محاضرات في الزراعة العضوية لطلبة المرحلة الثانية في قسم البستنة بكلية الزراعة - جامعة الانبار للعام الدراسي2021 - 2022 د. موفق مزبان مسلط

المحاضرة الاولى : مقدمة والأسباب الموجبة لاعتماد نظام الزراعة العضوي .

نبـذة تاريخـية

أن للتقدم العلمي والتقني الذي شهده العالم على مختلف الصعد وما أعقبه من تطور سريع في القرن العشرين انعكاسات تحققت نتائجها على أرض الواقع في مجتمعات العالم بأسره ، وأبرزها تحسين الحالة الاجتماعية والصحية والعمل على الحد من انتشار الأوبئة التي تفتك بالمجتمعات ، مما أدى إلى ازدياد أعداد السكان زيادة بمتواليات هندسية لا يتناسب معها إنتاج الغذاء ، الذي يتزايد بمتواليات حسابية. 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 الهجين ذات الإنتاجية العالية أو المقاومة لبعض الأمراض وغيرها من الممارسات التي تم فيها استخدام المركبات الكيميائية المصنعة Synthetic Additives. وقد شهدت ستينيات القرن الماضي بزوغ ما اصطلح 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 استخدام الهندسة الوراثية والعمل في مجال التحوير الوراثي والتلاعب بالجينات الذي أثار جدلاً واسعاً على مستوى العالم أذ أن التطبيق الفعلي لتلك الممارسات أظهر الكثير من السلبيات التي أخفتها تلك التقانات عن قصد أو عن غير قصد ومنها انعكاسات الاستخدام المفرط للمركبات الكيميائية وبكميات كبيرة منها فمثلاً التسميد بالأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية وكثير من العناصر الصغرى والمركبات الاخرى يتم بشكل لا يتلاءم والاحتياج الفعلي 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 اعطاء كميات من السماد لا يستطيع النبات امتصاص معظم أن لم نقول جميع عناصرها وبالتالي سيتم امتصاص جزء من تلك العناصر السمادية المضافة بعد تحلل السماد في التربة والباقي أما أن يدمص على أسطح غرويات الطين والدبال مثل كاتيونات بعض العناصر أو يحدث لها غسل مع الكمية الفائضة من مياه الري التي تنزل الى أعماق التربة وتذهب الى المبازل مثل النترات أو تثبت في التربة مثل الفوسفات أو تتطاير الى الجو كغازات مثل الامونيا وبالتالي لا يجد النبات احتياجاته 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 في الغالب ما تكون عناصر ثقيلة سامة فهي أما أن تتراكم في التربة أو يحدث لها غسل ، وهذا يؤدي الى ارتفاع تراكيزها في المياه الجوفية. ويمكن ايضاح بعض الاثار الضارة التي تنجم عن الافراط باستخدام الاسمدة الكيميائية بالاتي :

أضرار استخدام الاسمدة الكيميائية

*أضرار الاسمدة النيتروجينية

هناك عدد من المركبات التي تستخدم كأسمدة نيتروجينية مثل سلفات الامونيوم Ammonium sulphate $(NH_4)_2SO_4$)) ونترات الامونيوم Ammonium nitrate (NH_4NO_3) ونترات البوتاسيوم (KNO_3 Potash nitrate) وسينامید الكالسيوم ($CaCN_2$ Calcium cyanamide) الذي يتحلل في التربة الى يوريا ($(NH_2)_2CO$ Urea) والتي بدء استخدامها في الحقبة الاخيرة من القرن العشرين كسماد أرضي يحتوي على 46.4% نتروجين أو رشآ على المجموع الخضري كما تستخدم في تغذية بعض الحيوانات المجترة . واليوريا من المركبات التي يتم انتاجها من الامونيا وثاني أوكسيد الكاربون أذ يتم اولاً تخليق الامونيا بتفاعل نتروجين الهواء الجوي (78 % N_2) مع غاز الميثان (CH_4) بطريقة هبر- بوش Haber–Bosch process ، إذ تحتوي الامونيا المائية الناتجة على 82% نتروجين ويمكن تداولها بشكل سائل تحت الضغط . فخلال عملية تصنيع الامونيا يتكون مركب كربمات الامونيوم ($H_2N\text{-}CO\text{-}NH_3OH$) وأن ارتفاع درجة الحرارة أعلى من نقطة ذوبان البيوريت Biuret ($H_2N\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CO\text{-}NH_2$) وهي(186-189 درجة مئوية) يؤدي الى تكوين مادة البيوريت وهي مادة سامة على أنبات البذور والانسجة النباتية وعملية تخليق البروتين . لذلك يعد من أهم مواصفات سماد اليوريا احتوائها على ما لا يقل عن 46% نتروجين وأقل من 1% بيوريت ولا يزيد عن 0.6% فورمالديهايد وأقل من 0.3% رطوبة ، وأن ارتفاع تركيزه عن 0.3 % وتصاعد الامونيا عند ظروف التسميد بدون ري مباشر مع درجات الحرارة المرتفعة نسبياً ، وكذلك زيادة معدلات تحلل اليوريا تؤدي 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 في الهواء الجوي وعندها تسبب التراكيز المرتفعة منه الى التهاب العيون والجهاز التنفسي والعقم عند الرجال .

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

وكذلك سماد كبريتات الامونيوم (تحتوي على 21% نتروجين و24 % كبريت) التي يتم تصنيعها بتفاعل الامونيا المائية مع حامض الكبريتيك . يتضح من ذلك أن كثير من الاسمدة النيتروجينية تتحول الى الامونيا أو كاتيونات الامونيوم NH_4^+ في الماء وهذا ينشط أحياء التربة المسؤولة عن عملية النترجة Nitrifying microorganisms التي تقوم بتحويل الامونيا الى نتريت ومن ثم الى نترات بعملية النترجة الاحيائية Bio-nitrification والتي تنجز على مرحلتين هما :

الاولى : 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 (HNO_2 Nitrous acid)

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

ويقوم بهذين التفاعلين عدد من الاحياء الدقيقة بعض منها عضوية التغذية مثل فطر *Aspergillus niger* والبكتريا العصويه الموجبه لصبغة جرام *Arthrobacter* والبعض الاخر معدنية التغذية مثل *Nitrosomonas* و *Nitrosococcus* و*Nitrococcus* و . *Nitrobacter agilis*

ونظراً للتأثير السام للنتريت على النشاط الحيوي للأحياء الدقيقة في التربة المسؤولة عن عملية النترجة لذا يكون معدل أكسدة النتريت الى نترات أعلى من أكسدة الامونيا الى نتريت وبالتالي لا يحدث تراكم للنتريت في التربة . أما في المياه فأن وصول تركيز النتريت أو النترات سواء كان مصدرها الاسمدة النيتروجينية أو عملية النترجة والتي تتسرب الى المبازل أو المياه الجوفية الى 45 جزء بالمليون أو أكثر (10 أجزاء بالمليون نتروجين) فأن تلك المياه تكون غير صالحة للشرب ، وذلك لان النترات يتم اختزالها 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 استقبال الاوكسجين في الرئة مما يؤدي الى خفض معدل انتقال الاوكسجين بواسطة كريات الدم الحمراء الى خلايا الجسم مما يؤدي الى ظهور 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 التي تنمو في ترب غنية بالنترات لها قابلية تجميع جزء كبير من النترات في أنسجتها وعندما يتم استهلاك هذه المحاصيل بصورة مباشرة أو غير مباشرة من قبل الأنسان تؤدي الى ظهور ضرر النترات على صحته مثل الذره الشامية (*Zea mays)* Corn والذره رفيعة الأوراق *Sorghum* (Sorghum *vulgare*) والسبانغ Spinach (*Spinacia oleraceae*) والخس(*Lactuca sativa)* Lettuce وحشيشة السودان Sudan grass. من جانب أخر وجود النترات بكميات كبيرة في مياه الانهار وقنوات الري والبحيرات ومياه المبازل يشجع نمو الطحالب مما يؤدي الى تغير طعم المياه فضلاً 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 .

أما في الترب الغدقة فيحدث اختزال للنترات Nitrate reduction ويتحرر النتروجين بعملية Denitrification.أن 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 وعند استنشاق هذه الغازات فأنها تتحول الى حامض النتريك في الرئة . كما أن هذه الأكاسيد تتفاعل مع الهايدروكاربونات الناتجة من مصانع البتروكيماويات مثل غاز الميثان (CH_4) وغاز الأثيلين ($CH_2=CH_2$) وغاز الأستيلين ($CH\equiv CH$) 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 مع كل من غاز الميثان وثاني أوكسيد الكاربون وبخار الماء .

* أضرار الأسمدة الفوسفاتية

تعد عملية تصنيع الأسمدة الفوسفاتية من أكثر عمليات تصنيع الأسمدة تلويث 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 ، فإذا تسرب هذان الغازان خلال عملية تصنيع السماد فأن ذلك سيؤدي الى تلوث الهواء الجوي وأن استنشاقهما يسبب تقرحات العيون وتجمعات دموية في الرئة مع ارتفاع درجة حرارة الجسم وعند التراكيز العالية تحصل الوفاة .

من جهة ثانية فأن أضافة الأسمدة الفوسفاتية يتسبب بتسرب جزء من الفوسفات مع ماء الري الى أعماق التربة ويصل الى مياه البزل والمياه الجوفية أو الى ألأنهار والبحيرات وهذا سيشجع نمو الطحالب بغزارة وتعطي كتلة حيوية كبيرة عند تحللها بوساطة الاحياء الدقيقة يزداد معدل الاحتياج من الأوكسجين الذائب في الماء وبالتالي تتأثر المجتمعات الأحيائية المائية ومنها الثروة السمكية .

*أضرار المعادن الثقيلة

الأسمدة المعدنية عبارة عن ملح لعنصر أو أكثر كما تحتوي على شوائب من العناصر الثقيلة والسامة مثل الكادميوم والكروميوم والزئبق والرصاص والزرنيخ والتي تتراكم في التربة وأن استمرار أضافة مثل هذه الأسمدة 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 تحويلاتها الى مركبات المثيل Methylation والتي تؤثر تأثير ضار على الأنسان والحيوان.

يتضح مما سبق ذكره بعض الجوانب السلبية للكيميائيات التي ظهرت عن الاستخدام السيء أو المفرط ، فقد بدأت الآثار الضارة لاستخدام الكيميائيات في الزراعة بالظهور وبشكل واضح على صحة الإنسان وعلى البيئة ، مما وجه أنظار العلماء إلى تحذير الحكومات والشعوب من إن لهذه المدخلات انعكاسات سلبية عديدة ربما تظهر لاحقا ، وقد وجهوا للتركيز على الإنتاج العضوي كمنهج يتخذ للوصول 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. وتشكل الأراضي المزروعة بهذا النظام ما نسبته 50% من الأراضي الزراعية في كل من استراليا وتركيا و20% في اسبانيا و15% في كل من المغرب ومصر وسلوفينيا و7% في السويد وفلندا وقد حظا 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 اعتماد هكذا نظام في نطاق التجارب البحثية التي بدأت منذ تسعينات القرن الماضي حيث نفذ عدد محدود من التجارب على عدد من محاصيل الخضر مثل الخيار والقرنبيط والبطاطا ولا توجد إحصائية رسمية عن وجود مساحة زراعية تتبع نظام الزراعة العضوية.

المصادر

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

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

صالح ، هشام عبد الرزاق و السعدون ، عبدالله عبد الرحمن 2014 الزراعة العضوية للمحاصيل البستانية: نحو زراعة مستدامة. الجمعية السعودية للعلوم الزراعية ، سلسلة الاصدارات العلمية ، اصدار رقم 31.

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الثانية : مفهوم الزراعة العضوية ، اهدافها وفوائدها وسلبياتها ، ومفهوم الانتاج العضوي

مفـهوم الزراعة العضوية Organic Agriculture Understandable

تعد الزراعة العضوية وسيلة للتوازن الطبيعي للبيئة لجميع عناصرها ومكوناتها. وتعرف أيضاً بالزراعة الطبيعية Natural Agriculture فهي 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 مبتعدا كليا 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 ،مما يعطي الفرصة للمحافظة على الاتزان البيئي ونظافة البيئة مع الأخذ بالاهتمام توفير متطلبات المجتمع من الغذاء والألياف ومراعاة الجانب الاقتصادي. وقد عرفت منظمة الزراعة والغذاء (FAO Food Agriculture Organization) في اجتماعها الذي عقد في شباط من عام 1969 الزراعة المستدامة agriculture Sustainable 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.

ان 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.

ان 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 التقليدية 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 وان 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 التقليدية بالآتي:

الزراعة التقليدية	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 التقليدية 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 28-15% مقارنة بالزراعة التقليدية.
8- الإنتاج يحتوي على مخلفات وبقايا المواد الكيميائية المستعملة	* الإنتاج خالي من التلوث بالمعادن والمواد الكيميائية

والتي غالباً ما تكون ذات مقاومة عالية للتحلل مما يسبب تراكمها في الغذاء وتشكل خطراً على الصحة العامة.	والمنتج تم إنتاجه بعناصر طبيعية وهو أأمن صحياً ويحتوي على مركبات مضادة للسرطان بمعدل يزيد 50% عن المحاصيل المنتجة بالزراعة التقليدية.

الإنتــاج العضــوي Organic production

هو ذلك المنتج الغذائي الذي يزرع ويُنتج و يصنع 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 ، أو يكون 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 استخدامها في زراعة وتصنيع الأغذية العضوية ، والتي يجب أن يكون مصدرها خاضع للفحص الدوري حتى يُعطى المنتج شهادة) منتج عضوي Organic (، فهو نظام حديث يمتهن الاستمرار والاستدامة لإنتاج الغذاء الأمن صحياً والخالي من الملوثات وفي نفس الوقت يحافظ على خصوبة التربة على المدى الطويل من خلال الاستخدام الأمثل لمصادر الأرض المحدودة والمتاحة ، فالإنتاج العضوي ليس عودة إلى الوراء من خلال استخدام طرق الزراعة الاعتيادية أنما هو منتج متوافق مع التطور المستمر في علوم البيئة، الكيمياء الحيوية، فسيولوجيا النبات، تربية النبات وتصميم الآلات . إن شروط الزراعة العضوية لا تنطوي 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 الإنتاج 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 المتحللة هوائياً Composting .

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.

ان المستهلك يهتم بالقيمة الغذائية بشكل أكبر من اهتمامه بمدة صلاحية المنتج للحفظ والتخزين كما أنه يهتم بدرجة أقل من ناحية احتواء 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 لمنتج زراعة عضوية وآخر من زراعة تقليدية.

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 انهاك خصوبة التربة وإخراجها من دائرة الاستعمال الزراعي في المستقبل نتيجة الاستعمال المفرط للمواد الكيميائية المصنعة في العملية الإنتاجية وإنما هي تنمية مستدامة Sustainable Development تتحقق ضمن خطط وأساليب علمية ترتكز على مصير الغلاف الحيوي Biosphere بمكوناته الحية وغير الحية حيث تتركز الحياة تحت وطأة التلوث في الوقت الراهن.

وقد بدأ اعتماد أسلوب الزراعة العضوية كإحدى التدابير التي يتم من خلالها استعادة القدرة الطبيعية للنظم البيئية والتي منها تعزيز قوام التربة واحتفاظها بالمغذيات إضافة إلى قلة تلوث المياه السطحية والجوفية وخفض الاحتباس الحراري وذلك من خلال القدرة على استيعاب الكاربون في التربة. أن الأساس في البحث عن أسلوب جديد لزراعة آمنة هو الخروج من المشاكل البيئية التي ترتبت على استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات المصنعة في الزراعة وما تبع ذلك من فساد بيئي ومخاطر صحية كبيرة فكانت النتيجة هو ما اتفق على تسميته بالزراعة النظيفة والتي تم تعريفها على انها:

نظام إنتاجي زراعي اقتصادي اجتماعي بيئي متكامل يتمشى مع الأسس التاريخية التي اتبعها 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 حيث 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 بنسبة النترات في الخضراوات المنتجة عن طريق نظام الزراعة العضويةOrganic Farming مقارنة بمثيلتها المنتجة بالزراعة التقليديةConventional Farming ، 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 وبقايا المبيدات والسمية التي تسببها الحالات التي يتم فيها خلط أكثر من مبيد.

الفوائد البيئية للزراعة العضوية

فالزراعة العضوية تدرس الكثير من التغيرات طويلة الأجل التي تلاحظ في البيئة وحدثت ببطء مع مرور الوقت بهدف إنتاج الغذاء مع إيجاد توازن بيئي لتلافي مشكلة خصوبة التربة والآفات، حيث تتخذ الزراعة العضوية منهجا استباقيا لوضع التصورات الملائمة في معالجة 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 تكافح تعرية التربة، 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.

ان الأنشطة الزراعية تعد مسئولة 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 وقد يكون فيه مبالغة أحياناً للكيميائيات الزراعية مع تجاهل كبير للبيئة وسلامة مكوناتها والتوازن البيئي مما حقق إنتاجاً مرتفعاً من المحاصيل الزراعية إلا انه تسبب في تدهور حاد للبيئة وعناصرها. ومن جانب آخر توفر التكنولوجيا الحيوية أدوات فعالة لتحقيق التنمية المستدامة لقطاعات الزراعة والغابات ومصائد الأسماك وصناعة الأغذية لتلبية احتياجات اعداد السكان الذي يتزايد وجودهم في المدن خلال هذه الألفية، وهناك طائفة واسعة من التقنيات الحياتية ذات تقنيات وتطبيقات مختلفة.

من تلك التطبيقات استخدام 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 التقنيات المختلفة مثل معالجة الجينات ونقلها وتحنيط الـDNA 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. 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 تقنيات أحيائية أخرى أسفرت عن كائنات تحسن من نوعية الأغذية وتماسكها. لذلك يتجه العلماء إلى دراسة طرق بحثية جديدة يمكن أن تساعد على صيانة وتوصيف التنوع الحيوي وتهيئ هذه التقنيات الجديدة للباحثين القدرة على زيادة 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 التقنيات الحيوية والتي تقسم إلى فئتين أساسيتين من المخاطر هما:

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

يوضح ذلك 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 الزراعة العضوية كالملقحات ومفترسات الآفات.

5- الموارد الطبيعية: يوفر إتباع نظم الزراعة العضوية ظروفاً مواتية 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. 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 نظام الزراعة العضوية نظاماً قديماً تم تحديثه لمعالجة مشاكل ظهرت بوجه الزراعة التقليدية نتيجة للإفراط في استخدام مدخلات العملية الإنتاجية وسعي الشركات العملاقة للربح الفاحش على حساب صحة الإنسان ونظامه البيئي، إلا أن لكل نظام يتبع محاسن ومساوئ فهو لا يخلو من قصور وسلبيات ويمكن أن نجمل أهم السلبيات المصاحبة للزراعة العضوية بالآتي:

1- انخفاض الإنتاج وعدم الإيفاء في تحقيق الأمن الغذائي فقد أشارت تقارير منظمة الزراعة والأغذية إلى أن إنتاجية الزراعة العضوية لوحدة المساحة المزروعة أقل من الإنتاجية لوحدة المساحة المماثلة للزراعة التقليدية وبمتوسط انخفاض قدره 30-10% ويعزى هذا الانخفاض في الإنتاج الزراعي إلى عدم استخدام المغذيات الكيميائية ومبيدات الآفات مما سبب ارتفاع أسعار هذا المنتج بحدود 300-75% مقارنة بمنتوج الزراعة التقليدية وذلك لتعويض الخسائر الناجمة عن انخفاض 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 بدلا من حمايتها، 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 تحقيقه 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 التقليدية.

المصادر

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

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

صالح ، هشام عبد الرزاق و السعدون ، عبدالله عبد الرحمن 2014 الزراعة العضوية للمحاصيل البستانية: نحو زراعة مستدامة. الجمعية السعودية للعلوم الزراعية ، سلسلة الاصدارات العلمية ، اصدار رقم 31.

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الثالثة : المــادة العضــوية Organic Matter

المواد العضوية تعبير يشمل المخلفات النباتية وفضلات الحيوانات الخام التي لم يتناولها أي تحلل أحيائي أو كيميائي وهذه 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 تكون مع الأملاح المعدنية الذائبة ما يعرف بالرماد.

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 تستهلكه الأحياء الدقيقة في بناء أجسامها والجزء الآخر يتحرر بشكل حرارة تنفذ الى المحيط ومركبات 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.

فالمادة العضوية في التربة تشتق من المخلفات النباتية وإفرازات الحيوانات المختلفة لتعطي بعد تحللها وتفككها بفعل الأحياء الدقيقة والنشاط الحيوي عناصر معدنية بسيطة ومركبات غازية (NH_3, CO_2) خلال مرحلة التمعدن السريع كما تعطي معقدات دبالية غروية كنتاج لعملية التدبل Humification والتي ينتج عنها مركبات جديدة غير المواد البسيطة التي بدأت بها بفعل عملية التفكك الحيوي. 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 56-55% 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 10-5% 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:

I- 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 60-15% 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-Linkage) β) عند ذرة الكاربون 4,1 في جزيء السكر. β – 4,1 Glycosidic Linkage ويتراوح عدد جزيئات السكر في جزيء السيليلوز ما بين 10.000-1400 جزيء ويختلف ذلك باختلاف النبات، 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 30-10% 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 .

ان 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 β –4,1 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 500-200 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 الكالاكتويورونيكGalacturonic 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.

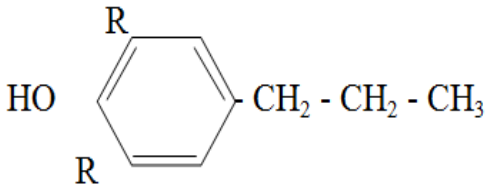
و- الانيولين **Inulin**

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 28-25 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 30-5% 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.

ان 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 و16-5% 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 والـR 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 Amino Acids Heterocyclic 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

المصادر

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الرابعة : تكـون الدبــال 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

صور الدبال Humus

أن الارتفاع 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) ومربكات 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.

تركـيب الدبــال

تعد الأحماض الدبالية المكون الأساسي للدبال مع بعض المواد العضوية الأخرى، ولها 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 اللگنينات 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 $C_{75}H_{22}O_{17}N_2 (COOH)_2 (OH)_6 (CO)_2$ **Humic acids**

تمثل أحماض الهيومك مجموعة المواد الدبالية التي يتم استخلاصها بالمحاليل القلوية أو المذيبات الأخرى بشكل محاليل داكنة اللون أو حبيبات 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 10-1% من تركيبها إضافة إلى العناصر الرئيسية المذكورة واعتمادا على درجة التفاوت والاختلاف بينها. 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 $C_{21}H_{12} (COOH)_6 (OH)_5 (CO)_2$ **Fulvic acids**

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 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%

ان نسبة الكاربون إلى الهيدروجين H/C لأحماض الفولفيك تكون دائماً أضيق مقارنة مع أحماض الهيومك وان مقدار الرماد في أحماض الفولفيك يصل إلى 10-7%، 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 ،وقد يمكن تحول تدريجي لأحماض الفولفيك إلى أحماض الهيومك والعكس بالعكس ، ويمكن اعتبار أحماض الفولفيك أشكالاً أولية لأحماض الهيومك أو نواتج تحطمها.

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 والهيدروجين، كما ان أحماض الهيومك والفولفيك الموجودة في الهيومين تكون على درجة عالية من البلمرة 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 في الماء النقي لكن الجزء الأكبر منه يذوب في المحاليل القلوية المخففة وقد تذوب بعض مكوناته في المحاليل الحامضية.

طبيــعة وصفـات الدبــال

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

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

3- مطاطية ودرجة ليونة الدبال قليلة.

4- تشابه وحدات وصفائح الدبال إلى حد ما وحدات وصفائح الطين من حيث توزيعها وتنظيمها كما تحتوي سطوحها على شحنات سالبة لكن لا يتكون من سليكون الألمنيوم والأوكسجين والحديد بل يتكون من الكربون والأوكسجين 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 العناصر الغذائية اللازمة للنبات فضلاً عن دورها في المحافظة على القدرة التنظيمية للتربة Soil buffering capacity.

المصادر

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الخامسة :تحلل المادة العضوية **Organic substance degradation**

ان 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 البناء الضوئي للنباتات الخضراء فالكائنات الحية الدقيقة يمكنها تحليل العديد من المركبات 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.

ان 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. إن زراعة 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 الخفض، 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 80-60% 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.

تمثـيل الكربــون **Carbon assimilation**

ان 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 40-20% 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_2التي تطلقها من وحدة الكربون المحول تحت الظروف الهوائية تقل عن مثيلاتها الناتجة من فعل الأحياء الدقيقة الأخرى.

ان المقصود بكفاءة التمثيل هي قدرة الكائن الحي الدقيق على تحويل كربون المادة العضوية إلى كربون خلوي، و تعد الفطريات الخيطية والاكتينومايسيتات ذات كفاءة أكبر في تمثيل الكربون مقارنة بالبكتريا الهوائية التي كفاءتها على التمثيل تتراوح بين 10-5% فقط من كاربون المادة العضوية، أما البكتريا اللاهوائية فإن كفاءتها 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 وC:P وC:K وC:S بداخل البروتوبلازم هي العامل المحدد للكميات الممثلة من هذه العناصر.

ان 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_4وكميات 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.

تمثـيل النتروجـين **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 موجود في 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.

$$\text{Protein compounds} \xrightarrow[\text{microorganisms}]{\text{Heterotrophic}} \text{R-NH}_2 + \text{CO}_2 + \text{Energy}$$

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.

$$\text{R-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{microorganisms}]{\text{Heterotrophic}} \text{NH}_3 + \text{R-OH} + \text{Energy}$$
$$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \qquad\qquad \text{NH}_4$$

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 :

$$2\text{NH}^+_4 + 3\text{O}_2 \xrightarrow[\text{Nitrosococcus}]{\text{Nitrosomones}} 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$$

$$2\text{NO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Nitrobacter}} \text{NO}_3 + \text{Energy}$$

وعلينا ان ندرك أن عملية النترجة تزيد من حامضية الوسط من خلال إنتاجها4 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.

تمثـيل الفسفـور **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 80-20% من الفسفور الكلي في التربة.

ان 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.

تمثـيل البوتاسـيوم **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 2-1% 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 (Lime $CaCO_3$) مع مراعاة التوقف عن الإضافة عند وصول تفاعل الوسط إلى حد التعادل كي لا يحصل تنافس مع ايون الكالسيوم.

ان 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).

تمثـيل الكـبريت (**Sulfur) Sulphur assimilation**

ان 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 anhydrate $CaSO_4$ أو بصورة جبس - Gypsum $CaSO_4$ $2H_2O$ كما يوجد بصورة كبريتات المغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

أو يتواجد الكبريت بشكل عضوي ويشكل ما نسبته بحدود 75-50% 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.

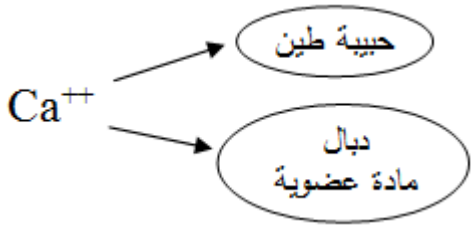
ان تكون حامض الكبريتيك سيؤدي إلى زيادة الحموضة وهذا سيلعب دور كبير خاصة للترب العراقية حيث سيعمل على تعديل تفاعل الترب القلوية الخفيفة مما يعني زيادة جاهزية العناصر الغذائية فيها خاصة العناصر الصغرى.

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.

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

ان 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.

المصادر

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة السادسة: التغيرات التي تحصل خلال مراحل تحلل المادة العضوية

تُعد المواد الذائبة في الماء وتتضمن السكريات والأحماض العضوية أول المركبات التي تستعمل من قبل الأحياء الدقيقة بعد بدء نشاطها في تحليل المادة العضوية، إذ تحصل منها على الطاقة لبناء خلاياها. ونتيجة للاستهلاك السريع لهذه المركبات نادراً ما تحتوي التربة أو الأوساط على كميات كبيرة منها. يكون 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. إن الجزء 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 30-20% 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، إن التغير 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 (-OH) يقل بتقدم عمليات التحلل بينما تزداد مركبات الكاربوكسيل (-COOH) 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.

ان عملية تحليل المتبقيات العضوية تبدأ أولاً بإفراز إنزيمات خارجية تعمل على تحليل المواد الكربوهيدراتية المعقدة إلى مكوناتها الأولية البسيطة، لتستخدمها الأحياء الدقيقة التي افرزت تلك الانزيمات في بناء خلاياها وكمصدراً للطاقة التي تحتاجها ، فيدخل جزء من تلك المركبات في بناء مواد معقدة أخرى، أو يدخل في تركيب الدبال، ويعد النشأ أول المركبات التي يطالها التحلل بعد أن تستنفذ المواد الذائبة في الماء. إن 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 مادة التصلب الـ agar باللون الأزرق ويلاحظ ان المستعمرات المحللة للنشأ محاطة بهالة شفافة خالية من اللون الأزرق نتيجة لتحلل النشأ. وتفرز الأحياء المحللة للنشأ 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.

ان سكر الكلوكوز 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، ونظراً 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 (Endo β-1.4 glucanase C_1) يعمل هذا الإنزيم على المركب الأساسي وهو السيليلوز حيث يحلله جزئيا إلى سلاسل أصغر من السكريات المتعددة. Cello-oligo-saccharides.

* الإنزيم الثاني (Exo β-1.4 glucanase Cx) 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_2و 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 التحلل المائي Hydrolytic enzymes

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

أ- Polymethy galacturonase وهي الأنزيمات التي تهاجم جزيء البكتين.

ب- polygalacturonase هذه الأنزيمات تحلل حامض البكتيك .

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 وAcetic 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 المجاميع الاتية :

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 الفطريات والبكتريا ، وتعد 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.

المصادر

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

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة السابعة : دور المادة العضوية في التربة وعلاقتها بخصائصها الفيزيائية والكيميائية والاحيائية

تُعد 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. مع 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 Functions ، والوظائف الاحيائية Biological Functions ، والوظائف الفيزيائية Physical Functions والوظائف الفيزيك كيميائية Physic-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 تقييد 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_2وحامض الهيومك والفولفيك تؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة مما يساعد في زيادة جاهزية عنصر الفسفور وتحسين خواص التربة الكيميائية مقارنة بالزراعة التقليدية 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 المـادة العضوية في الصفـات الفيزيـائية للتربة

ان 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 المـادة 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:

<u>الأول</u>: 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 المـادة العضوية فـي الخواص الإحـيائية 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.

ان 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 حـامض الهـيومك

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.

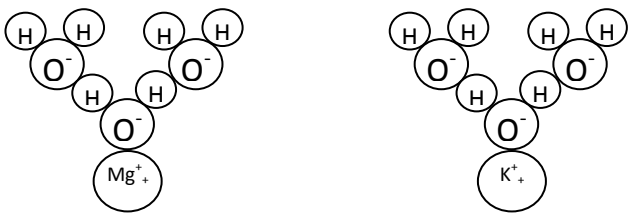
2- القدرة على نفاذ الماء Water Penetration Enableds يعمل حامض الهيومك على زيادة قدرة الماء وجذور النباتات على اختراق التربة والنفاذ فيها ويتم ذلك بطريقتين :

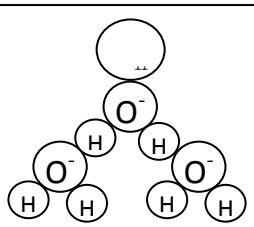
أ- من خلال إزالة الأيونات الموجبة من حواف صفائح الطين وبالتالي تتشابه شحنتها فتتنافر وتتباعد عن بعضها.

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%.





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.

المصادر

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

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الثامنة : 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 بإضافة 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 اسس 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 بارتفاع المحتوى العضوي للتربة حيث يشجع ذلك نشاط الاحياء الدقيقة لتحليل تلك المواد عند توفر الظروف البيئية الملائمة مما يوضح انه يكون من الصعوبة بمكان الاحتفاظ بمحتوى للمادة العضوية بنفس المستوى الذي كان عليه مستواها في التربة قبل زراعتها بدون الاهتمام بالإضافات المتكررة من تلك المواد العضوية في صور اسمدة عضوية وباستمرار وبكميات مناسبة وعلى فترات متقاربة بدلاً من الاحتفاظ بمستوى عالي معين منها في التربة وتسمى التربة عضوية متى ما احتوت على نسبة 30-20% من نسجتها مادة عضوية. ومن انواع الاسمدة العضوية التي يمكن اضافتها للتربة لزيادة محتواها من المادة العضوية ما يلي:

أنـواع الاسـمدة العضـوية

اولاً: 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 لامتصاص 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 ما يقارب 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 كالأحياء

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 للإحياء الدقيقة اللاهوائية, ونتيجة لتحلل المادة العضوية النيتروجينية 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 90-80% 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 لإنتاج الحليب تفرز 80% بينما تفرز الحيوانات المعدة للتسمين 95% من العناصر الموجودة في العليقة وتمثل المواد العضوية ما نسبته 40% من المواد الموجودة في العليقة مما يعطي مجال لحدوث تغيرات اثناء تحللها لنشاط الاحياء الدقيقة التي تعتمد على هذه المركبات في تغذيتها

يظهر الجدول ان لصناعة الدواجن اهمية بالغة غير مباشرة وهي الكميات 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 لإنتاج بيض المائدة حيث تكون مسارح الطيور غير مغطاة بالفرشة وهذا 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 لإنتاج البيض بعلائق خاصة تحتوي على النشويات والبروتينات المركزة التي تحتوي على كل الاحماض الامينية وجميع الفيتامينات والاملاح المعدنية الضرورية بتراكيز متوازنة لإعطاء اعلى معدل من الانتاج لكن الدجاج يفرز حوالي 70-50% من العليقة على صورة زرق يحتوي على 65-60% رطوبة فإذا لم تتوفر فرشه جيدة من تبن الحنطة او كوالح الذرة او نشارة الخشب القادرة على استيعاب الرطوبة العالية وامتصاصها 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 لا يفضله المزارعون 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 ما يشير اليه الجدول بأن الطن يحتوي على 700 كغم تقريباً سيعمل عند أضافته الى زيادة قدرة الاراضي على الاحتفاظ بالماء وعناصر السماد وتقليل فقدها بالغسل. كما ان لاستخدام سماد الدواجن خاصيه ينفرد بها وهي تحقيق انتاجية عالية لمحاصيل الخضر كالطماطة عند الري بمياه عالية الملوحة قد يصل تركيز الاملاح فيها الى اكثر من 3000 جزء بالمليون حيث يستخدم سماد الدواجن في زراعة المناطق الصحراوية للمملكة العربية السعودية للتغلب على الظروف السائدة وارتفاع ملوحة مياه الري اضافه الى ملوحة التربة وقد وجد ان لاستخدام الاحماض الامينية فعالية في زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحة عندما يتم رشها على النباتات. اضافه الى ذلك فقد اجريت دراسات لاستخدام سماد الدواجن مع

الري بمياه البحر بتراكيز تصل بين 30% و 50% من الملوحة الكلية 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.

ان 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 الملوحة السائدة, اضافة الى انخفاض نسبة الكاربون: النتروجين في سماد الدواجن الى حوالي 1:12.8 مقارنه بالسماد الحيواني الذي تصل فيه النسبة الى حوالي 7.1:21 تقريبا، ويفترض الباحثون وجود بعض المركبات والتي في الغالب تكون مركبات نتروجينيه مرتبطة بالسماد او تتوافر خلال عمليات تحلله لها تأثير فسيولوجي كيميائي اضافه الى خواصها الحيوية التي تحسن من قدرة النبات على مقاومه ملوحة ماء الري مما يحقق انتاجية جيده لهذه المحاصيل تحت مثل هذه الظروف التي لا يمكن معها الحصول على حاصل فيما لو لم يستخدم سماد الدواجن.

طـرق تحضـير واعداد السماد الحيواني

بعد جمع مخلفات حضائر الحيوانات يتم تجميعها على شكل اكوام دائريه او سلاسل بعرض 2م وارتفاع 2م تقريبا وبطول يعتمد على الكميات المتوفرة منها ويكون ذلك اما داخل الحظائر او خارجها في العراء مما يتسبب في تقليل قيمتها السمادية نتيجة الفقد الذي يحصل بالتطاير عند التعرض للظروف الخارجية 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 البعيدة عن مواجهة تيارات الهواء وتكون ارضيتها صلبه غير منفذه للماء وبدرجة ميل مناسبة لا تسمح 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 المتطايرة 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 الاستفادة من مميزات الظروف الهوائية واللاهوائية عند تجميع السماد حيث يتم اضافة طبقات من السماد لعمل الكومة بشكل تدريجي فتترك الطبقة الاولى من 2-4 ايام قبل اضافة الطبقة التالية وتصل درجة الحرارة داخل الكومة الى حوالي 40-50ْم 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 متوازنة من هواء ورطوبة 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 العملية الى توفير مادة عضوية فعاله وخفض كثافة المادة العضوية الى النصف 50% ويرفع القيمة الغذائية من خلال جعل العناصر الغذائية فيها بصورة متيسره وجاهزة للامتصاص من قبل النبات عند تمام النضج هذا بالإضافة الى قتل الكثير من بذور الادغال والمسببات المرضية كما يحتوي على المواد الحيوية النشطة كالمضادات الحيوية والهرمونات بجانب تكسير لمتبقيات المبيدات ان وجدت في المخلفات الحيوانية او فرشة الحظائر. وللحصول على سماد حيواني بنوعيه جيده يجب اتباع الاسس الصحيحة للكيفية التي فيها يتم الحصول عليه وأعداده ومن هذه الاسس ما يأتي :

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

ب- استعمال طبقة فرشه توضع فوق الارضية الصلبة تتكون من مخلفات نباتية مثل تبن الحنطة او الرز او مخلفات الذرة الصفراء وتخلط معها تربة خفيفة (رملية)غير ملحية 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 الفرشة بمعدل 20كغم لكل حيوان اسبوعياً حيث تساعد كبريتات الكالسيوم على الحد من فقد الامونيوم كما تصبح الفوسفات بصورة عضوية جاهزة للامتصاص من قبل النبات كمصدر لعنصر الفسفور.

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

ومن عيوب السماد الحيواني ما يأتي :

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 والاستفادة منها او التخلص منها بطريقة علميه.

د- احتوائه على الطفيليات والاحياء الدقيقة الممرضة للإنسان وعلى الرغم مما تؤديه الحرارة المرتفعة خلال عمليات التحلل في القضاء على نسبه عالية من هذه الاحياء الممرضة 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 الضارة للنبات والحيوان والانسان واكمال دورة حياتها فيه لذا يجب العناية التامة واتباع بعض المعالجات التي من شأنها الحد من تكاثر تلك الانواع الضارة. لذلك عند الانتاج التجاري للسماد الحيواني لابد من ان تجرى له عملية تحلل بصورة تامه ويتم تقدير محتواه من المادة العضوية والعناصر الغذائية الرئيسة كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم وبعض العناصر الغذائية الاخرى. وعلى اساس ذلك يتم تحديد الكميات التي تضاف لوحدة المساحة وعادة يضاف بمعدل يتراوح بين 20-10 طن/هكتار وقد تصل الاضافة الى 40 طن/هكتار حيث ان فعالية التسميد العضوي تختلف باختلاف المحصول, طبيعة التربة, المناخ, الخدمة المتبعة خلال فترة نمو المحصول وطبيعة السماد العضوي المضاف فليس هناك علاقه خطيه بين اضافة السماد العضوي والزيادة في المحصول وقد تكون الزيادة في المحصول كبيره في الاضافات الاولى ثم يقل التأثير بزيادة معدل الاضافة فالمعروف ان استفادة النبات من عنصر النتروجين تتراوح بين 40-35% ومن الفسفور 60% ومن البوتاسيوم 75% في العام الاول من الاضافة. وعلينا ان نفهم ان التسميد العضوي ليس معناه اضافة معدلات من المادة العضوية ولكن تحويل الكميات المضافة من المادة العضوية الى وحدات غذائية جاهزة 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 ما يأتي:

المرحلة الاولى- وتسمى بداية التفسخ

في هذه المرحلة يمكن تمييز المخلفات الحيوانية عن مكونات الفرشة من تبن واوراق نباتية ويكون لون مجموع المكونات اصفر وتتميز هذه المكونات بمتانه طبيعية ، قد تستغرق هذه المرحلة60-50 يوم اعتمادً على ظروف عملية التخمير.

المرحلة الثانية- مرحلة التعفن

منذ بداية هذه المرحلة يبدأ لون مكونات الفرشة 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 60-45 يومآ وفي نهاية هذه المرحلة يصل نسبة الفقد في الوزن من 30%-20 من الوزن الاصلي.

المرحلة الثالثة مرحلة التفسخ

خلال هذه المرحلة تمتزج مكونات المواد المتخمرة (السماد الحيواني ومواد الفرشة) مع بعضها بحيث لا يمكن تمييزها عن بعضها البعض ويصل الفقد الى ما يقرب من50 % من الوزن الاصلي، وقد يستغرق الوصول الى نهاية هذه المرحلة مدة 180 يومآ من التحلل .

المرحلة الرابعة مرحلة الهرس

يكون الوسط في هذه المرحلة غني بالمادة العضوية ويكون لون الوسط اسود وتصبح المواد المستخدمة كفرشه عباره عن كتله متجانسه رخوه وعند هذه الدرجة يصبح الفقد بحدود 75% من الوزن الاصلي للوسط. وهنا تجدر الاشارة 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 الجاهزة للامتصاص.

ولحفظ السماد المحلي (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 (من الخرسانة) تضمن عدم تسرب السوائل والماء المضاف للترطيب.

2- مخازن عميقة: تنشأ في المناطق المرتفعة بعيدة الماء الاراضي حيث يتم انشائها في باطن الارض مما يقلل من تعرض الدمن للجفاف مع مراعاة ان تكون أرضيتها من الخرسانة مع ميل مناسب يسمح بتكوين موقع لتجميع السوائل التي ترشح من اكوام السماد واعادتها الى الكومة مما يقلل فقد العناصر الغذائية. ولتقليل الفقد بصورة عامه يعمل على ضغط مكونات الكومة بحيث لا تترك هشة 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 لا تستطيع القيام بالمعالجات على ما يرام خصوصاً ازاء ما تواجهه من اختلاط لمياه الصرف الصحي مع مياه الصرف الصناعي التي تحوي تراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة مما يعرقل معالجة مياه الصرف الصحي وما يزيد من حجم الضغوط التوسيع العمراني وانشاء المدن الحديثة وما تتطلب من خدمات اساسيه ما يزيد حجوم الصرف الصحي مما اوجب ادخال هذه النفايات كدراسة اساسيه لوضع خطط السياسات المائية الثابتة ودراسة امكانية الاستفادة منها في ري الحقول الزراعية والانتاج الزراعي. ان لتزايد الوعي البيئي الصحي في نهاية القرن العشرين انعكاس واضح تمثل بالارتفاع الكبير في معدلات النمو السكاني والتحسن الملحوظ في مستوى المعيشة ومعدلات استهلاك المياه وبالتالي تخلف كميات اضافيه من مياه الصرف الصحي الذي افضى الى اتساع الفجوة بين المتاح من الموارد المائية وبين الطلب عليها في كثير من دول العالم لاسيما البلدان العربية 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 الصلة 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 لا يُبنى 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 والمضافة الى الارض الزراعية وتقدر الاضافة على اساس الوزن الجاف وتعتمد طبقاً لمعايير دوليه

ان مياه الصرف الصحي تحتوي على غالبية طوائف الاحياء الدقيقة المسببة لأمراض التايفوئيد والباراتايفوئيد والكوليرا والنزلات المعوية والدزنتري اضافه الى جميع الطفيليات الممرضة المتوطنة كالاسكارس وكذلك الفيروسات للأمراض

الخطيرة. فأعداد المكروبات الممرضة في المياه غير المعالجة تتراوح في حدود 10^{7}10^{-5} خليه/سم^{3} وتؤدي عمليات المعالجة التقليدية الى خفض هذا المحتوى الى ما يقرب من 99%-90 الا ان هذا يعتبر مضللاً حيث ان المياه التي تستخدم في الزراعة يجب ان لا يتجاوز محتواها من الاحياء الممرضة 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 الممرضة 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 الصحة العالمية 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 خطورة او ضرر على المحاصيل كما يمكن الوصول الى هذا المستوى من المعالجة باستخدام برك الأكسدة المصممة بشكل جيد التي تشمل مراحل المعالجة اللاهوائية والاختيارية مع تركها فترة اسبوعين الى ثلاثة اسابيع لإكمال النضج. أما في معالجة مياه القسم الثاني فتستخدم المعالجة الثانوية او برك الاكسدة لمدة 10-8 أيام وتمثل مياه القسم الثالث تلك المياه التي تمت معالجتها بشكل ابتدائي او تمت معالجتها في برك الأكسدة في الاحواض اللاهوائية, وتعتبر اكثر المياه خطورة. من جهة ثانيه فأن لأسلوب المعالجة المستخدمة (هوائية, لاهوائية, حرق) لمخلفات الصرف الصحي الصلبة أثر على محتوى تلك المخلفات من العناصر الغذائية الكبرى (نتروجين, فسفور, بوتاسيوم) والعناصر الصغرى (حديد, منغنيز, زنك, نحاس) والعناصر الثقيلة (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 باستخدام المخلفات الصلبة غير المعالجة فمن المعروف ان النبات يمتص النترات من التربة وإذا 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 السرطانية. اما الضرر من الاستهلاك الطازج فيأتي من التراكيز المرتفعة 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 والثقيلة الممتصة من قبل النبات. ويوضح الجدول التالي الحدود المثلى والقصوى المسموح بها من العناصر الثقيلة 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.

ان 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 استهلاكها معامله حرارية كالتجفيف او التسخين كما في محاصيل الحبوب او المحاصيل الزيتية وقصب السكر والبنجر السكري.

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

4- الغابات والمساحات الخضراء المسيجة بأسيجة 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 متقدمة (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 لاستخدام الحمأة نظراً لوجود التراكيز المرتفعة من بعض العناصر الثقيلة وتختلف هذه المعايير تبعاً للدول, اما من حيث معدلات الاضافة فقد حددت معدلات معينة لا يسمح 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 3.5-1.2 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 بحسب الشعوب والسكان ومستوى حياتهم اضافه الى ذلك فأن كمية ما يخلفه المواطن من القمامة يعتمد على مقدار دخل المواطن وسلوكه الاجتماعي وعاداته وطبائعه الخاصة. وتشكل مخلفات الشوارع

والمباني القدر الاكبر من المخلفات الصلبة فلا تتعدى مخلفات المنازل نسبة 30% من مجمل مخلفات المدن والباقي هي مخلفات مواد البناء واعادة التعمير التي تطرح الى الشوارع والارصفة والحدائق العامة

1- قمامة المنازل- تتكون من بقايا الاطعمة ومخلفات تقشير الفواكه والخضر واغلفة العلب والصفيح والمواد البلاستيكية للقناني الفارغة والزجاج.

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

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

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

5- قمامة اعادة الاعمار- تتكون من اتربة وحجاره وطابوق ومواد اسمنتية واخشاب وقطع حديديه ويمكن عزل هذه المواد للاستفادة من المواد في ردم البرك والمستنقعات والحفر.

أن النظام المستخدم حالياً في التخلص من هذه القمامة هو ان تجمع من قبل مقاولين حيث تجمع في مقالب خارج المدن، 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 لأصحاب 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 والرقابة الصحية للعاملين في هذا المجال فهم عرضه للإصابة بالأمراض والتي ربما يكون بعضها وبائياً للانتقال الى المجتمع.

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

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

أولاً- الطرق الحرارية وتتضمن:

1- الحرق المكشوف: وهي طريقة بدائية تتسبب في تلويث البيئة نتيجة للغازات الضارة المتصاعدة أضافه الى خطورة الطريقة لإنتشار 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 السيطرة 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 الساخنة 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 يتطلب من صعوبات ومشاكل في التشغيل والصيانة.

ثانياً- الطرق البيولوجية (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 باستخدام ديدان الارض.

5- التخمير اللاهوائي. إذ تتم عملية التحلل بوساطة الاحياء الدقيقة بمعزل عن الهواء وينتج عن هذه العملية الغاز الحيوي.

ثالثاً- طرق اخرى ومنها:

1- انتاج وقود صلب. حيث يتم ضغط المواد العضوية وتحويلها الى قوالب تستخدم كوقود في مراجل التدفئة 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 الصلبة مع مراعاة الشروط التالية:

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

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

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

4- محاولة الاستفادة من المقالب بعد انتهاء العمر الافتراضي للمقلب في عدد من الاغراض النافعة كأنشاء المتنزهات العامة او الغابات الصناعية والحدائق.

ثانياً: تحويل القمامة الى سماد عضوي مع استرجاع بعض المواد النافعة: هذه الطريقة تهدف الى تحويل القمامة 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 العملية حسب الخطوات التالية:

1- اجراء فرز اولي للقمامة للتخلص من الاجسام الكبيرة والصلدة كالحجارة والحديد والإطارات ..الخ.

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

3- بعد ذلك يتم ادخال القمامة الى الاسطوانة الدوارة حيث يتم اضافة كمية الماء اللازمة للحصول على رطوبة 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 وبارتفاع اقل من مترين.

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

5- يتم تعويض الرطوبة المفقودة 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 لإتمام عملية النضج.

يستخدم سماد القمامة على نطاق واسع في تسميد لنباتات الخضر واشجار الفاكهة وكذلك الاراضي الجيدة لزراعة المحاصيل الحقلية 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 الضارة للإنسان والحيوان والنبات.

ج- ارتفاع محتواه من المادة العضوية مما يعطي للأراضي الحديثة الاستغلال القدرة على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية اضافة الى تنشيطه لنمو جذور النباتات داخل التربة.

مما سبق تتضح اهمية الاستفادة من القمامة في اكثر من اتجاه والتي يمكن ان تحقق اكثر من فائدة سواء اقتصادياً او معنوياً كتنظيف البيئة والحفاظ على الموارد التي يمكن اعادة استخدامها ويمكن ايضاح ذلك بما يلي:

اولاً: السماد العضوي والذي يتضمن نوعين

1- السماد الخشن والذي يشكل ما نسبته 43% من كمية القمامة المستخدمة بعد الفرز.

2- السماد الناعم ويشكل ما نسبته 36% من كمية القمامة المستخدمة بعد الفرز.

وهذا النوع من السماد هو الافضل والاغلى ثمناً.

ثانياً: المواد المسترجعة والتي تشكل ما نسبته بحدود 7.4% من القمامة الكلية. وتشمل:

1- مخلفات الانسجة والاقمشة والملابس التي يمكن استخدامها في حشو الوسائد والافرشة.

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 الجودة التي يعاد تصنيعها لإنتاج ورق منخفض الجودة يستعمل في صناعة الكارتون او تغليف الفواكه والخضر.

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

المصادر

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

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة التاسعة : الاسمدة العضوية **Organic fertilizers**

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 10-8% 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 استخدام التسميد الاخضر لايمكن ان يلغي الدور الهام الذي تلعبه باقي انواع الأسمدة العضوية في تأثيرها على خواص التربة وذلك للاسباب التالية:

أ- ان 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- ان 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

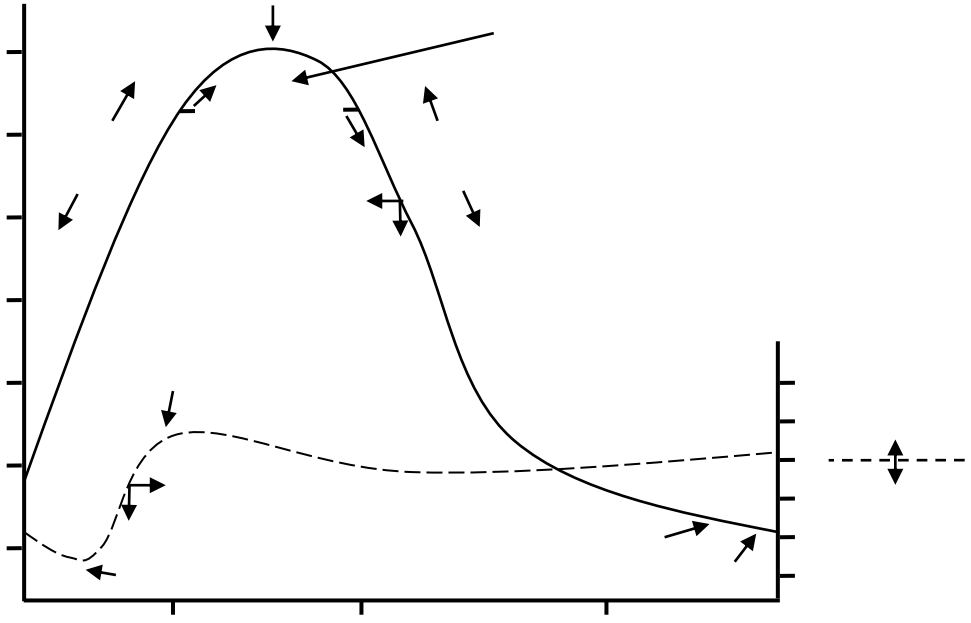
هو سماد عضوي ناتج من اعادة تدوير Recycling ومعالجة المخلفات العضوية كمخلفات المزارع والحدائق ومعامل تصنيع الاخشاب والقمامه والمخلفات الحيوانية ومعامل تصنيع الاغذيه(شكل14) بأستخدام النشاط الحيوي للأحياء الدقيقة الهوائية التي تقوم بتحليل هذه المواد الخام الاوليه وتحويلها الى مواد مفتته Crumbly ذا لون قاتم يشبه لون التربة ورائحة

تشبه رائحة التربة Earthy-smelling المخلوطة بالفخار(لون بني غامق).والتي تؤدي دوراً كبيراً 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 فضلاًعن 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 1:100-200 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 يمكن ان يتم مهاجمتها من قبل الاحياء الدقيقة المحللة للمادة العضوية ويفضل ان تحتوي المخلفات الزراعية التي تدخل في اعداد السماد المتخمر على مخلفات متنوعه 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 لا يحصل تلوث بالأحياء الدقيقة الممرضة او يحصل زياده في مستوى الرطوبة التي تؤثر على عملية التحلل الهوائي للمخلفات.

2- يتم تجميع المخلفات الزراعية المختلفة والتي تم تقطيعها وتوضع على شكل اكوام Piles (heaps) تتراوح ابعادها 3-2 متر عرضاً و 2-1.5 متر ارتفاعاً ويكون الطول حسب المساحة المخصصة 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 لا تحصل 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 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 من20-30 ْم لتصبح بحدود55-79 ْم 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 45 ْم 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

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

وحيث ان الطاقة الموجوده في مول واحد من ال ATP هي حوالي 3.7 كيلوكالوري فأن اجمالي الطاقة التي يستفاد منها الكائن الحي الدقيق هي 38×3.7=277.4 كيلوكالوري اما الباقي من الطاقة والبالغ 688-277.4=410.6 كيلوكالوري فأنها تخرج على صورة حرارة. وهذا يعني ان كفاءة الاستفاده من الطاقة

تقدر بـ 277.4 /688 × 100 = 40.3 % اما الطاقة التي تخرج بشكل حرارة فتكون حوالي 60%. يوضح (شكل17) أهم الكائنات الحيه الدقيقة المحبة للحرارة المرتفعه فهي الفطريات مثل *Rhizomucor pisullus* و *Humicola lanuginosus* و *Paecilomyces* و *Thermoascus aurantiacus* و *Aspergillus fumigatus* وجميعها تنمو في مدى حراري واسع يتراوح بين 55-20ْم ماعدا الفطر الاخير الذي ينمو في مدى حراري بين 52-12ْم 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 80-40ْم (درجة الحرارة المثلى للنمو تتراوح بين 75-65ْم فمثلاً بكتريا باسلس المتجرثمه Bacillus forming spors القادره على النمو عند 70ْم والبكتريا ذاتية التغذية الكيميائية Chemolithotrophs تستطيع النمو في مدى حراري يتراوح بين 70-60ْم مثل بكتريا 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.

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.

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 (BOD) Biological oxygen demand عالياً (كمية الاوكسجين المستهلكه في عينه من الكومة خلال فترة زمنية معينة) وكذلك يلاحظ ان معامل التنفس (RQ) Respiratory Quotient (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.

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

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

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

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 الداله 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 30-20ْم 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 60-40% 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 2.5-2 متر مكعب من السماد العضوي الصناعي بنسبه تصافي تتراوح بين 80-65%. 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.

5- لغرض تسريع عملية التحلل والاسراع من نضج السماد العضوي الصناعي وتقليل المده الزمنية اللازمه للنضج تضاف بعض المضافات بنسبة تتراوح بين 10-4% 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 80-70ْم لعدة ايام ثم تتم البستره على درجة حرارة 90ْم وتخفض الحرارة الى 45ْم لعدة ايام يليها خفض الحرارة الى 25-20ْم 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 12-9 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 20-15سم 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.

العـوامل المؤثـرة على عملـية 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 اسلفنا 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 3-2م 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 60-50% 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 اجسامها 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 وأحد عشر ضعفاً لمحتوى التربة العادية من العناصر الاساسية اللازمة لتغذية ونمو النبات وعوامل النمو الموجودة في اعشاب البحر.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 3-2 كبسوله بيض في الاسبوع وكل كبسوله تفقس الى 3-2 يرقات اسبوعياً وهذه اليرقات البيضاء التي تكون بطول 1.5سم تنمو بسرعة حيث تصل مرحلة النضج خلال 6-4 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 1-0.6سم بعدد 12-8 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 بين50-40% 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 2-1 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 للضؤ, 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 20-2 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.

المصادر

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

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة العاشرة : الاسمدة العضوية : مستخلص السماد العضوي ومستحضرات الزراعة الديناميكية الاحيائية .

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, *Saccharomyces cerevisia*, Azospirillum, *Serratia marcences*, Bacillus, *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 20-10 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.

أن 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:

* ان انخفاض اعداد البكتريا العضوية التغذيه الهوائية Chemoorganotrophs عن 10 مليون خليه/مل يقلل من كفائة المحلول في تثبيط الاحياء المرضية.

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

* ان 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.

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

ان الاحياء الدقيقة التي تتواجد في المحلول تأتي من السماد المتخمر كما يمكن اضافة احياء 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 البارده 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 (Juncus) rushes 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.

ويمكن استخدام خليط من الدرين والسماد العضوي المتخمر للزياده في تحسين خواص التربة فالدرين لوحده قليل المحتوى من العناصر الغذائية 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 60-45 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 507-----500 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 60-40 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 60-40 لتر ماء تكفي لرش هكتار.

* 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 (*Quercus robur* Oak bark) 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) (*Taraxacum officinale* Dandelion flowers) 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) (*Valeriana officinalis* Valerian flowers) 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 10-7 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:

* مستحضر نبات ذيل الحصان (*Equisetum arvense* Horsetail) 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.

المصادر

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

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الحادية عشرة: 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 أنتجهز 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 ونظرآ لكون الأوكسجين من الستقبلات القوية للألكترونات يمكنه تحطيم هذه المواقع وتثبيط نشاط أنزيم النتروجينيز بشكل غير عكسي Irreversibly وأن عملية تثبيت النتروجين تستدعي ظروفآ لاهوائية لذلك تعمل الكائنات المثبتة للنتروجين عملها تحت الظروف اللاهوائية الطبيعية أو أنها تقوم بتهيئة بيئه داخلية غير هوائية بوجود ألأوكسجين فمثلآ في البكتريا الملونة Cyanobacteria يتم أيجاد الظروف اللاهوائية في خلايا متخصصة تسمى Heterocysts وهي خلايامتثخنة الجدران تتواجد عندما تقاسي البكتريا الملونة الخيطية Filamentous cyanobacteria من نقص الأمونيوم . تفتقد هذه الخلايا للنظام الضوئي الثاني Photosystem II وهوالنظام 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 كلآ 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 منطقة الجذر المخترقه من قبل خيط الاصابه فلا تتكون العقده على 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. وتعد الفرانكيا من الاكتينومايسيتات التي تكون عقد جذرية على النباتات غير البقولية على شكل مايكورايزا خارجية.

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

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 وتلقح 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 Ceasalpinodeae sub-family:, 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.

ان 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.

أما الكيفية التي يستعمل بها اللقاح البكتيري للعقد الجذرية المحمل على مادة حامله فلا بد ان يضاف أليه كمية قليلة من الماء كما يفضل اضافة 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 Cellulose methyl carboxy 5% 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 responseيتم 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 المركبPoly hydroxybutyrate-β 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 10-7 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. 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.

- 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 ADP , ATP ويكون الفسفور العضوي على صورة PO_4كناتج 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.

$$Ca_3(PO_4)_2 \xrightarrow{\text{تربة قلوية}} Ca(H_2PO_4)_2$$

ويمكن لبعض الاحياء الدقيقة القيام بتحويل الفوسفات غير الذائبة الى صورة ذائبة جاهزه للامتصاص (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

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.

المصادر

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.

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.

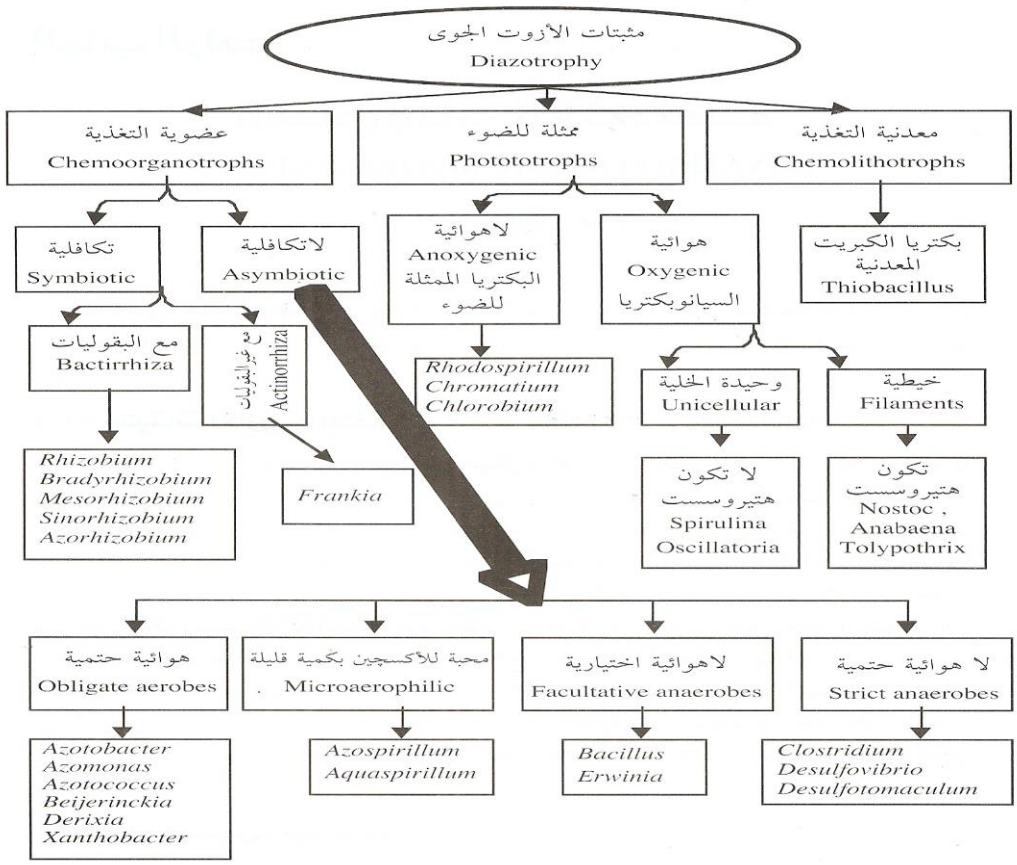
مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الثانية عشرة : 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**

ان استفادة 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.



* 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 9-5.3 ومن أهم اجناسها Azotobacter و Azomonas و Derxia و Beijerinkia، ميزات الاجناس التابعه لهذه العائلة .

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.

أن 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 7.14 - 4.76 كغم/هكتار مما يعطي 72-48 كغم كتله حيوية من البكتريا المثبتة للنتروجين الجوي (40-30 كغم بروتين خام/هكتار) وعند اتمام عملية النشدره لهذا البروتين فأنها ستضيف الى التربة ما مقداره 36.9-24.6 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) - βpoly hydroxybutyrate الذي يشكل مانسبته من 33-7% 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.

* 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. تستطيع الخلايا لهذا النوع تثبيت 10-2 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.

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 Dermocarpa, Gloeocapsa أو خيطيه بها حويصلات غير متجانسه مثل طحلب Oscillatoria , Plectonema.

وقد وجد ان لبعض الطحالب التي تنتشر في الاراضي المزروعه بالرز يمكنها تثبيت مايتراوح بين 60-24 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 (25-20 ساعة) قياساً الى بكتريا Azotobacter الذي يتراوح بين 6-4 ساعات فنمو هذه الطحالب يتأثر بعوامل عده اهمها الضوء, الرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة التي تقع ضمن الحدود بين 50-15ْم. 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, الحزازيات Bryophyta, السرخسيات (Ferns) Pteridophyta وتعتبر الازولا Azolla 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 فتمدها بالنتروجين وتأخذ هي من النبات بعض المواد الكاربوهيدراتيه والاملاح المعدنية.

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.

اما 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

تعد منطقة محيط الجذر Rhizosphere)هي المنطقه التي تحيط بجذور النباتات بقطر يتراوح بين 2-1 ملمتر) غنية بالعديد من الاحياء الدقيقة خصوصاً البكتريا والفطريات كما انها غنية بأفرازات الجذور من سكريات واحماض عضوية واميني 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:

* انتاج هرمونات مثل اندول حامض الخليك Indoleacetic acid (IAA) والسايتوكانينات Cytokinins والاثيلين Ethylene وحامض الجبريليك Gibberellic acid.

* تثبيت النتروجين الجوي لاتكافلياً Asymbiotic N_2 fixation 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: Azotobacter , Azospirillum , Bacillus , Arthobacter , , Chryseobacterium , Rhizobium , Paenibacillus , Trichoderma , Klebsiella Cellulomonas , Mycorrhiza , Enterobacter.

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 30-20ْم.

المصادر

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.

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.

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الثالثة عشر : استخدام نظام الزراعة العضوي في زراعة الخضر تحت البيئة المحمية

مقدمة

قبل أن ندخل في توضيح الاسباب والمبررات للتوجه نحو تبني واستخدام نظام الزراعة العضوي لزراعة الخضر وانتاجها بتقنية البيئة المحمية لابد من أيضاح المدلول الواسع لبعض المفردات الواردة في العنوان كأساس للفهم المشترك .فمنذ مطلع العقد الرابع من القرن العشرين بدء مزارعو العالم المتطور بالتخلي عن نظام الزراعة القديم) الذي كانت فيه تستغل الاراضي بالتناوب أو ما يُعرف محلياً بنظام البور الذي تستغل الارض لموسم وتترك بدون زراعة في الموسم التالي . وتبني نظام بديل أصطلح على تسميته بالزراعة الكثّيفة Agriculture Intensive أو ما سُميت بالثورة الخضراء ((Green Revolution الذي أسهم في أدخال استعمال الاسمدة الكيميائية المعدنية لأمداد النبات بمتطلباته من المغذيات ، وزراعة الاصناف الاكثر إنتاجية التي استنبطت بطرق مختلف . فضلا عن التوسع في استعمال المبيدات في مكافحة الآفات ، وقد أدى تبني هذا النظام في استغلال الأرض ولمدة طويلة إلى استنزاف مادة التربة العضوية بزّادة سرعة تحللها ومعدنتها. ومع النقص الكبير في الكمية المضافة منها سنويا أدى إلى تدهور الترب وترد ي إنتاجيتها . لذلك وصف بأنه نظام لا يحمل صفة الاستدامة لتدني إنتاجيته مع مرور الزمن، فضلا عن تدمير البيئة. ومن جهة ثانية فأن الإفراط في إضافة المواد الكيمياوية سواء الأسمدة أو المبيدات يُعد أحد الأسباب التي تؤدي الى تردي نوعية المنتوج بصورة أو بأخرى . لقد أستشعر المعنيون بالقطاع الزراعي مخاطر الاستمرار في تطبيق هذا النظام دون الاهتمام بالعوامل الأخرى للعملية الانتاجية . لذا بدأ الاهتمام بالآثار الضارة للمتبقيات المعدنية من الأسمدة والمبيدات ذات التأثُّر المباشر على صحة الإنسان سواء في مجال الانتاج أو التسويق للمنتجات الزراعية النباتية والحيوانية ، فضال الضارة عن أثار انعكاساتها على تلوث التربة والمُاه وما تتسبب به من مخاطر بيئية تنعكس بشكل أو بأخر على صحة النسان ، الذي أعطى مبررا لظهور أتجاه جديد أطلق عليه الزراعة المستدامة ، أعتبر أكثر أمنا واوفر إنتاجية . ومن أهم مقومات هذا النظام الجديد هو مفهوم التسميد الكامل ، فظهر أسلوب استعمال التسميد العضوي لما له من تأثُّرات إُجابُة على صفات التربة الفيزيائية و الكيميائية والأحيائية . مما يوحي بأنها العودة الى الماضي بحُلة جديدة . فإنتاج الخضر باستخدام تطبيقات الأنظمة العضوية الجديدة يوجب تطبيق برامج محكمة للدورات الزراعية والتي تتضمن نباتات بقولُّة ومحاصيل الأسمدة الخضراء و الأسمدة الحيوانية ومحاصيل العلف . كما أن أنظمة الزراعة العضوية أعطت أهمية كبرى في اختيار مصادر التسميد التي تؤمن خلو المنتج من الملوثات والمواد التي تترسب في التربة والمتبقيات على النباتات ومخلفاتها في آن واحد . ومما سبق وتعلمناه في محاضرات هذا الفصل لمفهوم الزراعة العضوية فأن المصادر التي تهتم بالزراعة العضوية تشير الى عدد من المصطلحات كل منها له خصوصية معينة في ما يعنيه . غير أنه لا يتطابق مع ما يُعبر عنه بشكل كامل مع المصطلحات الأخرى. وقد يُستخدم للإشارة الى نهج أو نمط أو أسلوب زراعي يختلف بشكل أو بأخر عن ما هو مُطبق أو شائع الاستعمال فً بلد معٌن . ومن تلك المصطلحات Organic farming , Ecological agriculture , Biodynamic : farming , Low- input farming , Alternative , Restorative , Regenerative , Permaculture , Sustainable agriculture , Traditional agriculture .

يعد مصطلح الزراعة المستدامة agriculture Sustainable الخيمة التي تضم تحتها المصطلحات الأخرى ، والذي يوجب أنتاج غذاء ذات مواصفات عالُّة الجودة والابقاء على البيئة أمنة مع حماية للمصادر الاساسية الداخلة في الانتاج وتحقيق ربح اقتصادي مجزي . بينما مصطلح الزراعة العضوية farming Organic بمفهومه البسيط فهو عملية انتاجية يتم فُها استخدام عناصر ووسائل أنتاج طبُّعُة تتواجد في البيئة ولا تعتمد على أدخال أي مدخلات صناعية أو مصنعة كالأسمدة ومنظمات النمو والمبيدات والبذور المحورة وراثُيا فضلا عن المواد الحافظة والتشعيع ، بهدف أنتاج غذاء بنوعية أقرب الى الكمال في جميع مواصفاته . مع الحفاظ على محتوى التربة المعدني وتعزيز محتواها الأحيائي لخلق أتزان بيئي يحد من ظاهرة الاحتباس الحراري. وهذا يعني أن الزراعة العضوية نظام أنتاج يعمل على تأمين بيئة مستدامة يتم بشكل أساسي فيها أنتاج غذاء غني في محتواه من العناصر الغذائية وخالي من السموم والملوثات مع الحفاظ على خصوبة التربة من خلال أُجاد توازن متناسق بين العناصر المختلفة للمزرعة مثل أنتاج المحاصيل وتربية الحيوانات وبذلك يعمل النظام

على الحد من الاحتباس الحراري من خلال احتجاز الكاربون في التربة. وحيث أن أهداف الزراعة العضوية يمكن أُجازها بالسعي الى تحقيق الاتي :

1- جميع أنظمة الزراعة تعمل جاهدة لتحقيق وفرة من الغذاء لجميع سكان العالم . غير أن الزراعة العضوية تشترط أن يكون الغذاء صحي وأمن ، ولكي يتحقق الاكتفاء في متطلبات العالم من الغذاء بهذه المواصفات لا بد من أن تحقق الزراعة العضوية زيادة معدل النمو في وحدة الزمن، كمبدأ أساس في تحقيق حاصل مبكر مما يزيد المردود الاقتصادي الذي يكون حافزا لديمومة العملية الانتاجية وتوسعها .

2- اعتماد المصادر الطبيعية في جميع مفاصل عمليات الانتاج للنظام ابتداء من استخدام فقط التسميد العضوي والحيوي واعتماد الأصول الوراثُة المحلُة الى أتباع الدورة الزراعُة في تعاقب المحاصيل مع أدخال المحاصيل البقولُية ومحاصيل العلف ، وانتهاج أسلوب الزراعة المتداخلة (أنتاج نباتي وتربية حيوان) ضمن المزرعة الواحدة.

3- خلق بيئة أمنة والسعي الى تحقيق الاتزان البيئي الذي يعمل على خفض انبعاث الغازات الى الغلاف الخارجي مما يحد من ظاهرة الاحتباس الحراري ويقلل أثارها السلبية على الأنسان ومحيطه.

أما المشاكل التي تواجه تبني نظام الزراعة العضوية فكما هو معروف أن أتباع نظام الزراعة الاعتيادية Conventional يعطي انتاجا اقتصاديا سريعا غير أن انعكاس ذلك سواء على صحة الأنسان والحيوان أو على البيئة (التربة والغلاف الجوي) غير محمود العواقب ، بالمقابل نجد أن الاسس التي تعتمد في تقويم نظام الزراعة العضوي غير منصفه لهذا النظام فهناك مردودات اقتصادية غير مباشرة منها بناء التربة و تلوث المياه السطحية والجوفية ناهيك عن ارتفاع معدلات تلوث الهواء والتي تنعكس أثارها على صحة الأنسان والحيوان . غير أن هذا لا يعني عدم وجود بعض المشاكل ومنها :

1-انخفاض الانتاجية على مستوى التطبيق الواسع.

2- الكيفية التي يتم فيها صيانة تسميد الترب (نوع المواد المستخدمة وكمياتها).

3- نوعية البدائل التي تستخدم لمكافحة الأدغال وارتفاع كلفتها.

4- البدائل التً تستخدم لمقاومة ومكافحة الآفات (القوارض والحشرات والأمراض).

5- انخفاض صافي الربح المتحقق.

أن مشكلة نقص الانتاج وانخفاض صافي الربح يمكن معالجتها بعدد من الاجراءات منها :

1 - التوسع في مساحات المزارع العضوية للمحاصيل التي يمكن انتاجها على مدار السنة باستخدام الزراعة المحمية.

2 - استخدام أنواع مختلفة من المواد والمخلفات الزراعية الطبيعية في التسميد لتحسين النمو والحاصل ، مثل استخدام المكمور Compost ومسحوق الدم المجفف ومسحوق العظام وكسب البذور الزيتية والنخالة.

3 - العمل على زيادة انتاجية وحدة المساحة من خلال تعزيز نمو النبات باستخدام التسميد الورقي بالمستخلصات للأحياء الأمنه صحيا مثل مستخلصات الخمائر التي تدخل في غذاء الأنسان.

4 - العمل على خفض كلف بعض المواد التي تدخل في العملُة الانتاجية من خلال استخدام البدائل المحلية ، مثل استخدام تغطية سطح التربة بمخلفات سعف النخيل أو تبن الأدغال . كذلك استخدام مستخلصات بعض النباتات البرية التي أثبتت البحوث فاعليتها في مكافحة الآفات بديلا عن المبيدات الخاصة بالزراعة العضوية مرتفعة الثمن.

مما سبق يتضح أن نجاح تبني نظام الزراعة العضوي قد يتوقف على استخدام الزراعة المحمية كنمط متخصص في زراعة نباتات الخضروات داخل منشئات خاصة تسمى البيوت المحمية (زجاجية أو بلاستيكية) أو ف] أنفاق واطئة لغرض حمايتها من الظروف الجوية غير المناسبة ، بهدف توفير انتاجها في غير مواسم نموها. غير أن هذا النمط هو الأخر يعاني مشاكل عدة منها : -

أولاً - ارتفاع تكاليف الانتاج مقارنة مع الزراعة المكشوفة خاصة عند استخدام البيوت المكيفة .

ثانُا- في البيوت غير المدفأة . انخفاض نسبة عقد الثمار وقلة الحاصل المبكر المهم اقتصادًا.

ثالثا- صعوبة في السيطرة على الآفات (أدغال و قوارض وحشرات وأمراض).

رابعا- مشكلة تعقيم التربة .

ولإيجاد الحلول نقترح :

1-اعتماد سُاسة زراعية تبنى على أسس علمية من قبل مختصين لهم الخبرة العملية في الميدان .

2 - استخدام البيوت ذات الغطاء المزدوج لتقليل فقد الحرارة ليلاً في البيوت غير المدفئة.

3- تفعيل المكافحة الأحيائية مع تنويع المحاصيل المزروعة ضمن دورة زراعية.

4 - اعتماد الانتاج الواسع لتقليل كلفة وحدة الانتاج.

المصادر

صالح ، هشام عبد الرزاق و السعدون ، عبدالله عبد الرحمن 2014 الزراعة العضوية للمحاصيل البستانية: نحو زراعة مستدامة. الجمعية السعودية للعلوم الزراعية ، سلسلة الاصدارات العلمية ، اصدار رقم 31.

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

المحاضرة الرابعة عشر: مبادئ وأسس التحول إلى الزراعة العضوية.

Principles and foundations of the transition to organic farming

بعد اهتمام عدد كبير من المختصين بالعمل الزراعي (خصوصا في الدول الاكثر تطوراً في الميدان الزراعي نحو موضوع الزراعة العضوية، وللتغير العالمي في الظروف المناخية (درجات الحرارة والامطار) خاصة في بلدنا العراق، إضافة إلى التربة الجافة وارتفاع تراكيز الأملاح فيها، وجميعها ظروف تؤدي إلى تسريع تحلل المواد العضوية المضافة إلى التربة ، كذلك إلى ضعف النشاط الاحيائي فيها مما يجعل ذلك عائقا ، نحو تحقّق بيئة صحية للإنسان والحيوان ويتطلب أموالاً طائلة لعلاج كل ما تم الإشارة إليه. من جانب آخر لعالج كثير من الأمراض التي بدأت تنتشر على مستوى العالم خلال الآونة الأخيرة، فكما نعلم ان الزراعً العضوٌة ة نظام إدارة متكاملٌجب أنٌبدأ عمله من ، التً تشجع هذا التوجه. هذاٌتطلب العمل على المزرعة، إلى المناطق الزراعٌة االوسع وفق القوانٌن وٌستمر منتقالً إصدار التشرٌعات وسن القوانٌن، التً تحدد المقاٌٌس الخاصة بمنتجات الزراعة العضوٌة، مستعٌنٌن بالمقاٌٌس االساسٌة لالتحاد الدولً لحركات الزراعة العضوٌة IFOAM(،(والتً بدورها تهدف إلى المحافظة على الصحة العامة والبٌئة والتوازن الطبٌعً. ولكًٌمكن جعل النظام البٌئً الزراعً المستدامٌعمل على الوجه االمثل البد من توفٌر متطلبات التحول للعمل وفق هذا النظام ومن هذه المتطلبات نذكر آالتً * : إقرار التنوع فً االنتاج الزراعً النباتً والحٌوانً بطرٌقة تؤدي إلى التفاعل بٌن جمٌع عناصر االدارة الزراعٌة * .تحدٌد خطوات التحول وفق مراحل متتالٌة ومتسلسلة للقطاعات الزراعٌة المختلفة وحسب طبٌعتها وعدم إجمال التحول بمرحلة واحدة * .وضوح خطة التحول وكٌفٌة االنتقال من مرحلة إلى أخرى مع مراعاة إمكانٌة تحدٌث الخطة عند الضرورة * .التأكٌد على ان تغطً متطلبات التحول جمٌع الجوانب المتعلقة بهذه العملٌة .لمبادئ ومقاٌٌس الزراعة العضوٌة . *تحدٌد الفترة الزمنٌة الالزمة لتحوٌل المزرعة بكاملها وفقاً *التأكٌد على ان تكون فترة التحول للنظام العضوي متالئمة مع االستعمال السابق لرأرض والحالة البٌئٌة للموقع * .تحقٌق التنوع فً المحاصٌل عن طرٌق الجمع بٌن تعاقب زراعة المحاصٌل المختلفة واستغالل التربة على مدار العام بدورة زراعٌة كاملة الستغالل االرض بنسبة ١٠٠ * %.العمل على إضافة الكمٌات الكافٌة من المواد القابلة للتحلل أحٌائٌا وزٌادة النشاط االحٌائً فً التربة . ً *التأكٌد على تنفٌذ نظم الزراعة العضوٌة بطرٌقة تضمن أقل نسبة من الخسائر الناتجة عن آالفات الزراعٌة ، باعتماد زراعة محاصٌل وأصناف سبق وقد تأقلمت للظروف البٌئٌة فً المنطقة، واتباع برنامج تسمٌد عضوي متوازن تكون بإضافات اال ، سمدة الطبٌعٌة وغٌر المصنعة كٌمائٌا إضافة إلى تنشٌط أحٌاء التربة واتباع دورات زراعٌة صحٌحةٌدخل ً بضمنها نباتات االسمدة الخضراء. وهناك عدد من العوامل التًٌمكن اتباعها لتحقٌق النجاح فً التحول إلى أتباع نظام الزراعة العضوٌة .عوامل النجاح فً التحول إلى الزراعة العضوٌة - 1البدء بتطبٌق نظام الزراعة العضوٌة بمساحة صغٌرة وعدم التسرع فً التوسع مع التحلً بالصبر والثبات واستمرار التعلم والتثقف فً أهمٌة اتباع النظام الجدٌد- 2 .اتخاذ القرار التباع نظام الزراعة العضوٌة بناًء على بٌانات صحٌحة وهذاٌتطلب مسك سجالت للمزرعة وخرائط مواقع الزراعة وتعاقب المحاصٌل لكل موقع ممايعطً تصوراً عن االهمٌة التسوٌقٌة وفترة ظهورها فً السوق- 3 2 .أنٌكون المنتج ذو صفات مطلوبة وعالٌة الجودة. فالمنتج الٌكون على أساس الكمٌة بل النوعٌة للمظهر والشكل والطعم والتركٌب الكٌمٌائً المتأتً من مواد أولٌة عضوٌة .لمتطلبات السوق واحتٌاجاته من خالل دراسة احتٌاجات السوق والٌتم إلنتاج ثم البحث عن سوق - 4أنٌتم إلنتاج وفقاً للمن تج- 5 .التوسع فً نطاق التوزٌع للمنتج والذيٌحقق العائد المطلوب والمضمون فً االستمرارٌة ممايعطً قابلٌة المنافسة مع الشركات الكبٌرة فً

السوق- 6 .اشراك جمٌع الشركاء فً العملٌة االنتاجٌة والتسوٌقٌة واطالعهم على ما تتعرض له العملٌة برمتها من معوقات وهذا سٌساعد فً االستفادة من تخصص كل واحد منهم فً تطوٌر العمل وتحقٌق جودة االنتاج والتوزٌع . .فً الوسط والمجتمع عموماً - 7إدراك أهمٌة التطوٌر وعدم الثبوت على حالة واحدة مما ٌحقق التجدٌد وٌعطً قبوالً - 8ضرورة التخطٌط المسبق للمستقبل بهدف التجدٌد والتحسٌن ووضع التوقعات، لما ٌكون علٌه االنتاج والطلب وحالة السوق وتغٌر االذواق .الخطوات االساسٌة لكٌفٌة التحول إلى نظام الزراعة العضوٌة ٌجب على العاملٌن فً الحقل الزراعً واللذٌن ٌرغبون فً التحول إلى نظام الزراعة العضوٌة اتباع خطوات أساسٌة لتحوٌل جمٌع العملٌات الزراعٌة فً مزارعهم إلى هذا النظام وٌتطلب بضع سنوات وٌتم حسب الخطوات اآلتٌة : أوالا: الدقة فً فهم الوضع الذي ٌكون علٌه الراغب فً التحول والوضع الذي ٌرغب أن ٌصل إلٌه عند اتباعه نظام قبل اتخاذ القرار وذلك ألن هذا ٌعنً إجراء تغٌرات كبٌرة فٌما هو علٌه وعلى كافة االصعدة .الزراعة العضوٌة مستقبالً ثانٌا: البدء بمساحة صغٌرة ومحددة للتعرف على معوقات االنتاج ومثبطات ومعرقالت العمل وتحدٌد المشاكل المحتملة والفعلٌة بدقة وكٌفٌة إٌجاد الحلول الجذرٌة لها .ثالثا: االلتحاق بأحد المراكز المعتمدة كعضو متدرب على اتباع نظام الزراعة العضوٌة مما ٌعطً الفرصة لالتصال بالمزارعٌن الذٌن اتبعوا هذا النظام من الزراعة والتواصل معهم واالستفادة من خبراتهم فً هذا المجال .رابعا: انشاء بنك للمعلومات حول الزراعة العضوٌة من خالل قراءة الكتب والمجالت والبحوث واالطالع على مواقع الزراعة العضوٌة على االنترنت .فً جمٌع الخطوات الزراعٌة ومنها :خامسا: استخدام االسلوب العلمً منهجاً أ- تحلٌل عٌنات التربة وتحدٌد محتواها من المادة العضوٌة، وتقدٌر سعتها التبادلٌة الكاتٌونٌة Cation Capacity Exchange(CEC)ومحتواها من االمالح والعناصر المغذٌة .ب- التعرف على النشاط االحٌائً للتربة مما ٌعطً تصوراً عن خصوبتها .ج- العمل على تنشٌط الكائنات الحٌة للتربة من خالل زٌادة محتواها من المادة العضوٌة وٌمكن إنجاز ذلك باآلتً * :اتباع دورات زراعٌة تدخل فٌها المحاصٌل البقولٌة. * استخدام التسمٌد االخضر * .زراعة محاصٌل العلف لتنشٌط دور االحٌاء الدقٌقة. * زراعة المحاصٌل ذات الجذور المتعمقة * .استخدام محارٌث قلب العمق لتهوٌة التربة. * استخدام سماد المكمور * .Compost استخدام منشطات التربة التً سمح استخدامها نظام الزراعة العضوٌة .د- العمل على تعوٌض نقص المغذٌات بإضافة المعادن الطبٌعٌة .هـ- استخدام الحٌوانات المجترة فً رعً المحاصٌل العلفٌة التً تزرع ضمن الدورة الزراعٌة مع تجنب زراعة محصول واحد مما ٌعرضه لإلصابات المتكررة وقد تكون الخسائر فادحة 3 . سادسا: تعد عملٌات خدمة المحصول ة العامل االكثر أهمٌة فً تحقٌق النجاح عند اتباع نظام الزراعة العضوٌة وذلك لكون أن هذه العملٌات تبدأ وترافق النبات منذ اللحظة االولى لزراعته ان لم نقول تسبق ذلك وحتى جنً المحصول ثم إلى د المستهلك فةً بحق أهم وأعقد المراحل والخطوات .تتابع مع المنتج وصوالً إضافة إلى ما تم ذكره سابقاً هناك العدٌد من الفعالٌات التً مكن من خاللها التوعٌة والتوجٌه لتنشٌط اعتماد نظام الزراعة العضوٌة وٌمكن اجمال بعض هذه الفعالٌات باآلتً - 1 :تضمٌن المناهج الدراسٌة لجمٌع مراحل التعلٌم مواضٌع تعنى بالتعرٌف بأهمٌة الزراعة العضوٌة من حٌث المنتج والحفاظ على البٌئة وتنشٌط البحث العلمً فً هذا المجال- 2 .استغالل معظم ان لم نقول جمٌع المخلفات النباتٌة والحٌوانٌة فً تحضٌر وإعداد االسمدة العضوٌة وزٌادة محتوى فً زٌادة محتوى التربة من الع التربة منها ومن االحٌاء الدقٌقة التً تؤدي دورا ناصر الغذائٌة وزٌادة جاهزٌتها ً هاماً لالمتصاص- 3 .االهتمام بجمع وتحلٌل وخزن واستعمال االسمدة الحٌوانٌة للحفاظ على محتواها من العناصر الغذائٌة وتقلٌل الفقد بها للعناصر الغذائٌة للتربة .كونها مصدراً مهماً - 4استغالل المصادر الطبٌعٌة المعدنٌة كصخر الفوسفات والفلدسبار لتوفٌر احتٌاجات المحاصٌل التً تزرع بما تحتاجه من عناصر غذائٌة أو لتحسٌن خواص التربة

الفُزّائُة والكُمّائُة عن طرُق إضافة الجبس الزراعً والكبرُت- 5 .االهتمام بزراعة وتحسُّن االصناف والسالالت النباتُة خاصة تلك التً تكتسب صفات المقاومة الطبُعُة والتً ُمكن اعتماده فً انتخاب سالالت أخرى أفضل فً صفاتها- 6 .اعتماد المكافحة المتكاملة المُكانُكُة واالحُائُة والزراعُة فً مقاومة آالفات الزراعُة- 7 .التطبُق الدقُق لضوابط المواد التً ال ُسمح باستخدامها فً نظام الزراعة العضوُة مثل الكُمّاوُات والمنشطات والهرمونات- 8 .مراقبة المنتجات عند تسوُقها فً سوق الجملة من خالل أخذ عُنات وإجراء التحلُل للتأكد من مواصفاتها العضوُة وخلوها من الكُمّائُات- 9 .االهتمام بالمراعً واألعالف لتجنب خطورة الكُمّائُات على صحة االنسان والحُوان وآثارها التً تظهر فً البُئة فقد وضعت مواصفات قُاسُة فً العدُد من دول العالم لرأغذُة والمنتجات العضوُة كالخضراوات والفواكه ومنتجات االلبان واللحوم والدواجن، ففً حالة المنتجات النباتُة الطازجة ُراعى أن تكون خالُة من بكترًا القولون Escherichia coli حُث ان وجودها دلُل على تلوث تلك المنتجات بمخلفات حُوانُة أو مخلفات المجاري .نظرة مستقبلُة للزراعة العضوُة لقد امتهن أجدادنا الزراعة منذ العصور االولى واتبعوا نظام الدورة الزراعُة عند استغاللهم لرأرض حُث عمدوا إلى ترك جزء من تلك االرضً التً ُزرعونها بدون زراعة فً أحد المواسم من العام بهدف الحفاظ على خصوبة التربة وعدم تدهور إنتاجُتها، غُر ان هذا التدبُر فشل فً رفع االنتاجُة لتصل إلى تحقُق وفرة من االنتاج الزراعً ُوفر فً أعقاب الثورة الصناعُة غذاء ُكفً لرأعداد البشرُة، التً ازدادت بشكل مضطرد على مستوى العالم، وخصوصاً وما حققته من زُادة فً تحسُن الوعً الصحً للمجتمعات، مما قلل من نسب الوفُات التً كانت تحصل بسبب االمراض الوبائُة التً تفتك بالمجتمعات آنذاك، لقد حفز ذلك عدد من العاملُن فً مجال الزراعة والغذاء إلى ذلك التوجه للدراسات العلمُة الزراعُة والصناعة المرتبطة بعلوم الزراعة، إلُجاد الحلول وقد استثمر عدد من الدول والشركات الصناعُة الكبرى ذلك، وعمدت إلى التدخل فً طبُعة العملُة االنتاجُة من خالل بعض الممارسات والمدخالت، كالتسمُد والمكافحة والتهجُن إلنتاج أصناف وسالالت، تتمُز باإلنتاجُة العالُة أو المقاومة لنوع معُن من االمراض وغُرها. من الممارسات التً ُتم فُها استعمال مركبات كُمّائُة تصنُعُة additives Synthetic وآخر تلك التً ال تزال حتى ُومنا هذا تثُر جدالً واسعاً الممارسات استخدام الهندسة الوراثُة، على مستوى العالم، وكان الهدف من 4لُكون الحجر االساس ف وراء جمُع هذه الممارسات التوسع وزُادة االنتاج الزراعً أفقًا ً تحقُق االمن الغذائً ً وعمودًا ً العالمً غُر ان بعض هذه الدول والشركات انتهجت بعض الممارسات التً أدت إلى االخالل فً التوازن الطبُعً للبُئة وبدأت بعض أضرارها تنعكس على صحة االنسان والحُوان وحتى على االنظمة البُئُة للمواطن االرضُة والمائُة، نتُجة لتراكم أنواع معُنة من المواد والعناصر والمعادن التً تصبح سموم قاتلة بارتفاع تراكُزها عن حد معُن، والتً قد ال ُظهر تأثُرها بصورة مباشرة إال بعد مضً فترة من الزمن وهذا بحد ذاته أوجب على الدول التً تنبهت لهذه االضرار الخطرة ولكً تحمً مواطنُها وبُئاتها فعمدت إلى اصدار التشرُعات والقوانُن التً تحد أو تمنع إنتاج وتداول وادخال واستعمال تلك المواد والمنتجات الزراعُة والغذائُة الحاوُة علُها فً بلدانها سوا ً ء لالستهالك البشري أو الحُوانً .ان استمرار الزُادة فً نمو السكان على نحو متسارع اذ ُتوقع ان ُصل عدد سكان العالم فً عام ٢٠٢٥ إلى اكثر من 12ملُار نسمة، مع أعلى تمركز لمعدالت الزُادة السكانُة فً دول العالم الثالث، ومنها الدول العربُة والذي سُلعب فً ازدُاد الطلب على الغذاء وخاصة المحاصُل الزراعُة الطازجة ومنتجاتها المصنعة دورا ، كما سُؤدي إلى ً رنُساً اتساع الفجوة الغذائُة بُن مجتمعات وشعوب الدول، مما ُتطلب من واضعً االستراتُجُات الزراعُة بناء خططهم الزراعُة على قوانُن توجب وتلزم إتباع االسس العملُة التً هم على ثقة وُقُن بأن تطبُقها ُحقق الزُادة المطلوبة فً االنتاج الزراعً الكمً والنوعً والتً تحقق أمن غذائً من الحاصل المنتج

وفق أنظمة وضوابط وقوانٌن الزراعة العضوٌة والتً بها نوع من صحة المواطن وسالمة البٌئة .ولكً ندرك الوضع الذي علٌه الزراعة العضوٌة فً بلدنا مقارنة بما تكون علٌه الزراعة العضوٌة فً العالم والعالم العربً ، فال وجود فً العراق لمزارع تتبع نظام الزراعة العضوٌة، غٌر ان هذا الٌعنً عدم توجه باحثً االكادٌمٌات العلمٌة الزراعٌة فً كلٌات الزراعة بمعظم الجامعات العراقٌة إلى هذا المضمار ونفذت العدٌد من التجارب الزراعٌة التً وضعت فً أهدافها إتباع نظام الزراعة العضوٌة منذ مطلع ثمانٌنٌات القرن الماضً، الختبار استجابة عدد من محاصٌل الخضر مثل البطاطا والخٌار والطماطة والقرع والقرنابٌط والبروكلً وأشجار الفاكهة مثل المشمش والرمان والزٌتون ومحاصٌل الحقل مثل محصول الحنطة لنظام الزراعة العضوٌة. مما سبقٌوجب علٌنا التفكٌر العلمً الدقٌق مساحة االراضً المزروعة عضوٌاً فً الكٌفٌة التً تطورت بها وعدد المزارع التً تتبع نظام الزراعة العضوٌة فً بعض دول العالم والبلدان العربٌة ألخذ العبرة منها، لوضع الخطط قصٌرة وطوٌلة االمد والعمل بموجبها ، مع اجراء مراجعة ومتابعة لرأخطاء والمعوقات التً تحصل خالل التنفٌذ

المصادر

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

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

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

مسلط ، موفق مزبان و مصلح ، عمر هاشم 2015 اساسيات في الزراعة العضوية ، كلية الزراعة – جامعة الانبار