وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار – كلية الزراعة
قسم علوم التربة والموارد المائية

بسم الله الرحمن الرحيم

المادة العضوية في التربة
(الجزء النظري)
أ.د. بسام رمضان سرهيد
المحاضرة الثالثة

تحلل المادة العضوية

تعتبر عملية تحلل المادة العضوية من العلميات الطبيعية الاساسية للمحافظة على الموازنة الاحيائية على سطح الكرة الارضية ، فلو لا عملية تحلل المادة العضوية لتراكمت المخلفات العضوية على سطح الارض وبقي عنصر الكاربون والعناصر الغذائية الاخرى ممسوكة بالأنسجة النباتية والحيوانية دون رجوعها الى الجو مما يؤدي الى انخفاض نسبة CO_2 في الهواء الجوي واختلال التوازن الاحيائي بسبب عدم استكمال دورة الكاربون في الطبيعة أضافة الى عوامل اخرى تخص تغذية الاحياء المختلفة في التربة والماء.

ان التركيب الكيميائي للمادة العضوية معقد للغاية فهو خليط متنوع من المركبات المتباينة في خواصها الفيزيائية والكيميائية التي يتم تحللها من خلال عملية التحلل التي يمكن ان تتكون من حالتين اساسيتين.

1. تتم خارج سطح التربة وتسمى تحلل هوائي Composting
2. تتم داخل التربة وتسمى عملية الحضن او الكمر (تحلل لاهوائي) Incubation

وتعد عملية تحلل المادة العضوية عملية اكسدة احيائية Bio oxidation تتضمن عملية معدنة Mineralization وجزء من عملية التدبل Humification للمادة العضوية تنجز بواسطة العديد من الكائنات الحية لا سيما البكتريا والفطريات مما يؤدي الى خفض نسبة الكاربون الى النتروجين (C/N) في المادة العضوية قيد التحلل حيث يساعد على تحرير العناصر الغذائية ومنها النتروجين .

ويمكن قياس معدلات التحلل بعدة طرق منها:

1. قياس غاز CO_2 الناتج او غاز الاوكسجين المستهلك.
2. تقدير النقص في كمية المادة العضوية بالطرق الكيميائية او الوزنية.
3. تتبع اختفاء مركب معين كالسيللوز او انصاف السيللوز او اللكنيين.

وخلال مراحل تحلل المادة العضوية يمكن تميز ثلاث عمليات منفصلة لكنها تسير جنباً الى جنب وهي :

أ- اختفاء الانسجة النباتية والحيوانية بتأثير فعل انزيمات الاحياء الدقيقة .

ب- تخليق خلايا احيائية جديدة فتظهر انواع البروتينات والسكريات المتعددة والاحماض النووية الخاصة بتلك الاحياء من بكتريا وفطريات.

ت- تكزين نواتج التمثيل الغذائي التي تفرزها الاحياء الدقيقة والتي يمكن ان تتراكم في التربة او يعاد تمثيلها مرة اخرى من قبل احياء اخرى.

تحلل المخلفات العضوية في التربة :

نظرا للتركيب الكيميائي المعقد للمخلفات العضوية فان العديد من الكائنات الحية الدقيقة تشترك في عملية تحلل هذه المخلفات فالمخلفات النباتية تمر لعدة مراحل لكي تتحلل ، تلعب الديدان الارضية وحيوانات التربة دورا كبيرا في خفض حجم بقايا النباتات الطازجة ويعقب ذلك تحولات عديدة لهذه البقايا عن طريق الانزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة وتتميز المرحلة الابتدائية لتحلل الميكروبات بفقد سريع للمواد العضوية سهلة التحلل ويتراوح كمية الكاربون الناتج من التحلل والمستخدم لتكوين خلايا جديدة عل طبيعة ونوعية الكائنات الحية الدقيقة في التربة والتي تتراوح بين 10 – 70% ، molds تعتبر من انشط الانواع في استهلاك البروتين والنشا والسيليلوز ونواتج تحلل هذه المواد يشمل الامونيا وكبريتيد الهيدروجين وثاني اوكسيد الكاربون

والاحماض العضوية . وتلي المرحلة السابقة هجوم ميكروبي على الاحماض الوسيطة الناتجة ينتج عنها مواد حيوية جديدة وفقد للكاربون على صورة CO2 . وتتميز المرحلة النهاية بتحليل تدريجي للمكونات النباتية المقاومة للتحلل مثل الكنين الذي تلعب الاكتينومايستات والفطريات دورا كبيرا في تحلله .

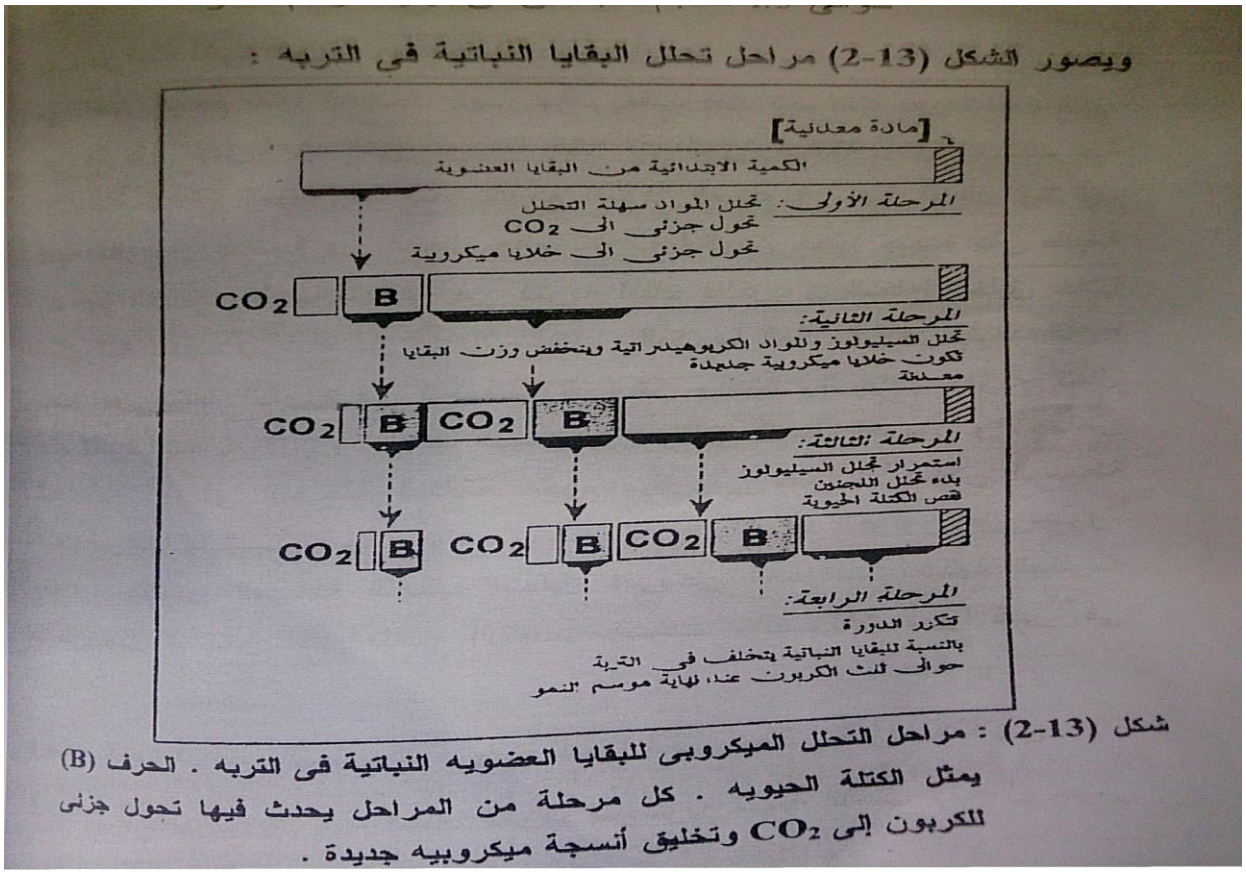
يمكن تقسيم مراحل التحلل الميكروبي للمخلفات العضوية في التربة كما يلي :-

المرحلة الاولى : ويتم فيها تحلل المواد العضوية سهلة التحلل وتحول جزئي للكاربون الى CO2 وتخليق خلايا جديدة .

المرحلة الثانية : ويتم فيها استهلاك السليلوز والكربوهيدرات يعقبوه نقص في كمية المخلفات العضوية وفي هذة المرحلة تتكون خلايا ميكروبية جديدة ويحدث معدنة لبعض المكونات العضوية .

المرحلة الثالثة : يزداد تحلل السليلوز ويبدء تحلل الكنين ويصاحب هذه المرحلة نقص اكبر في كمية المخلفات العضوية .

المرحلة الرابعة : يستمر التحلل والمخلفات العضوية يتخلف منه في التربة حوالي 3/1 الحجم الابتدائي في نهاية موسم النمو.



شكل (13-2) : مراحل التحلل الميكروبي للبقايا العضويه النباتية في التربه . الحرف (B) يمثل الكتلة الحيويه . كل مرحلة من المراحل يحدث فيها تحول جزئي للكربون إلى CO_2 وتخليق أنسجة ميكروبيه جديدة .

وتتحلل المركبات المختلفة في التربة اذا كانت الظروف ملائمة لنمو ونشاط الاحياء الدقيقة وخاصة من حيث الرطوبة والحرارة والتهوية . حيث تقوم هذه الميكروبات سواء كانت بكتريا او فطر او اكتينومايسين بتحلل المركبات البسيطة مثل السكريات والنشأ والاحماض العضوية والاحماض الامينية واليوريا اولاً ثم يتبع ذلك تحلل المركبات صعبة التحلل كالبروتينات واللكنين وينتج عن تحلل المواد العضوية في التربة تجزئة كثير من العناصر الداخلة في تركيبها مثل الكاربون والنتروجين والفسفور والكبريت والبوتاسيوم والحديد وغيرها من العناصر الضرورية في صورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات. وسنتناول فيما يلي التغيرات الاساسية التي تحدثها ميكروبات التربة اثناء تحلل كل من المركبات غير النتروجينية والمركبات العضوية النتروجينية كل على حدا.

اولاً . تحلل المركبات العضوية غير النترجينية.

والتي تنقسم حسب سرعة تحللها الى قسمين هما :

1. مركبات سريعة التحلل مثل السكريات والنشأ والسيليلوز والهيموسيليلوز وهي تكثر في النباتات الطرية او الحديثة.
2. المركبات بطيئة التحلل ومثلها اللكنين والدهون والاصماغ والشموع وهذه تكثر في النباتات المسنة.

ويشمل تحلل المواد العضوية غير النتروجينية اولاً تحلل مائي (hydrolysis) ويتم ذلك بواسطة ميكروبات التربة سواء اكانت بكتريا او فطر او اكتينومايسين ويتوقف مقدرة أي نوع من هذه الميكروبات على احداث تحلل مائي لاحد المركبات المعقدة على انتاج الانزيم الخارجي الذي يساعد على احداث التحلل المائي . وفي الظروف الهوائية فان الفطر والاكتينومايسين والبكتريا الهوائية هي المسؤولة غالباً عن التحلل المائي . اما في الظروف اللاهوائية فان البكتريا اللاهوائية والبكتريا اللاهوائية الاختيارية هي التي تنشط في احداث تحلل مائي ونواتج هذا التحلل اكثر بساطة من الناحية الكيميائية وأكثر قابلية للذوبان بالماء من المركبات الاصلية.

الخطوة التالية في تحلل المواد العضوية غير النتروجينية استعمال نواتج التحلل المائي بواسطة الميكروبات سواء تلك التي قامت بعملية التحلل المائي او غيرها ممن ليست لها القدرة على عملية التحلل كمصدر للكاربون والطاقة اللازمة لنموها. وتختلف النواتج النهائية لانحلال هذه المركبات حسب نوع الميكروبات اذا كانت هوائية او غير هوائية ففي الظروف الهوائية فان النواتج النهائية لتحلل المواد العضوية غير النتروجينية هو ثاني اوكسيد الكاربون والماء اما في الظروف اللاهوائية تتكون مركبات بسيطة غير كاملة الاكسدة مثل االاحماض العضوية والكحولات والغازات مثل ثاني اوكسيد الكاربون والميثان وفيما يلي نواتج تحلل المركبات العضوية غير النتروجينية المختلفة:

1. تحلل السيليلوز Decomposition of Cellulose

يعتبر السيليلوز المادة الاساسية في تكوين جدار الخلية النباتية لذا يعتبر تحلله الخطوة الاولى في تحلل الانسجة النباتية حتى يمكن للمواد العضوية الاخرى التي توجد داخل الخلية ان تتعرض لفعل الاحياء الدقيقة ويتركب السيليلوز من وحدات الكلكوز ومرتبطة مع بعضها في سلاسل طويلة ومستقيمة بواسطة β-linkage عند ذرة الكاربون رقم 1.4 في جزئ السكر ويتراوح عدد جزيئات السكر في جزئ سيليلوز ما بين 1400–10000 جزئ ويختلف باختلاف النبات وتزداد نسبة السيليلوز في النباتات الخشبية وتقل في النباتات العصارية ويبلغ المحتوى السيليلوزي تقريباً 15% من الوزن الجاف للحشائش والبقوليات ويصل الى 50% في النباتات الخشبية . ويبلغ المتوسط من 15–4–% في معظم المحاصيل . ويعتبر السيليلوز من الكربوهيدرات الشديدة المقاومة للتحلل بواسطة الاحياء الدقيقة التي لها القدرة على افراز انزيم السيلوليز Cellolase الذي يحلل السيليلوز الى سكر السيليلوز Cellobiose الذي يتحول الى الكلكوز بواسطة انزيم السيلوبيز.

السيليلوز سيلوبيوز كلوكوز ماء + ثاني اوكسيد الكاربون + مكونات في اجسام الاحياء الدقيقة.

وتقوم انواع من البكتريا بعضها هوائية والبعض الآخر غير هوائية وبعض انواع من الفطريات والاكتينومايسيت بتحليل السيليلوز وهذه الاحياء تقوم باكسدة السيليلوز اكسدة كاملة الى ثاني اوكسيد الكاربون وماء. وفي الظروف اللاهوائية تقوم البكتريا اللاهوائية بتحليل السيليلوز مكونه ثاني اوكسيد الكاربون والميثان مع احماض عضوية وكحولات واغلب هذه الاحماض والكحولات سامة للنبات. وان تكوين الاحماض العضوية (مثل حامض الخليك CH_3COOH) في الترب الكلسية يؤدي الى تحطيم كمية من المادة الكلسية وانتاج مزيد من ايونات الكالسيوم والبيكاربونات.

2. تحلل الهيموسيلولوز Decomposition of hemicelluloses

تتكون مركبات الهيموسيلولوزية من تجمع سكريات خماسية C5 Sugar-pentose او سكريات سداسية الكاربون C6 Sugar-hexose او من سكريات حامضية تعرف باسم uranic acid وهي توجد بكثرة في انسجة النباتات وفي خلايا الاحياء الدقيقة وتتحلل المواد الهيموسيلولوزية مائياً بواسطة انزيمات تفرزها كثير من انواع الاحياء الدقيقة وناتج الانحلال المائي يتكون من

سكريات خماسية او سداسية الكاربون او سكريات حامضية. ومعدل تحلل الهيموسيلولوز في التربة في الايام الاولى اسرع من السيليلوز كنتيجة لعدم تجانس تركيبه.

3. تحلل النشأ Decomposition of starch

يتكون جزئ النشأ من 250–300 جزئ من سكر الكلوكوز مرتبطة مع بعضها البعض بواسطة glucosidic bonding 1—4 في السلسلة الرئيسية الا ان هنالك سلاسل جانبية مرتبطة بواسطة glucosidic bonding 1—6 . ويعتبر النشأ مخزن الكربوهيدرات في النبات ويوجد بكميات كبيرة في الاوراق نتيجة لعملية التركيب الضوئي. التحلل البيولوجي للنشأ سريع جداً بالمقارنة بالسليلوز والهيموسيلولوز ، حيث تقوم انواع كثيرة من البكتريا والفطر والاكتينومايسيت المنتشرة في التربة وعلى بقايا النباتات بعملية التحلل. وقد يتحلل النشأ تحللاً مائياً الى سكر ثنائي (مالتوز) الذي يتحلل ايضاً الى سكر الكلوكوز.

نشأ+ماء ---- مالتوز+ماء ---- كلوكوز — ماء +CO2+ مكونات في اجسام الاحياء المتحللة.

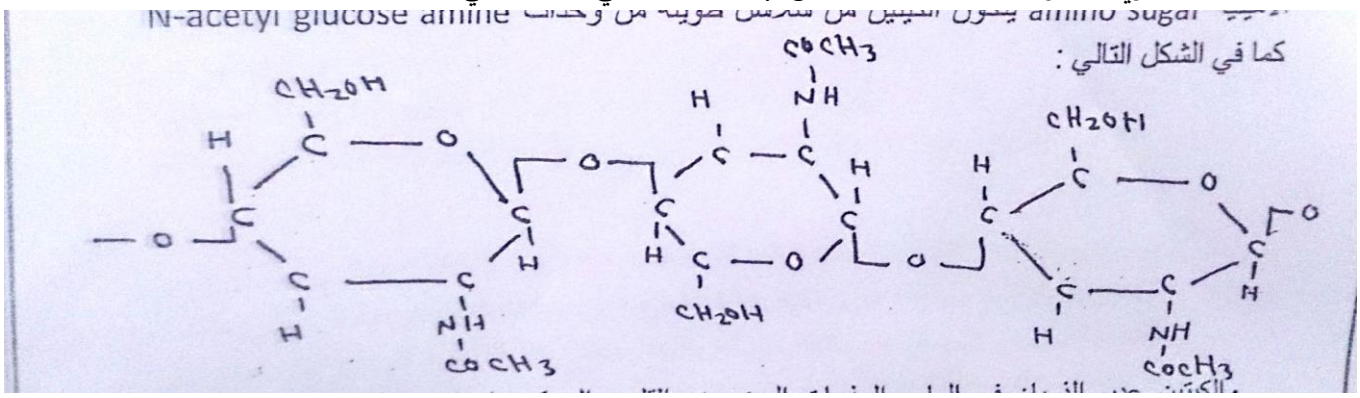
وفي حالة غياب الاوكسجين (التحلل اللاهوائي) فان حالة التخمر (fermentation) تحدث مؤدية الى انطلاق احماض اللاكتيك والخليك والبيوتريك وتتم عملية التحلل بسرعة وبمعدل معقول في الظروف اللاهوائية.

4. تحلل البكتين Decomposition of pectin

يوجد البكتين بكثرة في النباتات وهي المادة التي تعمل على تماسك الخلايا بعضها ببعض ويوجد البكتين في صورة بكتات الكالسيوم والمغنسيوم في الصفيحة الوسطى (middle lamella) الموجودة بين الخلايا النباتية ، ويتحلل البكتين بسهولة مائياً بواسطة عدد من الميكروبات الى سكريات بسيطة كثل الكالكتوز galacturonic ويعتبر تحلل البكتين من العمليات الهامة في التحلل للمادة العضوية.

5. تحلل الكيتين Decomposition of chitin

يعتبر الكيتين من اكثر السكريات المعتمدة شيوعاً والذي يحتوي في تركيبه على وحدة السكريات الامينية amino sugar يتكون الكيتين من سلاسل طويلة من وحدات N-acetyl glucose amine كما في الشكل التالي :



والكيتين عديم الذوبان في الماء والمذيبات العضوية والقلوية المركزة او الاحماض المعدنية المخففة ولكن يمكن ان يذوب ويتحلل اما بفعل الانزيمات او بواسطة الاحماض المركزة . ومصدر الكيتين في التربة هو بقايا الحشرات التي تقضي جزءاً من كل دورة حياتها في التربة وكذلك ينشأ من انسجة النباتات التي يكون الكيتين جزءاً كبيراً من تركيبها ويتحلل الكيتين كما يلي:

الكيتين ـــــــ سكريات امينية ذائبة بالماء ـــــــ NH_4 + CO_2 +H_2O + مكونات في اجسام الاحياء

6. تحلل اللكنين Decomposition of lignin

يوجد اللكنين في النبات بالطبقات الثانوية والى حد ما في الصفيحة الوسطى. يختلف النبات في تركيبه وخواصه من نبات الى آخر وحتى في نفس النبات تبعاً لعمره ومن ثم فانه ليس هنالك تركيب واحد لهذه المادة. ويقاوم فعل التحليل بواسطة الاحماض وهي خاصية كيميائية مهمة للكنين. يحتوي اللكنين على ثلاثة عناصر فقط هي الكاربون والاوكسجين والهيدروجين الا ان تركيبها

حلقي aromatic وهو غني بالكاربون وفقير بالأوكسجين . يتحلل اللكنين بصعوبة بواسطة الفطريات والاكتينومايستس الا ان معدل تحلله اقل من السيليلوز. وحصيلة التحلل زيادة عدد المجاميع الكاربوكسيلية (COOH--).

ثانياً: تحلل المواد العضوية النتروجينية.

تحتوي المواد العضوية على انواع مختلفة من المواد البروتينية وتختلف نسبة البروتين في المواد العضوية باختلاف مصادرها فتبلغ نسبته في مخلفات الحيوان بين 40–60% بينما تحتوي النباتات البقولية على 15–20%. وتنقسم المواد العضوية النتروجينية الى:

1. تحلل المركبات العضوية النتروجينية البروتينية.

تتحلل هذه المركبات سواء كانت من اصل نباتي او اصل حيواني بفعل احياء التربة الدقيقة سواء كانت بكتريا او فطر او اكتينومايستس وتتوقف قدرة أي نوع من هذه الميكروبات في تحلل هذه المركبات العضوية على قدرتها في انتاج الانزيم الخارجي الخاص بعملية التحلل المائي للمادة. والبكتريا اللاهوائية هي المسؤولة غالباً عن عمليات التحلل المائي في الظروف اللاهوائية في حين تقوم الفطريات والبكتريا الهوائية وكذلك بقية الاحياء الدقيقة بتحليل المركبات العضوية النتروجينية في الظروف الهوائية . ويتم التحلل على خطوات متتالية تنتهي بانطلاق الامونيا وهذه الخطوات هي:

أ- تحلل البروتينات (تتكون من ارتباط الاحماض الامينية) تحليلاً مائياً بواسطة انزيم Proteinase الى مركبات نتروجينية بسيطة تعرف بـ Polypeptides ونظرا لكون المادة العضوية تحتوي على انواع مختلفة من البروتينات يجدر هنا الاشارة الى ان لكل نوع منها انزيم خاص يقوم بعملية التحلل.

ب- تتحلل الببتيدات تحليلاً مائياً بواسطة انزيم خاص يعرف بـ Polypeptidases الى احماض امينية amino acids.

ت- الاحماض الامينية الناتجة قد تتحلل بواسطة انزيمات deaminases وغيرها لتكوين احماض عضوية وامونيا ولكل حامض اميني انزيم خاص به لايؤثر على غيره من الاحماض الامينية الاخرى. والتحلل المائي للاحماض الامينية يتم في الظروف الهوائية بواسطة الفطريات والاكتينومايستات والبكتريا الهوائية. اما في الظروف اللاهوائية فيحدث بواسطة البكتريا اللاهوائية.

2. تحلل المركبات العضوية النتروجينية غير البروتينية.

وافضل الامثلة هو اليوريا الذي يتحلل بواسطة انزيم Urease الى ثاني اوكسيد الكاربون وغاز الامونيا وفقاً للمعادلة التالية:

$$CO(NH_2)_2 \text{ ---------- } CO_2 + 2NH_3$$

العوامل المؤثرة في تحلل المادة العضوية.

في البداية لا بد من القول ان عملية التحلل للمواد العضوية هي عملية كيميائية حيوية (كيمو حيوية Biochemical) ولذا أي عامل يؤثر في نشاط الاحياء المجهرية للتربة بالضرورة سؤثر في سرعة تحلل المواد العضوية.

1. درجة الحرارة

تعتبر الحرارة من اهم العوامل البيئية المحددة لسرعة تحلل وتمثيل المادة العضوية فالتغير في درجة الحرارة سوف يؤثر في التركيب المايكروبي للأنواع النشطة في التحلل وفي الوقت نفسه يكون له تأثير مباشر على كل مكروب داخل مجموعة الاحياء في التربة. فعند انخفاض درجات الحرارة فان عملية التمثيل الغذائي للاحياء المجهرية وكذلك عملية معدنة CO_2 تحدث بمعدلات بطيئة مقارنة مع درجات الحرارة المرتفعة. لقد تباينت نتائج الدراسة فيما يتعلق بدرجة الحرارة المثلى لتحلل المواد الكاربونية وسبب ذلك يعود الى التباين الواسع في المجاميع الحيوية التي تقوم بالعملية ويمكن القول بان الحدود المثلى لدرجات الحرارة بين 30–40 م°.

2. تجهيز الاوكسجين.

الاوكسجين من العوامل المحددة لعملية تحلل المادة العضوية بواسطة الاحياء المجهرية. فعند الظروف اللاهوائية يقتصر انطلاق CO2 نتيجة فعل الاحياء المجهرية اللاهوائية بينما تعمل التهوية على تنشيط عملية معدنة الكاربون فيقل معدل تحلل المواد العضوية النباتية الاساسية كلما قل معدل تجهيز الاوكسجين.

3. الرطوبة.

يعتبر توفر الرطوبة المناسبة عامل مهم ومحدد لعملية تحلل المادة العضوية في التربة. لذا فان المستويات العالية من الرطوبة تسبب في خفض النشاط الميكروبي في التربة وذلك لان زيادة الرطوبة يقلل التهوية (الاوكسجين) لان معظم الكائنات الحية التي تساهم في تحلل المادة العضوية هي كائنات هوائية. اذن زيادة رطوبة التربة تقلل من كمية الهواء الموجود وزيادة الرطوبة الى حد الاغداق يؤدي الى انخفاض كبير في الاحياء المجهرية الهوائية وسيادة الاحياء اللاهوائية وبالتالي انخفاض النشاط الميكروبي.

4. درجة تفاعل التربة pH

درجة تفاعل التربة من العوامل المحددة لتحلل المادة العضوية. حيث لكل نوع البكتريا او الفطريات او الاكتينومايست درجة تفاعل خاصة بها تنمو عندها وتنشط في عملية التحلل للمادة العضوية عندها. حيث نلاحظ عندما تكون التربة متعادلة او قاعدية تنشط البكتريا والاكتينومايسيت في عملية التحلل عكس ذلك تنشط الفطريات في الظروف الحامضية. فضلاً عن ذلك تؤثر درجة تفاعل التربة على مجموعة الانزيمات التي تساهم في عملية تحلل المادة العضوية.

5. نسبة الكاربون الى النتروجين C/N Ratio

يعتبر النتروجين من العناصر الغذائية الاساسية لنمو الاحياء المجهرية. وان سرعة تحلل المواد النباتية يتوقف على محتوى نسبتها من النتروجين. أي ان نسبة الكاربون الى النتروجين عامل مهم جداً في تحلل المادة العضوية حيث عندما تكون النسبة مثلاً 1/50 (في تبن الحنطة مثلاً) تكون عملية التحلل بطيئة وتكون نتيجة التحلل تمثيل أي تقوم الاحياء باخذ النتروجين من التربة ويحدث نقص وقتي للنتروجين نتيجة تثبيته Immobilization في داخل اجسام الاحياء ويعود هذا النتروجين للتربة بعد تحلل هذه الاحياء وتحلل المادة العضوية. اما اذا كانت النسبة 1/30 تكون عملية التحلل متوسطة السرعة ويتوقع ان يكون هناك توازن بين المعدنة والتمثيل. اما اذا كانت النسبة في المركب العضوي 1/20 (في الجت مثلاً) فما دون تكون العملية سريعة وتكون عملية معدنة.

6. كلما كانت الاواصر المتواجدة في المركب العضوي ضعيفة كلما كان المركب سهل التحلل وكلما كانت الاواصر قوية يمون التحلل ابطأ وهذا يتمثل في اللكنين والشموع والدهون بينما عندما تكون نسبة السكريات الاحادية والثنائية اعلى يكون التحلل اسهل.
7. نوع ونشاط الكائنات الحية المحللة للمادة العضوية.
8. مدى توافر المواد العضوية للتحلل :

أ- امكانية وصول الاحياء الى المواد العضوية : ضرورة التماس من قبل الاحياء مع الجزيئات العضوية او ان امتزاز الجزيئات العضوية او الاحياء او الانزيمات على معادن الطين او اسطح التربة الفعالة يمكن ان يقلل من التحلل.

ب- حجم الدقائق العضوية: كلما صغر الحجم زاد التماس بين المواد العضوية والاحياء القائمة بالتحلل.

ت- الموقع : اذا كانت المواد العضوية على السطح وغير مخلوطة سيكون التحلل بطيء ومع الخلط يزداد التحلل.

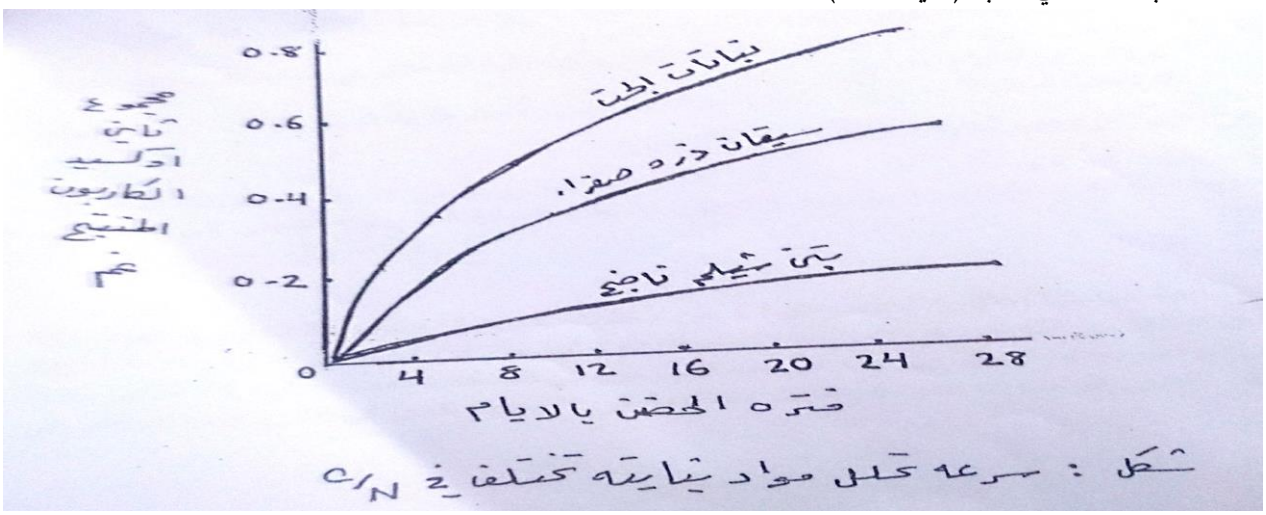
العوامل المحددة لمحتوى الترب من الكاربون العضوي:

كمية الكاربون العضوي (OC) التي تتواجد في تربة ما تعد دالة للاتزان بين سرعة الايداع (الاضافة للمصادر العضوية المختلفة في او على التربة) وسرعة المعدنة لبقايا الكاربون من قبل احياء التربة المجهرية. اذ ان كمية الكاربون العضوي تتأثر بعوامل تكوين التربة Soil forming factors (المناخ ، الاحياء ، الطبوغرافية ، الزمن ، المادة الام) ومع ان معدلات التراكم تزداد مع تطور التربة الا انها لا تستمر الى ما لانهاية بل تصل الى حالة اتزان بعد مدة معينة.

نسبة الكاربون : النتروجين في المواد العضوية C/N Ratio in Organic matter

تختلف نسبة الكاربون : النتروجين من مادة عضوية لاخرى حسب مصدرها ودرجة انحلالها فمثلاً تبلغ هذه النسبة 400: 1 في نشارة الخشب و1:80 في سعف النخيل و 1:60 في قمامة مدينة بغداد و 1:20 في نبات الجت. وتتوقف سرعة انحلال المادة العضوية على هذه النسبة حيث كلما زادت النسبة كلما التحلل بطيئاً.

والشكل التالي يبين سرعة تحلل المخلفات النباتية (التي يستدل عليها من سرعة تحرر ثاني اوكسيد الكاربون) تزداد كلما انخفضت نسبة الكاربون: النتروجين. فقد تحللت مخلفات نبات الجت (N:C أي 1:20) بسرعة اكبر من تحلل قش الشيلم (1:350) وعند وصول هذه المواد الى مراحل متقدمة من التحلل فان خواصها تقترب من خواص دبال التربة وتكون نسبة الكاربون: النتروجين فيها عندئذ مقاربة للنسبة في التربة (تقريباً 1:10).



شكل : سرعة تحلل مواد نباتية تختلف في C/N

تبلغ نسبة الكاربون في المخلفات النباتية ما يقارب 50% من وزنها الجاف وقد بينا سابقاً بان جزءاً من الكاربون المتحرر بشكل ثاني اوكسيد الكاربون خلال عملية التحلل الهوائي للمادة العضوية يمثل من قبل الاحياء ذاتية التغذية . كذلك فان جزءا من الكاربون في المواد العضوية المحلله المستخدمه من قبل الاحياء النباتية المتباينة التغذية لاجل بناء خلاياها . ولما كانت هاتين العمليتين تحتاجان الى عنصر النايتروجين اضافة الى الكاربون فان على الاحياء ان تحصل على النايتروجين من الوسط (التربة في هذه الحالة) الذي تعمل فيه . وعندما لا تحتوي المادة العضوية المعرضة للانحلال على نسبة ملائمة من النايتروجين (N:C عالية) فسوف تقوم الاحياء بالحصول على النايتروجين الذي تحتاجه من نايتروجين التربة الجاهزة مما يؤدي الى حصول نقص وقتي في النايتروجين التربة الذي تظهر علاماته على المحاصيل النامية فيها . لذلك فعندما يضيف الفلاح المخلفات النباتية او السماد الحيواني (الدمن) لتحسين خواص التربة الفيزياوية وخصوبتها فيجب عليه ان يقوم بتعريض تلك المواد الى عملية انحلال مايكروبي عن طريق الكمر (Composting) لاجل خفض نسبة الكاربون :النايتروجين الى مايقارب 1:10 . وعملية الكمر هذه عبارة عن خزن المواد العضوية بشكل كومه مع المحافظة على نسبة مناسبة من الرطوبة والتهوية ودرجة الحرارة ملائمة لتشجيع الانحلال المايكروبي والكيمياوي للمواد العضوية . وقد تضاف بعض المواد السكرية كمصدر للطاقة السريعة للاحياء المجهرية لتعجيل عملية الانحلال . اما اذا لم يتمكن الفلاح من تعريض تلك المواد للكمر فيجب اضافة كمية مناسبة من النايتروجين بشكل سماد كيمياوي عند اضافة المواد العضوية المذكوره اعلاه الى التربة . ولا ينصح بزراعة تلك الارض بالمحاصيل الا بعد مرور ثلاثة اسابيع في المواسم الدافئة وخمسة اسابيع في المواسم المعتدلة . واذا زرعت الارض قبل مرور تلك الفترة فقد ينتج واحد او اكثر من الامور التالية :

1. قد تعرض المحاصيل لغاز ثاني اوكسيد الكاربون الناتج من عملية انحلال وهذا يكون ضار لنمو جذور النباتات اذا زادت نسبة عن حد معين .
2. قد تحترق جذور النباتات وخاصة البادرات حيث ان عملية الانحلال هي عملية اكسدة تنتج عنها طاقة حرارية كناتج عرضي .
3. قد يحصل تمثيل للنايتروجين الجاهز في التربة من قبل احياء التربة المجهرية .