الفصل الخامس

الأسمدة العضوية
أنواعها واستخداماتها

obeikan.com

obeikan.com

الفصل الخامس

الأسمدة العضوية - أنواعها واستخداماتها

Organic Fertilizers - Types and Usage

مقدمة *Introduction:*

المواد العضوية الخام Crude organic materials التي تستخدم بدون معالجة كأسمدة عضوية Organic fertilizers معروفة منذ القِدم، مثل الأسمدة العضوية الناتجة من المخلفات الحيوانية أو الـ Manures، والذي يعرف بسماد المزرعة، أو السماد البلدي الذي أساسه روث الماشية، وسماد الأغنام وإسطبلات الخيول، وسماد زرق الدواجن، وسبلة الحمام، ومخلفات الخنازير التي تتغذى على القمامة المنزلية. هذه المواد العضوية الخام يستخدمها المزارعون في الزراعة كأسمدة عضوية؛ لما لها من تأثير فعال Effective effect في تحسين خصائص التربة الزراعية، وتوفير بعض عناصر التغذية الأساسية، دون الالتفات إلى تأثيرتها الضارة Harmful effect، من خلقها ظروفًا لا هوائية ونقصًا للأكسجين في التربة، يؤدي إلى تكوين مركبات سامة تؤثر على نمو النباتات، وإلى فقد جزء من النيتروجين في صورة أمونيا بتفاعلات عكس التأزت، وتحول جزءًا آخر من الصورة المعدنية للنيتروجين النتراتي والأمونيومي إلى صورة النيتروجين العضوي، والذي يظهر معه نقص مؤقت للنيتروجين بالتربة، بالإضافة إلى اختلال نسبة الأكسجين إلى ثاني أكسيد الكربون؛ مما يؤثر على العمليات الحيوية والكيماوية، واختناق الجذور، بالإضافة إلى تلوث التربة بالكائنات الممرضة، والنيماتودا وبذور الحشائش.

ولتلافي مخاطر استخدام المواد العضوية الخام من الأسمدة العضوية البلدية وغيرها، وجب تدويرها وتحويلها إلى أسمدة معالجة، بكمرها وتسويتها وإنضاجها؛ لتصبح وجبة صحية مفيدة لا تسبب ضررًا ولا تلوثًا للتربة، وسهلة التحلل؛ ليستفيد منها النبات.

أنواع الأسمدة العضوية المكمورة هوائيًا أو الكمبوست *Types of organic fertilizer as compost manufactured by composting of organic materials:*

إن عملية كمر المخلفات وما بها من مادة عضوية تعرف بالـــ composting، وهذه العملية ينتج عنها سماد عضوي يعرف بالكمبوست compost. ويسمى السماد العضوي أو الكمبوست على حسب المواد الخام المصنع منها، فإذا كان مصنعًا من المخلفات البلدية الصلبة أو القمامة المنزلية سُمي سماد أو كمبوست القمامة المنزلية Garbage compost، وإذا ما صُنع من حمأة المجاري سُمي سماد أو كمبوست الحمأة. وكذلك عندما يتم تصنيعه من المخلفات الزراعية، فإنه يسمى سماد أو كمبوست المخلفات الزراعية Agricultural waste compost، ومنه الكمبوست النباتي Plant compost من البقايا النباتية فقط، والكمبوست الحيواني Animal compost من المخلفات الحيوانية، أو خليط منهما ويعرف بالكمبوست النباتي الحيواني Plant animals compost.

[1] كمبوست المخلفات البلدية الصلبة *Garbage compost*

تعتبر المخلفات البلدية الصلبة من المخلفات التي تحتوي على حوالي نصف وزنها مادة عضوية، وتسبب حال تركها لبعض الوقت روائح نفاذة؛ نتيجة تخمرها وتحللها بمعزل عن الهواء في الحاويات التي تحويها؛ ومن ثم فإنها تعتبر من أكبر ملوثات البيئة، بعناصرها الثلاث: الأرض, والمياه, والهواء. لذا

فإن معالجة المادة العضوية لهذه المخلفات، يعتبر أمرًا مهمًّا بيئيًّا، وإضافة قوية في مجال صناعة الأسمدة العضوية؛ حيث تعتبر مصدرًا من مصادر صناعة الأسمدة العضوية في مصر وفي العالم.

وسبق الإشارة – في الفصل الأول من هذا الكتاب – إلى أن كمية القمامة المتولدة يوميًّا على مستوى جمهورية مصر العربية تقدر بحوالي 17.583 مليون طن [عدد السكان (90086267 مليون نسمة) × معدل الفرد من القمامة (195 كجم سنويًا)]، توفر حوالي 8–9 مليون طن مادة عضوية، إذا ما تم تدويرها وتحويلها إلى أسمدة عضوية، فإنها تعطي – في المتوسط – حوالي 4- 4.5 مليون طن. لكن على أرض الواقع، فإن ما يتم إنتاجه من حوالي 64 مصنعًا حكوميًا عندما تعمل بكامل طاقتها التصميمية، (طاقة معالجتها الإجمالية حوالي 10000 طن من القمامة منزلية خام / يوميًّا)، لا يتجاوز 2500 طن سماد يوميًّا (حيث إن المخلفات البلدية الصلبة أو القمامة المنزلية تحتوي على 50٪ مادة عضوية، وينتج عنها بعد تدويرها 50٪ من السماد العضوي). ونظرًا لأن المصانع لا تعمل بكامل طاقتها التصميمية، وتبلغ طاقتها الفعلية حوالي 50٪ فقط من الطاقة التصميمية؛ لذلك فإن المتوقع أن تصل الإنتاجية إلى حوالي 1250 طن من السماد يوميًا أي حوالي 375000 طن كمبوست لعدد 300 عمل في السنة.

والسماد العضوي الناتج من تدوير ومعالجة المادة العضوية بالمخلفات البلدية الصلبة له من الخصائص ما يجعله

مقبولًا للاستخدام عند تجهيز الأرض، وتأسيسها لزراعة محاصيل الفاكهة، وهذه الخصائص يوضحها جدول (5- 1).

جدول (5-1): خصائص ومواصفات الأسمدة العضوية من المخلفات البلدية الصلبة

خصائص الكمبوست	القيمة الرقمية للخاصية	خصائص الكمبوست	القيمة الرقمية للخاصية
نسبة الرطوبة ٪	30 - 20	نسبة الكربون العضوي (٪)	15.1 – 12.8
وزن المتر المكعب رطب (بالكيلو جرام Kg)	780 - 600	نسبة الكربون: النيتروجين C / N Ratio	1: 18.3 –16.8
وزن المتر المكعب جاف (بالكيلو جرام Kg)	600 - 500	نسبة الفوسفور الكلي (٪)	0.4 - 0.3
رقم الحموضة pH في مستخلص 10:1	8.6 - 7.8	نسبة البوتاسيوم الكلي (٪)	0.7 – 0.5
رقم التوصيل الكهربي EC في مستخلص 10:1 (ديسيسيمنز / م dS / m)	5.5 – 4.5	بذور الحشائش	لا يوجد
نسبة النيتروجين الكلي (٪)	0.9 -0.7	الطفيليات (يرقة / 200 جرام)	لا يوجد
نسبة المادة العضوية (٪)	26 - 22	النيماتودا (يرقة / 200 جرام)	لا يوجد

مع مراعاة أن جميع التحليلات السابقة على أساس الوزن الجاف، فيما عدا نسبة الرطوبة ووزن المتر المكعب الرطب

ويستخدم هذا السماد بمعدل 10 طن كمبوست للفدان في السنة في حالة المحاصيل الحقلية، بينما يستخدم من 15-20 طن في حال تأسيس مزارع أشجار الفاكهة. ويحظر حظرًا تامًّا استخدام المادة العضوية بالقمامة المنزلية بدون معالجة؛ حيث يقوم جامعو القمامة في منشية ناصر والقطامية وغيرها بتربية الخنازير عليها، وبيع المخلفات المتبقية منها على أنها سماد عضوي، وعلى الرغم من خصوبته إلاَّ أنه يعتبر سمادًا ملوثًا تلوثًا شديدًا، ويسبب كثيرًا من المشاكل الزراعية.

[2] كمبوست مخلفات الصرف الصحي *Sewage sludge compost*

تعتبر حمأة المجاري – وهي الرواسب الناتجة من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي بالمدن بعد تجفيفها في الأحواض – أحد مصادر المادة العضوية. ونظرًا لأن الحمأة لا يتم لها أي معالجة حاليًا سوى التجفيف الشمسي, فإنها تحتوي على الكثير من الطفيليات ومسببات الأمراض البكتيرية والفطرية والفيروسية، وكذلك تركيزات مرتفعة من العناصر الثقيلة؛ نظرًا للصرف المشترك للصرف المنزلي والصرف الصناعي.

ولا ينصح باستخدام الحمأة بدون معالجة بيولوجية بالكمر الهوائي مع القمامة المنزلية, أو مع بعض المخلفات الزراعية؛ وذلك للقضاء على جميع مسببات الأمراض من الطفيليات والميكروبات، مع الأخذ في الاعتبار محتوى السماد الناتج من العناصر الثقيلة لتحديد معدلات الاستخدام, حتى لا يحدث تلوث للغذاء أو التربة بهذه العناصر على المدى الطويل من الاستخدام.

ولكن إذا ما استخدمت الحمأة بدون معالجة، فإنه في هذه الحالة يتم استخدامها لتسميد المحاصيل التي لا تؤكل طازجة, مثل محاصيل الزيوت والألياف، كما يمكن استخدامها في تسميد الأشجار الخشبية، وأشجار الفاكهة التي لا تلمس ثمارها الأرض.

[3] كمبوست المخلفات الزراعية *Agricultural waste compost*

كمبوست المخلفات الزراعية هو السماد العضوي الناتج من الكمر الهوائي للمخلفات الزراعية الغنية بالعناصر الغذائية التي تحتويها هذه البقايا والمخلفات من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وغيرها من العناصر التي امتصتها النباتات أثناء نموها من التربة، ومن المادة العضوية.

وسواء كان الكمبوست ناتجًا من البقايا النباتية (قش الأرز، عروش النبات، الأحطاب، الحشائش، مخلفات قصب السكر، ورد النيل، تقليم الأشجار، مخلفات التصنيع الزراعي)، ويعرف بالكمبوست النباتي Plant compost، أو من المخلفات الحيوانية (الروث الحيواني، سبلة الدواجن، الفرت وغيره من مخلفات المجازر)، المحتوية أيضًا على العديد من عناصر التغذية الأساسية، والمادة العضوية، فيما يعرف بالكمبوست الحيواني Animal compost، أو خليط منهما، ويعرف بالكمبوست النباتي الحيواني Plant animals compost، فإن خواصه الطبيعية وصفاته الكيميائية ومحتواه من عناصر التغذية الأساسية جيدة، ومناسبة للتسميد العضوي بها (جدول 5- 2).

جدول (5–3): خصائص ومواصفات الأسمدة العضوية من المخلفات الزراعية

خصائص الكمبوست	الكمبوست الحيواني	الكمبوست النباتي –حيواني	الكمبوست النباتي
نسبة الرطوبة ٪	30 - 20	30 - 20	30 - 20
وزن المتر المكعب رطب (بالكيلو جرامKg)	910 - 720	845 - 660	650 - 480
وزن المتر المكعب جاف (الكيلو جرام Kg)	700 - 600	650 - 550	500 - 400
رقم الحموضة pH في مستخلص 10:1	8.5 - 7.5	8.5 - 7.5	8.8 - 7.8
رقم التوصيل الكهربي EC في مستخلص 10:1 ديسيسيمنز / م (dS / m)	4.0 - 3.0	4.5 – 3.5	5.5 – 3.5
نسبة النيتروجين الكلي (٪)	1.2 -0.8	1.4 -1.0	1.8 -1.0
نسبة المادة العضوية (٪)	28 - 22	32 - 25	38 - 28
نسبة الكربون العضوي (٪)	16.3 – 12.8	18.6 – 14.5	22 – 16
نسبة الكربون: النيتروجين C / N Ratio	1: 16 –13.6	1: 15 –13.3	1: 16 –14
نسبة الفوسفور الكلي (٪)	0.5 - 0.3	0.6 - 0.4	0.7 - 0.4
نسبة البوتاسيوم الكلي (٪)	1.0 - 0.6	1.2 - 0.8	1.4 - 0.8
بذور الحشائش	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
الطفيليات (يرقة / 200جرام)	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
النيماتودا (يرقة / 200جرام)	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد

مع مراعاة أنَّ:

- جميع التحليلات السابقة على أساس الوزن الجاف، فيما عدا نسبة الرطوبة ووزن المتر المكعب الرطب.
- كثافة الكمبوست الحيواني مرتفعة عندما تكون أرضية حظائر التربية رملية، أو يتم التتريب بالتربة.

وتتميز هذه الأسمدة بأنها خالية من الميكروبات والفطريات الممرضة والنيماتودا وبذور الحشائش، علاوة على ارتفاع قيمتها السمادية من حيث المحتوى النيتروجيني والعضوي, وكلها عوامل تُحسن من صفات المحاصيل الزراعية التي يتم تسميدها بهذه الأسمدة العضوية.

مميزات وفوائد الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست *Advantages and benefits of organic fertilizer or compost*

الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست الخالية من مسببات الأمراض وبذور الحشائش والطفيليات والنيماتودا له فوائد كثيرة ومتعددة؛ حيث تعمل على تحسين خصائص التربة الطبيعية بتفكيك الأراضي الطينية المتماسكة، وتقليل المسامية والنفاذية الشديدة للأراضي الرملية؛ مما يؤدي إلى احتفاظها برطوبتها وحفظ المياه والأسمدة من الفقد مع مياه الري. بالإضافة إلى ذلك، فإنها تعمل على تحسين خصائص التربة الكيميائية والبيولوجية، وتوفير بعض عناصر التغذية الأساسية، والمساهمة في تقليل التلوث وزيادة قدرة التربة والنبات على المقاومة الحيوية.

أولاً: دور الأسمدة العضوية في تحسين خصائص التربة الطبيعية:

- تعمل الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست على تحسين البناء والقوام والنفاذية للتربة، والذي يساعد على تحسين مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء في الأراضي الرملية، وزيادة تهوية وتصريف المياه في التربة الطينية.
- تعمل الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست على زيادة السعة التشبعية للماء؛ مما يزيد من كفاءة استخدام مياه الري.

- تعمل الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست على تقليل قابلية التربة لعوامل التعرية أو الانجراف بالمياه والرياح.
- تؤدي إضافة الأسمدة العضوية إلى تدفئة التربة؛ مما يحسن من ظروف الإنبات والنمو.

ثانيًا: دور الأسمدة العضوية في تحسين خصائص التربة الكيميائية:

- يؤدي استخدم الأسمدة العضوية أو الكمبوست إلى زيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة، وما يترتب عليها من زيادة ادمصاص كاتيونات الأمونيوم والبوتاسيوم والكالسيوم, وغيرها من عناصر التغذية الضرورية للنبات.
- تعتبر الأسمدة العضوية أو الكمبوست في حد ذاتها مخزنًا رئيسًا لعناصر التغذية الضرورية، سواء كانت من كاتيونات العناصر الكبرى أو الصغرى، أو أنيونات النترات والفوسفات والكبريتات والبورات وغيرها.
- احتواء الأسمدة العضوية أو الكمبوست على كمية عالية من العناصر الغذائية يقلل من الكميات المستخدمة من الأسمدة الكيميائية.
- تعمل الأسمدة العضوية أو الكمبوست على زيادة كفاءة استخدام الأسمدة الكيميائية والصخور الطبيعية.
- الأسمدة العضوية أو الكمبوست يحتوي على بعض العناصر الغذائية التي لا توجد في مخصبات أخرى، وخاصة عنصر النيتروجين، والتي تختلف نسبة أي منها على حسب نوع المخلفات النباتية والحيوانية المستخدمة في صناعة هذه الأسمدة.

- الأسمدة العضوية أو الكمبوست تعتبر مولدات للمركبات المخلبية؛ مما يزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية، ومنع فقدها مع الزائد من مياه الري بالغمر.
- تعتبر العناصر السمادية في الأسمدة العضوية أو الكمبوست بطيئة التحرر Slow release fertilizer؛ مما يحافظ على هذه العناصر الغذائية، ويحميها من الفقد ويحررها بالتدريج إلى النبات.
- تعمل الأسمدة العضوية أو الكمبوست على زيادة السعة التنظيمية للتربة ضد التغيرات السريعة الناتجة عن الحموضة أو القلوية. كما تعمل هذه الأسمدة على تقليل مخاطر السمية بتركيزات الأملاح المرتفعة، والمعادن الثقيلة والمبيدات.

ثالثًا: دور الأسمدة العضوية في تحسين خصائص التربة البيولوجية:

- تعمل الأسمدة العضوية على زيادة النشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة؛ حيث تعتبر كمصدر طاقة وغذاء لها، وزيادة هذا النشاط يساعد على تيسر وانطلاق العديد من العناصر الغذائية المهمة للنبات.
- تحتوي الأسمدة العضوية على الكثير من البكتريا المفيدة للتربة والنبات، مثل البكتيريا المثبتة للنيتروجين، والميسرة للفوسفور والبوتاسيوم.
- تعمل الأسمدة العضوية على تشجيع نمو ونشاط الميكرهيزا، والحشرات والديدان في التربة؛ مما يساعد على تحسين ظروف التهوية بالأراضي المسمدة بالأسمدة العضوية.

- احتواء الأسمدة العضوية على الأحماض العضوية والهرمونات والفيتامينات والإنزيمات, وبعض منشطات النمو تعمل على إحداث التوازن الحيوي في التربة، وتحسين صفات وخصائص النباتات والمحاصيل المنتجة.
- تقوم الأسمدة العضوية أو الكمبوست بدور فعال في المقاومة الحيوية للآفات؛ نتيجة لما تنتجه من مركبات سامة لها، أو إنتاج مواد إنزيمية ومضادات ميكروبية وحيوية.

المواد الفعالة في الأسمدة العضوية المكمورة هوائيًا في صورة كمبوست

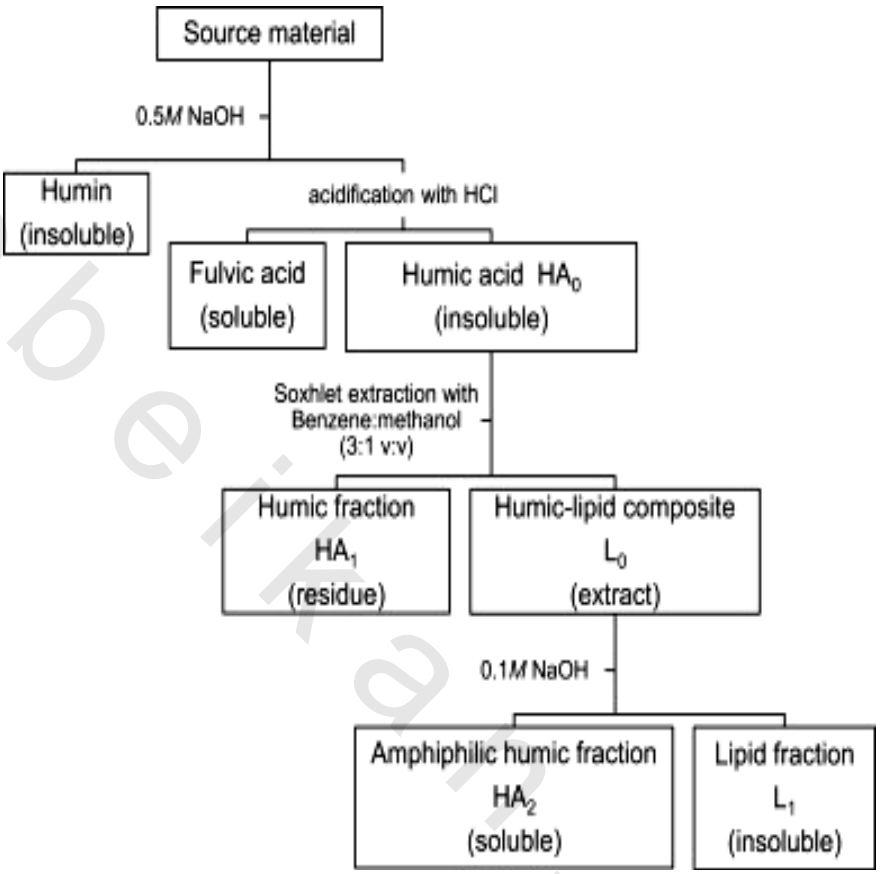
ترجع أهمية الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست أيًّا كان نوعها أو مصدر تكوينها، ونسبة المادة العضوية بها، إلى الناتج النهائي والمكون الأساسي بكل أنواعها, وهو الدبال Humus مع بعض المواد والمركبات العضوية الأخرى. والدبال – كمنتج نهائي لتحلل المادة العضوية – يمثل 25-30٪ من المادة العضوية للكمبوست، مقاوم لأي تحللات حيوية، ثابت في تكوينه، فعال في تأثيراته، متشابهة إلى حد كبير في صفاته وخصائصه، بالرغم من وجود بعض التفاوت في التركيب الكيميائي للمواد الدبالية التي يتم استخلاصها من مصادر مختلفة للأسمدة العضوية. والمواد الدبابة تتكون من عدد كبير من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة، من بينها الأحماض الدبالية Humus acids التي تلعب دورًا مهمًّا في تحديد خواص المادة العضوية وتأثيراتها الفيزيائية والكيميائية على الأراضي الزراعية.

خصائص وصفات المواد الدبالية *Properties of humus materials*

- الدبال مادة مطاطية، ذات درجة ليونة وطبيعة غروية غير بلورية، يتصف بقدرته العالية على الاحتفاظ بالماء، والتي تبلغ 80-90٪ من وزنه، مقارنة بـ 15- 20٪ لمعادن الطين التي تتشابه مع بناء وحدات الدبال من حيث توزيعها وتنظيمها، كما تحتوي سطوحها على شحنات سالبة، والفارق بينهما أن وحدات معادن الطين تتكون من سليكون وألومنيوم وأكسجين وحديد، بينما الدبال يتكون من الكربون والأكسجين والهيدروجين مع كميات قليلة من النيتروجين والكبريت والفوسفور.
- تمتلك المواد الدبالية قابلية ادمصاصية عالية للأيونات الموجبة؛ حيث تصل سعته التبادلية إلى حوالي 600 ملليمكافئ / 100 جرام من الدبال؛ بفضل وجود المجاميع الوظيفية الفعالة فيها؛ لذا فإنها تعتبر مستودعًا للعديد من العناصر الغذائية اللازمة للنبات، والتي تتحرر من خلال تفاعلات التربة, وتصبح جاهزة ومتيسرة للنباتات. كما أن أحماض الهيوميك تكون مع أيونات الكالسيوم والمنجنيز وأكاسيد الحديد والألومنيوم وبعض العناصر الثقيلة مركبات ثابتة غير متحركة وغير قابلة للغسيل؛ مما يقلل من تأثير التلوث بها.
- المواد الدبالية لها قدرة تنظيمية في التربة Soil buffering capacity، كما أن لها دورًا ر مهمًّا في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية؛ حيث تعمل على تحسين بناء التربة Soil Aggregates، وإنتاج مواد منشطة للنمو Growth promoting substances.

وتمثل الأحماض الدبالية حوالي 85-90٪ من وزن الدبال، وتتكون من مجاميع فينولية مبلمرة ومؤكسدة Oxidative polymerized-phenolic units مرتبط بها العديد من الأحماض الأمينية والبيتيدات وبعض المواد العضوية الأخرى. وأهم الأحماض العضوية الدبالية في الأسمدة العضوية هي حامض الهيوميك Humic acid، وحامض الفلفيك Fulvic acid، وحامض الفينوليك Phenolic acid، والهيومين Humin. والمواد الدبالية – وما تحتويه من أحماض – تتميز بوجود مجموعات الكربوكسيل COOH، ومجموعات فينول أو هيدروكسيل OH، ومجموعات كيتون C=O=، ومجموعات أمين موجبة الشحنة NH_2، ومجموعات الأيثر – O –، ومجموعة الأيزو– N=N –، ويمثل متوسط الكربون فيها 50-60٪، والأكسجين 30-35٪، والهيدروجين 4-6٪، والنيتروجين من 1-6٪، والكبريت من 0 -2٪، وهذه المجموعات تكسب المواد الدبالة خصائص مميزة في سعتها التبادلية، وفي خلب العناصر بالتربة والمحافظة عليها. كما أن هذه الدبالية غير قابلة للذوبان في الماء، على الرغم من أن بعض مكوناتها يُكون معلقًا غرويًّا في الماء النقي، والجزء الأكبر منه يذوب في المحاليل القلوية المخففة، كما تذوب بعض مكوناته في المحاليل الحامضية.

ويتم استخلاص أحماض الهيوميك والفلفيك معًا على شكل محلول غروي من مصدر المادة العضوية Source of organic material، سواء أكان المصدر هو الليوناريت أم الأسمدة العضوية، باستخدام محاليل قلوية لقواعد قوية من أيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم 0.5 عياري 0.5 N KOH، بينما مركب الهيومين Humin لا يذوب Insoluble في هذه المحاليل القاعدية (شكل 5-1).



شكل (5-1): خطوات استخلاص الأحماض العضوية الدبالية من مصادرها العضوية

بمعاملة مستخلص حامض الهيوميك والفلفيك بحامض الأيدروكلوريك 0.1 عياري Acidification with 0.1 N HCl يصبح حامض الفلفيك ذائبًا (Fulvic fraction (soluble، بينما لا يذوب حامض الهيوميك (Humic fraction (HA_0)، ويتم عمل استخلاص لهذا الجزء غير الذائب Insoluble من حامض الهيوميك بجهاز سوكسلت Soxhlet extration في وجود بنزين ميثانولBenzene methanol بنسبة 3 إلى 1 بالحجم مع الراسب؛ فتكون النتيجة ترسب جزء من حامض الهيوميك (Humic fraction (HA_1)،

ويظل جزء آخر منه ذائبًا ومرتبطًا مع الدهون Humic-lipid composite (L_0) في صورة مستخلص Extract، هذا المستخلص يعامل بأيدروكسيد البوتاسيوم 0.1 عياري 0.1 N KOH، فيترسب جزء الدهون Lipid fraction (L_1) غير الذائب Insoluble، بينما الجزء الآخر يكون ذائبًا Soluble، ممثلًا لحامض الهيوميك، الذي يتميز بأنه ثنائي الوجهة Amphiphilic Humic fraction (HA_2) بمعنى أنه يتعامل كمحب للماء Hydrophilic ووجهته الأخرى تكون كارهةً للماء Hydrophobic.

أولًا: حامض الهيومك *Humic acid*:

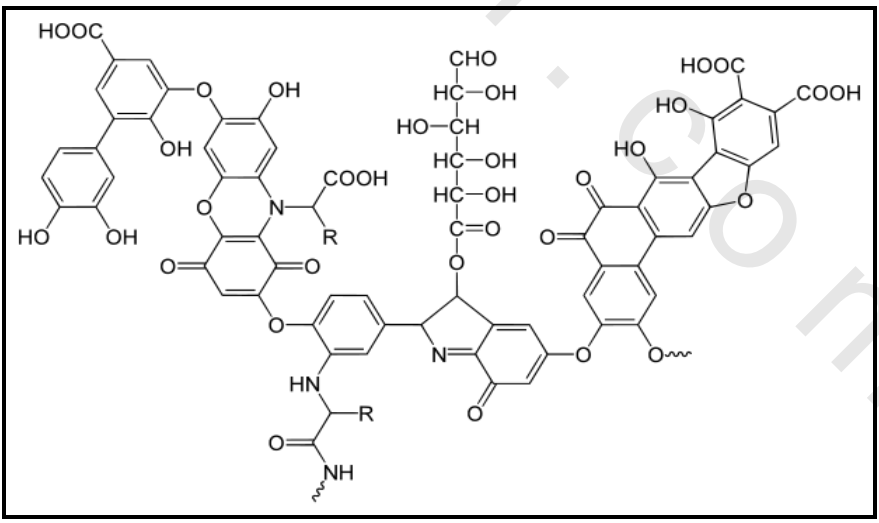
حامض الهيومك هو أحد أحماض المواد الدبالية التي تم استخلاصها مع حامض الفلفيك بالمحاليل القلوية، والذي يتم ترسيبه في هذا المحلول في صورة راسب غير متبلور، لونه بني داكن، يميل إلى اللون الأسود، عن طريق ضبط درجة حموضة محلول الاستخلاص إلى درجة pH 1، باستخدام حامض الهيدروكلوريك.

وتوجد أكثر من صورة لحامض الهيوميك، بصيغة كيميائية تقريبية عبارة عن: $C_{75}H_{22}O_{17}N_2$ $(COOH)_2$ $(OH)_6$ $(CO)_2$، يمثل الكربون فيه 53.8- 58.7٪، والأكسجين 32.8- 38.3٪، والهيدروجين 3.2- 6.2٪، والنيتروجين من 0.8- 4.3٪،

حامض الهيوميك داكن اللون في الصورة السائلة والصلبة

والكبريت من 0.1- 1.5٪، كما أن أحماض الهيوميك تحتوي على حلقات عطرية أو أروماتية، يتواجد ضمن تركيبها عناصر الفوسفور، والحديد، والسيلكون، والألومنيوم والكبريت بنسب تتراوح من 1-10% من تركيبها، اعتمادًا على هذه الدرجة من التفاوت وهذه الدرجة من الاختلاف بينها. ويعود سبب وجود أكثر من صورة لحامض الهيوميك، إلى أنها تتكون من مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة، المتماثلة في تركيبها وصفاتها، وهو ما يجعلها تعطي تفاوتًا في التركيب الكيميائي لها، كما أن تركيبها البنائي غير محدد وغير ثابت؛ مما يؤدي إلى عدم وجود صيغة محددة كيميائيًا.

إن التنوع في حجم دقائق أحماض الهيوميك، وعدم تجانسها، وعدم وجود صيغة محددة كيميائيًا - يجعل تحديد وزنها الجزيئي معقدًا جدًا. والشكل التالي (شكل 5- 2) يوضح صورة من صور التركيب البنائي لأحماض الهيوميك.



شكل (5-2): يوضح الشكل البنائي لأحماض الهيوميك

ويعتبر وجود مجاميع الكربوكسيل، ومجاميع الفينولات، وطريقة ترتيبها، من المقومات التي تعطي أحماض الهيوميك القدرة على تكوين معقدات مخلبية مع الأيونات الموجودة في التربة مثل: Mg^{2+}، Ca2+، Fe^{2+} ، Fe^{3+}. وفي هذا الصدد، فإن أملاح حامض الهيوميك للعناصر القاعدية أحادية التكافؤ, مثل: البوتاسيوم والصوديوم والأمونيوم والليثيوم تكون ذائبة في صورة محاليل غروية ذات لون داكن من البني الفاتح إلى البني الغامق إلى الأسود تقريبًا. أما أحماض الهيومك الحرة وأملاحها مع الأيونات الموجبة الثنائية والثلاثية التكافؤ, فتكون غير ذائبة، وتوجد على هيئة معلق هلامي.

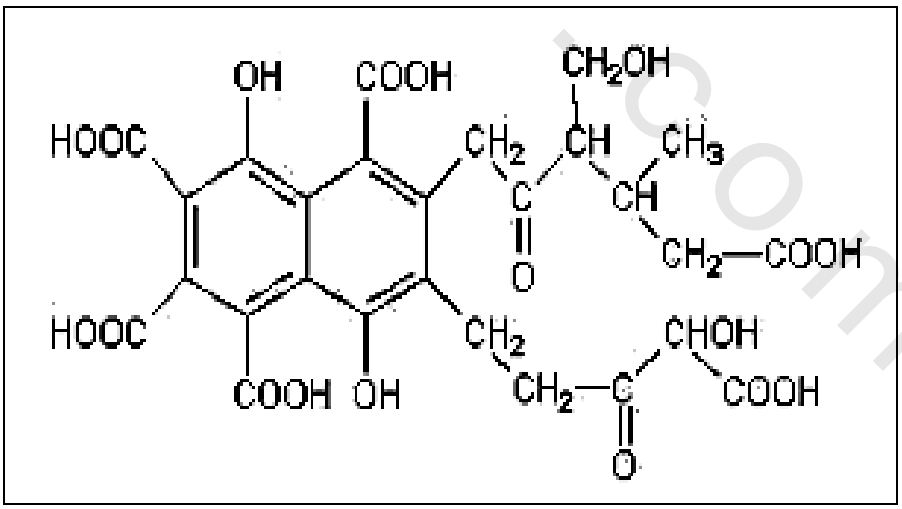
وتحدد قابلية هيدروجين المجاميع الكربوكسيلية، وبدرجة أقل المجاميع الهيدروكسيلية، على التبادل مع الأيونات الموجبة إلى درجة كبيرة, السعة التبادلية الكاتيونية للدبال؛ مما يجعل أحماض الهيوميك أهم جزء من الدبال؛ وذلك لسعتها التبادلية العالية بالنسبة للأيونات الموجبة، كما تلعب هذه الأحماض دورًا مهمًّا في بناء التربة، وفي التغذية، خاصة عنصر النيتروجين.

ثانيًا: حامض الفلفيك *Fulvic acid*:

وأحماض الفلفيك أحد أحماض المواد الدبالية التي تم استخلاصها مع حامض الهيوميك بالمحاليل القلوية، والتي تتبقى في المحلول بعد تحميض المستخلص القاعدي بحامض الهيدروكلوريك إلى pH 1، وترسيب أحماض الهيومك منه. ولون حامض الفلفيك بني فاتح، ويختلف عن لون حامض الهيوميك البني الداكن إلى اللون الأسود.

حامض الفلفيك ذو اللون البني الفاتح في الصورة السائلة والصلبة

وحامض الفلفيك يتكون من مجموعة من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة المتشابهة في بنائها التركيبي، بصيغة كيميائية عبارة عن: $C_{21}H_{12}$ $(COOH)_6$ $(OH)_5$ $(CO)_2$ يمثل الكربون فيه 40.7-50.6٪، والأكسجين 39.7-49.8٪، والهيدروجين 3.8-7٪، والنيتروجين من 0.9-3.3٪، والكبريت من 0.1-3.6٪. وحامض الفلفيك حامض ضعيف، ووزنة الجزيئي أقل من حامض الهيوميك، وله دور مهم فى إذابة المكونات المعدنية في التربة. ويختلف تركيب أحماض الفلفيك عن تركيب أحماض الهيومك من حيث نسبة ما تشترك فيه العناصر الداخلة في تركيبه (شكل 5-3).



شكل (5-3): يوضح الشكل البنائي لأحماض الفلفيك

ويلاحظ أن نسبة الكربون إلى الهيدروجين C / H لأحماض الفلفيك تكون دائمًا أضيق، مقارنة مع أحماض الهيوميك، وأن الرماد يتراوح مقداره إلى 7-10٪. وتتميز أحماض الفلفيك بأنها أكثر حبًّا للماء Hydrophilic؛ بسبب زيادة نسبة المجاميع الألفاتية المحبة للماء إلى المجاميع العطرية الكارهة للماء Hydrophobic، كما يمكن أن يحدث تحول تدريجي لأحماض الفلفيك إلى أحماض الهيوميك والعكس، كما يمكن اعتبار أحماض الفلفيك أشكالًا أولية لأحماض الهيوميك أو نواتج تفاعلاتها.

ثالثًا: حمض الفينوليك *Phenolic acid*:

وأحماض الفينوليك عبارة عن مادة غير بلورية بنية اللون، ذات وزن جزيئي كبير. وبالرغم من أن هذه الأحماض من مكونات الدبال، إلَّا أن دوره في خصوبة التربة وتغذية النبات لم يتحدد بشكل كبير؛ نظرًا لقلة الدراسات التي تناولته في هذا المجال.

رابعًا: مادة الهيومين *Humins*:

هو ذلك الجزء من المواد الدبالية الذي لا يستخلص بالمحاليل القاعدية، لكن يمكن استخلاصه بطريقة المعاملة المتناوبة بالحامض والقلوي, وهو معقد من المواد والأحماض الدبالية من بينها أحماض الهيوميك والفلفيك، كما أن هذه الأحماض تختلف عن أحماض الهيوميك السابق فصلها بالقلوي ثم الحامض؛ لكونها تحتوي على نسبة أقل من الكربون، ونسبة أعلى من الأكسجين والهيدروجين، كما أن أحماض الهيوميك والفلفيك الموجودة في الهيومين تكون على درجة

عالية من البلمرة polymerization والانضغاط Compactness؛ مما يعطيها المقاومة الكافية لفعل القواعد.

الأسمدة العضوية والتسميد *Organic fertilizr and frtilization:*

تختلف الأراضي في خصوبتها، وقدرتها على إمداد النباتات النامية بها باحتياجاته الغذائية، ليس فقط بالكميات الكافية, ولكن - وهو المهم - بالاتزان الأمثل فيما بينها، في الأطوار المختلفة من دورة حياته؛ للحصول على أقصى محصول وبأفضل جودة. والأراضي حتى وإن بدت خصبة، إلاَّ أن زراعتها بالمحاصيل يستنزف ما تحتويه من العناصر الكبرى, مثل: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكبريت، والعناصر الصغرى مثل: الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والبورون والموليبدنيوم والكلور. وجدول (3-5) يوضح المستنزف من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بواسطة عددمن المحاصيل الزراعية.

وفي حالة نقص أي عنصر من هذه العناصر عن مستوى معين، قد تظهر أعراض نقصه على النبات، وقد لا تظهر هذه الأعراض بالرغم من نقص العنصر، فيما يعرف بالجوع الخفي؛ مما يلزم معه تعويض هذا الاستنزاف بإضافة أسمدة تحتوي على هذه العناصر السمادية، من خلال أسمدة معدنية أو أسمدة عضوية، أو منهما معًا.

ويجب التنبيه على أن إضافة عنصر معين إلى التربة بكميات كافية لتعويض نقصه لا يفيد طالما أن هناك نقصًا في عنصر مغذٍّ آخر، طبقًا لقانون الحد الأدنى Minimum limit low، وفيه يتحدد كم المحصول بتركيز أقل عنصر مغذٍّ من العناصر الغذائية الضرورية.

جددول (5-3): يوضح متوسط الكميات المستنزفة من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بواسطة بعض المحاصيل الحقلية والبستانية

المحصول	المحصول الناتج من الفدان	كمية العناصر الغذائية المستنزفة كجم / فدان		
		نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم
القطن	8.0 قنطار	50.0	8.5	30.0
البرسيم	12.8 طن	38.0	4.5	38.3
ذرة شامية	18.0 إردب	50.0	9.2	375
القمح	12.0 إردب	60.9	9.1	55.2
الأرز	2.52 طن	42.0	9.2	50.2
فول بلدي	10.0 إردب	93.7	7.7	56.7
فول صويا	1.3 طن	113.4	8.5	70.0
قصب السكر	40.0 طن	54.0	16.5	105.0
بنجر السكر	18.8 طن	83.8	16.5	93.8
الكرنب	30.0 طن	155.0	15.7	150.8
خيار	17.0 طن	29.2	5.2	37.5
بصل	14.6 طن	50.0	9.1	50.0
سبانخ	10.4 طن	50.0	8.5	62.5
طماطم	20.8 طن	58.3	11.8	59.5
فول سوداني	0.833 طن	70.8	5.5	34.5
موالح	12.5 طن	113.0	11	112.5
عنب	8.4 طن	70.0	11	67.5
موز	16.6 طن	104.2	11	312.5
تفاح	10.0 طن	41.7	8.5	56.0

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة FAO لسنة 2006م

ولمعرفة الكميات التي يجب استخدامها من الأسمدة العضوية لتسميد الأراضي الزراعية، فإنه يجب معرفة الاحتياجات السمادية للمحاصيل، والذي يتحدد حسب مدى خصوبة التربة، ونوع وجودة الأسمدة العضوية المتاح استخدامها في التسميد.

الاحتياجات السمادية للمحاصيل *Fertilizer needs for rops:*

يعبر عن الاحتياجات السمادية بأنها عبارة عن كمية الأسمدة الضرورية، واللازم إضافتها للتربة؛ لتعويض نقص العناصر الغذائية بها؛ وذلك لإنتاج محصول معين، بالكمية والجودة المطلوبة، وهو ما يعبر عنه أيضًا بالمقررات السمادية. وحيث إن عناصر النيتروجين (N) والفوسفور (P) والبوتاسيوم (K) من العناصر التي تحتاجها النباتات بكميات كبيرة، وتستنزف بسرعة بواسطة النباتات والمحاصيل التي يتم زراعتها في التربة؛ الأمر الذي يتطلب معه تعويضها بشكل أساسي؛ مما جعل تحديد المقررات السمادية يعتمد - بشكل كبير - على الكميات اللازمة من هذه العناصر, والتي يطلق عليها عناصر NPK (جداول 5-4)، علمًا بأن نسبة استفادة النباتات من هذه العناصر السمادية لا تتجاوز 60٪؛ لوجود عوامل كثيرة تؤدي إلى فقدها عند إضافة هذه الأسمدة إلى التربة.

جدول (5–4): المقررات السمادية من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم للمحاصيل المختلفة التي يتم زراعتها في مصر

المحصول	المنطقة / الصنف	كيلو جرام / فدان		
		نيتروجين N	فوسفور P_2O_5	بوتاسيوم K_2O
المحاصيل الحقلية الشتوية				
القمح	أصناف بلدية	67.5	15	-
	أصناف عالية الإنتاج	75	15	-
الشعير	أصناف بلدية	45	15	24
فول بلدي – عدس بسلة – حلبة	أصناف بلدية	15	30	24
بصل	وجه بحري	60	15	24
	وجه قبلي	155	45	48
ثوم	وجه بحري	45	15	24
	وجه قبلي	90	45	48
بنجر السكر	–	60	22.5	-
الكتان	–	45	15	-
القصب الخريفي	–	160	45	48
المحاصيل الحقلية الصيفية والنيلية				
القطن	وجه بحري	60- 67.5	22.5	-
	وجه قبلي	67.5- 72	22.5	24
الأرز	أصناف طويلة الساق	40	15	-
	أصناف قصيرة الساق	60	15	-
ذرة شامية	أصناف بلدية	90- 105	15	-
	أصناف عالية الإنتاج	105- 120	15	-
ذرة رفيعة	أصناف عالية الإنتاج	70- 75	15	-

تابع جدول (5-4): المقررات السمادية من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم للمحاصيل المختلفة التي يتم زراعتها في مصر

المحصول	المنطقة / الصنف	كيلو جرام / فدان		
		نيتروجين N	فوسفور P_2O_5	بوتاسيوم K_2O
تابع المحاصيل الحقلية الصيفية والنيلية				
القصب	وجه بحري	60	15	-
	وجه قبلي	230	45	48
السمسم	وجه بحري	30	22.5	24
	وجه قبلي	45	22.5	24
فول سوداني		30	15	24
فول صويا		40- 50	22.5	24
عباد شمس		45	22.5	24
محاصيل الخضر				
الفراولة		230	45	96
الطماطم		125	45	48
البطاطس		125	60	48
القلقاس		125	22.5	24
البطاطا		30	22.5	24
الخرشوف		45- 75	22.5	24
الباذنجان – الفلفل		105	22.5	24
القرعيات – جرجير – بقدونس –كرنب قرنبيط – ملوخية – بامية – خس		55	22.5	24
لوبيا		15	22.5	24
فاصوليا		55	30	48

تابع جدول (5–4): المقررات السمادية من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم للمحاصيل المختلفة التي يتم زراعتها في مصر

المحصول	كيلو جرام / فدان		
	نيتروجين N	فوسفور P_2O_5	بوتاسيوم K_2O
محاصيل نباتات الزينة والنباتات الطبية والعطرية			
النعناع – الريحان – الياسمين – العتر	180	45	24
عصفور الجنة	90	60	48
الجلاديولس – النيروز الإيرس – الداليا	90	75	72
الكمون – الشمر	60	45	24
الورد	90	60	72
الشيح	90	60	48
الكركديه	60	45	34
الينسون – الكزبرة – الكراوية	60	30	24
البردقوش	120	45	24
محاصيل الأعلاف			
برسيم مستديم	16	22.5-15	-
برسيم حجازي	46 -30	30	48
علف الفيل	180	45	48
ذرة مكانس ودراوة	30	15	-
سورجم	135-120	30	-

المصدر: معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة – قطاع الشئون الاقتصادية – وزارة الزراعة

تابع جدول (5-4): المقررات السمادية من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لأهم أشجار الفاكهة التي يتم زراعتها في مصر

المحصول	عمر الأشجار	كيلو جرام / فدان		
		نيتروجين N	فوسفور P_2O_5	بوتاسيوم K_2O
الموالح	من 1- 3 سنوات	45	22.5	24
	من 3- 7 سنوات	70	30	24
	من 7- 10 سنوات	140	30	24
	أكثر من 10 سنوات	180	30	48
التفاح والكمثرى	من 1- 3 سنوات	25	22.5	24
	من 3- 6 سنوات	60	30	24
	أكثر من 6 سنوات	90	30	48
العنب	من 1- 3 سنوات	45	30	24
	أكثر من 3 سنوات	120	45	45
الموز	في الأراضي المستديمة	450	90	48
	مشتل الموز	120	45	24
المانجو	من 1- 3 سنوات	40	22.5	24
	من 3- 7 سنوات	75	30	24
	من 7- 10 سنوات	105	30	24
	أكثر من 10 سنوات	105	30	48
الخوخ - البرقوق والمشمش	من 1- 3 سنوات	90	22.5	24
	أكثر من 3 سنوات	90	45	48
نخيل البلح	من 1- 5 سنوات	400 جم/نخلة	75 جم/ نخلة	50 جم/نخلة
	أكثر من 5 سنوات	850 جم/ نخلة	145 جم/ نخلة	240 جم/ نخلة

المصدر: معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة - قطاع الشئون الاقتصادية- وزارة الزراعة

ويجب إعطاء النباتات احتياجاتها المتوازنة من عناصر التغذية الأساسية طبقًا للمقررات السمادية. وعند استخدام الأسمدة العضوية في التسميد، فهناك ثلاث حالات لاستخدامها:

الأولى: استخدام الأسمدة العضوية بالإضافة إلى المقررات السمادية من الأسمدة الكيماوية.

الثانية: استخدام الأسمدة العضوية تعويضًا لجزء من المقررات السمادية للأسمدة الكيماوية.

الثالثة: استخدام الأسمدة العضوية بديلًا للأسمدة الكيماوية في الزراعة العضوية.

الطريقة الأولى: استخدام الأسمدة العضوية بالإضافة إلى المقررات السمادية من الأسمدة الكيماوية:

في هذه الحالة تستخدم الأسمدة العضوية من مصادرها المختلفة في التسميد، بالإضافة إلى استخدام نفس الكميات الموصى بها في المقررات السمادية للأسمدة الكيميائية. ونظرًا لاختلاف محتوى الأسمدة العضوية من المادة العضوية والعناصر الغذائية تبعًا لمصدر تصنيعها، فإن الكميات المستخدمة منها في المتوسط يقع في مدى من 3-10 طن للفدان (جدول 5- 5).

بينما يرى آخرون أن استخدام الأسمدة العضوية يجب أن يكون في إطار ترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية، بحيث يتم حساب الكمية المراد استخدامها منها على أساس الكمية المراد التنازل عنها من الأسمدة الكيميائية، في التوصيات السمادية.

جدول (5-5): معدلات استخدام وإضافة الأسمدة العضوية من مصادرها المختلفة

نوع الكمبوست / نوع المحصول	معدلات الإضافة بالطن للفدان			
	كمبوست القمامة	الكمبوست الحيواني	الكمبوست النباتي الحيواني	الكمبوست النباتي
المحاصيل الحقلية	8-6	7-5	6-4	4-3
محاصيل الخضر	9-7	8-6	7-5	5-4
المحاصيل البستانية	10-8	9-7	8-6	6-5
التجهيز للمحاصيل البستانية في خنادق	18-16	16-14	14-12	12-10

الطريقة الثانية: استخدام الأسمدة العضوية تعويضًا لجزء من المقررات السمادية للأسمدة الكيماوية:

لترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية المحددة كمقررات سمادية لمحصول ما باستخدام الأسمدة العضوية، يجب أولًا معرفة القدر المطلوب ترشيده أو استبداله من الأسمدة الكيميائية بنظيرها من الأسمدة العضوية، يتبع ذلك معرفة محتوى الأسمدة العضوية المراد استخدامها من العناصر الغذائية الأساسية (نيتروجين – فوسفور – بوتاسيوم)، بعدها يتم حساب الكمية المكافئة من الأسمدة العضوية لكمية السماد الكيماوي المراد استبداله.

فإذا كان المحصول المراد زراعته هو الطماطم، ومقرراته السمادية من الأسمدة الكيماوية (جدول 5-4) هي 125 كيلو جرام نيتروجين، 45 كيلو جرام خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5)، 48 كيلو جرام أكسيد البوتاسيوم (K_2O)، ويراد استبدال 50٪ من كمية كل

عنصر من هذه العناصر الأساسية بما يناظرها في الأسمدة العضوية، وأن الأسمدة العضوية المتاحة هي كمبوست القمامة المنزلية، والكمبوست النباتي الحيواني، والكمبوست النباتي، والتي يحتوي كل منها على نسب مئوية وكمية محددة من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بالكيلو جرام لكل طن، كما هو موضح بجدول (5- 6).

جدول (5-6): النسبة المئوية وكمية عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في الأسمدة العضوية المتاحة

نوع السماد	نيتروجين		فوسفور		بوتاسيوم	
	٪	كجم/طن	٪	كجم/طن	٪	كجم/طن
كمبوست القمامة المنزلية	0.8	8	0.2	2	0.4	4
كمبوست نباتي – حيواني	1.2	12	0.4	4	0.8	8
كمبوست نباتي	1.8	18	0.6	6	1.2	12

ولتحويل كمية الفوسفور الكلي في السماد العضوي إلى خامس أكسيد الفوسفور، يتم ضرب كمية الفوسفور في 2.29، وكذلك لتحويل كمية البوتاسيوم في السماد العضوي إلى أكسيد البوتاسيوم يتم ضرب كمية البوتاسيوم في 1.2 لتصبح هذه القيم كما في جدول (5-7).

هذه الكميات من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم الموجودة في كل طن تعادل كمية من الأسمدة الكيميائية المقابلة من كبريتات الأمونيوم 21٪ نيتروجين، السوبر فوسفات 15.5٪ خامس

أكسيد الفوسفور، كبريتات البوتاسيوم 48٪ أكسيد بوتاسيوم. وكمثال، فإن الجدول يشير إلى أن السماد العضوي من القمامة المنزلية - والذي يحتوي الطن منه على 8 كيلو نيتروجين - فإنها تعادل 38.1 كيلو جرام من كبريتات الأمونيوم 21٪، كما أن احتواءه على 4.58 خامس أكسيد الفوسفور، فإنها تعادل 29.5 كيلو جرام من السوبر فوسفات 15.5٪، وكذلك احتواؤه على كمية 4.80 من أكسيد البوتاسيوم تعادل 10 كيلو جرام من كبريتات البوتاسيوم 48٪.

جدول (5-7): كمية عناصر النيتروجين - الفوسفور في صورة خامس أكسيد الفوسفور - البوتاسيوم في صورة أكسيد البوتاسيوم بالكيلو جرام لكل طن من السماد العضوي

نوع السماد العضوي	كجم N في طن الكمبوست = كجم كبريتات أمونيوم	كجم P_2O_5 في طن الكمبوست = كجم سوبر فوسفات	كجم K_2O في طن الكمبوست = كجم كبريتات بوتاسيوم
سماد عضوي من القمامة المنزلية	38.1=8	29.5= 4.58	10= 4.80
سماد عضوي نباتي - حيواني	57.1=12	59.1=9.16	20= 9.60
سماد عضوي نباتي	85.7= 18	88.6=13.74	30= 14.40

من هذه المعلومات ومن معرفة قيمة نسبة الـ 50٪ من المقررات السمادية، والتي تساوي 62.5 كجم نيتروجين، 22.5 كجم فوسفور P_2O_5 ، 24 كجم بوتاسيوم K_2O - يمكن تحديد كمية الأسمدة العضوية التي يمكن استخدامها لتعويض نصف كمية الأسمدة الكيميائية. فكمية النيتروجين - وقدرها 62.5 - يمكن الحصول عليها من 7.8 طن من سماد القمامة المنزلية (المحتوي على 8 كجم نيتروجين لكل طن)، ومن 5.2 طن من السماد العضوي الناتج من المخلفات

النباتية الحيوانية (المحتوي على 12 كجم نيتروجين لكل طن)، ومن 3.5 طن من السماد العضوي النباتي (المحتوي على 18 كجم نيتروجين لكل طن). وبزيادة هذه الكميات بمقدار 20٪ – للتأكيد على كفاية الكميات المضافة من عناصر التغذية في التربة – تصبح الكميات المطلوب إضافتها هي 9، 6، 4 طن من السماد العضوي الناتج من القمامة المنزلية، السماد العضوي النباتي الحيواني، والسماد العضوي النباتي على الترتيب. والجدول التالي (جدول 5- 8) يوضح كمية العناصر التي تضيفها هذه الكميات من الأسمدة العضوية, والتي تعوض ما يقابلها من الأسمدة الكيميائية.

جدول (5-8): كمية الأسمدة العضوية بالطن, التي تعوض 50٪ من كمية الأسمدة الكيميائية اللازمة لتسميد محصول الطماطم

نوع السماد العضوي	62.5 كجم نيتروجين	22.5 كجم P_2O_5	24.0 كجم K_2O
9 طن سماد عضوي من القمامة المنزلية	72	41.22	43.2
6 طن سماد عضوي نباتي- حيواني	72	54.96	57.6
4 طن سماد عضوي نباتي	72	54.96	57.6

ملحوظات:

- إن الكميات المضافة من الأسمدة العضوية, والتي تم حسابها على أساس تعويض 50٪ من السماد النيتروجيني قد حققت ضعف المقررات السمادية من أسمدة الفوسفور والبوتاسيوم . وبالتالي لا يتم إضافة أي منها من الأسمدة الكيميائية, ويكتفى فقط بإضافة 50٪ من الأسمدة النيتروجينية, وهي عبارة عن 300 كيلو جرام من كبريتات الأمونيوم 21٪، أو حوالي 200

كيلو جرام من نترات الأمونيوم 32٪، أو 135 كيلو جرام من اليوريا 46٪.

- إن العناصر السمادية في الأسمدة العضوية لا يتيسر منها سوى 40٪ في الموسم الأول للنمو، 30٪ في كل من الموسمين التاليين له، إلاَّ أنها لا تفقد ويستفيد منها النبات، كما أن المضاف من الأسمدة العضوية يُحسن من كفاءة الأسمدة الكيماوية المضافة أو العناصر السمادية الموجودة في التربة، وتزيد معه استفادة النباتات منها.

الطريقة الثالثة: استخدام الأسمدة العضوية بديلًا للأسمدة الكيماوية في الزراعة العضوية:

في حالة الرغبة في عدم استخدام الأسمدة الكيميائية في إنتاج المحاصيل الزراعية, فإنه يمكن استخدام ضعف الكميات التي استُخدمت في تعويض نصف الأسمدة الكيميائية، وفي هذه الحالة يمكن استخدام 18 طنًّا من السماد العضوي الناتج من القمامة المنزلية، أو 12 طنًّا من السماد العضوي الناتج من المخلفات النباتية الحيوانية، أو 8 أطنان من السماد العضوي النباتي.

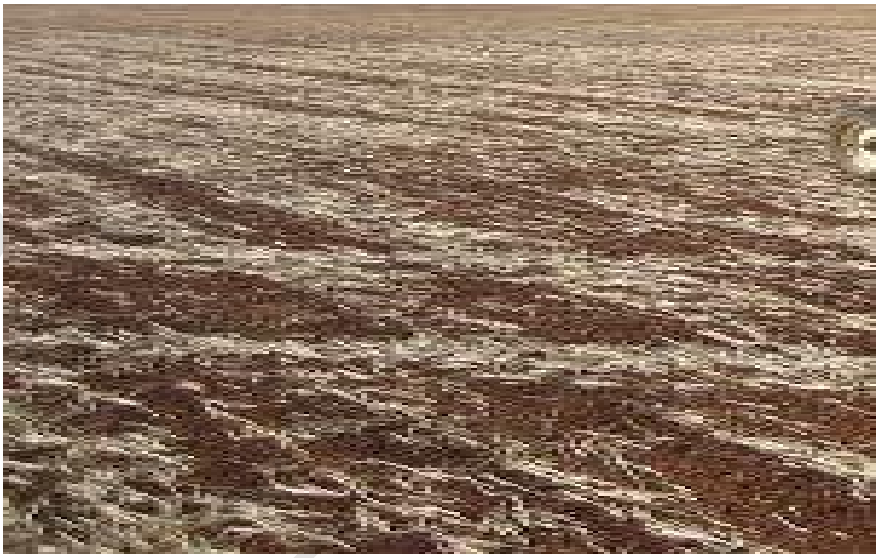
وفي كل الأحوال، فإن نجاح استخدام الأسمدة العضوية في ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية أو الاعتماد عليها بصفة أساسية، يعتمد على خواص هذه الأسمدة من حيث محتواها وطريقة كمرها ودرجة نضجها، ومدى خلوها من الملوثات والكائنات الحية الممرضة، بالإضافة إلى طبيعة التربة وخصوبتها.

مواعيد إضافة الأسمدة العضوية على صورة كمبوست *Application dates of organic fertilizer as compost:*

يتم إضافة الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست أثناء إعداد الأرض لزراعة المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر؛ لذا فإن مواعيد إضافتها لهذه المحاصيل مرتبط بمواعيد تجهيز وزراعة هذه المحاصيل طوال العام. بينما تتم الإضافة للأشجار والشجيرات والأعشاب المعمرة في أواخر فصل الخريف وأوائل فصل الشتاء في أشهر أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر، وهي الأشهر المناسبة لإضافة الأسمدة العضوية، مع إعطاء رية غزيرة بعد الإضافة؛ لتساعد على التحلل وانطلاق العناصر الغذائية عند بداية موسم النمو الجديد.

طرق إضافة الأسمدة العضوية على صورة كمبوست *Application methods of organic fertilizer as compost:*

تختلف طرق إضافة الأسمدة العضوية باختلاف النباتات المراد تسميدها, والتربة التي يزرع فيها النبات. ففي الأراضي الطينية الثقيلة التي سيتم زراعتها بالمحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر ومحاصيل النباتات الطبية والعطرية، يتم نثر الأسمدة العضوية، ثم الحرث أو التقليب مع التربة لعمق 20 سم، ثم الزراعة والري. ويمكن أيضًا استخدام نفس الطريقة بالنثر والخلط بالطبقة السطحية في الأراضي الرملية أو الخفيفة مع أنظمة الري بالرش.



نثر السماد العضوي أو الكمبوست على سطح التربة، ثم تقليبه بالحرث

كما تضاف الأسمدة العضوية في الأراضي الطينية أو الرملية على جانبي خطوط الزراعة، مع العزيق أو الترديم عليها والري بالغمر في الأراضي الطينية، وبالتنقيط أو الرش في الأراضي الرملية.

وضع السماد العضوي أو الكمبوست على جانبى خطوط الزراعة، ثم التقليب بالعزيق أو الترديم

وضع الكمبوست في خنادق حول الأشجار

وعند تسميد أشجار الفاكهة، يتم عمل خندق حول محيط ظل الشجرة بعرض 30-40 سم وعمق 40-50 سم يوضع بها السماد العضوي أو الكمبوست بمعدل 30 - 40 كجم + 0.5- 1.5 كجم كبريت زراعي + 0.5- 2 كجم سوبر فوسفات حسب عمر الشجرة، ثم إعادة ناتج الحفر من التراب أو الرمل إلى المخلوط, ثم الري.

وفي حالة تجهيز الأرض لزراعة أشجار الفاكهة، يتم عمل خنادق طولية بعمق حوالي متر، توضع فيها كمية الأسمدة العضوية بعد خلطها جيدًا مع 1 – 2 ٪ من السوبر فوسفات وسلفات البوتاسيوم (10-20 كيلو جرام لكل طن كمبوست)، 0.5 - 1٪ من الكبريت (5-10 كيلو جرام لكل طن كمبوست)، مع ناتج الحفر، مكونة مصاطب الزراعة.

تجهيز الأرض لزراعة أشجار الفاكهة بعمل خنادق، يضاف إليها الكمبوست والإضافات مخلوطًا بناتج الحفر؛ لعمل مصاطب الزراعة

منتجات إضافية من الأسمدة العضوية *Additional products from organic fertilizer or Compost:*

لا يقتصر استخدام الأسمدة العضوية المكمورة أو الكمبوست بحالتها التي تم الحصول عليها من كمر المخلفات، ولكن يتم من خلاله إنتاج العديد من المنتجات الإضافية، سواء كانت دعمًا له بعناصر غذائية (صخور طبيعية أو أسمدة كيميائية)، أو زيادة لمحتواه من الكائنات الحية المتخصصة Specific organism (مجاميع ميكروبية مضادة للكائنات الممرضة Anti-pathogeneses أو المثبتة للنيتروجين Nitrogen fixation أو المحللة للفوسفور Phosphorus decomposition)، أو استخلاصًا منه لبعض مكوناته، مثل شاي الكمبوست Compost tea وأحماض الهيوميك والفلفيك العضوية Organic acids.

[1] إنتاج الأسمدة العضوية المدعمة بالعناصر الغذائية *Productin of organic fertilizer enriched with nutrients:*

لتحسين خصائص الكمبوست أو الأسمدة العضوية الناتجة من عمليات الكمر الهوائي وإثرائه Enrichment، وزيادة محتواه من عناصر التغذية الأساسية من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكبريت، فإنه يتم خلط السماد العضوي الناتج من عمليات الكمر المختلفة يكون في سائبة وحبيباته أقل من 10مم. هذا السماد أو الكمبوست يمكن زيادة محتواه من العناصر الغذائية بإضافة بعض الخامات الطبيعية (للزراعة العضوية) أو الكميات التكميلية من الأسمدة الكيميائية (في الزراعة التقليدية). في هذه الحالات يكون من الأفضل تحويل الكمبوست من الصورة السائبة إلى الصورة المضغوطة، والمحببة على شكل كريات Pellets أو كبسولات Capsules؛ لسهولة استخدامه في الحقول، خاصة عندما تكون سرعة الرياح شديدة؛ مما يسبب فقدًا كبيرًا للسماد العضوي السائب وما به من إضافات. وتعتبر هذه الصورة من الكمبوست المضغوط في صورة كريات أو كبسولات شبيهة بالسماد الكيماوي بطيء الذوبان في الماء Slow release fertilizer، والذي يمكن أن يستمر مفعوله لفترة أكبر إذا ما قورن بالسماد العضوي السائب.

أ. إضافة الصخور الطبيعية لكمبوست الزراعة العضوية:

الصخور الطبيعية التي يمكن استخدامها أثناء إنتاج الكمبوست لزيادة محتواه من العناصر الغذائية الطبيعية, مثل: الفلسبارات كمصدر لعنصر البوتاسيوم، وصخر الفوسفات كمصدر لعنصر الفوسفور، وكبريتات الكالسيوم أو الجبس الزراعي كمصدر لعنصر الكالسيوم، والدولوميت كمصدر للكالسيوم والمغنسيوم، والكبريت الزراعي كمصدر لعنصر الكبريت.

هذه الإضافات يمكن إضافتها بنسبة من 10-20٪ بعد حوالي شهر من بداية بناء وتشغيل المصفوفات، كما يمكن إضافتها إلى المنتج النهائي مع التقليب الجيد؛ لإحداث التجانس المطلوب للحصول على تحسن ملحوظ في القيمة الغذائية للكمبوست Sherif and Sherif (2005) جدول (5-9).

جدول (5-9): تحسين بعض خصائص السماد العضوي المجهز من المخلفات الزراعية

كمبوست معامل **Treated compost**	كمبوست غير معامل Untreated compost	الخصائص Properties
570	500	الكثافة كجم / م3 Density Kg / m^3
25	25	النسبة المئوية للرطوبة Moisture %
8.22	8.95	رقم الحموضة pH (1:10)
2.85	2.00	التوصيل الكهربي EC dS / m (1:10
1.75	1.55	النيتروجين الكلي Total N %
300	250	النيتروجين الأمونيومي بالجزء في المليون Ammonium-N (ppm)
1000	700	النيتروجين النتراتي بالجزء في المليون Nitrate-N (ppm)
0.85	0.41	الفوسفور الكلي Total P %
900	400	الفوسفور الميسر بالجزء في المليون Available P (ppm)
1.62	0.92	البوتاسيوم الكلي Total K %
650	300	البوتاسيوم الميسر بالجزء في المليون Available K (ppm)
27.22	28.55	النسبة المئوية للكربون العضوي% Organic carbon
46.82	49.11	النسبة المئوية للمادة العضوية Organic Matter %
1: 15.8	1: 18.4	نسبة الكربون: النيتروجين C:N ratio

ب. إضافة معدلات من الأسمدة الكيماوية للزراعة التقليدية:

في الزراعة التقليدية – والتي ننشد أن يتم ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية فيها – يتم تحميل أو خلط الكمية المراد استخدامها من الأسمدة الكيميائية إلى الكمية المقرر إضافتها من الكمبوست أو الأسمدة العضوية؛ لتصبح جاهزة وكافية للتسميد المتكامل للمحاصيل المراد تسميدها بهذا الخليط.

[2] إنتاج الأسمدة العضوية المدعمة بالكائنات الحية *Productin of organic fertilizer enriched with microorganism*:

يتم إنتاج هذا النوع من الكمبوست أو الأسمدة العضوية المدعمة ببعض الكائنات الحية الدقيقة المتخصصة في نهاية مرحلة الكمر وبداية مرحلة الإنضاج الطبيعي أو التشافي Curing للكمبوست، مثل البكتريا المثبتة للنيتروجين من نوع الأزوتوباكتر Azotobacter (لزيادة محتوى الكمبوست من عنصر النيتروجين)، والبكتريا المذيبة للفوسفور والميسرة للبوتاسيوم وغيرها من العناصر (لزيادة محتواه من عنصر الفوسفور والبوتاسيوم وغيرها من العناصر)، أو البكتريا والأكتينوميسيتات وسلالات من فطر التريكودرما، التي لها القدرة على إنتاج مركبات المقاومة الحيوية ضد الممرضات. ويتم هذا الإنتاج بعد إجراء عملية انتقاء للمجاميع الميكروبية المتخصصة في التثبيت للنيتروجين أو التحلل، وتيسير العناصر أو المقاومة للكائنات الممرضة، والتي يمكن إكثارها معمليًّا في بيئات مغذية وسائلة للحصول على مركزات منها، وعمل مخاليط منها، ثم إضافتها إلى السماد العضوي بمعدل 1-2٪، ثم التقليب والاستخدام.

ملحوظات:

- يجب ملاحظة أن الأسمدة العضوية المدعمة بالكائنات الحية الدقيقة المتخصصة الطازجة تستخدم بعد الخلط مباشرة، وفي حال عدم الاستخدام فإنها لا تعبأ في عبوات محكمة، ولا تتعرض لحرارة الجو المباشرة.
- هذه المحددات تجعل إنتاج هذا المنتج بالطلب، أو يتم الخلط بهذه الكائنات في مكان الاستخدام.
- على المُصنع لمثل هذا النوع من الأسمدة العضوية استخدام الكائنات الحية الدقيقة المتخصصة المتحوصلة، والتي تتحمل التعبئة والتخزين.

[3] إنتاج الأسمدة العضوية السائلة من الكمبوست *Production of organic liquid fertilizers from compost:*

المنتج النهائي من الكمبوست أو السماد العضوي الناتج من كمر المخلفات – وخاصة المخلفات الزراعية – يحتوي على نسبة عالية من المادة العضوية، وعناصر غذائية وأحماض عضوية وأنزيمات وتوكسينات, ومركبات أخرى متعددة. بعض هذه المركبات يذوب في الماء، والبعض الآخر يذوب في الوسط القاعدي أو القلوي. فالمستخلص المائي للكمبوست ذو اللون البني الفاتح الشبيه بلون الشاي يعرف بشاي الكمبوست Compost tea، بينما المستخلص القاعدي ذو اللون البني الداكن يكون للأحماض الدبالية Humus acids، ممثلة في أحماض الهيوميك والفلفيك Humic and fulvic acids.

أ. شـــاي الكمبوست *Compost tea:*

إن كـل جـرام مـن الكمبوسـت الناضـج بـالكمر الهـوائي يحتـوي علـى أعـداد كـبيرة ومتنوعـة مـن الكائنـات الحيـة الدقيقـة المفيـدة, والـتي تجعـل للأسمـدة العضـوية أو الكمبوسـت قيمـة بيولوجيـة عاليـة (جـدول 5-10)، (شكل 5-4).

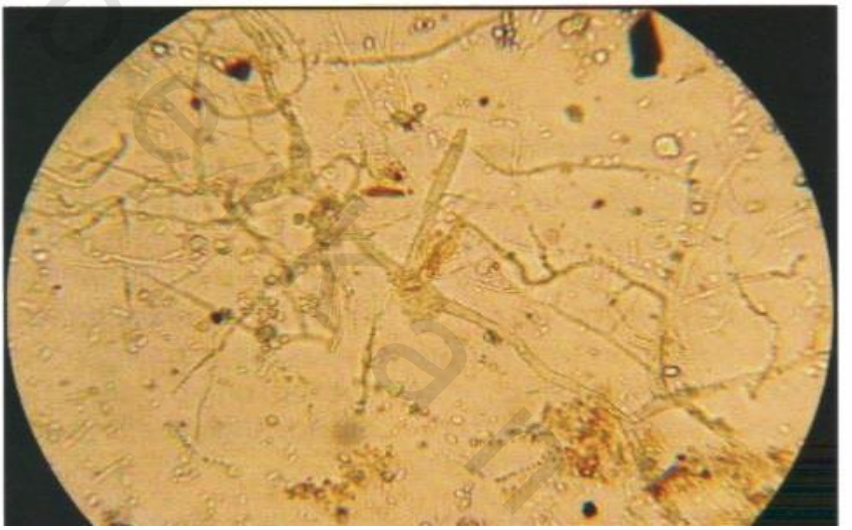
جدول (5-10): يوضح أعداد بعض الكائنات الحية الدقيقة في المنتج النهائى من الكمبوست المصنع من البقايا النباتية

نوع الكائنات الحية	الكائنات الحية المحبة للحرارة المتوسطة (خلية / جرام) Mesophelic organism	الكائنات الحية المحبة للحرارة العالية (خلية / جرام) Thermophelic organism
العدد الكلي للبكتريا	$109 \times 9.8 - 5.0$	$108 \times 7.8 - 1.1$
العدد الكلى للأكتينوميسيتات	$108 \times 2.9 - 1.2$	$107 \times 1.8 - 1.2$
العدد الكلي للفطريات	$106 \times 5.7 - 2.0$	$106 \times 4.0 - 1.1$
بكتريا الأزوتوباكتر	$106 \times 8.4 - 2.2$	---
البكتريا المحللة للسليلوز	$105 \times 1.7 - 2.1$	---
البكتريا المنتجة للأحماض والمحللة للفوسفات	106×9.3 $107 \times 2.0 -$	---

من تحليلات عينة من الكمبوست النباتي – معمل وحدة النظم المتكاملة لتدوير المخلفات الزراعية – معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة – مركز البحوث الزراعية – الجيزة

هـذا الكـم الهائـل مـن هـذه الكائنـات الحيـة الدقيقـة المفيـدة تـؤدي دورهـا الإيجـابي للتربـة والنبـات إذا مـا أضـيف للتربـة تحـت ظروفهـا المـتغيرة في الرطوبـة والتهويـة والحموضـة وغيرهـا، فمـاذا لـو تم تـوفير ظـروف مناسـبة لنشـاطها وتكاثرهـا بعيـدًا عـن التربـة, واسـتخلاص نـاتج هـذا النشـاط الأيضـي والتكـاثر اللوغـارتمي الكمـي، مـن عناصـر غذائيـة

ميسرة، وأحماض عضوية ذائبة، وإفرازاتها من الإنزيمات والتوكسينات والهرمونات، وغيرها من المركبات، وإعادة إضافته للتربة أو رشه على النباتات؟ إن الإجابة عن هذا التساؤل تقول إنه سيكون مفيدًا بالطبع، لكنه ليس بديلًا عن استعمال الأسمدة العضوية أو الكمبوست بحالتها وبوظائفها التي لا يمكن أن يعوضها استخدام شاي الكمبوست.



شكل (5-4): تنوع التواجد الميكروبي في الكمبوست الناضج بالكمر الهوائي

إنتاج شاي الكمبوست *Compost tea production:*

يتم إنتاج مستخلص الكمبوست أو شاي الكمبوست بطرق مختلفة، اعتمادًا على نسب وزمن الاستخلاص - الإضافات البكتيرية والتغذية والتهوية - من كمبوست مكمور جيدًا، خالٍ من الشوائب، منخول على منخل 10مم. فنسب وزمن التخمير والاستخلاص تقع في مدى واسع يبدأ من نسبة 1: 100 إلى 1: 5 كنسب استخلاص، ومن يوم إلى 14 يوم كزمن للاستخلاص. وقد يتم إنتاج شاي الكمبوست بإضافة كائنات بكتيرية إضافية، ومواد مغذية لها أو بدون إضافات، وقد تستخدم التهوية الميكانيكية في

التهوية أو اليدوية بالتقليب، وعلى أساس هذه العوامل والمتغيرات يتحدد جودة المنتج من شاي الكمبوست.

ويمكن وصف أحد طرق إنتاج شاي الكمبوست من خلال الخطوات التالية:

- يتم تحديد نسبة الاستخلاص أولًا، والتي يتحدد معها الكمية المستخدمة من الكمبوست وحجم الماء اللازم للاستخلاص. وبفرض أن نسبة الاستخلاص 1: 20، فهذا معناه نقع كيلو جرام في 20 لترًا من المياه، أو 5 كيلو جرام في 100 لتر من المياه، أو 25 كيلو جرام في 500 لتر من المياه أو 50 كيلو جرامًا في 1000 لتر أو متر مكعب من المياه.
- يوزن 50 كيلو جرامًا من الكمبوست النباتي أو الحيواني أو النباتي الحيواني الناضج جيدًا، المنخول على منخل سعة ثقوبه 10 مم، وتوضع في كيس أو شيكارة من الخيش، ويحكم إغلاقه.
- في تنك سعته 1000 لتر، يملأ لثلثيه بالماء، تُعلق شيكارة الكمبوست رأسيًا, بحيث تكون مغمورة بالماء.
- يتم توصيل مضخة هواء بخرطوم من البلاستيك ينتهي بموزع هوائي داخل التنك.
- لزيادة فعالية وقوة تأثير شاي الكمبوست، يتم إضافة عدد من الكائنات الحية الدقيقة الفعالة Effectiv microorganism (EM)، مثل Serratia marcences، Bacillus، Arthobacter، Azospirillum, وهي من البكتريا الهوائية عضوية التغذية، بمعدل 1-2 لتر، والخميرة المتحوصلة Yeasts بمعدل 200-400 جرام؛ لتعمل إلى جانب ما هو موجود في الكمبوست، مع توفير مصدر غذائي لها من المولاس بمعدل

1-2 كيلو جرام، مع جعل الوسط المائي يميل إلى الحموضة، بإضافة 1-2 كيلو جرام من حامض الستريك.

- في بعض الحالات يمكن إضافة الميكروهيزا, وبعض المستخلصات النباتية، مثل مستخلصات الثوم والنيم؛ لزيادة فعالية المكافحة الحيوية لشاي الكمبوست.
- يتم ضخ الهواء في التنك المنقوع به الكمبوست لمدة 3-7 أيام، يتم بعدها استكمال حجم التنك بالماء، قبل سحب المحلول أو المنقوع أو شاي الكمبوست، ذي اللون البني المحمر والمحتوي على مجموعة كبيرة من المنشطات والهرمونات ومنظمات النمو ومضادات الأكسدة والمضادات الحيوية الطبيعية، بالإضافة إلى العناصر الغذائية.

ملحوظات:

- في حالة عدم توفر تنكات سعة 1000 لتر، فيمكن العمل على كميات أقل من الكمبوست في براميل حجمها من 50- 100 لتر، بنفس نسبة الاستخلاص.
- عند استخدام الكمبوست سائلًا والتقليب اليدوي، يملأ نصف البرميل بالماء, ثم يضاف الكمبوست تدريجيًّا مع التقليب، وبعد انتهاء الإضافة يستكمل حجم الماء في البرميل.
- يستمر التقليب اليدوي طوال فترة النقع بمعدل 4- 6 مرات يوميًّا.
- يتم سحب محلول الاستخلاص أو شاي الكمبوست عن طريق مضخة سحب، ويجب عصر طينة أو عجينة الكمبوست للحصول منها على كل ما تحتويه.

- يمكن إعادة غسيل طينة أو عجينة الكمبوست مرة أو مرتين، واستخدامها بعد التجفيف كبيئة لنمو الشتلات.
- عند استخدام شاي الكمبوست رشًّا على محاصيل الخضر الورقية التي تؤكل طازجة, مثل: الخس والجرجير والفجل، فإنه يجب غسلها جيدًا إذا كان الرش قبل الاستهلاك بيومين أو ثلاثة أيام.

فوائد شاي الكمبوست *Benefits of compost tea:*

والمستخلص المائي للكمبوست Compost water extract، أو شاي الكمبوست الـ Compost tea يعمل على:

- زيادة محتوى التربة من العناصر الغذائية؛ لاحتوائه على هذه العناصر المغذية؛ لذا يفضل استخدامه خلال مراحل النمو الأولى للحصول على نباتات قوية. ويوضح جدول (5-11) محتوى شاي الكمبوست من العناصرالغذائية الكبرى والصغرى عند مستويات استخلاص مختلفة، والتي تجعل منه مصدرًا للتغذية Sherif and Sherif (2006).

جدول (5-11): محتوى شاي الكمبوست من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى

تركيز العناصر بالجزء في المليون Nutrients concentration (ppm)							الحموضة pH	نسبة الاستخلاص Ext ratio
Cu	Mn	Zn	Fe	K	P	N		
1.80	4.85	2.00	225	4100	25	1335	8.02	2.5 : 1
1.20	3.10	1.30	175	2160	20	1050	7.78	5 : 1
0.60	1.45	0.60	80	1050	10	510	7.71	10 : 1

- زيادة النشاط الميكروبي في التربة؛ بما يضيفه هو من كائنات حية، بالإضافة إلى ما يضيفه من مواد مغذية للكائنات الحية الموجودة في التربة.

- منشط للنباتات؛ لاحتوائه على بعض المنشطات والهرمونات ومنظمات النمو الطبيعية.
- مقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية وأمراض الجذور؛ لاحتوائه على المضادات الحيوية والتوكسينات، وغيرها من المواد الفعالة.
- تحسين المقاومة الطبيعية للنباتات؛ نتيجة زيادة المغذيات المتاحة للمجموع الجذري؛ الأمر الذي يؤدي إلى تكون مجموع جذري قوي وأكثر صحة، أو نتيجة لاستخدام الكائنات النافعة المحتوي عليها شاي الكمبوست بحماية الأسطح النباتية، أو باحتلال مواقع الإصابة، ومنع الكائنات الحية المسببة للأمراض من النمو عليها.
- الحد من الأثر السلبي الذي يسببه استخدام المبيدات والأسمدة المعدنية على الكائنات الحية الدقيقة النافعة في النظام الحيوي في التربة.

ولقد أثبتت دراسة Sherif and Sherif (2006) فعالية شاي الكمبوست في حماية الجذور وأنسجة النباتات من المسببات المرضية (شكل 5-5).

جذور قوية معاملة بشاي الكمبوست جذور لم تعامل بشاي الكمبوست

شكل (5-5): تأثير المعاملة بشاي الكمبوست على مقاومة أمراض الجذور في نباتات الطماطم

كما استخدم شاي الكمبوست أيضًا في مقاومة العديد من الأمراض، منها أمراض البياض الدقيقي على العنب والقمح والشعير، وأمراض اللفحة في البطاطس والطماطم، وغيرها من أمراض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة.

طريقة استخدام شاي الكمبوست:

نظرًا لأن شاي الكمبوست سماد سائل، فإنه يستخدم رشًّا على المجموع الخضري للنباتات، أو الإضافة مع مياه الري في أنظمة الري بالتنقيط. ففي حالة الاستخدام رشًّا على المجموع الخضري للنباتات، يتم تخفيفه على حسب درجة تركيز المستخلص، فمستخلص 1: 100 يستخدم مباشرة دون تخفيف، ومستخلص 1: 50 يتم تخفيفه بنسبة 1: 2، ومستخلص 1: 10 يتم تخفيفه بنسبة 1: 10، وهكذا. ويستعمل شاي الكمبوست بمعدل رشة كل 5-10 يومًا في مقاومة الأمراض الفطرية كالبياض الدقيقي وغيرها، مع ملاحظة أن يكون الرش في ساعات الصباح الباكر، أو في الساعات المتأخرة من النهار بعد انكسار درجة الحرارة.

كما يستخدم شاي الكمبوست كمحلول مغذٍّ, يتم استخدامه في الزراعات اللا أرضية بعد ضبط رقم الحموضة له pH؛ ليكون من 6.5 حتى 6.8، باستخدام حامض الستريك، ونسبة الأملاح به من خلال التوصيل الكهربي EC ليكون من 2.5 – 3.5 $dS\ m^{-1}$.

ب. الأحماض العضوية الدبالية *Production of humus organic acids:*

استخلاص الأحماض العضوية الدبالية من دبال الأسمدة العضوية له تأثير فعال في تسميد المحاصيل الزراعية. ويتم استخلاص هذه الأحماض من خلال عدة خطوات، تبدأ بالتخلص من الكالسيوم بمعاملة الكمبوست أو السماد

العضوي بحامض الأيدروكلوريك HCl أو الكبريتيك H_2SO_4 بتركيز 0.1 عياري، فيما يعرف بنزع الكالسيوم أوDecalcination، الذي يتم التخلص منه كمستخلص لحامض الأيدروكلوريك HCl extract، ثم يعامل الراسب Compost residues بالمحاليل القلوية 0.5 عياري لأيدروكسيد الصوديوم NaOH أو أيدروكسيد البوتاسيوم KOH (ويفضل أيدروكسيد البوتاسيوم؛ حيث إن البوتاسيوم عنصر غذائي يمكن الاستفادة منه في التغذية)، ويحتوي المستخلص على أحماض الهيوميك والفلفيك، في صورة هيومات وفلفات البوتاسيوم, والتي يتم استخدامها في التسميد للمحاصيل الزراعية.

فإذا ما أريد فصل ملح حامض الهيوميك عن الفلفيك في هذا المستخلص، فإنه يتم معاملته بحامض الأيدروكلويك عند رقم حموضة 1 (pH =1)؛ حيث يذوب هيومات البوتاسيوم في حامض الأيدروكلوريك، مكونًا كلوريد البوتاسيوم وحامض الهيوميك، بينما يترسب حامض الفلفيك (شكل 5-1).

وتختلف نسبة الأحماض العضوية الدبالية من أحماض الهيوميك والفلفيك باختلاف مصادر المادة العضوية؛ ففي حين تحتوي المادة العضوية بالتربة على 1-5٪ أحماض دبالية، والأسمدة العضوية على 5-15٪، والفحم البني على 13-30٪، والأسود على 10-40٪، فإن خام ورواسب الليوناريديت - المتكون من اتحاد أحماض الهيوميك والفلفيك الناتجة من تحلل المادة العضوية فى باطن التربة لفترة زمنية طويلة؛ بفعل الأنشطة البيولوجية لأنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة في تركيب معادن التربة - يحتوي على 40-85٪. لذا فإن استخلاص أحماض الهيوميك والفلفيك يجب أن يكون الليوناريديت في حال تواجده، أو من الأسمدة العضوية النقية الناضجة، والذي تزداد الكمية المستخلصة منها بزيادة فترة تخزينه. فقد وجد Sherif and Sherif (2007) أن

عمر الكمبوست المستخدم في الاستخلاص مؤثر جدًّا في الكمية المستخلصة من الأحماض العضوية (لأحماض الهيوميك والفلفيك) والعناصر الغذائية، كما يتضح ذلك من جدول (5-12).

جدول (5-12): تأثير فترة تخزين الكمبوست على الكمية المستخلصة من الأحماض العضوية والعناصر الغذائية

عمر الكمبوست	الأحماض العضوية جم / لتر	حامض الهيوميك جم / لتر	حامض الفلفيك جم / لتر	النيتروجين الكلي %N	الفوسفور الكلي %P	البوتاسيوم الكلي K%
3 أشهر	9.76	9.52	0.24	1.57	0.50	13.00
6 أشهر	21.50	21.00	0.50	1.75	0.55	15.60
12 شهرًا	33.30	32.10	1.20	2.10	0.70	18.30

ويتم استخلاص الأحماض الدبالية المحتوية على أحماض الهيوميك والفلفيك للاستخدام الزراعي كما يلي:

- يحضر 100 لتر من محلول 0.1 عياري من حامض الأيدروكلوريك، يوضع 50 لترًا منه في برميل أو تنك سعته 100 لتر.
- يوزن 50 كيلو جرامًا من الكمبوست النباتي أو الحيواني أو النباتي الحيواني الناضج جيدًا، الخالي من أية شوائب والمنخول على منخل سعة ثقوبه 10 مم، مخزن لأكثر من ستة أشهر، تضاف تدريجيًّا مع التقليب إلى برميل أو تنك حامض الأيدروكلوريك. **ملحوظة:** يمكن الاستغناء عن حامض الأيدروكلوريك، ويكتفى باستخدام الماء بدلًا منه، كما يمكن استخدام الليوناريديت بدلًا من الكمبوست.

- في حال تشرب الكمبوست للكمية الموجودة في البرميل من حامض الأيدروكلوريك أو الماء، يتم إضافة مزيد من الحامض أو الماء، والتقليب لمدة 4-6 ساعات.
- يتم التصفية وعصر عجينة الكمبوست، والتخلص من الراشح وناتج العصر والاستخلاص.
- تعامل عجينة الكمبوست بإضافة 50 لترًا من أيدروسيد البوتاسيوم 0.5 عياري مع التقليب (28 جرامًا في اللتر، في حالة ما إذا نقيّا تمامًا، وتزداد الكمية بمقدار ما تحدده درجة النقاوة).
- يتم التقليب 4-6 مرات يوميًّا لمدة يومين إلى ثلاثة أيام، بعدها يتم الاستخلاص للراشح، مع غسيل الراسب - الذي أصبحت جزيئاته ناعمة جدًّا - مرة ثانية بـ 20-25 لترًا من الأيدروكسيد.
- يتم معاودة الاستخلاص للراشح، ثم عصر عجينة الكمبوست؛ للحصول على كل محتواها من الهيومات.

فوائد وأهمية أسمدة الأحماض العضوية الدبالية:

للأحماض العضوية الدبالية (أحماض الهيوميك والفلفيك) أهمية كبيرة في تسميد المحاصيل الزراعية، ولها نفس تأثير الأسمدة العضوية والمواد الدبالية، ويزيد عليها فاعليتها كمواد مركزة سائلة أو صلبة مستخلصة منها.

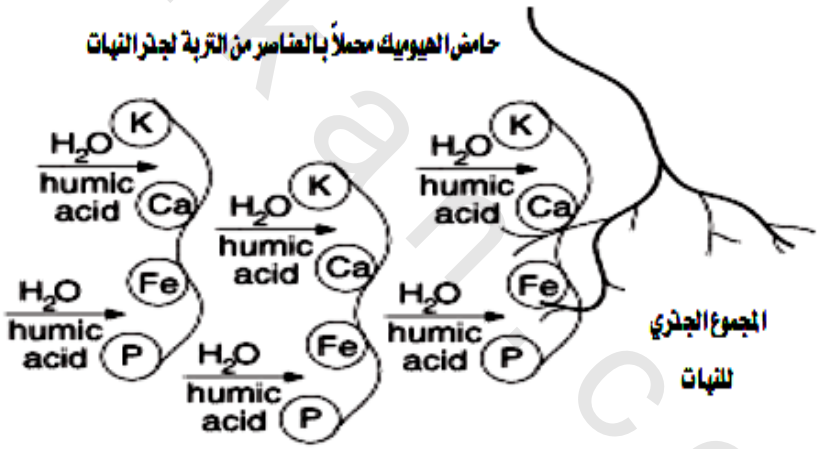
أولا: تأثير الأحماض العضوية الدبالية على الخواص الطبيعية للتربة:

- تحسن من قوام التربة؛ حيث تعمل على تحبب وتهوية التربة الطينية، وبناء تجمعات أرضية في الأراضي الرملية.
- تمنع تشقق الطبقة السطحية للتربة؛ مما يحمي جذور البادرات.

- رفع قدرة التربة على حفظ الماء؛ وبذلك زيادة قدرتها على مقاومة الجفاف.
- إكساب التربة اللون الغامق, وزيادة قدرتها على الاستفادة من أشعة الشمس.

ثانيًا: التأثيرات الكيميائية:

- تزيد من القدرة التنظيمية والاتزن الكيميائي للتربة.
- تحسين خواص إمداد النبات بالماء والمواد الغذائية؛ حيث تعمل كحامل carrier للماء والعناصر، بالإضافة إلى كونه مادة مخلبية Chelating material.



- لها تأثير طبيعي على تكوين معقدات ذائبة مع الأيونات المعدنية.
- تزيد من السعة التبادلية الكاتيونية بالقواعد للتربة.
- تساعد على تيسر الفوسفور الذي يكون مرتبطًا في مركبات غير ذائبة.
- علاج نقص الحديد والعناصر الصغرى على النباتات؛ لقيامها بدور وخصائص المواد المخلبية.

ثالثًا: التأثيرات البيولوجية:

- لها تأثير كعامل محفز في أغلب التفاعلات البيولوجية.
- التحفيز على تكاثر الأحياء الدقيقة المرغوبة في التربة.
- تزيد من مناعة النباتات ضد الأمراض والآفات.
- تزيد من نمو الجذور وخاصة من ناحية الطول؛ مما يساعد على زيادة الاستفادة من المواد الغذائية.
- ترفع من محتوى البروتينات والعناصر المعدنية.
- عند استخدامها في الرش تغطى جدران الخلايا في الثمار، وتزيد بذلك من فترة تخزينها.
- تزيد من نسبة الإنبات, ومن تطور البادرات.
- تحفز على نمو النبات من خلال زيادة انقسام الخلايا, وتزيد من إنتاج المادة الجافة.
- ترفع من نوعية ومواصفات المحاصيل, وتعطيها الشكل الجميل مع القيمة الغذائية العالية.

رابعًا: الفوائد البيئية:

- تعمل الأحماض الدبالية على عدم غسيل أيون النترات من التربة ووصولها إلى المياه الجوفية.
- تقليل أثر الملوحة والمواد السامة في التربة وفي مياه الري.
- تقلل التأثيرات الضارة لعوامل انجراف وتعرية التربة.
- تقليل أثر تراكم الأسمدة المعدنية في الخلايا النباتية للأوراق والثمار؛ مما يقلل من ضررها على الصحة العامة للإنسان.

- تعتبر أسمدة الأحماض العضوية الدبالية من الأسمدة التي لا تترك أي آثار ضارة للإنسان أو النبات أو الحيوان والبيئة.

العائد الاقتصادي:

إن استخدام الأحماض العضوية الدبالية وأملاحها مثل هيومات البوتاسيوم يؤدي إلى:

- ترشيد استخدام المياه والأسمدة, وهما من المدخلات المحددة للإنتاج الزراعي.
- عدم الحاجة إلى استخدام المركبات المخلبية للعناصر الصغرى.
- زيادة معدل الإنتاج وجودته.

فاستخدام مياه وأسمدة أقل، وعدم الحاجة إلى استخدام المركبات المخلبية، ومع زيادة المحصول فإن العائد الاقتصادي يزداد مقارنة بالزراعات التي لا تستخدم فيها الأحماض العضوية الدبالية.

طريقة استخدام الأحماض العضوية الدبالية:

تستخدم الأحماض الدبالية – سواء كانت صلبة أو سائلة – في التسميد أرضيًّا مع مياه الري، أو رشًّا على المجموع الخضري للنبات بمعدلات إضافة أو استخدام متباينة. ويرجع هذا التباين إلى اختلاف تركيز أحماض الهيوميك والفلفيك بهذه الأحماض الدبالية، والتي تختلف باختلاف مصدر المادة العضوية التي تم تصنيع الأسمدة العضوية منها؛ لذا فإن تركيز أحماض الهيوميك والفلفيك في مستخلص الأحماض الدبالية المستخلصة من الأسمدة العضوية أو الكمبوست يختلف فيما بينها، لكنها جميعًا أقل من تركيزها عندما يكون الاستخلاص من صخور وترسيبات الليونارديت الطبيعية.

واسترشادًا بنتائج الدراسات العلمية والتطبيقات العملية

لاستخدام الأحماض العضوية الدبالية، فإنه يمكن - كمثال - استخدام الأحماض العضوية الدبالية في حال احتوائها على 12٪ من حامض الهيوميك، 4٪ من حامض الفلفيك بمعدلات 2 لتر للفدان لثلاث مرات خلال موسم نمو المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر، 3 لتر للفدان لأربع مرات خلال موسم إنتاج محاصيل الفاكهة .. وبزيادة تركيز أحماض الهيوميك والفلفيك في هذه الأحماض، تقل الكمية المضافة منها، والعكس بالعكس في حالة انخفاض التركيز، بنسب تتوافق مع الزيادة والانخفاض.

obeikan.com