التركيب الكيميائي للمخلفات العضوية:

تحتوي جميع المخلفات العضوية على عناصر أساسية مثل الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين والفسفور والكبريت.

وتختلف مكونات المخلفات الصناعية الزراعية باختلاف المصدر فمثلاً مخلفات صناعة الورق والسكر تحتويعلى قدر كبير من الكربوهيدرات في حين أن مخلفات الألبان واللحوم فتحتوي على قدر كبير من الأحماض الدهنية والبروتين.

مخلفات الحيوانات Animal Wastes

تتركب مخلفات الحيوانات أساساً من:-

1. بقايا طعام غير مهضوم هو عبارة عن سليلوز ولكنين وبعض المواد الدبالية.
2. كما يحتوي أيضاً على خلايا كائنات حية دقيقة.
3. النتروجين في صورة عضوية (بروتين غير مهضوم وخلايا الكائنات الحية الدقيقة).
4. تحتوي الأسمدة العضوية السائلة على قدر كبير من الأمونيا NH_3 الذي تتكون من التحلل المائي لليوريا.
5. لبيدات بالإضافة الى مواد شبه دبالية.
6. أنواع عديدة من المضادات الحيوية والهورمونات.

وتختلف مكونات الأسمدة العضوية الحيوانية المضافة للتربة الزراعية في محتواها من العناصر الغذائية تبعاً لنوع الحيوان ونوع الغذاء والمواد المضافة للغذاء وظروف التخزين.

ينخفض **N** الصالح للأمتصاص بواسطة النباتات في السماد العضوي تبعاً لدرجة فقد الـ**N** منه على صورة أمونيا من خلال التطاير أو فقد **N** من خلال عملية الغسيل.

فالسماد العضوي الذي يتعرض لدورات ابتلال وتجفيف يكون عرضة لفقد كميات كبيرة من **N** المتبقي كمية قليلة لا تكفي لاحتياجات النبات.

جدول الأتي يوضح التركيب الكيميائي للأسمدة العضوية المضافة.

المكونات	المدى (%)
مركبات ذائبة في الكحول	1.8 – 2.8
مركبات ذائبة في الماء البارد	3.2 – 19.2
مركبات ذائبة في الماء الساخن	2.4 – 5.7
هيموسيليلوز	18.5 – 23.5
سيليلوز	18.7 – 27.5
لجنين	14.2 – 20.7
نتروجين كلي	1.1 – 4.1
رماد	9.1 – 17.2

الحمأة Sewage Sludge :- يطلق اسم الحمأة على المخلفات الصلبة بعد المعالجة الحرارية واللاهوائية.

وفيما يلي وصف لعمليات المعالجة المختلفة:-

1. **المعالجة الابتدائية:- Primary Treatment** وهي عبارة عن عملية حجز وترسيب المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي.

والمياه الناتجة عن هذه المعالجة تحتوي على مادة صلبة عالقة لم تترسب بالأضافة الى مركبات عضوية وغير عضوية ذائبة في المياه كما تحتوي على طفيليات وكائنات حية دقيقة.

2. **المعالجة الثانوية Secondery Treatment** وهي عملية الغرض منها خفض كمية المواد الصلبة وازالة المستهلكة للأوكسجين وتشمل المعالجة الخطوات التالي:

أ- **معالجة ابتدائية:** ويتم فيها حجز المواد الصلبة والأتربة والرمال والحمأة في الترسيب الابتدائي.

ب- أحواض التهوية أو مرشحات بيولوجية ويتم فيها أكسدة المواد العضوية.

ت- ترسيب ثانوي ويتم فيها ترسيب الحمأة الناتجة من أحواض التهوية وفي هذه الحالة (المرحلة) تموت الكائنات الحية الدقيقة أما المياه الناتجة فتحتوي على تركيزات عالية من العناصر الغذائية والحمأة الناتجة من المعالجة الثانوية وغالباً ما يتم اضافتها للأراضي الزراعية.

3. **المعالجة المتقدمة Advance Treatment**

وتستخدم هذه المعالجة لتنقية المياه بصورة أفض ولأزالة نسبة كبيرة من الفسفور العضوي تصل الى **30%** وفي هذه المرحلة تستخدم طرق كيميائية وبيولوجية كثيرة منها اضافة الحجر الجيري لترسيب **p** واستخدام المرشحات لأزالة الخلايا البيولوجية والمواد العضوية.

هناك كميات كبيرة وهائلة ناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي وهي تمثل مشكلة من ناحية تخزينها والتخلص منها ويعد استخدام الحمأة في الإنتاج الزراعي بإضافتها للأراضي الزراعية أحد الحلول لهذه المشكلة في الإنتاج الزراعي بإضافتها للأراضي الزراعية أحد الحلول لهذه المشكلة علماً بأن اضافة الحمأة للأراضي الزراعية لا يمثل تهديداً للبنية اذا ما تم اضافتها بمعدلات مناسبة لا تسمح بزيادة تركيز العناصر في التربة.

فرص الاستخدام الآمن للحمأة في الإنتاج الزراعي تزداد زيادة كبيرة بعد معاملتها بايولوجياً لأن ذلك يقلل من مخاطر اضافة البكتريا الممرضة ويزيل الروائح الكريهة منها.

فالمعاملة البيولوجية لمياه الصرف الصحي تهدف بالأساس الى قتل البكتريا الممرضة وخفض كمية المواد الصلبة العالقة وخفض المواد المستهلكة للأوكسجين **O** في المياه الى الحد الذي

يسمح بالتخلص من هذه المياه الى البحيرات والمسطحات المائية دون ان يمثل خطراً على البيئة.

ان الناتج النهائي المستحصل من المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والذي يستخدم في الإنتاج الزراعي هو عبارة عن ناتج غليظ القوام ذو رائحة ولا يحتوي على مواد صلبة خام أو غير مهضومة واغلب الحمأة الناتجة من محطات الصرف الصحي تحتوي (2 – 5%) مواد صلبة أما المياه الناتجة تتكون سوداء اللون تحتوي على مواد صلبة وغرويات عالقة.

والجزء الصلب من الحمأة يتكون تقريباً من نسب متساوية من المواد العضوية وغير العضوية وتشمل المواد غير العضوية عناصر **Cr،Hg،Cd،Pb،Cu،Zn،Cl،S،K،P،N،B،Mn،Ni** وغيرها.

أما المواد العضوية فهي مخلوط معقد يتكون من

1. مكونات مهضومة **Digested** مقاومة للتحلل اللاهوائي.
2. خلايا كائنات حية دقيقة حية وميته.
3. مكونات تم تخليقها بواسطة كائنات الحية الدقيقة خلال عملية الهضم نسبة **C/N** بين 12-7 وبمتوسط 10 ومحتواها من الـ**N** الصالح للأمتصاص من قبل النبات **(NH4،NO3)** منخفض بسبب المعالجة البايلوجية والتي تعمل على ثبات الـ**N** العضوي.

تحلل المخلفات العضوية في التربة:-

نظراً للتركيب الكيميائي المعقد للمخلفات العضوية فأن العديد من الكائنات الحية الدقيقة تشترك في تحلل هذه المواد، تلعب الديدان الأرضية وحيوانات التربة دوراً كبيراً في خفض حجم بقايا النباتات الطازجة ويعقب ذلك تحولات عديدة لهذه البقايا عن طريق الأنزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة.

وتتميز المرحلة الأبتدائية للتحلل بفقد سريع للمواد العضوية سهلة التحلل وتتوقف كمية الكربون الناتجة من التحلل والمستخدمة لتكوين خلايا جديدة على طبيعة ونوعية الكائنات الحية الدقيقة في التربة لذلك فالكربون المتاح لتخليق خلايا ميكروبية جديدة يتراوح بين 10-70%، وان البكتريا المكونة للجراثيم **(Molds)** تعتبر من أنشط الأنواع في استهلاك البروتين والنشأ والسليلوز ونواتج تحلل هذه المواد يشمل **(NH_3)** و **(H_2S)** و **(CO_2)** والأحماض العضوية.

وتلي المرحلة السابقة هجوم ميكروبي على الأحماض الوسطية الناتجة والخلايا المتكونة ينتج عنه مواد حيوية جديدة وفقد الكربون على صورة **CO_2**، وتتميز المرحلة النهائية بتحليل تدريجي للمكونات النباتية المقاومة للتحلل مثل اللكنين ويمكن تقسيم مراحل التحلل الميكروبي للبقايا العضوية في التربة كما يلي:-

المرحلة الأولى:- يتم فيها تحليل المواد العضوية سهلة التحلل وتحول جزئي للكربون الى co_2 وتخليق خلايا جديدة.

المرحلة الثانية:- يتم فيها استهلاك السليلوز والكربوهيدرات يعقبه نقص في كمية البقايا العضوية وفي هذه المرحلة تتكون خلايا جديدة ميكروبية ويحدث معدنة لبعض المكونات العضوية.

المرحلة الثالثة:- يزداد تحلل السليلوز ويبدأ تحلل اللكنين وتصاحب هذه المرحلة نقص أكبر في بقايا المواد العضوية.

المرحلة الرابعة:- يستمر التحلل وبالنسبة للبقايا النباتية يتخلف منها في التربة حوالي 3/1 الحجم الابتدائي في نهاية موسم النمو.

ويلاحظ أن مكونات البقايا النباتية تتحلل بمعدلات مختلفة فنجد ان السكريات البسيطة والأحماض الأمينية والبروتينات وبعض السكريات المتعددة تتحلل بسرعة جداً في مدة لا تزيد عن ساعات أو أيام. أما الجزيئات الكبيرة في البقايا النباتية فيجب أن تتكسر الى وحدات بسيطة قبل تحللها وهو عادة ما يتم بواسطة الأنزيمات المفرزة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

وبوجه عام فأن المخلفات العضوية المختلفة يتوقع ان تتبع نفس المراحل السابق ذكرها عند تحللها في التربة. إلا أن الحمأة المعالجة **Digested** قد تكون أكثر مقاومة للتحلل من البقايا النباتية نتيجة لمرورها بتحولات بيولوجية بالإضافة الى احتوائها على تركيزات عالية من المواد غير العضوية.

ويتوقف درجة تحلل المواد العضوية على درجة الحرارة فيزيد معدل تحللها بزيادة درجة الحرارة وهذا راجع الى زيادة النشاط الميكروبي بزيادة درجة الحرارة.

ادارة المخلفات العضوية لتنظيم الاستفادة من النتروجين

تتوقف معدلات اضافة المخلفات العضوية الى الأراضي الزراعية على كمية العناصر الكبرى **(K،P،N)** التي تصبح صالحة للأمتصاص من قبل النبات خلال العام الذي تتم فيه الأضافة.

وفي الوقت نفسه قد توجد قيود على معدلات الأضافة تبعاً لمحتواها من العناصر السامة.

وبوجه عام فأن كمية (NO_3) الناتجة والتي سوف تصبح صالحة للأمتصاص من قبل النبات أو تتعرض للغسيل أو لعملية عكس النترجة هي عبارة عن الفرق بين الكمية الكلية للنتروجين المضاف والكمية الممسوكة في التربة والموجودة بصورة عضوية (كمية النتروجين المتبقي في التربة في نهاية موسم الزراعة) وكمية النتروجين التي تم مسكها في التربة تتوقف على كمية الكربون الممسوك بالتربة والذي يقدر تقريباً بـ3/1 الكربون المضاف الى التربة وان كانت الأبحاث أوضحت أن 50% من الكربون سوف يمسك في التربة، ان النتروجين يمسك في التربة

مع الكربون بنسبة 10 أجزاء كربون الى 1 جزء نتروجين وهي تقريباً نفس **C/N** في خلايا الكائنات الحية الدقيقة.

وتبعاً لذلك فأن أضافة مخلفات عضوية الى التربة بمعدل (10 طن) وزن جاف يتخلف فيها تقريباً بعد عام من الإضافة حوالي 1/3 هذه الكمية والتي تقدر 3300 كغم وبأفتراض ان 90% من المادة الجافة من السماد العضوي هي عبارة عن مواد عضوية تحتوي على 50% كاربون أي ان حوالي1500 كغم سوف تبقى في 1/10 هذه النسبة من الـ **N (150kg)** سوف تبقى أيضاً في التربة اما إذا افترضنا بقاء 50% من الكربون المضاف الى التربة فأن (225 **kg**) من النتروجين سوف تبقى في التربة.

تخليق مركبات مسببة للسرطان

نتيجة لنشاط الأحياء الدقيقة في التربة على المخلفات العضوية يمكن أن تتكون مركبات عضوية مسببة للسرطان أو مركبات سامة وهذه المركبات تشمل:-

1. **Nitrosamine**
2. **Dimethylselenide**
3. **Dimethylarsine**
4. **Methylmurcury**

Methylmurcury:- التخلص من مياه الصرف الصناعي المحتوية على الزئبق الى المجاري المائية يمكن أن يؤدي الى تكوين مركب **Methylmurcury (CH_3Hg)** من خلال النشاط الميكروبي وهذه المركبات سامة يمكن أن تؤدي الى أمراض خطيرة للإنسان ولقد تم رصد حالات وفاة لأشخاص نتيجة للتسمم بمثيل الزئبق.

الرسوبيات في قاع كثير من البحيرات والمجاري المائي ثبت بتلوثها بالزئبق والتحول البطيئ للزئبق على صورة مثيل أمر محتمل على المدى القريب.

ومصادر تلوث التربة بالزئبق تشمل المبيدات والمخلفات العضوي مثل الحمأة الناتجة من الصرف الصحي.

Dimethylarsine:- يلقى عنصر الزرنيخ اهتماماً كبيراً من ناحية البيئة نتيجة لاستخدامه في تصنيع المبيدات ومواد رش الأوراق وأيضاً لسميته الشديدة للإنسان.

وتكمن المشكلة في عنصر الزرنيخ أي أنه (كما في الزئبق) يتحول الى **Dimethylarsine** بواسطة الكائنات الحية اللاهوائية وتتجمع في لأسماك.

Dimethylselenide:- تتعرض الصور الأنيونية للسيلينيوم الى النشاط الميكروبي فان النباتات النامية في ترب ذات محتوى عالي من السلينيوم تعمل على تجمع السلينيوم في اجزائها بتركيزات عالية تكون سامة للحيوانات.

Nitrosamine:- يتكون النيتروز السام عن طريق التفاعل الكيمائي بين الأمينات **(RNH_2)** والنتريت **(NO_2)** شريطة تواجد هذين المركبين في نفس الوقت.

ويعتبر **NO_2** المطلوب لإتمام عملية التفاعل مركب وسطي ينتج من خلال التحولات البيوكيميائية للنتروجين ونادراً ما يتواجد هذا المركب في التربة إلا أن تجمع هذا المركب في بعض المواقع أمر وارد ومحتمل حينما يتواجد نشاط للبكتريا المؤكسدة للنتريت **(Nitrobacter)** بواسطة **NH_3** الحرة.