تأثير الأحماض الدبالية المستخلصة من كومبوست حمأة الصرف الصحي ومخلفات الحقل في تحفيز نمو القمح القاسي (أكساد1105) وانتاجيته

Effect of Humic Acids Extracted From Compost of Sewage Sludge and Farm Residues on Growth Stimulation and Productivity of Durum Wheat (ACSAD1105)

د. حسان درغام [1] | د. ماجد مولود سليمان [1] | م. عبد الرحمن الراشد [1] | م. أياد الزين [1]

Dr. H.Dergam[1] | Dr. M. Souliman[1] | Eng. A.A. Al- Rashed[1] | Eng. A.Zien[1]

hassandergam@hotmail.com | majedsuliman@yahoo.com | a_alrached@hotmail.com | Eyadzein1973@gmail.com

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

(1) The Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Dry Lands / ACSAD.

الملخص

نفذ البحث في محطة بحوث ازرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) خلال الموسمين الزراعيين 2019/2018 و2020/2019 بهدف دراسة تأثير الأحماض الدبالية المستخلصة من كومبوست حمأة الصرف الصحي ومخلفات تقليم الزيتون في الصفات الإنتاجية للقمح القاسي (أكساد1105) وذلك بنقع البذور قبل الزراعة والرش على الأوراق في مرحلة الأشطاءات.

أُستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات لكل معاملة عند التنفيذ ، بينت نتائج تحليل مستخلصات الأحماض الدبالية والحمض التجاري المستخدم (هيوميكو) وجود تباين في محتوى الكربون والآزوت حيث لوحظ غنى مستخلصات الأحماض المستخلصة من كومبوست مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي وكومبوست حمأة الصرف الصحي بالآزوت الكلي ولوحظ كذلك مطابقة الأحماض المستخلصة جميعها للمواصفات القياسية السورية الناظمة لتداول الأسمدة من حيث محتوى العناصر الثقيلة.

أظهرت النتائج تفوق المعاملة H_3C_2 (بإضافة التركيز 0.1 غم لتر$^{-1}$ من الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي) بصفة عدد السنابل معنوياً (367.8 سنبلة م$^{-2}$) مقارنة بباقي المعاملات. وجد بان أعلى متوسط وزن للحبوب للموسمين الزراعيين تحقق مع المعاملة H_3C_2 (488.5 غم م$^{-2}$) كما أعطت المعاملة H_4C_2 (بإضافة التركيز 0.1 غم لتر$^{-1}$ من الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من حمأة الصرف الصحي) أعلى قيمة لعدد الحبوب/ م^2 (13620 حبة م$^{-2}$)، بينما سجلت المعاملة H_5C_1 (بإضافة التركيز 1 غ. ل$^{-1}$ من الحمض الهيوميني التجاري) أدنى عدد حبوب بالمتر المربع (9159 حبة م$^{-2}$). كما وجد تفوق معنوي للمعاملتين H_3C_2 و H_4C_2 في صفة وزن الحب + القش (غم م$^{-2}$) (1673 و1587 غم م$^{-2}$). أما فيما يخص صفة وزن الألف حبة (غم) لُوحظ تفوق المعاملة H_3C_2 كما هو الحال لصفة وزن الحبوب بالمتر المربع (47.27 غم).

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل الحصاد% بين تركيزين (0.1 و1 غم لتر$^{-1}$) لأنواع من الأحماض الدبالية المستخلصة والتفاعلات المتبادلة بينها وكانت المعاملة H_3C_1 الأعلى معنوياً (32.63 %).

الكلمات المفتاحيّة : قمح قاسي، حمأة الصرف الصحي، أحماض دبالية، مخلفات التقليم. .

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243 ; AIF-181 (29 - 37)

Abstract

The study was conducted at Experimental Station of the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (Izraa-Syria) during two growing seasons 2018- 2019 and 2019- 2020 to study the effect of different humic acids {i.e., extracted from compost of sheep manure and olive pruning residues (H_2), extracted from compost of sewage sludge and olive pruning residues (H_3), extracted from compost of sewage sludge (H_4) and commercial humic acids (H_5)} in productivity of durum wheat (ACSAD 1105). The humic acids was applied either through soaking seeds before planting and foliar spray in tow concentrations C1 (1 g L^{-1}) and C2 (0.1 g L^{-1}). The chemical analysis of applied humic acids have shown that H3 and H4 were rich in total nitrogen ccompared with others, and the content of heavy metals in applied humic acids were still in the permissible limits.

The results have shown that H_3C_2 treatment significantly increased the number of spikes (367.8 spike m^{-2}). It was also found that the average grain weight was significantly higher in treatment H_3C_2 (488.5 g m^{-2}) and the H_4C_2 treatment gave the highest number of grains (13620 grain m^{-2}), while H_5C_1 treatment showed the lowest number of grains (9159 grain m^{-2}). On the other hand, a significant superiority of the two treatments H_3C_2 and H_4C_2 in terms of grain weight + straw (1673 and 1587 g m^{-2}). As for the 1000-grain weight, it was noted that H_3C_2 treatment was superior for grain weight (47.27 g). The results of statistical analysis showed that there was significant difference ($P \leq 0.05$) in harvest index between the two concentrations (0.1 and 1 g L^{-1}) for applied humic acids and their interactions. The treatment H3C1 was the most significantly increasing (32.63%).

Key words: Durum wheat, sewage sludge, humic acids, olive pruning residues

المقدمة

تعد حمأة الصرف الصحي من أهم المنتجات الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي، وهي آخذة في الزيادة عاماً إثر آخر نتيجة تصاعد عدد السكان، وزيادة عدد محطات المعالجة المنتشرة في معظم الدول، إذ تقدر كميات الحمأة المنتجة في العالم بـ 40 كغ /سنة لكل فرد، واللافت في الأمر حالياً إقدام المزارعين وبشكل كبير على استخدام هذه الحمأة في الزراعة نظراً لرخصها مقارنة بالأسمدة الكيميائية، ولتأثيراتها الملحوظة في زيادة المحصول، على ما في ذلك من أخطار على الصحة العامة والبيئة والمياه الجوفية.

على الرغم من وجود العديد من المحاذير لاستخدام حمأة الصرف الصحي في الزراعة، والتي تتجلى باحتوائها على العناصر الثقيلة والعوامل الممرضة، إلا أن وجود كميات هائلة منها، ومحتواها المرتفع من العناصر الخصوبية، يدفع الكثير من الباحثين إلى مواصلة العمل بغرض الوصول الى طريقة استخدام آمنة تمكن المزارعين من الأستفادة منها، والتقليل قدر الأمكان من تأثيراتها السلبية.

تعد الزراعة أحدى الوجهات البديلة لاستخدام حمأة الصرف الصحي، وذلك لمحتواها الغني بالعناصر الغذائية اللازمة للنبات (Melo وزملاؤه، 2007)، ولكن من جهة أخرى فإنه من الممكن أن يكون هذا الاستخدام ضاراً لمنظومة (تربة، نبات)، وهذا مرده من حيث المبدأ إلى المحتوى غير المتوازن للعناصر الغذائية في الحمأة(Bertoncini وزملاؤه، 2008). علاوةً على ذلك فإن حمأة الصرف الصحي من الممكن أن تكون مصدراً للعناصر والمركبات السامة، مثل العناصر الثقيلة.

من الممكن أن يؤدي استخدام الحمأة بصورة مباشرة في الزراعة إلى جعل هذه الملوثات أكثر إتاحةً للنبات، وتزيد من إمكانية تراكمها بالتربة، واحتمالية وصولها إلى الانسان ضمن السلسلة الغذائية. هذا فضلاً عن إمكانية تأثير المحتوى العالي للنتروجين (الآزوت) في حمأة الصرف الصحي في تلوث المياه الجوفية، وذلك نتيجةً لغسل النترات عبر التربة (Corrêa وزملاؤه، 2006)، وبالتالي التأثير السلبي في البيئة .

ينتج عن مخلفات المحاصيل الزراعية، ونواتج تقليم الأشجار المثمرة كميات كبيرة جداً، يتم التخلص منها بالحرق المباشر، مما يسبب خطراً على البيئة المحيطة، تتمثل بالحرائق، التي يمكن أن تنشب، وبالدخان الناتج عن الحرق، فضلاً عن فقدان مواد عضوية مهمة يمكن الاستفادة منها .

أشار Pakhnenko (2007) إلى إمكانية الحصول على كومبوست من حمأة الصرف الصحي ومخلفات تقليم الأشجار المفرومة، إذ تعد حمأة الصرف الصحي مصدرا للآزوت، في حين تعد مخلفات التقليم مصدرا للمواد الهيكلية، مثل السيللوز واللغنين، ويتميز هذا الكومبوست بمحتوى

رطوبي يتراوح بين 30 و40 % ، وبخلوه من العوامل الممرضة، مما يقلل من المخاطر على الصحة العامة عند مقارنته بحمأة الصرف الصحي.
تحدث خلال عملية تحلل المخلفات الزراعية وحمأة الصرف الصحي عمليات التحلل الأولي والثانوي وتكوين الدبال، والذي يحتوي على الأحماض الهيومية والفولفية والهيومين، وتتجسد عملية التدبل بالعمليات الحيوية والنشاط الأستقلابي لأحياء التربة المجهرية (Sutton وSposito، 2005).
أظهرت الدراسات التي أجريت حول الفعالية الفيسيولوجية للأحماض الدبالية وجود طيف واسع من تأثيرات هذه المركبات في نمو النبات، ليس فقط من خلال التأثير المباشر في تحفيز نمو وتطور النبات (زيادة كتلة النبات العامة) ، بل يمكن أن يكون بصورة غير مباشرة من خلال تحسين خصائص التربة (زيادة فعالية وكفاءة الأسمدة، وتحسين بنية مجمعات التربة وغيرها...) . تم الكشف عن فعالية الأحماض الدبالية ودورها في تحفيز نمو النبات لأول مرة من قبل Nefedov (1887) ، وتم إثبات هذه الخاصية من قبل العديد من العلماء فيما بعد (Vaksman وزملاؤه، 1937 ؛ Tyurin، 1937) . وبينت نتائج الدراسات دور هذه الأحماض في تحفيز نمو المجموع الجذري للنبات بنتيجة التغيير في انتقائية الأغشية الخلوية، مما يعزز عملية دخول الماء وعناصر التغذية. وأشارت بعض الدراسات إلى التأثير الإيجابي للأحماض الدبالية في نمو فطر الخميرة (Naumova، 1983؛ Ovchinnikova، 1991؛ Ryzhikov، 1991؛ Strelkov، 1991) .
ذكر بعض الباحثين (Vaughan، 1985؛ Popov وChertov، 1997) أن تأثير الأحماض الدبالية في نمو وتطور النبات، يمكن أن يكون مرتبطاً بدخول هذه الأحماض إلى النبات، ومشاركتها اللاحقة في العديد من العمليات البيوكيميائية والبيوفيزيائية داخله. وأشار Albuzio وزملاؤه (1986) إلى أن الوزن الجزيئي للأحماض الدبالية يؤدي دوراً كبيراً في التأثير في الفعالية الفيزيولوجية لها، فعلى سبيل المثال تم إثبات أن الأحماض الدبالية مرتفعة الوزن الجزيئي ومنخفضة الوزن الجزيئي (أي الأحماض الهيومينية والفولفية) يمكن أن تبدي تأثيراً في امتصاص النترات والبوتاسيوم من قبل جذور الشعير.

هدف البحث:

- تصنيع كومبوست ذو نوعية جيدة، ومطابق للمواصفات القياسية، ويحتوي على نسبة عالية من المركبات الدبالية .
- استخلاص الأحماض الدبالية من أنواع الكومبوست المحضر.
- دراسة تأثير الأحماض المستخلصة في نمو القمح وصفاته الإنتاجية، وذلك بنقع البذور قبل الزراعة والرش على الأوراق في مرحلة الأشطاء.

مواد البحث وطرائقه

تحضير الكومبوست واستخلاص الأحماض الدبالية:

نفذت عمليات تحضير الكومبوست في موقع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد في الصبورة، وفق المراحل الآتية:
تم تحضير ثلاثة أكوام من الكومبوست بحجم 1 متر مكعب مختلفة من حيث المواد الأولية الداخلة في عملية التخمير؛ وهي:
الكومة الأولى: تحتوي على كل من مخلفات تقليم الزيتون المفرومة وروث الغنم غير المخمر (مخلفات زيتون 50 % + روث غنم طازج 50 %).
الكومة الثانية: تحتوي على كل من مخلفات تقليم الزيتون المفرومة وحمأة الصرف الصحي الجافة هوائياً المأخوذة من محطة معالجة الصرف الصحي بمنطقة الهيجانة في محافظة ريف دمشق (مخلفات زيتون 50 % + حمأة صرف صحي جافة 50 %).
الكومة الثالثة: تحتوي فقط على حمأة الصرف الصحي الجافة هوائياً.
وتم اتباع الخطوات التالية:

- تم ترطيب الأكوام بشكل مناسب دون تغدق.
- غطيت الأكوام الثلاث باستخدام شرائح البولي إيتلين البلاستيكية للتقليل من الفقد.
- قلبت الأكوام الثلاث تقليبا ميكانيكيا بشكل يدوي بعد أسبوع من بدء التخمير.
- تمت مراقبة درجة حرارة الأكوام باستخدام ميزان حرارة رقمي مزود بقضيب معدني.
- رطبت الأكوام بشكل أسبوعي للمحافظة على نسبة رطوبة قدرها 50 %.
- استمرت عملية التخمير لمدة خمسة أشهر، وأخذت عينات في نهاية لإجراء التحاليل الكيميائية اللازمة لتوصيف الكومبوست.
- تم أجراء التحاليل الكيميائية والبيولوجية في مخابر قسم التقانات الحيوية، والمخابر التابعة للمركز العربي /أكساد/، وفي مخابرمديرية الصحة الحيوانية التابعة لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في الجمهورية العربية السورية، وذلك لتوصيف المخلفات المستخدمة في تصنيع أنواع الكومبوست، ومراقبة مراحل التخمير، ومدى مطابقة الكومبوست المنتج للمواصفات القياسية؛ وهي:

التحاليل الكيميائية: وهي ؛ المحتوى الرطوبي، ودرجة الحموضة، والناقلية الكهربائية، والكربون العضوي، والآزوت الكلي والمعدني، ونسبة C/N، ومحتوى العناصر الثقيلة (Cu ، Zn ، Ni ، Cr ، Pb ، Cd).

التحاليل البيولوجية: وهي؛ محتوى العصيات الكولونية الممرضة، ومحتوى بيوض الديدان الطفيلية، ومحتوى بكتريا السالمونيلا.

تم أستخلاص الأحماض الدبالية من الكومبوست المحضر وفق الطريقة التقليدية، باستخدام محلول قلوي من هيدروكسيد البوتاسيوم، وفق الخطوات الآتية:

- الاستخلاص بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم التجاري بتركيز 0.2 N، وبنسبة كومبوست/ هيدروكسيد بوتاسيوم مقدارها 1/10 (w/v) ، وحرك المزيج، وترك لمدة 24 ساعة على درجة حرارة الغرفة.
- إبانة المستخلص لفصلها عن البقايا الصلبة، ونقل المستخلصات إلى أوان بلاستيكية، وتعريضها للشمس لرفع تركيز محتوى الأحماض الهيومية فيها.
- تعديل درجة حموضة المستخلص لتصبح بين 6 و6.5، باستخدام حمض الكبريت التجاري.
- أجريت التحاليل اللازمة لتوصيف الأحماض المستخلصة، وهي: محتوى الكربون العضوي، ومحتوى المادة العضوية، ومحتوى الآزوت الكلي ومحتوى العناصر الثقيلة.

موقع تنفيذ البحث: تم تنفيذ البحث في محطة بحوث المركز العربي/ أكساد في ازرع خلال الموسمين الزراعيين 2019/2018 و 2020/2019.

المعاملات المدروسة:

اشتملت المعاملات المدروسة على نقع بذار القمح قبل الزراعة لمدة 18 ساعة، ورش النباتات في مرحلة الأشطاء بمحاليل ممددة من الأحماض الدبالية المستخلصة والحمض التجاري وبتركيزين مختلفين وبالماء كشاهد، وكانت المعاملات كالآتي:

المعاملة الأولى: الشاهد (رش بالماء، H1).

المعاملة الثانية: الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وروث الأغنام غير المخمر (H2)

المعاملة الثالثة: الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي (H3)

المعاملة الرابعة: الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من حمأة الصرف الصحي (H4)

المعاملة الخامسة: الأحماض الدبالية التجارية (هيوميكو) (H5).

كما تم تطبيق تركيزين من الأحماض الهيومنية المستخلصة:

1 غ. ل$^{-1}$ أحماض (هيومية + فولفية) (C1)

0.1 غ. ل$^{-1}$ أحماض (هيومية + فولفية) (C2)

طريقة الزراعة: تم تحضير الأرض للزراعة بشكل جيد، وأضيفت كامل الأسمدة الفوسفاتية، والبوتاسية قبل الزراعة حسب الكميات الموصى بها من قبل وزارة الزراعة السورية، وفقاً لنتائج تحليل التربة (15 كغ/ دونم من اليوريا، 15 كغ/ دونم سوبر فوسفات ثلاثي)، تمت الزراعة بتاريخ 15 تشرين الثاني/نوفمبر للموسمي الزراعيين 2019/2018 و2020/2019، وطبقت المعاملات المذكورة سابقاً على صنف القمح 1105 من القمح القاسي المعتمد في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة /ACSAD. تم نقع البذور قبل الزراعة بالتراكيز المذكورة أعلاه قبل الزراعة لمدة 16 ساعة، بمعدل 150 ليتراً لكل 50 كغ بذار، وتم أيضاً رش النبات بالتراكيز نفسها ولمرة واحدة في مرحلة الأشطاء بمعدل 40 ليتر/دونم. زرعت الحبوب يدوياً في 5 سطور، بلغ طول السطر2.5 م، والمسافة بين السطور 25 سم، والمسافة بين البذور في السطر 5 سم، والمسافة بين المكررات 4 م. ووضع البحث وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاثة مكررات، وبذلك يكون عدد القطع التجريبية 5×2×3 = 30 قطعة تجريبية، ومساحة كل قطعة تجريبية 25 م^2.

التحليل الاحصائي:

أختبرت الفروق بين المتوسطات باختبار دنكن متعدد المدى Duncans Multiple Range Test عند مستوى معنوية 0.05، وتم حساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية (0.05).

الصفات المدروسة:

طول النبات (سم).

عدد السنابل في المتر المربع.

عدد الحبوب في السنبلة.

عدد الحبوب في المتر المربع.

وزن الـ 1000 حبة (غ).

الغلة الحبية (كغ/ هكتار).

الغلة الحيوية (كغ /هكتار).

دليل الحصاد (%) = (الغلة الحبية / الغلة الحيوية) × 100.

النتائج والمناقشة

أولاً. نتائج تحليل المخلفات المستخدمة في تحضير الكومبوست:

تبين الجداول 1 و2 و3 بعض الخصائص الكيميائية، والفيزيائية، والبيولوجية للمخلفات المستخدمة في تحضير الكومبوست، إذ تشير نتائج التحليل إلى تباين قيمة C/N للمخلفات المستخدمة، فقد تراوحت بين 9 لحمأة الصرف الصحي المستخدمة و 55.68 لمخلفات الزيتون المفرومة، ويعود ذلك إلى طبيعة تركيب كل من المادتين، إذ تحتوي الحمأة على ألياف السيللوز والهيموسيللوز منخفضة محتوى الكربون مقارنة بمخلفات التقليم والمحتوية بشكل أساس على اللجنين ذو المحتوى العالي من الكربون، وتحتوي حمأة الصرف الصحي على كميات عالية من الكادميوم والكروم والنيكل والرصاص (6.52، 77.2، 45.2 و92 ملغم كغم$^{-1}$) على التوالي مقارنة بروث الغنم ومخلفات تقليم الزيتون، غير أن هذه الكميات لا تتجاوز الحدود المسموح بها لهذه العناصر وفق المواصفات القياسية السورية وهي: 20، 1000، 200، 80 وملغم كغم$^{-1}$ على التوالي.

تشير نتائج التحليل البيولوجية للحمأة المستخدمة إلى المحتوى المنخفض للعصيات القولونية البرازية، إذ يبلغ محتواها 70 عصية.غ$^{-1}$، وهو أقل من الحدود المسموح بها وفق المواصفات القياسية السورية (1000 عصية.غ$^{-1}$)، وتبين النتائج كذلك خلو الحمأة من عصيات السالمونيلا وبيوض الديدان المعوية.

الجدول 1. التحاليل الفيزيائية والكيميائية للمخلفات المستخدمة في تحضير الكومبوست.

المخلفات المستخدمة	الكثافة الظاهرية ميگاغرام م$^{-3}$	pH	EC	C	T.N	K	P	C/N	الرطوبة
			(dS/m)	%					%
الحمأة	0.67	7.10	4.07	23.06	2.56	0.29	0.635	9.00	8.33
روث غنم طازج	0.29	8.60	4.5	44.56	2.38	2.21	0.893	18.72	7.68
مخلفات الزيتون	0.24	-	2.00	52.34	0.94	0.50	0.14	55.68	25.68

الجدول 2. محتوى بعض العناصر المعدنية في المخلفات المستخدمة.

المخلفات المستخدمة	ملغم .كغم$^{-1}$مادة جافة								
	Cd	Cr	Ni	Pb	B	Cu	Fe	Mn	Zn
الحمأة	6.52	77.2	45.2	92.0	179	144	18750	292	914
روث الغنم	3.1	38.8	11.5	48.6	82	17.5	2675	212	113
مخلفات الزيتون	1.2	21.8	-	25	97	6.5	1863	20.5	23.5

الجدول 3. بعض التحاليل البيولوجية لحمأة الصرف الصحي المستخدمة في تحضير الكومبوست.

نوع التحليل	العصيات القولونية البرازية	السالمونيلا	بويضات الديدان المعوية
	في 1 غ من الحمأة الجافة		
	70	لايوجد	لايوجد
الحدود العليا المسموح بها	1000 عصية/غ	3 عصية في 4 غ حمأة جافة	بيضة في 4 غ حمأة جافة

ثانياً. نتائج تحليل الكومبوست بعد النضج والأحماض الدبالية المستخلصة:

يبين الجدول 4 درجة حرارة الأكوام والمقاسة كل 15 يوماً تقريبا من بدء التخمير، إذ يلاحظ أرتفاع في درجة الحرارة خلال الشهرين الأول والثاني مع التقدم في عملية التخمير، نتيجةً لنشاط الكائنات الدقيقة، ومن ثم تثبت درجة الحراة خلال الشهر الثالث ،لتبدء بالإنخفاض خلال الشهر الرابع والخامس، وذلك مع اكتمال عملية تحلل المخلفات وتحولها إلى دبال.

الجدول 4. تغيرات درجة حرارة الكوم خلال فترة التخمير.

التاريخ	كومة كوميوست روث+ مخلفات زيتون	كومة كوميوست حمأة + مخلفات زيتون	كومة كومبوست حمأة الصرف الصحي
2017/6/19	50	47	59
2017/7/6	53	51	62
2017/7/21	53	52	62
2017/8/6	62	57	60
2017/8/21	55	55	56
2017/9/5	53	51	54
2017/9/22	48	52	50
2017/10/7	42	45	44
2017/10/30	37	39	40
2017/11/15	32	33	33
2017/12/1	28	27	28

يوضح الجدول 5 درجة حموضة الكوم، والناقلية الكهربائية، ونسبة C/N بعد انتهاء عملية التخمير، إذ يلاحظ إنخفاض نسبة C/N للكومتين الأولى والثانية لتصبح 13 و10.52 على التوالي، وذلك يعود لإنخفاض محتوى الكربون العضوي نتيجة الفقد، وارتفاع محتوى الآزوت الكلي نتيجةً لنشاط الأحياء الدقيقة خلال عملية التخمر، وتحللها في نهاية عملية التخمر، في حين يلاحظ ثبات نسبة C/N الخاصة بحمأة الصرف الصحي، وذلك يعود لطبيعة المكونات الداخلة في تكوينها، وهي من المركبات الغنية بالآزوت والكربوهيدرات سهلة التحلل، ويمكن القول أن تخمير حمأة الصرف الصحي يهدف بالدرجة الأولى إلى رفع درجة حرارتها لحدود 60-70 درجة مئوية لمدة لا تقل عن أسبوعين، مما يسهم في قتل معظم العوامل الممرضة التي تحتويها.

الجدول 5. درجة حموضة الكومات والناقلية الكهربائية ونسبة C/N بعد انتهاء عملية التخمير.

رقم الكومة	الأولى (مخلفات زيتون+روث)	الثانية (مخلفات زيتون+حمأة)	الثالثة (حمأة)
درجة الحموضة	8.37	7.37	6.94
الناقلية (ds/m)	4.06	4.06	4.59
C/N	13.00	10.52	9.40

يشير الجدول 6 والجدول 7 إلى نتائج تحليل مستخلصات الأحماض الدبالية المفصولة والحمض التجاري المستخدم، إذ يلاحظ وجود تباين بين الأحماض المفصولة والحمض التجاري من حيث محتوى الكربون العضوي، إذ يبلغ محتوى الكربون العضوي في الحمض التجاري 13.21 غم/100مل، وهو محتوى عال جداً مقارنة بمحتواه في المستخلصات، والذي تراوح بين 0.66 و 3.42 غم/100 مل، وهذا يعود لكون الحمض التجاري مستخلصاً من فحم الليوناردیت ذو المحتوى العالي من الكربون. تبين النتائج أيضاً غنى مستخلصات الأحماض المستخلصة من كومبوست مخلفات التقليم، وحمأة الصرف الصحي، وكومبوست حمأة الصرف الصحي بالآزوت الكلي، إذ بلغ محتواه 5.51 و5.96 غ /100 غ

على التوالي، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Asses وزملاؤه (2018). ويلاحظ من نتائج تحليل محتوى العناصر الثقيلة في الأحماض المستخلصة (الجدول 7) انخفاض كبير في محتواها مقارنة بالحدود المسموح بها وفقاً للقانون الناظم للأسمدة في الجمهورية العربية السورية.

الجدول 6. نتائج تحليل مستخلص أحماض الهيومك + الفولفيك المستخلصة.

نوع الحمض	OM (g/100 ml)	C (g/100 ml)	C/N	N (g/100 g)
H2	5.9	3.42	27.48	2.12
H3	1.74	1.01	10.48	5.51
H4	1.14	0.66	9.70	5.96
H5	22.78	13.21	15.36	3.77

حيث:

H2 مستخلص أحماض هيومك + فولفيك مستخلصة من كومبوست (مخلفات الزيتون + روث).

H3 مستخلص أحماض هيومك + فولفيك مستخلصة من كومبوست (مخلفات الزيتون + حمأة).

H4 مستخلص أحماض هيومك + فولفيك مستخلصة من كومبوست (حمأة).

H5 أحماض هيومك تجارية.

الجدول 7. محتوى العناصر الثقيلة في مستخلص أحماض الهيومك والفولفيك والحمض التجاري(ملغم ليتر$^{-1}$).

نوع الحمض	Cd	pb	Cr	Ni
H2	آثار	2.54	1.32	0.46
H3	2.17	4.84	6.52	8.42
H4	1.25	5.64	2.32	10.45
H5	0.62	3.12	2.38	9.68
الحدود المسموح بها (ملغم. كغم$^{-1}$)	5	150	150	200

الحدود المسموح بها وفقاً للقانون الناظم لتداول الأسمدة في الجمهورية العربية السورية.

ثالثاً. تأثير التفاعل بين نوع مستخلص الأحماض الدبالية والتركيز في صفات غلة القمح (أكساد 1105):

يظهر الجدول 8 الذي يعرض تأثير التفاعل بين نوع المستخلص والتركيز في الصفات الإنتاجية وجود فروقات معنوية ($P\leq 0.05$) في صفة طول النبات (سم)، إذ لُوحظ ان المعاملة H2C2 (الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وروث الأغنام غير المخمر باستخدام التركيز 0.1 غ.ل$^{-1}$) تفوقت على جميع المعاملات بصفة طول النبات (97 سم)، كما لوحظ أن المعاملة H3C1 (الأحماض الدبالية المستخلصة من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي باستخدام التركيز 1 غ. ل$^{-1}$) كانت أقل المعاملات بصفة طول النبات، إذ بلغ متوسط طول النبات 85.83 سم، فيما لم يُلاحظ وجود فروقات معنوية بين باقي المعاملات. ويلاحظ من الجدول 8 أيضاً أنّ متوسط عدد السنابل /م^2 كان الأعلى معنوياً لدى تطبيق المعاملة H3C2 (367.8 سنبلة /م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى المعاملة H4C1، إذ بلغ متوسط عدد السنابل بالمتر المربع 271.5 سنبلة م$^{-2}$.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq 0.05$) في صفة عدد الحبوب/ م^2 بين التركيزين (0.1 و1 غم لتر$^{-1}$) لعدة أنواع من المستخلصات من السماد العضوي المصنع والتفاعلات المتبادلة بينها. وسجل متوسط عدد الحبوب/ م^2 الأعلى معنوياً خلال متوسط الموسمين الزراعيين لدى المعاملة H4C2 (13620 حب /م$^{-2}$)، بيما اظهرت المعاملة H5C1 ادنى عدد حبوب بالمتر المربع (9159 حبة م$^{-2}$)، كما يُلاحظ عدم وجود فروقات معنوية لدى باقي المعاملات لنفس الصفة (الجدول 8).

كذلك لوحظت فروقات معنوية ($P\leq 0.05$) في صفة عدد الحبوب/ السنبلة وذلك بتطبيق التركيزين (0.1 و1 غ غم لتر$^{-1}$) لعدة أنواع من المستخلصات من السماد العضوي المصنع والتفاعلات المتبادلة بينها، إذ سجل متوسط عدد الحبوب/ السنبلة الأعلى معنوياً لمتوسط الموسمين الزراعيين لدى المعاملة H4C2 (51.50 حبة السنبلة$^{-1}$)، بيما سجلت المعاملة H5C1 أدنى عدد حبوب بالسنبلة (39.17 حبة م$^{-2}$)، كما لُوحظ أن المعاملتين H4C2 و H5C2 كانتا الأعلى بعدد الحبوب في السنبلة دون فرق معنوي بينها (51.50 و50.33 حبة /السنبلة) على التوالي.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq 0.05$) في صفة وزن الحب + القش(غ .م$^{-2}$) بتطبيق التركيزين (0.1 و1 غ. لتر$^{-1}$)، إذ كانت متوسطات صفة وزن الحب + القش (غ. م$^{-2}$) للمعاملتين السابقتين (1673 و1587غ/ م^{2}) على التوالي. بينما اظهرت المعاملتان H1C1 و C1H2 أدنى قيمة بالغلة الحيوية ودون فارق معنوي بينهما (106.3 و1167 غ. م$^{-2}$) على التوالي (الجدول 8)، وتتوافق هذه النتائج مع Khan وزملائه (2018).

وجدت فروق معنوية ($P\leq 0.05$) في صفة وزن الحبوب. م$^{-2}$، وسجلت القيمة الأعلى معنوياً لمتوسط الموسمين الزراعيين في المعاملة H3C2 (488.5 غم .م$^{-2}$)، كما لُوحظ أن المعاملة H1C1 أعطت أقل معدل لوزن الحبوب بالمتر المربع (283.2 غم. م$^{-2}$). أما فيما يخص صفة وزن 1000 حبة (غ) لُوحظ تفوق المعاملة H3C2، كما هو الحال لصفة وزن الحبوب بالمتر المربع، إذ سجلت المعاملة H3C2 أعلى وزن ألف حبة وقدره (47.27 غ)، تلتها المعاملة H3C1 (46.13غم) ودون فارق معنوي بينهما، كما لوحظ للصفة نفسها وقوع المعاملة H2C1 آخر سلم ترتيب متوسطات وزن 1000 حبة (40.27 غ)، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Bezuglova وزملاؤها (2017).

الجدول 8. تأثير التفاعل بين نوع المستخلص والتركيز في الصفات الإنتاجية.

المعاملات	C1 (1غ. ل$^{-1}$)					C2 (0.1 غ. ل$^{-1}$)				
	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5
أرتفاع النبات (سم)	89.00 AB	90.17 AB	85.83 B	92.50 AB	89.83 AB	89.00 AB	97.00 A	88.50 AB	94.50 AB	92.83 AB
عدد السنابل/ م^{2}	284.0 BC	292.2 BC	313.8 BC	271.5 C	334.5 AB	284.0 BC	324.7 ABC	367.8 A	337.7 AB	317.0 ABC
عدد الحبوب/ م^{2}	.9945 B	.11210 AB	.12040 AB	.9760 B	.9159 B	.9945 B	.9490 B	.12200 AB	.13620 A	.11690 AB
عدد الحبوب في السنبلة	41.50 D	43.83 CD	48.00 ABC	44.00 CD	39.17 D	41.50 D	41.33 D	45.33 BCD	51.50 A	50.33 AB
وزن الحب + القش (غ. م$^{-2}$)	.1063 C	.1167 C	.1510 AB	.1500 AB	.1533 AB	.1063 C	.1527 AB	.1673 A	.1587 A	.1287 BC
وزن الحب (غ.م$^{-2}$)	283.2 E	324.8 DE	476.3 AB	363.3 CD	434.3 ABC	283.2 E	370.0 CD	488.5 A	404.8 BCD	386.5 CD
وزن الـ1000 حبة (غ)	41.30 DE	40.27 E	46.13 AB	41.98 CDE	42.78 CDE	41.30 DE	44.12 BCD	47.27 A	44.40 BC	43.42 BCD
دليل الحصاد (%)	28.72 AB	28.13 AB	32.63 A	24.22 B	28.70 AB	28.72 AB	25.22 AB	29.70 AB	26.13 AB	29.60 AB

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq 0.05$) في صفة دليل الحصاد (%) بين التركيزين (0.1 و1 غ. ل$^{-1}$)، وكان دليل الحصاد (%) الأعلى معنوياً خلال متوسط الموسمين الزراعيين لدى المعاملة H3C1 (32.63 %)، تلتها المعاملة H3C2 (24.22 %)، كما يُلاحظ عدم وجود فروقات معنوية لدى باقي المعاملات للصفة نفسها.

الاستنتاجات:

- طابقت حمأة الصرف الصحي المستخدمة في تصنيع الكومبوست المواصفات القياسية السورية من حيث محتوى العناصر الثقيلة والعوامل الممرضة، مثل العصيات القولونية البرازية، وعصيات السالمونيلا، وبيوض الديدان المعوية.
- أدت عملية التخمير إلى نضج أكوام الكومبوست المحضرة وجاهزيتها لاستخلاص الأحماض الدبالية.
- بينت نتائج تحليل مستخلصات الأحماض الهيومنية والحمض التجاري المستخدم وجود تباين في محتوى الكربون والآزوت، إذ لوحظ غنى مستخلصات الأحماض المستخلصة من كومبوست مخلفات التقليم، وحمأة الصرف الصحي، وكومبوست حمأة الصرف الصحي بالآزوت الكلي.

- طابقت مستخلصات الأحماض المواصفات القياسية السورية الناظمة لتجارة الأسمدة في الجمهورية العربية السورية من حيث محتوى العناصر الثقيلة، إذ لوحظ أن محتواها أقل بكثير من الحدود المسموح بها.
- أظهرت النتائج تفوق المعاملة H3C2 (بتطبيق التركيز 0.1 غ. ل$^{-1}$من الحمض الهيوميني المستخلص من الكومبوست المحضر من مخلفات التقليم وحمأة الصرف الصحي) بصفة عدد السنابل/م^2، ووزن الحب + القش/م^2 ، ووزن الحب /م^2، ووزن 1000 حبة (غم) ، ودليل الحصاد معنوياً مقارنة بباقي المعاملات.

المراجع

- Albuzio, A.,G. Ferrari, and S. Nardi.1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. Can. J. Soil Sci. 66:731-736.
- Asses, N., A. Farhat, S. Cherif, M. Hamdi, and H. Bouallagui. 2018. Comparative study of sewage sludge co-composting with olive mill wastes or green residues: process monitoring and agriculture value of the resulting composts. Process. Saf. Environ. Prot. 114: 25–35.
- Bertoncini, E.I., V. D'Orazio, N. Senesi, and M.E. Mattiazzo. 2008. Effects of sewage sludge amendment on the properties of two Brazilians oxisols and their humic acids. Bioresource Technology 99: 4972-4979.
- Bezuglova, O.S., E.A. Polienko, A.V. Gorovtsov, V.A. Lyhman and P.D. Pavlov.2017. The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem. Ann. Agrar. Sci. 2017: 15, 239–242.
- Corrêa, R.S., R.E. White, and A.J. Weatherley. 2006. Effect of compost treatment of sewage sludge on nitrogen behavior in two soils. Waste Management 26: 614-619.
- Khan, M.Z., A. Khan, S. Khan, F. Saba, I.U. Hussain .2018. Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils J Plant Nut 4 :453 460.
- Melo, W.J., P.S. Aguiar, G.M. Melo and V.P. Melo. 2007. Nickel in a tropical soil treated with sewage sludge and cropped with maize in a long-term field study. Soil Biology and Biochemistry 39: 1341-1347.
- Naumova, G.V., G.I. Raitsina and V.V. Lyakh .1983. Biological effect of peat hydrolysates on yeast // Humic fertilizers: Theory and practice of their application. T. 8.- Dnepropetrovsk (in Russian).
- Ovchinnikova T. F., A. P. Kudryashov, and V.M. Mazhul .1991. On the membrane activity of hydrohumate a humic preparation from peat // Humic substances in the biosphere / Biological sciences / Scientific. report higher. schools. No. 10 (334) (in russian).
- Pakhnenko, E.P.2007. Sewage sludge and other non-traditional fertilizers. M .: Binom. Knowledge laboratory. (in Russian).
- Popov, A. I., and O.G. Chertov.1997. Humic substances - an important link in the functioning of the system "soil-plant" // Humus and soil formation / Sat. scientific. works of St. Petersburg. State Agrarian University - SPb.,(in Russian).
- Ryzhikov S. V., V. M.Strelkov, N. A. Vedernikov and P. Gailitis Yu.1991. Fractional composition of the products of mechanochemical destruction of humic substances in peat // Humic substances in the biosphere / Biological sciences / Scientific. report higher. schools. No. 10 (334). (in Russian).
- Strelkov V.M, P . Yu .Gailitis, U. Schmitt .1991. Stimulating effect of the products of mechanochemical destruction of humic substances of peat on the growth of fodder yeast // Humic substances in the biosphere / Biological sciences / Scientific. report higher. schools. No. 10 (334).,(in Russian).
- Sutton, R., and G. Sposito. 2005. Molecular structure in soil humic substances: the new view. Environmental Science and Techenology 39: 9009-9012.
- Tyurin, I.V1937.. Soil organic matter and its role in soil formation and fertility. The doctrine of soil humus.- M.-L: Selkhozgiz, State. publishing house of the collective farm and state farm liter, 1937., (in Russian).
- Vaughan, D., R.E. Malcolm.1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes// Soil Organic Matter and Biological Activity/ By eds. D. Vaughan and R. E. Malcolm.- Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.