي تتحلل بفعل احياء دقيقه اخرى وتتمعدن مما يؤدي الى أنطلاق الامونيا. كما يفرز الكائن الحي اثناء نموه مواد منظمه للنمو كالأندولات للاوكسينات والجبريلينات التي تشجع نمو النبات واظهرت الابحاث زيادة في انتاج محصولي الذرة والطماطة بنسبة 10% للأراضي التي تم تلقيحها ببكتريا Azotobacter وان مايزيد عن 90% من نتروجين التربة يعود اليها ثانيه عن طريق عملية تثبيت النتروجين الجوي حيوياً.

أما انتاج لقاح الطحالب الخضراء الزرقاء فيتم في احواض خاصة تزود بأضاءه كافيه ويمكن استخدام المفاعلات الحيوية Bioreactors المزوده بأضاءه توفر متطلبات الطحالب من الضوء وتستخدم بيئات معدنيه خاليه من مصدري الكاربون والنتروجين وذلك لان هذه الاحياء قادره على القيام بعملية البناء الضوئي وتثبيت كلاً من الكاربون العضوي والنتروجين الجوي في صورة مادة عضوية وعند تحلل هذه المركبات تمد النباتات بأحتياجاتها من النتروجين وبعض الاملاح المعدنيه وعادة تستخدم الطحالب الخضراء الزرقاء في التسميد الحيوي للأراضي التي تزرع بمحصول الرز حيث تتوفر كميات المياه اللازمه لنمو الطحالب. كما يستخدم لقاح الطحالب في تلقيح شتلات بعض اشجار الغابات قبل نقلها الى المكان الدائم حيث ان لبعض الطحالب الخضراء الزرقاء معيشه تعاونيه اختياريه مع جذور هذه الاشجار اذ تتواجد الطحالب في خلايا الجزء الخارجي من طبقة قشرة الجذر وتحدث علاقه تكافلية بعيداً عن الضوء.

الاحياء الدقيقة المنتجة لمنظمات النمو

تُعد منطقة محيط الجذر Rhizosphere (هي المنطقه التي تحيط بجذور النباتات بقطر يتراوح بين 1–2 ملمتر) غنية بالعديد من الاحياء الدقيقة خصوصاً البكتريا والفطريات كما انها غنية بأفرازات الجذور من سكريات واحماض عضوية واميتيه وعوامل نمو والتي تعتبر المصدر الرئيسي لنمو ونشاط تلك الاحياء الدقيقة في هذه المنطقه وتختلف انواع واعداد

هذه الاحياء باختلاف نوع النبات ونوع التربة والظروف البيئيه السائده وعاده يطلق على مجموعة الاحياء التي تعيش في هذه المنطقه وتنشط نمو النبات PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria) فهي احياء تعمل على امداد النباتات بالعناصر الغذائية او تعمل على تحويل كثير من العناصر المتوفره في التربة من صورة غير جاهزه للأمتصاص من قبل النبات الى صورة جاهزه للأمتصاص وفي هذه الحاله تسمى بالمخصبات الحيوية Biofertilizers او ان هذه الاحياء تساعد في حماية النباتات من الامراض الفطريه والبكتيرية والنيماتودا وتسمى هذه الاحياء بالحاميات الحيوية Bioprotectants او انها تمد النباتات بالمواد المنشطه للنمو او الهرمونات النباتية وتسمى المنشطات الحيوية Biostimulants غير ان الميكانيكيه الكاملة للبكتريا التي تتواجد حول الجذر وتشجع نمو النباتات غير معروفه لكنها بوجه عام تشمل:

* أنتاج هرمونات مثل اندول حامض الخليك (IAA) Indoleacetic acid والسايتوكانينات Cytokinins والاثيلين Ethylene وحامض الجبريليك Gibberellic acid.
* تثبيت النتروجين الجوي لاتكافلياً N_2 fixation Asymbiotic كما في حالة البكتريا المرتبطه بالجذور Azospirillum.
* تضاد الاحياء المرضية Antagonism.
* أنتاج المواد الخالبة لعنصر الحديد Siderophores التي تمد النباتات بالصورة المتيسرة من الحديد مثل بكتريا Pseudomonas وبنفس الوقت تعمل على عدم توفير هذه العناصر للأحياء الممرضه مما يسبب خفض قدرتها على اصابة النبات.
* العمل على اذابة الفوسفات وتحويلها من صورة غير ذائبة الى صورة ذائبة مما
يوفر عنصر الفسفور بصورة جاهزه للأمتصاص من قبل النبات وكذلك بعض العناصر الاخرى.
* تشجيع تكوين العقد الجذرية بواسطة البكتريا التكافلية فقد وجد ان التلقيح ببكتريا *Pseudomonas fluorescens* يزيد من وزن العقد الجذرية لنبات فول الصويا والتي تكونها بكتريا *Bradyrhizobium japonicum* فقد يعود السبب في ذلك الى ان البكتريا الاولى لها القدره على تكوين المواد الخالبه للحديد, كما انها تفرز عوامل نمو Growth factors تشجع بكتريا الرايزوبيا فقد وجد ان البكتريا *B. japonicum* تحتاج الى البايوتين Biotin الذي تنتجه بكتريا الجذور Rhizobactria.

* بعض انواع كائنات Rhizobactria تحلل ألجينات الصوديوم Sodium alginate وتنتج عنها مواد تشجع نمو النبات فمثلاً بكتريا *Pseudomonas putida* تفرز حامض السكسنيك وحامض اللاكتيك اللذان يعملان على تشجيع نمو جذور بعض النباتات مثل بادرات الاسبراكس. وتشمل الكائنات المنتجة لمنظمات النمو العديد من الاجناس والانواع التي بعض منها له دور في تغذية النبات مثل البكتريا المثبتة للنتروجين الجوي تكافليلاً ولاتكافلياً والبعض الاخر مذيب للفوسفات وبشكل عام تضم هذه المجموعة عديد من الاحياء التابعه للأجناس التالية: Azospirillum , Azotobacter , Chryseobacterium , Rhizobium , Paenibacillus , Trichoderma , Klebsiella , Bacillus , , , Cellulomonas , Mycorrhiza , Enterobacter Arthobacter.

وتعد الانواع التالية اهم الانواع المستخدمه في انتاج السماد الحيوي وبنفس الوقت خلاياها نشطه في انتاج منظمات النمو:

Azotobacter chroococcum	*Azospirillum brasilense*
Azospirillum lipoferum	*Penicillum radicum*
Pseudomonas Putida	*Pseudomonas cepacia*
Pseudomonas fluorescens	*Pseudomonas aerugenosa*
Paenibacillus polymyxa	*Bacillus cereus*
Bacillus subtilis	*Chryseobacterium indologenes*
Burkholderia ambifaria	*Bulkholderia gladio*
Burkholderia cepacia	*Trichoderma koningii*

العوامل المؤثرة على تثبيت النتروجين الجوي لاتكافلياً

1- وفرة النتروجين المعدني مثل املاح الامونيوم والنترات حيث يقلل معدل تثبيت النتروجين الجوي بواسطة الاحياء اللاتكافلية نتيجه لانها تستخدم المصادر البديله المتوفره من النتروجين بدلاً من تثبيت النتروجين الجوي.

2- مدى توفر بعض العناصر المعدنيه مثل المولبدنيم و الحديد والكالسيوم والكوبلت حيث ان وفرتها تزيد من نشاط هذه الاحياء والتي بالنتيجه تزيد معدل تثبيت النتروجين الجوي.

3- توفر مصادر الكاربون التي يفضلها الكائن الحي الدقيق.

4- الدالة الهيدروجينية المناسبة لنمو وتكاثر افراد الجنس والنوع.

5- توفر الرطوبة المناسبة وفي التربة التي تكون قريبه من السعه الحقليه.

6- درجة الحرارة المناسبة وعاده الاحياء المثبتة للنتروجين الجوي تقع ضمن الكائنات المحبة لدرجات الحرارة المعتدله Mesopheles والتي تفضل درجة حرارة تتراوح بين 20-30ْم.

الفصل الحادي عشر

مبادئ وأسس التحول إلى الزراعة العضوية

لقد ساهم تغيير العادات الغذائية بين العديد من شرائح سكان العالم بشكل عام وسكان البلدان المتطورة بشكل خاص . وبشكل واضح بعد منتصف القرن العشرين نتيجة تزايد الوعي الصحي والطلب المتزايد على منتجات أكثراً تنوعاً ، ومن ضمنها وجبات الطعام السهلة التحضير ، وفي حدوث نمو قوي وثابت في مبيعات الأطعمة العضوية خلال السنوات الأخيرة ، حيث أصبح المستهلك عموماً أكثر أنتقاءً عند شراء الأغذية وأكثر تطلباً للمعلومات المتعلقة بسمات الأنتاج والتصنيع بما في ذلك أمكانية تعقب النتج Traceability . وقد أسهم ذلك في تطور الزراعة العضوية بسرعة حول العالم ، أذ يوجد الأن أكثر من 110 دولة تزاول نظام الزراعة العضوية ، فضلاً عن ظهور أسواق ومعارض خاصة بالمنتجات العضوية الغذائية وغير الغذائية ومواد التجميل والأدوية . علاوة على ذلك ، ومن البديهي وجود عدد من المزارعين الذين يزاولون نظام الزراعة العضوية بشكل غير رسمي في عدد أكبر من البلدان . أما في بلدنا العراق فتعد الظروف المناخية القاسية (درجات الحرارة والرطوبة المنخفضة) إضافة إلى التربة الجافة وارتفاع تراكيز الأملاح فيها وجميعها ظروف تؤدي إلى تسريع تحلل المواد الدبالية المضافة إلى التربة إضافة إلى ضعف النشاط الاحيائي فيها ، عائقاً نحو تحقيق بيئة صحية للإنسان وأنتاجه الزراعي النباتي والحيواني مما يتطلب أموالاً طائلة لعلاج كل ما تم الإشارة إليه . وكما نعلم أن الزراعة العضوية هي أقدم عملية في قطاع أنتاج الغذاء على مستوى العالم ، يجب أن يبدأ تطبيقها من أقرار المعايير التي تحكم العمل وأصدار القوانين والتشريعات الخاصة بذلك قبل أن يبدء العمل في المزرعة . وفق القوانين التي تشجع هذا التوجه وهذا يتطلب العمل على إصدار التشريعات وسن القوانين التي تحدد المقاييس الخاصة بمنتجات الزراعة العضوية . ويعد نظام منح الشهادات من الأنظمة المعقدة والتي توجب السياقات التالية :

***التفتيش ومنح الشهادات أو المصادقة** : هما الوسيلة التي تضمن تطبيق المقاييس .

يعرف التفتيش بأنه زيارة للموقع للتحقق من أن الأداء لأي عملية (أنتاج ، تداول ، تخزين ، تصنيع ...الخ) يتوافق مع المقاييس الخاصة لبرنامج منح الشهادات أو المصادقة . يقوم بذلك جهة التفتيش والتي تفتش المزرعة أو الشركة أو المصنع وكذلك الوثائق والسجلات ذات الصلة .

أما منح الشهادات أو المصادقة فهي الأجراء الذي يقوم بموجبه طرف ثالث لأعطاء ضمان خطي بتطابق منتج أو عملية أو خدمة مع مقاييس محددة وبالتالي تكون المنتجات قد تحقق من أنتاجها وفق المقاييس المخصصة للأنتاج أو التصنيع المحدد . لذلك تعتبر المصادقة وسيلة تربط بين المنتجين والتجار والمستهلكين تضمن سلامة المنتج . يقوم بالمصادقة جهة المصادقة بعد التحقق من أن المنتج يوافق المقاييس الموضوعة سواء من قبل الدولة المستوردة أو من قبل لجنة المصادقة ، لذلكفأن النتجات التي تحمل علامه عضوية هي منتجات تم أنتاجها بطرق أنتاج عضوي محددة بوضوح ، مما يعني أن عملية الأنتاج هي التي تخضع للمقاييس وليس النتج بحد ذاته ، فمثلاً يمكن أن نرى على بطاقة البيان عبارة خيار من زراعة عضوية وليس خيار عضوي .

في الدول النامية يتم المصادقة على المنتجات المعدة للتصدير من قبل جهات قادمة من الدول المستوردة ، وذلك لأعطاء المنتج ظهور أفضل وميزة تجارية وتَقبُل من قبل المستهلك في تلك الدول ، ولغرض تقليل التكاليف التي تنشأ عن جلب الفتشين تميل جهات المصادقة الدولية الى أعتماد المفتشين العضويين المحليين حيث أسست العديد من جهات المصادقة

الدولية مثل BCS-OKO ، OCIA ، IMC ، ECOCERT فروع محلية في الدول النامية . وعند عدم وجود فرع محلي يمكن أن تتم المصادقة من خلال فرع أقليمي في بلد مجاور . ويشترط أن تكون جهة المصادقة معتمدة من قبل السلطات المسؤولة في الدول المستوردة .

***الأعتماد**

هو الأجراء الذي تقوم بموجبه جهة أو سلطة مختصة بتقييم ومنح أعتراف رسمي بأن برنامج المصادقة أو منح الشهادة ينسجم مع مقاييس الجهة المختصة ، فمثلاً على المستوى الدولي تعتمد الخدمة الدولية للأعتماد العضوي IOSA أجهزة أصدار الشهادات وفق معايير الأعتماد الصادرة عن IFOAM . ولكي يتم أعتماد جهة مصادقة يتوجب علىالأخيرة أن تبين ألتزامها بتطبيق المعايير الأساسية للشفافية والأستقلال ((التحرر منى تأثير المصالح الشخصية)) حيث يتم تقييم جهات المصادقة بناء على قدرتها على تنفيذ هذه المعايير . وهذا يتطلب تحليل أنظمتها المتبعة في المصادقة ومنح الشهادات بما في ذلك موظفيها ومقاييسها وأجراءات التفتيش والمصادقة . فضلاً عن ذلك أن تلتزم جهات المصادقة بالمواصفات الأساسية الصادرة عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) .

برنامج المصادقة

هو عبارة عن منظومة من القواعد والأجراءات والأدارة اللازمة للقيام بالمصادقة . يمكن لجهة المصادقة (جهة منح الشهادات) أن تنفذ عدد من برامج المصادقة المختلفة والتي يشار أليها أحياناً بمصطلح نظام المصادقة .

ولكي يمكن جعل النظام البيئي الزراعي المستدام يعمل على الوجه الأمثل لابد من توفير متطلبات التحول للعمل وفق هذا النظام ومن هذه المتطلبات نذكر الآتي:

* إقرار التنوع في الإنتاج الزراعي النباتي والحيواني بطريقة تؤدي إلى التفاعل بين جميع عناصر الإدارة الزراعية.
* تحديد خطوات التحول وفق مراحل متتالية ومتسلسلة للقطاعات الزراعية المختلفة وحسب طبيعتها وعدم إجمال التحول بمرحلة واحدة.
* وضوح خطة التحول وكيفية الانتقال من مرحلة إلى أخرى مع مراعاة إمكانية تحديث الخطة عند الضرورة.
* التأكيد على ان تغطي متطلبات التحول جميع الجوانب المتعلقة بهذه العملية.
* تحديد الفترة الزمنية اللازمة لتحويل المزرعة بكاملها وفقاً لمبادئ ومقاييس الزراعة العضوية.
* التأكيد على ان تكون فترة التحول إلى نظام الزراعة العضوية متوائمة مع الاستعمال السابق للأرض والحالة البيئية لذلك الموقع.
* تحقيق التنوع في المحاصيل عن طريق الجمع بين تعاقب زراعة المحاصيل المختلفة واستغلال التربة على مدار العام بدورة زراعية كاملة لاستغلال الأرض بنسبة 100%.
* العمل على إضافة الكميات الكافية من المواد القابلة للتحلل أحيائياً إلى التربة وذلك للحفاظ على خصوبة التربة أو زيادة النشاط الاحيائي فيها.
* التأكيد على تنفيذ نظم الزراعة العضوية بطريقة تضمن أقل نسبة من الخسائر الناتجة عن الآفات الزراعية وذلك باعتماد استعمال محاصيل وأصناف سبق وقد تأقلمت للظروف البيئية في المنطقة واتباع برنامج تسميد عضوي متوازن بحيث تكون الإضافات السمادية بالصور الطبيعية للمواد وغير المصنعة كيمائياً، إضافة إلى تنشيط أحياء التربة واتباع دورات زراعية صحيحة يدخل بضمنها نباتات الأسمدة الخضراء.

وهناك عدد من العوامل التي يمكن اتباعها لتحقيق النجاح في التحول إلى أتباع نظام الزراعة العضوية.

عوامل النجاح في التحول إلى الزراعة العضوية

1- البدء بتطبيق نظام الزراعة العضوية بمساحة صغيرة وعدم التسرع في تنفيذ البرنامج على نطاق واسع مع التحلي بالصبر والثبات واستمرار التعلم والتثقف في أهمية اتباع النظام الجديد، فالبدء بمساحة صغيرة يعني قلة أثر الأخطاء وتقليل كلفة ذلك على عملية التطبيق وصولاً إلى تلافي ذلك وإمكانية التعلم للتوسع بالتجربة.

2- اتخاذ القرار لاتباع نظام الزراعة العضوية بناءً على بيانات صحيحة وهذا يتطلب مسك سجلات للمزرعة وخرائط مواقع الزراعة وتعاقب المحاصيل لكل موقع مما يعطي تصوراً عن الأهمية التسويقية وفترة ظهورها في السوق.

3- أن يكون المنتج ذو صفات مطلوبة وعالية الجودة. فالمنتج في الزراعة العضوية لا يكون على أساس الكمية بل تقترن الكمية بالنوعية للمظهر والشكل والطعم والتركيب الكيميائي المتأتي من مواد أولية عضوية لم يستخدم فيها آي من المواد المصنعة.

4- أن يتم الإنتاج وفقاً لمتطلبات السوق واحتياجاته وهذا يأتي من خلال دراسة المنتج لاحتياجات السوق وأن يتم الإنتاج حسب تلك الاحتياجات وليس الحالة العكسية التي يتم فيها الإنتاج ثم يبدأ البحث عن سوق لهذه المنتجات.

5- التوسع في نطاق التوزيع للمنتج والذي يحقق العائد المطلوب والمضمون في الاستمرارية مما يعطي قابلية المنافسة مع الشركات الكبيرة في السوق.

6- إشراك جميع الشركاء في العملية الإنتاجية والتسويقية وإطلاعهم على ما تتعرض له العملية برمتها من معوقات وهذا سيساعد في الاستفادة من تخصص كل واحد منهم في تطوير العمل وتحقيق جودة الانتاج والتوزيع.

7- إدراك أهمية التطوير وعدم الثبوت على حالة واحدة مما يحقق التجديد ويعطي قبولاً في الوسط والمجتمع عموماً.

8- ضرورة التخطيط المسبق للمستقبل بهدف التجديد والتحسين ووضع التوقعات لما سيكون عليه الإنتاج والطلب وحالة السوق وتغير الأذواق.

الخطوات الأساسية لكيفية التحول إلى نظام الزراعة العضوية

يجب على العاملين في الحقل الزراعي واللذين يرغبون في التحول إلى نظام الزراعة العضوية اتباع خطوات أساسية لتحويل جميع العمليات الزراعية في مزارعهم إلى هذا النظام ويتطلب بضع سنوات ويتم حسب الخطوات الآتية:

أولاً: الدقة في فهم الوضع الذي يكون عليه الراغب في التحول والوضع الذي يرغب أن يصل إليه عند اتباعه نظام الزراعة العضوية مستقبلاً قبل اتخاذ القرار وذلك لأن هذا يعني إجراء تغييرات كبيرة فيما هو عليه وعلى كافة الأصعدة.

ثانياً: البدء بمساحة صغيرة ومحددة للتعرف على معوقات الإنتاج ومثبطات ومعرقلات العمل وتحديد المشاكل المحتملة والفعلية بدقة وكيفية إيجاد الحلول الجذرية لها.

ثالثاً: الالتحاق بأحد المراكز المعتمدة كعضو متدرب على اتباع نظام الزراعة العضوية مما يعطي الفرصة للاتصال بالمزارعين الذين اتبعوا هذا النظام من الزراعة والتواصل معهم والاستفادة من خبراتهم في هذا المجال.

رابعاً: انشاء بنك للمعلومات حول الزراعة العضوية من خلال قراءة الكتب والمجلات والبحوث والاطلاع على مواقع الزراعة العضوية على الانترنت.

خامساً: استخدام الأسلوب العلمي منهجاً في جميع الخطوات الزراعية ومنها:

أ- تحليل عينات التربة وتحديد محتواها من المادة العضوية، وتقدير سعتها التبادلية الكايتونية (CEC) Cation Exchang Capacity ومحتواها من الأملاح والعناصر المغذية.

ب- التعرف على النشاط الاحيائي للتربة مما يعطي تصوراً عن خصوبتها.

ج- العمل على تنشيط الكائنات الحية للتربة من خلال زيادة محتواها من المادة العضوية ويمكن إنجاز ذلك بالآتي:

* اتباع دورات زراعية يدخل فيها المحاصيل البقولية.
* استخدام التسميد الأخضر.
* زراعة محاصيل العلف لتنشيط دور الاحياء الدقيقة.
* زراعة المحاصيل ذات الجذور المتعمقة.
* استخدام محاريث قلب العمق لتهوية التربة.
* استخدام سماد المكمور Compost.
* استخدام منشطات التربة التي يسمح استخدامها نظام الزراعة العضوية.

د- العمل على تعويض نقص المغذيات بإضافة المعادن الطبيعية.

هـ- استخدام الحيوانات المجترة في رعي المحاصيل العلفية التي تزرع ضمن الدورة الزراعية مع تجنب زراعة محصول واحد مما يعرضه للإصابات المتكررة وقد تكون الخسائر فادحة.

سادساً: تعد عمليات خدمة المحصول هي العامل الأكثر أهمية في تحقيق النجاح عند اتباع نظام الزراعة العضوية وذلك لكون أن هذه العمليات تبدأ وترافق النبات منذ اللحظة الأولى لزراعته ان لم نقول تسبق ذلك وحتى جني المحصول ثم تتابع مع المنتج وصولاً إلى يد المستهلك فهي بحق أهم وأعقد المراحل والخطوات.

إضافة إلى ما تم ذكره سابقاً هناك العديد من الفعاليات التي يمكن من خلالها التوعية والتوجيه لتنشيط اعتماد نظام الزراعة العضوية ويمكن اجمال بعض هذه الفعاليات بالآتي:

1- تضمين المناهج الدراسية لجميع مراحل التعليم مواضيع تعنى بالتعريف بأهمية الزراعة العضوية من حيث المنتج والحفاظ على البيئة وتنشيط البحث العلمي في هذا المجال.

2- استغلال معظم ان لم نقول جميع المخلفات النباتية والحيوانية في تحضير وإعداد الأسمدة العضوية وزيادة محتوى التربة منها ومن الأحياء الدقيقة التي تؤدي دوراً هاماً في زيادة محتوى التربة من العناصر الغذائية وزيادة جاهزيتها للامتصاص.

3- الاهتمام بجمع وتحليل وخزن واستعمال الأسمدة الحيوانية للحفاظ على محتواها من العناصر الغذائية وتقليل الفقد بها كونها مصدراً مهماً للعناصر الغذائية للتربة.

4- استغلال المصادر الطبيعية المعدنية كصخر الفوسفات والفلدسبار لتوفير احتياجات المحاصيل التي تزرع بما تحتاجه من عناصر غذائية أو لتحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية عن طريق إضافة الجبس الزراعي والكبريت.

5- الاهتمام بزراعة وتحسين الأصناف والسلالات النباتية خاصة تلك التي تكتسب صفات المقاومة الطبيعية والتي يمكن اعتمادها في انتخاب سلالات أخرى أفضل في صفاتها.

6- اعتماد المكافحة المتكاملة الميكانيكية والاحيائية والزراعية في مقاومة الآفات الزراعية.

7- التطبيق الدقيق لضوابط المواد التي لا يسمح باستخدامها في نظام الزراعة العضوية مثل الكيمياويات والمنشطات والهرمونات.

8- مراقبة المنتجات عند تسويقها في سوق الجملة من خلال أخذ عينات وإجراء التحليل للتأكد من مواصفاتها العضوية وخلوها من الكيميائيات.

9- الاهتمام بالمراعي والأعلاف لتجنب خطورة الكيميائيات على صحة الإنسان والحيوان وآثارها التي تظهر في البيئة فقد وضعت مواصفات قياسية في العديد من دول العالم للأغذية والمنتجات العضوية كالخضراوات والفواكه ومنتجات الألبان واللحوم والدواجن، ففي حالة المنتجات النباتية الطازجة يراعى أن تكون خالية من بكتريا القولون *Escherichia coli* حيث ان وجودها دليل على تلوث تلك المنتجات بمخلفات حيوانية أو مخلفات المجاري وهذه البكتريا ذات دور في تلف وفساد تلك المنتجات لذلك يجب أن يراعى عند تحضير المكمور من المخلفات النباتية أن ترتفع درجة حرارة الكومة إلى أكثر من 55°م لقتل الأحياء الدقيقة المرضية خصوصاً بكتريا القولون وهذا يعد دليل عند خلو المكمور من هذه البكتريا بأنه ناضج ودليل قاطع على عدم وجود بكتريا التايفوئيد *Salmonella spp* وبكتريا الزحار الباسيللي *Shigella spp* لذلك يجب أن تكون هناك رقابة صارمة على أعداد مكمور المخلفات في جميع المزارع حتى يكون خالياً من هذه الأنواع من البكتريا كما يجب التأكيد على إضافته قبل الزراعة وعند ضرورة الإضافة خلال مراحل نمو النبات فيراعى عدم نثره على النباتات أو عدم وصول الثمار والأجزاء التي تؤكل إلى هذه المخلفات وأن يقوم بجمع الثمار والحاصل عمال مهره نظيفين وعدم الاعتماد على عمالة الأطفال قليلو الدراية والخبرة بهذه المواضيع، مع وضع أوعية تحوي على مواد مطهرة مثل بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 1% لغسل أيدي العمال قبل جمع المحصول لتقليل أو منع وصول البكتريا المرضية إلى الغذاء والجدول التالي يوضح بعض المواصفات القياسية للأغذية التي تستوردها تلك الدول.

جدول يوضح المحتوى من الأحياء الدقيقة في المنتجات الغذائية:

نوع الكائن الدقيق / الدولة	ألمانيا		هولندا	
	القيمة القياسية	القيمة الخطرة	القيمة القياسية	القيمة الخطرة
أعداد البكتريا الهوائية الكلية Total Aerobic bacteria	$1*10^5$/غرام	$1*10^6$/غرام	$1*10^6$/غرام	$1*10^6$/غرام
بكتريا القولون *Escherichia coli*	لا توجد	لا توجد	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم
بكتريا *Bacillus cereus*	$1*10^4$/غم	$1*10^5$/غم	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم
بكتريا *Staphylococcus aureus*	$1*10^2$/غم	$1*10^3$/غم	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم
بكتريا التايفوئيد Salmonella	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم
الفطريات والخمائر Fungi and Yeasts	- -	- -	$1*10^3$/غم	$1*10^3$/غم
الكلوستريديا المختزلة للكبريت Sulfite reducing clostridia	$1*10^4$/غم	$1*10^5$/غم	- -	- -
مجموعة القولون البرازية Fecal coliform	$1*10^2$/غم	$1*10^2$/غم	$1*10^2$/غم	$1*10^2$/غم
Clostridium perfringens	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم	لا توجد في 20غم

المصدر: الشحات 2007.

أستراتيجيات النهوض بقطاع الزراعة العضوية محلياً

1- أعتماد مقاييس وطنية وسن قانون للأنتاج العضوي ، بحيث تكون مكافئة لنظيرتها في الدول التي لها تجربة طويلة في هذا المضمار لاسيما الأتحاد الأوربي ، وتأسيس نظم للمراقبة والمصادقة والأعتماد تتمتع بالأستقلال في أتخاذ القرارات ذات الشأن .

2- التأكيد على المعرفة والخبرة بالزراعة العضوية وخاصة حاجتها الى جهد أكبر وأنتباه وحذر من أجل تجنب التلوث والأفات .

3- تقديم الدعم الرسمي والشعبي خاصة في المراحل الأولى من تبني هذا النظام لما لذلك من دوراً بارزاً في أنجاح المراحل التالية.

4- أقامة علاقات جيدة مع المستوردين والتجار في الأسواق تكون مبنية على سياسة أقتصادية علمية بهدف التصدير الناجح للمنتجات العضوية .

نظرة مستقبلية للزراعة العضوية

لقد امتهن أجدادنا الزراعة منذ العصور الأولى لتوطن الإنسان وتحول نمط حياته من الصيد الذي يتطلب التنقل إلى الاستقرار الذي تفرضه طبيعة العمل الزراعي وبعدها اعتد نظام الزراعة العضوية من خلال تجربته التي استثمر فيها إمكانية الاستفادة من مخلفات حيوانات التي دجنها لخدمته في الانتقال وإنجاز الأعمال حيث لاحظ ان استعمال تلك المخلفات يحسن من نمو وإنتاج مزروعاته كما اتبع نظام الدورة الزراعية عند استغلاله للأرض حيث عمد إلى ترك جزء من تلك الأرضي التي يزرعها بدون زراعة في أحد المواسم من العام بهدف الحفاظ على خصوبة التربة وعدم تدهور إنتاجيتها غير ان هذا التدبير فشل في رفع الإنتاجية لتصل إلى تحقيق وفرة من الإنتاج الزراعي يوفر غذاء يكفي للأعداد البشرية التي ازدادت بشكل مضطرد على مستوى العالم وخصوصاً في أعقاب الثورة الصناعية التي شهدتها أوربا وما حققته من زيادة في تحسين الوعي الصحي للمجتمعات مما قلل من نسب الوفيات التي كانت تحصل بسبب الأمراض الوبائية التي تفتك بالمجتمعات آنذاك مما لفت انتباه عدد من العاملين في مجال الزراعة والغذاء إلى ذلك وبدؤوا في توجيه الدراسات العلمية الزراعية والصناعة المرتبطة بعلوم الزراعة لإيجاد الحلول وقد استثمر عدد من الدول والشركات الصناعية الكبرى ذلك وعمدت إلى التدخل في طبيعة العملية الإنتاجية من خلال بعض الممارسات والمدخلات كالتسميد والمكافحة والتهجين لإنتاج أصناف وسلالات تتميز بالإنتاجية العالية أو المقاومة لنوع معين من الأمراض وغيرها من الممارسات التي يتم فيها استعمال مركبات كيميائية تصنيعية Synthetic additives وآخر تلك الممارسات استخدام الهندسة الوراثية التي لا تزال حتى يومنا هذا تثير جدلاً واسعاً على مستوى العالم، وكان الهدف من وراء جميع هذه الممارسات التوسع وزيادة الإنتاج الزراعي أفقياً وعمودياً ليكون الحجر الأساس في تحقيق الأمن الغذائي العالمي غير ان بعض هذه الدول والشركات انتهجت بعض الممارسات التي أدت إلى الإخلال في التوازن الطبيعي للبيئة وبدأت بعض أضرارها تنعكس على صحة الإنسان والحيوان وحتى على الأنظمة البيئية للمواطن الأرضية والمائية نتيجة لتراكم أنواع

معينة من المواد والعناصر والمعادن التي تصبح سموم قاتلة بارتفاع تراكيزها عن حد معين والتي قد لا يظهر تأثيرها بصورة مباشرة إلا بعد مضي فترة من الزمن وهذا بحد ذاته أوجب على الدول التي تنبهت لهذه الأضرار الخطرة ولكي تحمي مواطنيها وبيئاتها فعمدت إلى اصدار التشريعات والقوانين التي تحد أو تمنع إنتاج وتداول وادخال واستعمال تلك المواد والمنتجات الزراعية والغذائية الحاوية عليها في بلدانها سواءً للاستهلاك البشري أو الحيواني.

إن استمرار الزيادة في نمو السكان على نمو متسارع اذ يتوقع ان يصل عدد سكان العالم في عام 2015 إلى أكثر من 7.285.900.000 نسمة مع أعلى تمركز لمعدلات الزيادة السكانية في دول العالم الثالث ومنها الدول العربية والذي سيلعب دوراً رئيساً في ازدياد الطلب على الغذاء وخاصة المحاصيل الزراعية الطازجة ومنتجاتها المصنعة كما سيؤدي إلى اتساع الفجوة الغذائية بين مجتمعات وشعوب الدول مما يتطلب من واضعي الاستراتيجيات الزراعية بناء خططهم الزراعية على قوانين توجب وتلزم إتباع الأسس العملية التي هم على ثقة ويقين بأن تطبيقها يحقق الزيادة المطلوبة في الانتاج الزراعي الكمي والنوعي والتي تحقق أمن غذائي من الحاصل المنتج وفق أنظمة وضوابط وقوانين الزراعة العضوية والتي بها نوع من صحة المواطن وسلامة البيئة.

ولكي ندرك الوضع الذي عليه الزراعة العضوية في بلدنا مقارنة بما تكون عليه الزراعة العضوية في العالم والعالم العربي علينا النظر إلى البيانات التالية التي توضح تطور مساحة الأراضي المزروعة عضوياً وعدد المزارع التي تتبع نظام الزراعة العضوية في بعض دول العالم والبلدان العربية.

جدول يوضح تطور مساحة الأراضي المزروعة عضوياً والمساحات العضوية الأخرى في العالم للفترة من 1999- 2013

السنة	المساحة المستغلة بالزراعة العضوية (مليون هكتار)	المساحة المستغلة بالأنماط الأخرى للزراعة العضوية (مليون هكتار)
1999	11.0	4.1
2000	14.8	5.6
2001	17.3	21.5
2002	19.7	19.8
2003	25.5	22.5
2004	29.7	26.7
2005	28.9	27.0
2006	30.5	30.7
2007	32.1	31.5
2008	35.0	31.8
2012	43.1	

المصدر: FIBL & IFOAM 2015

كما توضح بيانات الجدول التالي المساحات التي تزرع وفق نظام الزراعة العضوية في بعض الدول وعدد المزارع وما تشكله هذه المساحة مقارنة بالمساحة الصالحة للزراعة في تلك الدولة لعام2003.

اسم البلد	مساحة المزارع التي تتبع نظام الزراعة العضوية (هكتار)	% لمساحة الأراضي المزروعة وفق نظام الزراعة العضوية إلى المساحة الكلية للأراضي الزراعية	عدد المزارع التي تتبع نظام الزراعة العضوية
أستراليا	10.500.000	2.13	1380
الأرجنتين	3.192.000	1.89	1900
إيطاليا	1.230.000	7.94	56440
الولايات المتحدة الأمريكية	950.000	0.23	6949
المملكة المتحدة	679.631	3.96	3981
المكسيك	143.154	0.13	45000
أوغندا	122.000	1.39	34862
بيرو	84.908	0.27	28200
أندونيسيا	40.000	0.09	19685
تونس	18.255	0.36	409
مصر	15.000	0.19	460
المغرب	11.960	0.14	555
لبنان	250	0.07	17
سوريا	74	-	1

المصدر: www. Ifoam. Org and www. Soel.de/inhalte- publikationen/s/s- 74.pdf

أما في نهاية عام 2012 فقد بلغت المساحة الكلية المزروعة عضوياً 43.1 مليون هكتار موزعة كما يلي (17.3 مليون هكتار في أسيا و 11.5 مليون هكتار في أوربا و 6.6 مليون هكتار في أميركا اللاتينية) . في هذا الوقت لم يحصل في العراق سوى تأسيس للمركز الوطني للزراعة العضوية عام 2008 ، ما يوضح عدم وجود في العراق مزارع تتبع نظام الزراعة العضوية إلا ان هذا لا يعني عدم توجه باحثي الأكاديميات العلمية الزراعية إلى هذا المضمار فقد نفذت عدد من التجارب الزراعية التي وضعت في أهدافها إتباع نظام الزراعة العضوية منذ مطلع ثمانينيات القرن الماضي لاختبار استجابة عدد من محاصيل الخضر مثل البطاطا والخيار والطماطة والقرع والقرنابيط وأشجار الفاكهة مثل المشمش ومحاصيل الحقل مثل محصول الحنطة لنظام الزراعة العضوية وفيما يلي عناوين بعض الدراسات التي أنجزت في كلية الزراعة /جامعة بغداد للفترة من 1980 ولغاية 2009 .

عنوان الدراسة	اسم الباحث	سنة الدراسة
تأثير فضلات عضوية مختلفة على بعض خواص التربة ونمو الحنطة .	عصام أحمد حسين	1980
الخواص الكيميائية لعدد من الأسمدة العضوية وعلاقتها بإنتاج النبات .	فاضل صافي الكربلائي	1987
الأسمدة العضوية وأثرها في زيادة كفاءة الأسمدة الكيمياوية في الترب الصحراوية .	عبد الكريم عريبي الكرطاني	1988
تأثير إضافة بعض المخلفات العضوية في تحسين صفات التربة الكلسية ونمو الحنطة .	أحمد علي عبد الله الطوقي	1994
تأثير إضافة بعض المخلفات العضوية في تعدل الكربون والنتروجين في تربة من منطقة الجادرية .	إيمان صاحب سلمان السعدي	1997
تأثير السماد العضوي والفوسفاتي في جاهزية الفسفور خلال مراحل نمو نباتات الطماطة .	جعفر عباس شمس الله الأركوازي	2000
تأثير طريقة إضافة السماد العضوي على إنتاجية البطاطا في الترب الجبسية .	رعد عمر صالح	2000
تأثير السكريات المتعددة والأحماض الدبالية لمواد عضوية مختلفة في بناء التربة .	سعاد خليل حميد القيسي	2001
مقارنة الزراعة العضوية بالزراعة التقليدية في إنتاج الخيار وفي خصوبة التربة .	رغد سلمان محمد	2002
دور المادة العضوية ونوعية المياه في حركية وتوزيع الأملاح في التربة المتأثرة بالأملاح .	صادق جعفر حسن دويني	2003
تأثير إضافة كوالح الذرة الصفراء في بعض خصائص التربة .	آلا صالح عاتي	2004
دور المايكورايزا وسماد السوبر فوسفات الثلاثي والصخر الفوسفاتي في نمو وإنتاج الطماطة .	محمد محي الدين صالح	2006
تأثير إضافة السماد العضوي والكيميائي في الصفات المرفولوجية والفسيولوجية والحاصل الكلي والبذري والزيت ومكوناته لنبات القرع	كريم معيان ربيع الزبيدي	2007
تأثير الأسمدة العضوية المختلفة وتغطية التربة في نمو وإنتاج ونوعية البطاطا .	سمير محمد الزهاوي	2007
تأثير مصدر ومستوى السماد العضوي في بعض صفات التربة وإنتاج القرنابيط صنف سولدسنو .	فاضل حسين الصحاف وآلاء صالح عاتي	2007
تقييم تأثير التسميد العضوي والمعدني Nو K في حالة تحرير البوتاسيوم وإنتاج درنات البطاطا .	قحطان جمال عبد الرسول	2007
استجابة أشجار المشمش صنف زيني للتسميد العضوي والمعدني	عبد الستار جبار حسين العبيدي	2008
استخدام الأسمدة الحيوانية والشرش كأسلوب للزراعة العضوية وتأثيرها في نمو وإنتاج البطاطا .	عمر هاشم مصلح المحمدي	2009

المصـــــــادر

أولاً: العربية

1- أبو زهرة، طالب راتب 2005 إنتاج وتخزين ونوعية الفراولة المنتجة بنظام الزراعة العضوية والتقليدية في بيت بلاستيكي في وادي الأردن. كلية الدراسات العليا. جامعة الأردن.

2- ألأركوازي، جعفر عباس شمس الله، 2000 تأثير السماد العضوي والفوسفاتي في جاهزية الفسفور خلال مراحل نمو نبات الطماطة. رسالة ماجستير. قسم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

3- البهيدي، محمد عبد الحميد، محمود عبد العزيز خليل، محسن حسن السواح وأحمد عبد الله محسن 2004 تأثير السماد العضوي والمعدني والحيوي والنتروجيني والفوسفاتي على الوزن الجاف والمحصول للطماطم النامية في الأراضي الرملية. مجلة الزقازيق للبحوث الزراعية www. Zu.eg /agr.

4- الجبوري، منى حمودي وعبد الله عبد الكريم حسن 2009 التنظيف البيئي لمختلف المخلفات الزراعية والصناعية عن طريق زراعة القطر الغذائي *Pleurotus ostreatus*. وقائع المؤتمر العلمي الثالث لكلية العلوم. جامعة بغداد. 1080-1088.

5- الجلا، عبد المنعم محمد 2002 الزراعة العضوية، الأسس وقواعد الإنتاج والمميزات. كلية الزراعة /جامعة عين شمس. مصر .302.

6- الحداد، زكريا عبد الرحمن 2003 وقائع المؤتمر العربي للزراعة العضوية من أجل نظافة البيئة وتدعيم الاقتصاد. 261-270.

7- الحسن، حيدر محمد 2008 أثر التسميد العضوي في الخصائص الخصوبية للتربة وفي انتاجية البطاطا في ظروف منطقة القصير بمحافظة حمص. رسالة ماجستير. كلية هندسة الزراعة. جامعة البعث –الجمهورية العربية السورية.

8- الرضيمان، خالد ناصر 2003 النترات وتأثرها على البيئة. مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي. 24 (3) 357-372.

9- الرضيمان، خالد ناصر 2004 تلوث البيئة بالأسمدة الكيميائية النتروجينية أسبابه ومخاطره. سلسلة الإصدارات العلمية للجمعية السعودية للعلوم الزراعية. المملكة العربية السعودية.

10- الزبيدي، كريم معيان 2007 تأثير إضافة السماد العضوي والكيميائي في الصفات المرفولوجية والفسيولوجية والحاصل الكلي والبذري والزيت ومكوناته لنبات القرع (*Cucurbita pepo* L.) أطروحة دكتوراه. قسم البستنة –كلية الزراعة. جامعة بغداد.

11- الزهاوي، سمير محمد 2007 تأثير الأسمدة العضوية المختلفة وتغطية التربة في نمو وإنتاج نوعية البطاطا *Solanum tuberosum* L.. رسالة ماجستير. قسم البستنة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

12- السامرائي، إسماعيل خليل وفزع محمود الطائي 2006 التداخل بين نوع لقاح المايكورايزا وطريقة إضافته في نباتات الطماطة المزروعة في ترب متملحة. مجلة الزراعة العراقية. 11(2) 34-43.

13- السعدون ، عبدالله بن عبد الرحمن 2004 الزراعة العضوية : دعوة الى المحافظة على البيئة . كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .

14- السعدي، إيمان صاحب سلمان 1997 تأثير إضافة بعض المخلفات العضوية في تعدن الكربون والنتروجين في تربة من منطقة الجادرية. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
15- الشحات، محمد رمضان طه 2007 الأسمدة الحيوانية والزراعة العضوية. غذاء صحي... بيئة نظيفة. القاهرة. دار الفكر العربي للطباعة والنشر.
16- الشمري، منعم فاضل مصلح 2007 تأثير التسميد الحيوي بفطر *Glomus mosseae* و *Trichoderma harzianum* والتسميد العضوي Humic acid والتداخل بينهما في نمو وإنتاج نبات الطماطة *Lycopersicon esculentum* Mill رسالة ماجستير. الأكاديمية العليا للدراسات العلمية والإنسانية -جامعة ديالى.
17- الصحاف، فاضل حسين وآلاء صالح عاتي 2007 تأثير مصدر ومستوى السماد العضوي في بعض صفات التربة وإنتاج القرنابيط *Brassica oleracea* var. var. botrytis صنف سولدسنو. مجلة علوم التربة. 7(1): 25-41.
18- الصحاف، فاضل حسين وآلاء صالح عاتي 2007 إنتاج البطاطا بالزراعة العضوية 3- تأثير التسميد العضوي والشرش في نمو النبات وحاصل الدرنات وصفاتها النوعية. مجلة العلوم الزراعية. 38(4) 65-82.
19- الطوقي، أحمد علي عبد الله 1994 تأثير إضافة بعض المخلفات العضوية في تحسين صفات التربة الكلسية ونمو الحنطة. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
20- العبد الله، جمال 2007 فعالية المخصب الحيوي EMI على إنتاجية القمح والشعير عند السقاية بماء النهر أو ماء الآبار المالحة. كلية هندسة الزراعة. جامعة الفرات. الحسكة. الجمهورية العربية السورية.
21- العبيدي، عبد الستار جبار حسين 2008 استجابة أشجار المشمش *Prunus armeniaca* L. صنف زيني للتسميد العضوي والمعدني. رسالة ماجستير -قسم البستنة -كلية الزراعة -جامعة بغداد.
22- القيسي، سعادة خليل حميد 2001 تأثير السكريات المتعددة والأحماض الدبالية لمواد عضوية مختلفة في بناء التربة. رسالة ماجستير -قسم علوم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
23- الكربلائي، فاضل صافي 1987 دراسة بعض الخواص الكيميائية لعدد من الأسمدة العضوية وعلاقتها بإنتاج النبات. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة. كلية الزراعة -جامعة بغداد.
24- الكرطاني، عبد الكريم عريبي 1988 الأسمدة العضوية وأثرها في زيادة كفاءة الأسمدة الكيميائية في الترب الصحراوية. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة -كلية الزراعة. جامعة بغداد.
25- المحمدي، عمر هاشم مصلح 2009 استخدام الأسمدة الحيوانية والشرش كأسلوب للزراعة العضوية وتأثيرها في نمو وإنتاج البطاطا. أطروحة دكتوراه -قسم البستنة. كلية الزراعة -جامعة بغداد.
26-المنظمة العربية للتنمية الزراعية2006. الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية -الخرطوم المجلد26.
27- المؤتمر السوري المصري للزراعة والغذاء في الوطن العربي2005.
28- الهادي، صباح شافي وحسين علي شهاب 2000 الاستهلاك المائي لمحصول الشعير تحت تأثير نقص رطوبة التربة وإضافة المخلفات النباتية. مجلة الزراعة العراقية 5 (2): 27-33.
29- حسين، عصام أحمد 1980 تأثير فضلات عضوية مختلفة على بعض خواص التربة ونمو الحنطة. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة. كلية الزراعة -جامعة بغداد.
30- حمد، أحمد سلمان 2001 تأثير نوعية مياه الري والحمئة في بعض صفات التربة ونمو نبات السبانغ. رسالة ماجستير -قسم علوم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

31- حمدو، سعد حامد 1984 تأثير مخلفات الشرش على بعض صفات التربة الفيزيائية. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

32- حميدان، مروان حميدان، رياض زيدان وجنان عثمان 2006 تأثير مستويات مختلفة من التسميد العضوي في نمو وإنتاجية البطاطا صنف مارفونا (*Solanum tuberosum* L.) مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية 28 (1) 185-206.

33- خليفة، خلف، دور المادة العضوية والدبال في التربة الزراعية.

34- دويني، صادق جعفر حسن 2003 دور المادة العضوية ونوعية المياه في حركية وتوزيع الأملاح في التربة المتأثرة بالأملاح. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة. كلية الزراعة -جامعة بغداد.

35- زيدان، رياض وسمير ديوب 2005 تأثير بعض المواد الدبالية ومركبات الأحماض الأمينية في نمو وإنتاج البطاطا العادية (*Solanum tuberosum* L.) مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية 27 (2): 91-100.

36- صالح، محمد محي الدين 2006 دور المايكورايزا وسماد سوبر فوسفات الثلاثي والصخر الفوسفاتي في نمو وإنتاج الطماطم *Lycopersicon esculentum* Mill رسالة ماجستير. قسم البستنة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

37- صالح، رعد عمر 2000 تأثير طريقة إضافة السماد العضوي على إنتاجية البطاطا في تربة جبسية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. تكريت. العراق 2 (2).

38- شحاتة، سامي محمد، محمد راغب الزناتي وبهجت السيد علي 1993 الأسمدة العضوية والأراضي الجديدة. الدار العربية للنشر والتوزيع.

39- شراقي، محمد محمود، عبد الهادي خضر، علي سعد الدين سلامة ونادية كامل، فسيولوجيا النبات الدار العربية للنشر والتوزيع -طبعة ثانية (مترجم).

40- عاتي، آلاء صالح 2004 تأثير إضافة كوالح الذرة الصفراء في بعض خصائص التربة. أطروحة دكتوراه. قسم علوم التربة -كلية الزراعة -جامعة بغداد.

41- عاتي، آلاء صالح وفاضل حسين الصحاف 2007 إنتاج البطاطا بالزراعة العضوية 1- دور الأسمدة العضوية والشرش في الصفات الفيزيائية للتربة وأعداد الأحياء المجهرية. مجلة العلوم الزراعية العراقية 38 (4) 36-51.

42- عاتي، آلاء صالح وفاضل حسين الصحاف 2007 إنتاج البطاطا بالزراعة العضوية 2- دور التسميد العضوي والشرش في جاهزية العناصر الكبرى للنبات ونسبة الإصابة بالمايكورايزا. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 38(4) 52-64.

43- عبد الجبار، بهاء، آلا صالح عاتي وسيف الدين عبد الرزاق 2006 تأثير الشرش (مخلفات الألبان) وفضلات الأبقار في بعض خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية. مجلة ديالى للبحوث التطبيقية 2 (1): 1-11.

44- عبد الرسول، قحطان جمال 2007 تقييم تأثير التسميد العضوي والمعدني N وK في حالة تحرر البوتاسيوم وإنتاج درنات البطاطا. أطروحة دكتوراه. قسم علوم التربة. كلية الزراعة -جامعة بغداد.

45- علي، بسام نهيت 2008 تأثير السماد العضوي وعمق طمره في نمو وإنتاجية القطن وخصائص أليافه التكنولوجية في ظروف في محافظة الحسكة. رسالة ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الهندسة الزراعية. جامعة تشرين. الجمهورية العربية السورية.

46 – عيسى ، سعد بن عبدالله خليل 2004 محاضرة مقدمة للبرنامج التدريبي الأول في الزراعة العضوية للمرشدين الزراعيين بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .

47 – فرحان، حماد نواف 2008 تأثير السمادين العضوي والنتروجيني على نمو وإنتاج البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 6(1) 136-145.

48- كاظم، حمزة موسى، زياد عبود خماس وعطا عبد الفتاح حماد 1987 تأثير إضافة معلق السماد الحيواني على نمو وحاصل الباذنجان المزروع داخل البيوت الزجاجية. مجلة زانكو، مجلد 5، (عدد ملحق) بغداد –العراق.

49- كركوتلي، أيمن 2009 تحسين القيمة الغذائية للمخلفات الزراعية. نشرة لمديرية الإرشاد الزراعي. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. الجمهورية العربية السورية.

50- مبارك، باسل فؤاد 2008 أساسيات الزراعة العضوية. محطة التجارب الزراعية. المنطقة الزراعية الوسطى.

51- محمد، رغد سلمان 2002مقارنة الزراعة العضوية بالزراعة التقليدية في إنتاج الخيار *Cucumis sativus* وفي خصوبة التربة. رسالة ماجستير. قسم البستنة. كلية الزراعة –جامعة بغداد.

52- محمود، سعد علي زكي، عبد الوهاب محمد عبد الحافظ ومحمد الصاوي محمد مبارك. ميكروبيولوجيا الأراضي. القاهرة. مكتبة الآنجلو المصرية.

53- مركز الإمارات للمعلومات البيئية الزراعية 2008 الزراعة العضوية والتسميد العضوي وأثره على تراكم العناصر الثقيلة والأضرار الناجمة عنها. وزارة البيئة والمياه.

54- العاني، عبد الفتاح.1984 اساسيات علم التربة .دار التقني للطباعة والنشر العراق.

55- نظام، عدنان علي وسهيل نادر 2006 تأثير سماد معمل معالجة القمامة بدمشق في بادرات الفاصوليا المزروعة. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية 28 (1) 67-76.

56- هندي، إحسان 2000 التحدي البيئي وضرورات مواجهته. مجلة معلومات دولية. مركز المعلومات القومي في الجمهورية العربية السورية18: 56-63.

57- ياسين، بسام طه 2001 أساسيات فسيولوجيا النبات، قسم العلوم البيولوجية –كلية العلوم. جامعة قطر.

ثانيا: الانكليزية:

1. Abdelrazzag Ayed. 2002. Effect of Chicken manure, sheep manure and inorganic fertilizer on yield and nutrients uptake by onion. Pakistan journal of Biological Sciences 5(3): 266-268.
2. Abou- Hussein, S.D., A. F. Abou- Hadid, and T. El- Shorbagy. 2003. Effect and Chicken manure with mineral fertilizers on vegetative growth chemical composition and yield of potato crops. Acta Hort. (ISHS) 608: 73-79.
3. Adams, R. S. and R. J. Ellis 1960. Some physical and chemical changes in the soil brought by saturation with natural gas. Soil Sci. Am. Proc. 24: 41-44.
4. AL- Redhaiman, K. N. 2000. Nitrate accumulation in plant and hazards to man and livestock health: A Review J. King Saud Univ (Agric. Science) 12 (2): 143-156.

5. Asiegbu, J. E. and J. O. Uzo. 1984. Yield and yield Component Responses of Vegetable crops to Farmyard Manure Rates in the Presence of Inorganic Fertilizer. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico. Vol. LXVIII No. 3: 243-252.

6. Barmaki, M; F. Rahimzadeh. K. Hoei, S. Zehtabsalmasi, M. Magadam and G. Nouri. 2008. Effect of organic Farming on yield and quality of potato tubers in Adabil. Journal of Food, Agriculture of Environment. 6 (1): 106-109.

7. Bernal, M. P.;J. A. Alburquerque; and R. Moral .2008. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment . A review , Bioresource Technology xxx(2008)xxx-xxx.

8. Bohn, H., Neal Mc and G. Al- Redhaiman. 2000. Nitrate accumulation in plant and hazards to man and livestock health. A Review. J. King Saud univ. (Agric. Science) 12 (2): 143-156.

9. Biswas, D. R. and G. Narayanasamy. 2006. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low- grade Indian rock phosphate. Bioresource Technology. 97: 2243-2251.

10. Borisov, V. A. 2000 The ecologically safe and environmentally Frindly Fertilization systems. J. potato and Vegetables. 5: 19-23.

11. Campbell, C. A. and M. Zenter. 1993. Soil organic matter as influenced by crop rotation and fertilization. Soil Sci. Am. J. 57: 1040-1043.

12. Cihangir, N. and N. Aksz. 1996. Production of gibberellic acid by *Aspergillus niger* using some food industry wastes. Acta Microbi. Polonica 45: 291-297.

13. Costigan, P. A. 2000. Report of organic farming Ministry of Agriculture, Fisher and food (MAF). 19 September. London.

14. Day, A. 1990. Organic food. Ref, Aguide from the minister of Agriculture fisheries and food.

15. Dridi, B. and C. toumi. 1999. Effect of ceveral organic amendments on physical properties of a cultivar soil. Etude et gestation. Des. Soles. 6: 7-14.

16. Drinkwater, L. E., P. wagoner, and M. sarrantonio. 1998. Legume based eropping systems have reduced carbon and nitrogen loses. Nature. 396: 262-265.

17. FAO, 2005. Faostat Agricultural data. Agricultural production crop. Primary available at http: // faostat. Fao. Org/ faostat/ collection supset agriculture Accessed on 10. February 2005.
18. FAO, 2006. Un. Food and Agricultural Organization. http: // faostat. AO. Org/ site.
19. FAO, 2007. Un. Food and Agricultural Organization. http: // www. Fao. Org/ croup/ statistics/ ar/.
20. Frick and Bonn .2015. The world of organic agriculture . FIBL & IFOAM .
21. Gadkar, V. D. S. Ratafet, T. kunik and Y. kapulnik. 2001. Arbuscular mycorrhizal fungal colonization factors involved in host recognition. Plant physiol. 127;: 1493-1499.
22. Genra, A. and P. Bonfant 2002. Epidermal cells of symbiosis defective mntant of lotus japonicas show aitered cytoskeleton organization in the presence of amycorrhizal fungus. Protoplasma, 219: 43-50.
23. Ghandour, I. A., M. A. O. EL- sharawy, E. M. Abdel- Moniem. 1996. Impact of vesicular arbuscular mycorrizal fungi and rhizobium on growth and P, N and Fe uptake by faba- bean. Fertilizer Research. 43: 43-48.
24. Ghosh, P. K., P. Ramesh, K. K. Bandyopadhyay, A. K. Tripathi, K. M. Hati, A. K. Misra, C. L. Acharya 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizers NPK on three cropping systems in vertisols of semi- arid tropics. I. crop yields and system performance Indian institute of soil science. Bioresource Technology. 95: 77-83.
25. Goyal, Sneh; S.K. Dhull, K.K. Kapoor. 2005. Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. Bioresource Technology 96: 1584-1591.
26. Grandy, A.S, G.A. porter and M.S. Erich. 2002. Brganic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping system soil Sci. Am. J. 66:1311-1319.
27. Grewal, J.S. and S.P. Trenan 1979 Direct residual of cumulative effects of phosphorus and potassium applied through organic & inorganic sources on potato (*Solanum tuberosum* L) in acidic brown hill soil. J. Indian potato Assoc. 6(1): 41-51.

28. Haddadin, Malik S. Y. J. H. Omar, I. Arabiyat, B. Hattar 2009. Biological conversion of olive pomace into compost by using *Trichoderma harzianum* and *phanerochaete chrysosporium*. Bioresource Technology. 100: 4773-4782.

29. Hafez, A. A. R. 1974 Comparative change in soil physical properties domestic animals. Soil Sci. 118: 53-59.

30. Havlin, J. L. D. Beaton, S. L. Tisdale. And W. L. Nelson 2005. Soil Fertility & Fertilizers. 7th Ed. An introduction to nutrient management. Upper saddle River. New Jersey. USA.

31. Hayes, M. H. B., C. E. clap. 2001. Humic substances considerations of compositions, aspects of structure and environment influences. J. Soil Sci. 166 (11): 723-737.

32. Helga Willer, Research Institute of Organic Agriculture FIBL, Frick, Switzerland.& IFOAM, International Federation of Organic Agriculture Movements. (2010) www.fibl.org.

33. Henrike, P. S. Dietmar and G. Eckhard 2006.Effect of mycorrhizal inoculation and compost supply on growth and nutrient uptake of young leek plants grown on peat-based substrates. Hortscience 41: 489-861.

34. Kononova, M. M. 1966 Soil organic matter. Its nature, Its role in soil formation and in soil fertility. 2nd English edition. Pergamon press. New York.

35. Martin, A. M. 1991. Bioconversion of waste materials to industrial products. Elsevier Scince Publishers LTD New York.

36. Nadia, E. H. and H. Caroline 2002. Organic agriculture environmental and Food security. Food and Agriculture organization of the united Nation Rome. www. Fao. Org.

37. Nadia, A. A., R. O. Salih and T. H. Ahmed. 1996. Effect of inoculation with mycorrhizal Fungi and addition of organic matter on growth and nutrient uptake by sorghum bicolor plant and some physical properties of soil. IPA. J. of Agric. Res. 6 (3): 250-261.

38. Ofosu- Budu, G. K.; Hogarh, J. N.; Quaye, A.; Danso, S. K. A. and Carboo, D. 2010. Harmonizing procedures for the evaluation of compost maturity in tow compost types in Ghana. Resources. Conservation an Recycling 54: 205-209.

39. Pamela, R. and F. Benny 2005. Genetic Engineering and organic production systems. California organic program. www. calfo. ca. gof/ is/ iandc.

40. Pang, X. P. and J. letey 2000 Organic Farming challeng of timing, nitrogen availability to crop and nitrogen requirements. Soil sci. Am. J. 64: 247-253.
41. Perner, H., D. Schwarz and E. George 2006. Effect of mycorrhizal inoculation and compost supply on growth and nutrient uptake of young leek plants grown on peat-based substrates. Hortscience 41: 489-861.
42. Poca- Perez, L., C. Martinez, P. Marcilla, R. Boluda 2009 Composting rice straw with sewage sludge and Compost effects on the soil- plant system. Chemosphere 75: 781-787.
43. Powell, C. LI and D. J. Bagyaraj 1984 V. A. Mycorrhiza CRC Press. Inc. Boca raton. Florida. Printed in the USA.
44. Powers, laura E. and Robert Mc Sorley Ecological Principles of Agriculture. Delmar Thomson learning United States.
45. Prasad, R. 2005 organic Farming. Current Science. 89: (2): 252.
46. Prasad, B. K., M. Kumar, A. P. Diwakar, K. R. Sing and U. Prasad 2000 Effect of domestic wastes on the germination of maize and cowpea seed. J. Phyto. Res. 13: 191-194.
47. Quilambo, U. A. 2003 The vesicular- arbuscular mycorrhizal symbiosis. African J. of Biotechnology. 2 (1) 539-546.
48. Rauthan, B. S. and M. Schnitzer 1981 Effects of a soil Fulvic acid of the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plant and soil 63: 491-495.
49. Rosen, C. and P. Bierman 2007. Using manure in gardens. Yard and garden news. University of Minnes. Extension 9 (4).
50. Sadek , Abbas . 2009 . Mediterranean Organic Agriculture , Iraq Agriculture ... Today prospects for the national centre for organic agriculture . M.Sc.Thesis , International Centre for Advanced Mediterrean Agronomic Studies .
51. Salomonsson, L. 1999 The development of organic movements. Agriculture and Human Values 17 (3): 297-309.
52. Schnitzer, M. and S. U. khan (Eds) 1978 Soil organic Matter Devebpments in soil Sci. Elsevier, Amsterdam. 319P.
53. Tuzel, Y., Gul, A., Tuzel, I. H. and ongun, A. R. 2003. Organic cucumber production under greenhouse conditions. Acta Hort. (ISHS) 608: 149-157.

54. Zayed, Garber; Heba Abdel- Mottal 2005 Bio- active composts from rice straw enriched with rock phosphate and their effect on the phosphorous nutrition and Microbial community in rhizosphere of cowpea. Bioresource Technology 96: 929-935.
55. Zebarth, B. J., G. H. Neilsen, E. Hogue and D. Neilsen 1999 Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. Can. J. Soil. Sci. 79: 501-504.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
& Scientific Research
University of AL-Anbar

Principles in Organic Farming

Authors

Dr. Mowafaq M. Muslat Dr. Omar H. Moslh

Horticulture Dept. – College of Agriculture

2015 – 1436