تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل (شاي الكمبوست المدعم بالفحم الحيوي وخل الخشب) في نمو وإنتاج نبات البازلاء (*Pisum sativum L.*)

أنس كيوان * [1] و ماهر حسن [2] و وسيم محسن [1]

(1). مركز بحوث السويداء ، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(2) قسم علوم البستنة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: م. أنس كيوان. البريد الالكتروني: anas.kiwan@damascusuniversity.edu.sy).

تاريخ الاستلام:2023/09/27 تاريخ القبول:2024/03/7

الملخص

نُفّذ البحث في منطقة الكسوة في محافظة ريف دمشق، خلال موسم 2023م. بهدف دراسة تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل (شاي الكمبوست مدعم بالفحم الحيوي وخل الخشب) في نمو وانتاج نبات البازلاء. تضمنت التجربة على خمسة تراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل) لمركب الكومبوسيك السائل التجاري بالإضافة لمعاملة الشاهد، رشاً على المجموع الخضري للنبات. صُممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية البسيطة، وحُللت البيانات باستخدام برنامج الـ GenStat النسخة 12. بيّنت النتائج تحسن مؤشرات الدراسة عند استخدام الكومبوسيك حيث وصل ارتفاع النبات (53.12، 59.40، 65.35، 70.19، 80.14، 89.20 سم) لمعاملات التجربة على الترتيب؛ ووصلت نسبة الارتفاع لمحتوى الأوراق من الآزوت (10.29%، 14.29%، 18.29%، 32%، 57.14%) للتراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي) مقارنة بالشاهد (1.75%). وسجل التركيز 5 مل/ل تفوقاً معنوياً على جميع المعاملات وبالنسبة لجميع مؤشرات الدراسة، فوصل إلى (67 قرن/نبات، 7.15 غ/قرن، 7.8 حبة/قرن) للمؤشرات (عدد القرون، وزن القرن، عدد الحبات في القرن، على التوالي) مقارنة بالشاهد (35 قرن/نبات، 4.5 غ/نبات، 5.9 حبة/قرن، على التوالي)

الكلمات المفتاحية: بازلاء، خل الخشب، الفحم الحيوي، شاي الكمبوست، الكومبوسيك، نمو، إنتاج.

المقدمة:

عرف محصول البازلاء *Pisum sativum L.* منذ عام 1866 م نموذجاً للجينات النباتية في دراسات مندل الوراثية بسبب تنوع صفاته، وامتلاكها للعديد من الفوائد الاقتصادية كتنوع طرق استهلاك مجموعه الخضري، والاستفادة منه علفاً أو سماداً، يتبع العائلة البقولية (Fabaceae) التي تمتاز بكونها مثبته للنتروجين لذا تستخدم في الدورات الزراعية، من خلال المحافظة على خصوبة التربة وإغنائها بعنصر الآزوت بفضل العقد الجذرية التي تشكلها البكتيريا (*Rhizobium Leguminosarum*) على الجذور من خلال ظاهرة التعايش معها (سمرة وآخرون، 2010). تضم هذه العائلة 650 جنساً و18 ألف نوع (Smýkal *et al.*, 2012). ويعد نبات البازلاء من محاصيل الخضار البقولية الشتوية المرغوبة في التغذية نظراً لقيمتها الغذائية العالية إذ تزرع من أجل بذورها التي تستهلك خضراء أو جافة، وبشكل عام، تحتوي بذور نباتات البازلاء على 20–25% بروتين، 40–50% نشاء، و10–20% من الألياف (Tulbek *et al.*, 2017). تحتل إثيوبيا المرتبة الأولى عالمياً من حيث المساحة المزروعة (533 هكتار)، والإنتاج (3218.92 طن) (FAO, 2021). في حين قدرت المساحة المزروعة بالبازلاء في سورية لعام 2021 بـ 5500 هكتار، وصل إنتاجها ل 7000 طن من الحبوب (المجموعة الإحصائية السنوية، 2021).

تهدف استراتيجية التطوير الزراعي في بلدنا إلى زيادة إنتاج الزراعة وإنتاجية الأرض، مع المحافظة على النظام البيئي والوقاية من تدهوره. كما أن الاعتماد العشوائي على الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات بهدف زيادة الإنتاجية يمكن أن يؤدي في النهاية إلى تراجع خصوبة التربة وتلوث البيئة، مما ينجم عنها مشاكل صحية للمستهلك. لذا، تتوجه الأنظار حالياً إلى الاهتمام بالأسمدة والمخصبات العضوية للتربة والنبات (الشباط وآخرون، 2023). إن استخدام المركبات العضوية الحيوية الكمبوست ومشتقاته (مثل شاي الكمبوست) في الزراعة المستدامة يمكن أن يكون بديلاً مقبولاً عن الطرق التقليدية. يساهم هذا الاستخدام في بناء تفاعلات حيوية مفيدة، والحفاظ على جودة النظام الزراعي، ويسمح بإعادة استخدام الموارد بشكل أفضل (Casado and de Molina, 2009; Scotti *et al.*, 2015). إن شاي الكمبوست هو سائل مستخلص من الكمبوست، ويتألف أساساً من جزيئات عضوية مُذابة وجزيئات غير عضوية، ويحتوي أيضاً على الكائنات الدقيقة المفيدة (Mahmoud *et al.*, 2020).

بدأت العديد من الدول في استخدام وتعزيز مصادر الطاقة المتجددة الطبيعية للتخفيف من المشاكل العالمية للبيئة والصحة، وأحد أهم النهج لمواجهة هذه المشكلة هو الإدارة الاستراتيجية للكتلة النباتية، وذلك بتحويل الكتلة الحيوية إلى وقود غازي وسائل وصلب من خلال عمليات مختلفة مثل التكرير الحراري واستخراج السوائل بالمذيبات فائقة الضغط (Mohan *et al.*, 2006; Steiner *et al.*, 2008 ; Zulkarami *et al.*, 2011; Mathew *et al.*, 2014). حيث يمكن أن يقلل التكرير الحراري للكتلة الحيوية أو تقطيرها من انبعاث غازات الاحتباس الحراري بالإضافة إلى أنه يمكن أن يكون مصدراً لامتصاص الكربون. وتُعرف عملية التكرير الحراري أيضاً بتحلل الكتلة الحيوية النباتية أو المواد العضوية تحت ظروف غير هوائية أو إمداد محدود بالأكسجين، مما ينتج عن هذه العملية الفحم الحيوي (biochar) والدخان وخل الخشب (pyroligneous acid) وغازات متنوعة (Crepier *et al.*, 2018). إن مصطلح PA (pyroligneous acid) مشتق من كلمتين مختلفتين هما التفكك الحراري، والليغنين الذي يعد جزء رئيسي من الكتلة النباتية (Mathew and Zakaria, 2015). يتكون PA من أكثر من 200 مركب كيميائي قابل للذوبان في الماء، بنسبة 80–90% ماء و10–20% مركبات كيميائية عضوية تتضمن الأحماض العضوية والألكانات والفينول والكحول والإستر (Crepier *et al.*, 2018). يتمتع PA بخصائص عديدة مفيدة تم استخدامها في الزراعة، حيث أظهر الباحثون أن PA يعزز من الإنتاجية في العديد من الأنواع النباتية من خلال تعزيز انبات البذور، ونمو النبات، وحجم الثمار، ووزن الثمار، وجودة الثمار (Mohan *et al.*, 2006; Zulkarami *et al.*, 2011). يعد الفحم الحيوي (biochar) منتج غني بالكربون يأتي من التحلل الحراري للكتلة الحيوية (غالباً من أصل نباتي)، حيث يتم الحصول عليه عن طريق تحلل المادة العضوية المعرضة لدرجات حرارة تتراوح بين 200–900 °س في جو يحتوي على نسبة منخفضة من الأكسجين، والذي يؤدي لاستقرار محتوى الكربون العالي الموجود في المادة العضوية ويكون أكثر مقاومة للتحلل البيولوجي والكيميائي. كما يحوي البيوشار على مستويات متفاوتة من العناصر مثل الكربون والنيتروجين والأكسجين والهيدروجين والكبريت. ومن المصادر الرئيسية لإنتاج البيوشار مخلفات الغابات والصناعات الزراعية والمخلفات الحيوانية. وتعتمد جودة البيوشار وخصائصه الفيزيوكيميائية على نوع المخلفات أو المواد النباتية المستخدمة في الإنتاج. وتبين أن تطبيق البيوشار يحسن الخصائص الفيزيكوكيميائية للتربة، بما في ذلك الخصوبة. مما يحسن نسبة الانبات وتراكم المادة الجافة والتمثيل الضوئي والإنتاجية والجودة (Sanchez-Reinoso *et al.*, 2020).

تركزت دراسة Mahmoud *et al.* (2020) على استخدام شاي الكمبوست (CT) والمواد العضوية الهيوميكية (HS) بالتزامن مع الأسمدة الكيميائية (NPK) لتقييم تأثيرها كأسمدة عضوية على نمو وإنتاجية ونشاط البيئة الجذرية لنباتات البازلاء، وأظهرت نتائجهم أن استخدام شاي الكمبوست زاد عدد الكائنات الحية الدقيقة مقارنة بالأسمدة المعدنية، ولاحظوا أن تطبيق جرعة كاملة من الأسمدة

المعدنية أثر على تكوين العقد الآزوتية في نباتات البازلاء وأدى إلى انخفاض في العدد الكلي للكائنات الحية الدقيقة ونشاط الأنزيمات، بينما عزز استخدام شاي الكمبوست تكوين هذه العقد بمعدلات مختلفة، وساهم في تحسين حالة التغذية لنباتات البازلاء وانعكس ذلك بزيادة الإنتاجية من البذور، وحجم المجموع الخضري، و نسبة البروتين الكلي في البذور، مقارنة بالجرعة الكاملة من NPK.

وجد Jiang *et al.* (2023) أن استخدام شاي الفيرمي كمبوست زاد من حجم المجموع الخضري لنبات البازلاء (*Pisum sativum* var. arvense L.)، وطول الساق، ومحتوى البوتاسيوم، ومن امتصاص النيتروجين عن طريق الجذور، وكذلك من نشاط للكائنات الحية الدقيقة المتعايشة مع جذور النبات.

تم دراسة تأثير نوع الفحم الحيوي (قش الذرة ونبات أم كلثوم *Lantana camara*) ومعدل استخدامه (0، 6، 12، و18 طن/هكتار) على نمو وإنتاج البازلاء، حيث أظهرت النتائج أن بنية التربة ودرجة الحموضة (PH) تأثرت بشكل ملحوظ. ووجد زيادة في النمو والإنتاج عند استخدام الفحم الحيوي الناتج عن نبات أم كلثوم بمعدل 12 طن/هـ، و18 طن/هـ بشكل ملحوظ، وتبيّن أنّ أعلى نسبة إنبات (95.23%) تم تسجيلها عند استخدام 18 طن/ هـ من الفحم الحيوي لنبات أم كلثوم (Berihun *et al.*, 2017).

وفي تجربة أعدت لدراسة تأثير الفحم الحيوي من مصادر مختلفة (قش الأرز، مخلفات الدواجن، مخلفات الأغنام، ومخلفات نباتية وحيوانية ناتجة من المزرعة، والخشب) على الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة وإنتاج نبات البازلاء (*Pisum sativum L.*). فأظهرت النتائج أن عدد القرون في النبات الواحد، وعدد البذور في القرن الواحد، والكتلة النباتية (طن/هكتار) تأثرت بشكل ملحوظ بتطبيق الفحم الحيوي من مصادر مختلفة. وكان لتطبيق فحم قش الأرز تأثير أكبر على عدد القرون في النبات الواحد وعدد البذور في القرن الواحد والكتلة النباتية (طن/هكتار) والإنتاجية (طن/هكتار). في حين وجد أن لفحم سماد الدواجن وفحم سماد الأغنام تأثير متشابه في نسبة الآزوت في التربة مقارنة بأنواع الفحم الأخرى، بينما كان لهما تأثير أكبر على نسبة الفوسفور والبوتاسيوم في التربة. وقد انخفضت كثافة السائل في جميع المعاملات باستثناء الفحم الحيوي المحضر من الخشب (Bhattarai *et al.*, 2015).

تم دراسة تأثير الفحم الحيوي على نمو وإنتاج البازلاء الخضراء (*Pisum sativum* L.) السلالة Master B المزروعة في تربة رملية، تحت ظروف الإجهاد الجفافي. وأظهرت نتائج هذه الدراسة، أن إضافة الفحم الحيوي أدى إلى زيادة كبيرة في مؤشرات النمو الخضري، وتركيز الكلوروفيل، ومحتوى الماء النسبي للأوراق، ومحتوى العناصر الغذائية في الأوراق (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم)، والإنتاجية تحت ظروف الري الكامل، وظروف الإجهاد مقارنة بالنباتات غير المعاملة (Youssef *et al.*, 2018).

وقد وجد الباحثون عند دراسة تأثير خل الخشب في إنتاجية الحمص (*Cicer arietinum* L.)، والعدس (*Lens culinaris* L.)، والفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) في ظروف الزراعة المكشوفة. أن استخدام خل الخشب قد عزز الإنتاج بشكل رئيسي في العدس، حيث زاد بشكل ملحوظ من الإنتاجية وطول النبات وعدد ووزن القرون والبذور، بالإضافة إلى محتوى البروتين الكلي للبذور. علاوة على ذلك، أدى إلى زيادة تركيز العناصر ذات القيمة الغذائية العالية لصحة الإنسان في البذور، مثل الحديد والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم (Carril *et al.*, 2023).

أثبت أن الرش الورقي باستخدام خل الخشب يحمي نباتات الخس (*Lactuca sativa* L.) من الضرر الناتج عن الأوزون ويؤثر إيجابياً في تراكم الكتلة الحيوية وكذلك محتوى الكلوروفيل والسكريات الذائبة الكلية (Vannini *et al.*, 2021; Fedeli *et al.*, 2022). بالإضافة إلى ذلك، تم ربط التأثير الإيجابية لخل الخشب بزيادة محتوى النيتروجين والفوسفور في الريحان (*Ocimum basilicum* L.) (Becagli *et al.*, 2022)، وزيادة عدد الثمار وتركيز العناصر في البندورة (Ofoe *et al.*, 2022)، وزيادة

النمو ووزن الثمار وحلاوة الشمام (Zulkarami *et al.*, 2011)، وزيادة طول النبات وإنتاج الحبوب في الأرز (*Oryza sativa* L.) (Simma *et al.*, 2017).

مواد البحث وطرائقه:

المادة النباتية:

تم استخدام صنف أوتريللو Utrillo وهو صنف باكوري متوسط الطول، ومعتمد من قبل وزارة الزراعة، ومقاوم للأمراض الفيروسية، من استيراد شركة المقدادي الزراعية. مجموعه الخضري قوي جداً، متحمل جيد للأمراض، متوسط عدد الأيام حتى النضج 150 يوم، ارتفاع النبات 80 سم، عدد العقد حتى أول قرن 12 عقدة، نسبة القرون المزدوجة عالية، لون القرن أخضر متوسط مع لمعة، طول القرن 10 – 12 سم، شكل القرن منحني مدبب، متوسط عدد الحبات في القرن 9 – 11، القرن ممتلئ جداً وحجم الحبات في القرن كبير، وله انتاجية عالية تقدر 1.4 – 1.6 طن للدونم.

مكان تنفيذ البحث:

تم تنفيذ البحث في منطقة الكسوة في محافظة ريف دمشق خلال عام 2023. والتي تقع ضمن الاحداثيات (33°21′ N, 36°14′ E)، ترتفع 730 متر عن سطح البحر، وذات معدل هطول مطري 194.6 ملم سنوياً.

المعاملات المدروسة:

تم استخدام المركب التجاري الكومبوسيك السائل (شاي الكمبوست المدعم بالفحم الحيوي وخل الخشب)، انتاج مؤسسة كحلا للمبيدات الزراعية والأسمدة العضوية. وفق خمسة تراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل) بالإضافة إلى معاملة الشاهد. حيث تم تطبيق المعاملات رشاً على المجموع الورقي بعد ظهور 4 أوراق حقيقية على النبات، وبمعدل أربع رشات، بفاصل 15 يوم بين الرشة والأخرى. حيث احتوت كل معاملة على ثلاث مكررات وفي كل مكرر 10 نبات. وبذلك كان عدد النباتات الكلي 180 نبات (6 تراكيز من الكومبوسيك × 3 مكررات × 10 نباتات في المكرر).

المؤشرات المدروسة:

أولاً: المؤشرات المورفولوجية

ارتفاع النبات (سم):

حُدد ارتفاع النبات في نهاية التجربة باستخدام شريط قياس من نقطة الاتصال مع سطح التربة حتى أعلى نقطة في المجموع الخضري.

عدد الأفرع (فرع. نبات$^{-1}$)

تم عد الأفرع المتشكلة على النبات الواحد في كل مكرر من المعاملات المدروسة، وحسبت على أساس (فرع. نبات$^{-1}$) في نهاية التجربة.

المساحة الورقية (سم^2)

تم أخذ أوراق مكتملة النمو من كل مكرر وبشكل عشوائي، وتم قياس المساحة الورقية عن طريق برنامج معالجة الصور View Sonic Image، وقدرت المساحة الورقية للورقة الواحدة (سم^2).

الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري (غ)

حُسب الوزن الرطب والجاف على أساس متوسط وزن النبات الواحد لكل معاملة، وحُسب الوزن الجاف بعد التجفيف لمدة 48 ساعة في الفرن على الدرجة 70 مْ (Youssef *et al.*, 2017).

عدد الأوراق (ورقة. نبات$^{-1}$)

وذلك بعد كامل الأوراق على النبات الواحد في كل مكرر من المعاملات المدروسة، وحسبت على أساس (ورقة. نبات$^{-1}$) في نهاية التجربة.

ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية

تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم

حسب الطريقة اللونية باستخدام كاشف نيسلر (Peech *et al.*, 1947) لقياس محتوى الآزوت، وحسب طريقة كاشف بارتون (Reuter *et al.*, 1997) لقياس محتوى الفوسفور، وباستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب (Tendon, 2005) لقياس محتوى البوتاسيوم.

نسبة المواد الصلبة الذائبة TSS (%)

تم تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة حسب طريقة (Bisignano *et al.*, 2002).

السكريات الذائبة الكلية (ملغ. غ$^{-1}$ وزن جاف)

تم تقدير السكريات الذائبة الكلية حسب طريقة Dobiose *et al.* (1956).

تركيز البروتين (ملغ. غ$^{-1}$)

تم تقدير البروتين حسب طريقة كلداهل للآزوت الكلي والضرب بمعامل التحويل (AOAC, 2000).

ثالثاً: المؤشرات الإنتاجية

عدد القرون على النبات (قرن. نبات$^{-1}$)

تم عد القرون المتشكلة على النبات الواحد في كل مكرر من المعاملات المدروسة، وحسبت على أساس (قرن. نبات$^{-1}$) في نهاية التجربة.

وزن القرن (غ)

وذلك باستخدام ميزان حساس لحساب وزن كل قرن على النبات الواحد، وأخذ متوسط وزن القرون المتشكلة لكل نبات، ثم حسب متوسط وزن القرن (غ) للمعاملة الواحدة، وذلك في نهاية التجربة.

عدد الحبات في القرن (حبة. قرن$^{-1}$)

تم عد عدد الحبات في كل قرن على النبات الواحد، وأخذ متوسط عدد الحبات في القرن لكل نبات، ثم حسب متوسط عدد الحبات في القرن (حبة. قرن$^{-1}$) للمعاملة الواحدة، وذلك في نهاية التجربة.

وزن ال 1000 بذرة (غ)

تم الحساب بأخذ ثلاثة عينات من بذور كل معاملة عشوائياً، بحيث تحتوي كل عينة على 1000 بذرة ثم حساب متوسط العينات الثلاثة لكل معاملة، وذلك باستخدام الميزان الحساس.

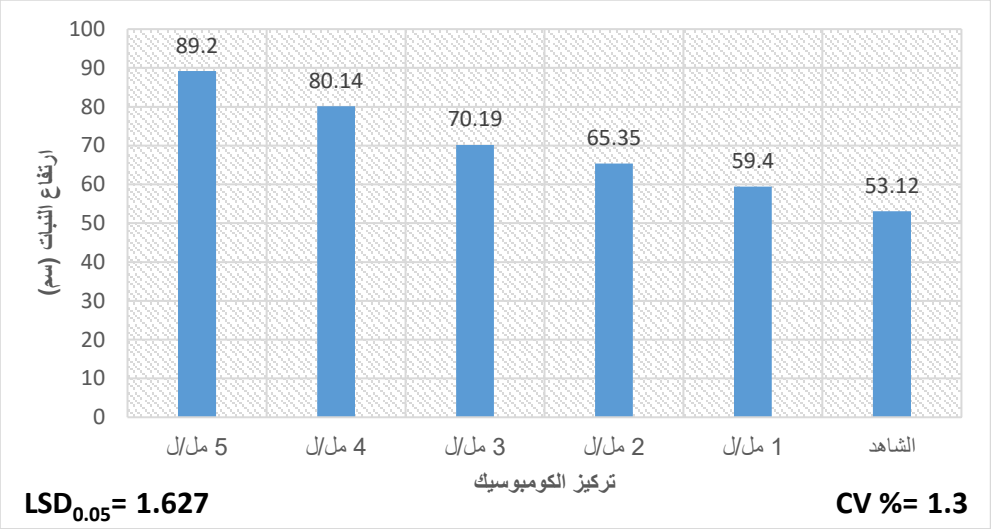
تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

صُممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية البسيطة، وشملت التجربة على 6 معاملات، كررت كل معاملة 3 مرات، واحتوى كل مكرر على 10 نباتات فكان عدد النباتات الكلي 180 نبات. حُللت البيانات باستخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه، واستُخدم اختبار أقل فرق معنوي للمقارنة بين المتوسطات على مستوى ثقة 95% باستخدام برنامج الـ GenStat النسخة 12.

النتائج والمناقشة:

1- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في ارتفاع نبات (سم):

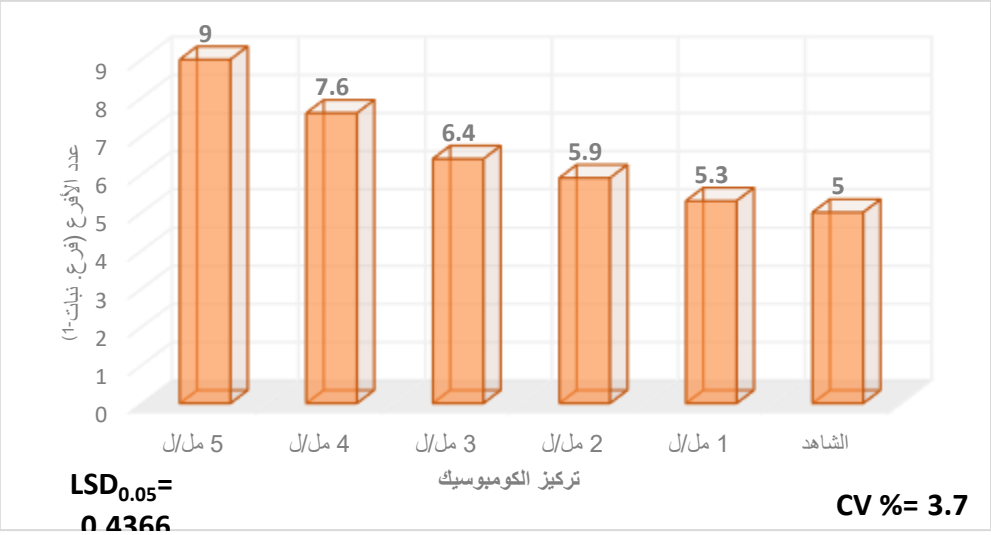
يبين الشكل (1) تغيرات متوسط ارتفاع النبات (سم) بتغير تركيز الكومبوسيك السائل المستخدم. حيث تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. سجل التركيز 5 مل/ل (89.2 سم) تفوقاً معنوياً بالمقارنة مع باقي التراكيز بما فيها الشاهد، تلاه وبفروق معنوية التركيز 4 مل/ل (80.14 سم)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 3 مل/ل (70.19 سم)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 2 مل/ل (65.35 سم)، وفي دوره سجل التركيز 1 مل/ل (59.4 سم) تفوقاً معنوياً مقارنة بالشاهد (53.12 سم).



الشكل (1): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في ارتفاع نبات (سم)

2- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في عدد الأفرع (فرع. نبات$^{-1}$):

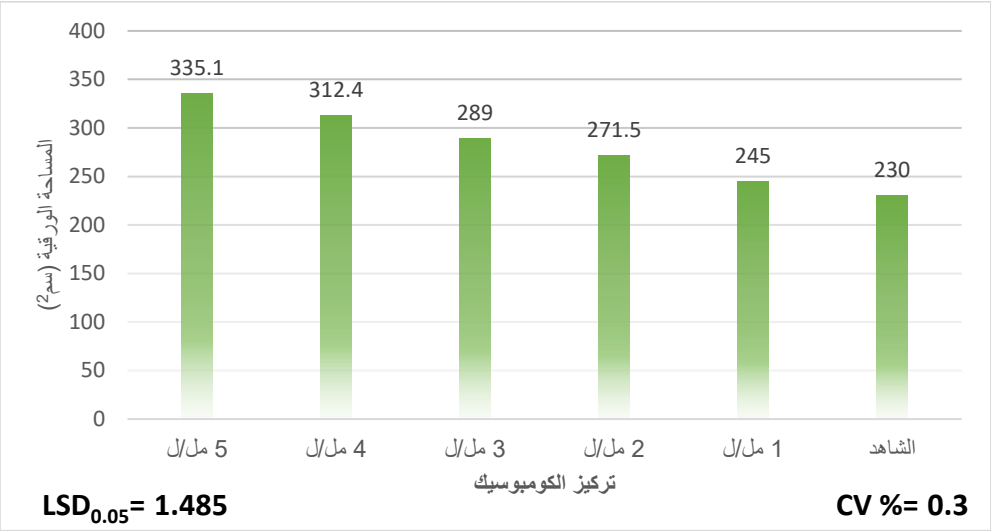
تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. حيث يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر عدد الأفرع (فرع. نبات$^{-1}$) وبفروق معنوية عند استخدام الكومبوسيك (5، 5.3، 5.9، 6.4، 7.6، 9 فرع. نبات$^{-1}$) للتراكيز (0، 1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي). ويبين الشكل (2) تغيرات متوسط عدد الأفرع (فرع. نبات$^{-1}$) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (2): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في عدد الأفرع (فرع. نبات$^{-1}$).

3- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في المساحة الورقية (سم^2):

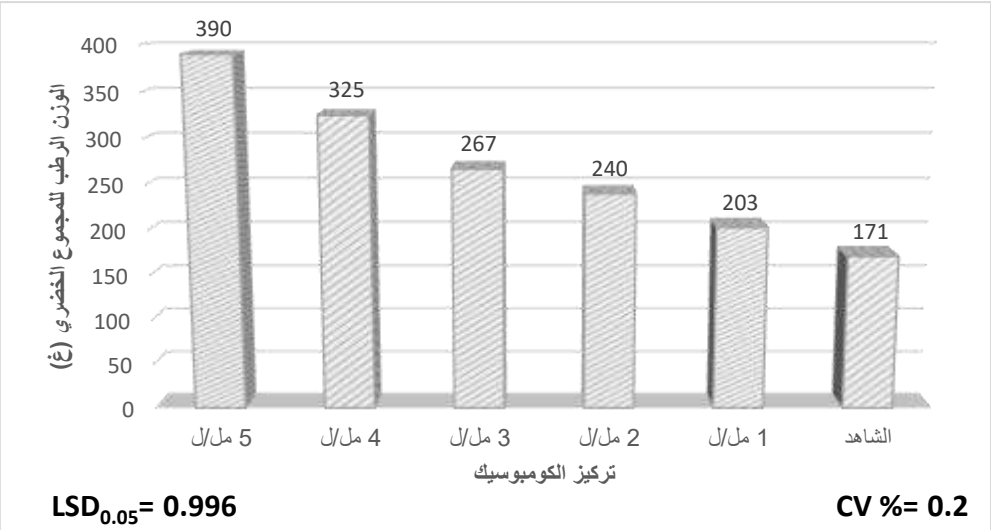
يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر المساحة الورقية (سم^2) عند الزيادة في تركيز الكومبوسيك حيث وصلت نسبة الزيادة إلى (6.52%، 18.04%، 25.65%، 35.83%، 45.70%) للتراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي) مقارنة بالشاهد (230 سم^2). حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات. يبين الشكل (3) تغيرات متوسط المساحة الورقية (سم^2) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (3): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في المساحة الورقية (سم^2)

4- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ):

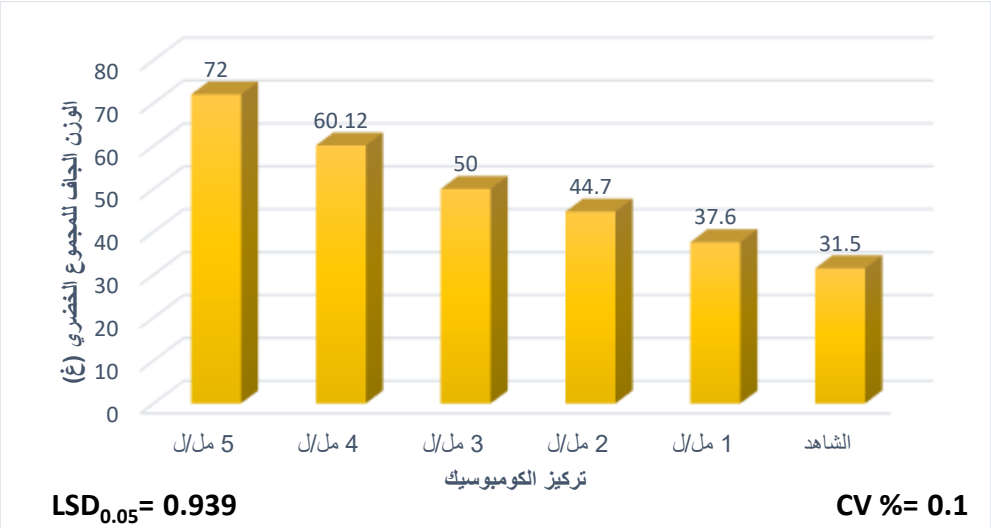
أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الكومبوسيك إلى زيادة معنوية في الوزن الرطب للمجموع الخضري، حيث تبين نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة. سجل التركيز 5 مل/ل (390 غ) تفوقاً معنوياً مقارنة مع باقي المعاملات ومقارنة مع الشاهد الذي سجل أدنى قيمة معنوية (171 غ). يبين الشكل (4) تغيرات متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (4): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ)

5- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ):

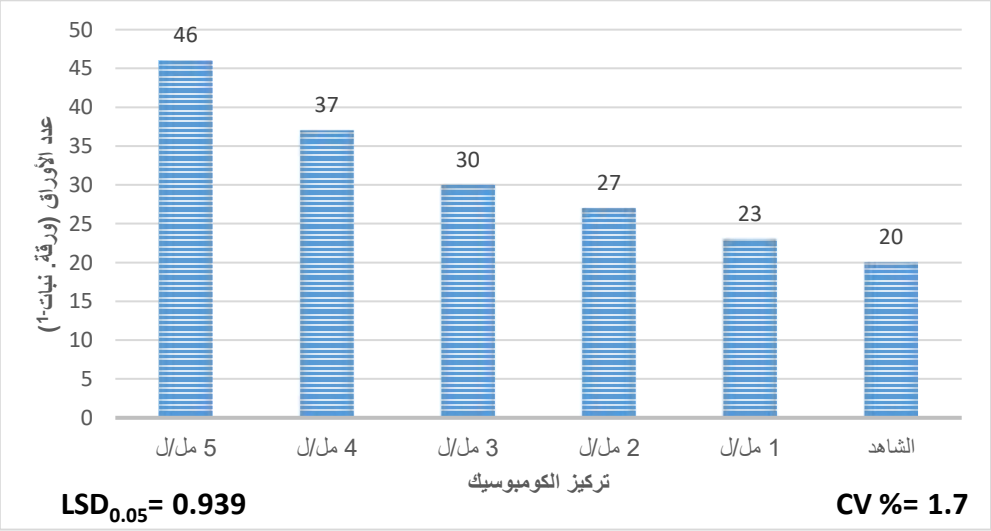
يبين الشكل (5) تغيرات متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ) بتغير تركيز الكومبوسيك السائل المستخدم. حيث تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. سجل التركيز 5 مل/ل (72 غ) تفوقاً معنوياً بالمقارنة مع باقي التراكيز بما فيها الشاهد، تلاه وبفروق معنوية التركيز 4 مل/ل (60.12 غ)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 3 مل/ل (50 غ)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 2 مل/ل (44.7 غ)، وفي دوره سجل التركيز 1 مل/ل (37.6 غ) تفوقاً معنوياً مقارنة بالشاهد (31.5 غ).



الشكل (5): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ)

6- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في عدد الأوراق (ورقة. نبات$^{-1}$):

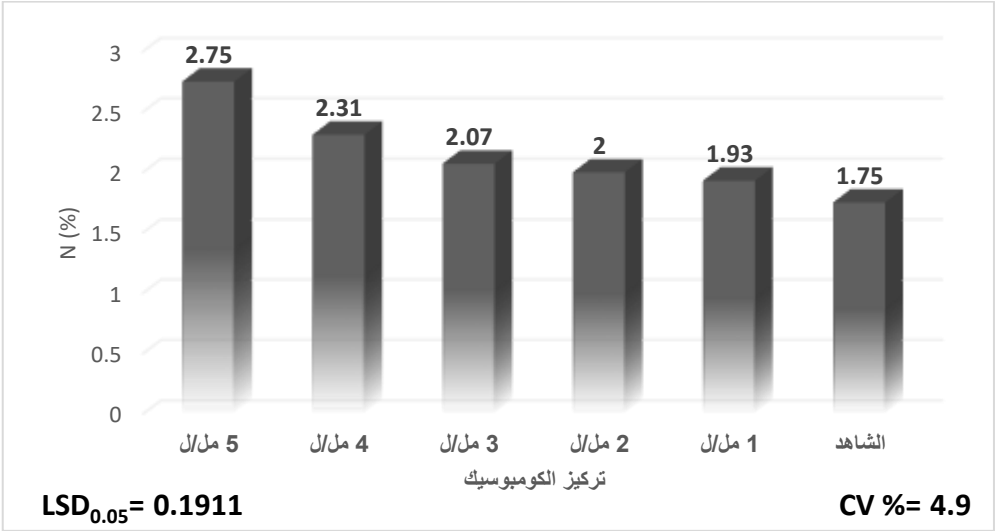
تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. حيث يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر عدد الأوراق (ورقة. نبات$^{-1}$) وبفروق معنوية عند استخدام الكومبوسيك (20، 23، 27، 30، 37، 46 ورقة. نبات$^{-1}$) للتراكيز (0، 1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي). ويبين الشكل (6) تغيرات متوسط عدد الأوراق (ورقة. نبات$^{-1}$) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (6): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في عدد الأوراق (ورقة. نبات$^{-1}$)

7- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في تركيز الآزوت في الأوراق (%):

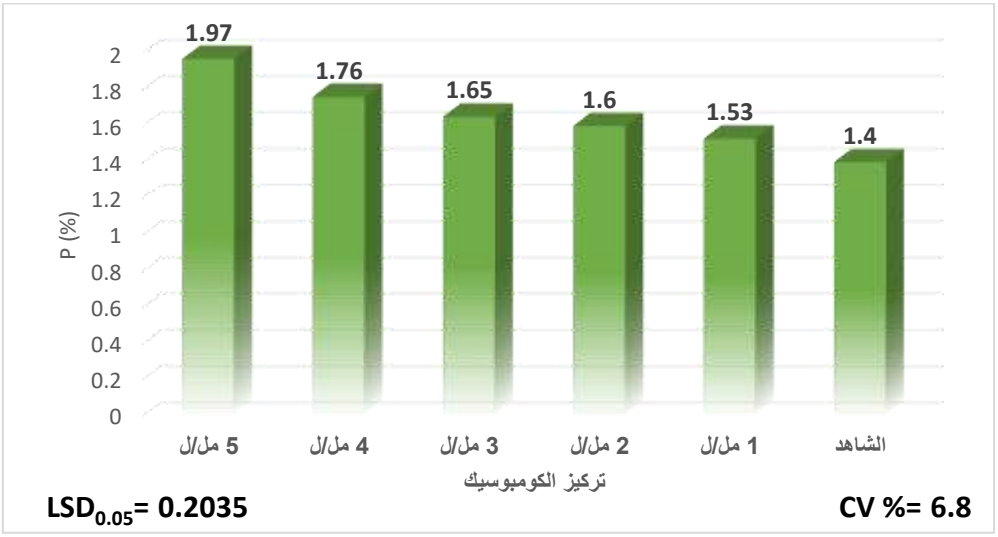
يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر تركيز الآزوت (%) عند الزيادة في تركيز الكومبوسيك حيث وصلت نسبة الزيادة إلى (10.29%، 14.29%، 18.29%، 32%، 57.14%) للتراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي) مقارنة بالشاهد (1.75%). حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات. يبين الشكل (7) تغيرات متوسط تركيز الآزوت في الأوراق (%) بتغير تركيز الكومبوسيك



الشكل (7): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في تركيز الآزوت في الأوراق (%)

8- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في تركيز الفوسفور في الأوراق (%):

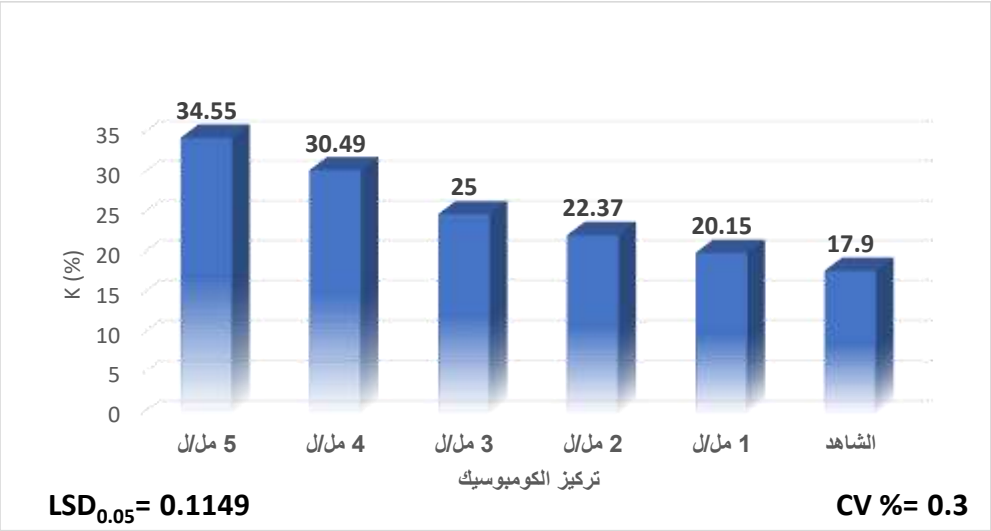
أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الكومبوسيك إلى زيادة معنوية في تركيز الفوسفور في الأورق (%)، حيث تبين نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة. سجل التركيز 5 مل/ل (1.97 %) تفوقاً معنوياً مقارنة مع باقي المعاملات ومقارنة مع الشاهد الذي سجل أدنى قيمة معنوية (1.4 %). يبين الشكل (8) تغيرات متوسط تركيز الفوسفور في الأورق (%) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (8): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في تركيز الفوسفور في الأوراق (%)

9- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في تركيز البوتاسيوم في الأوراق (%):

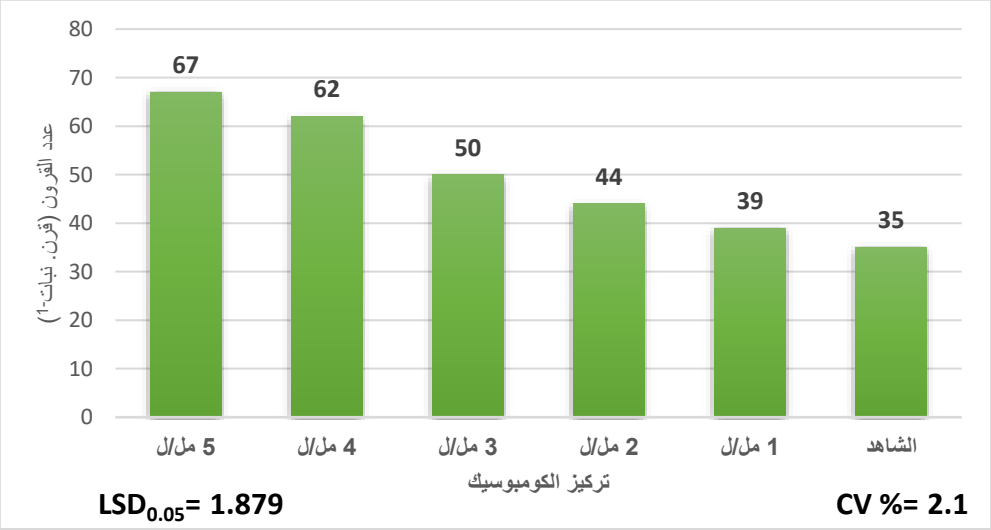
يبين الشكل (9) تغيرات متوسط تركيز البوتاسيوم في الأوراق (%) بتغير تركيز الكومبوسيك السائل المستخدم. حيث تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. سجل التركيز 5 مل/ل (34.55 %) تفوقاً معنوياً بالمقارنة مع باقي التراكيز بما فيها الشاهد، تلاه وبفروق معنوية التركيز 4 مل/ل (30.49 %)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 3 مل/ل (25 %)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 2 مل/ل (22.37 %)، وفي دوره سجل التركيز 1 مل/ل (20.15 %) تفوقاً معنوياً مقارنة بالشاهد (17.9%).



الشكل (9): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في تركيز البوتاسيوم في الأوراق (%)

10- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في عدد القرون على النبات (قرن. نبات$^{-1}$):

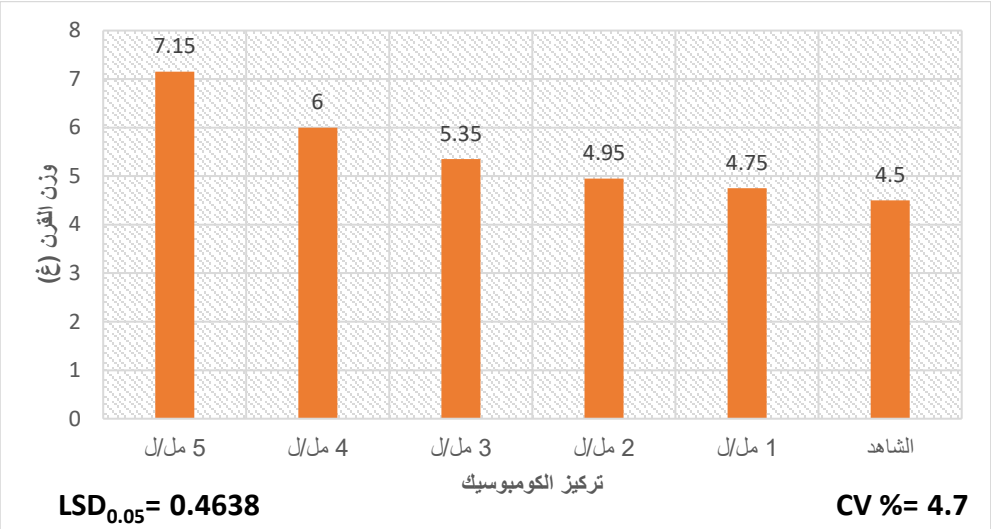
تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. حيث يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر عدد القرون (قرن. نبات$^{-1}$) وبفروق معنوية عند استخدام الكومبوسيك (35، 39، 44، 50، 62، 67 قرن. نبات$^{-1}$) للتراكيز (0، 1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي). ويبين الشكل (10) تغيرات متوسط عدد القرون (قرن. نبات$^{-1}$) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (10): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في عدد القرون على النبات (قرن. نبات$^{-1}$)

11- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في وزن القرن (غ):

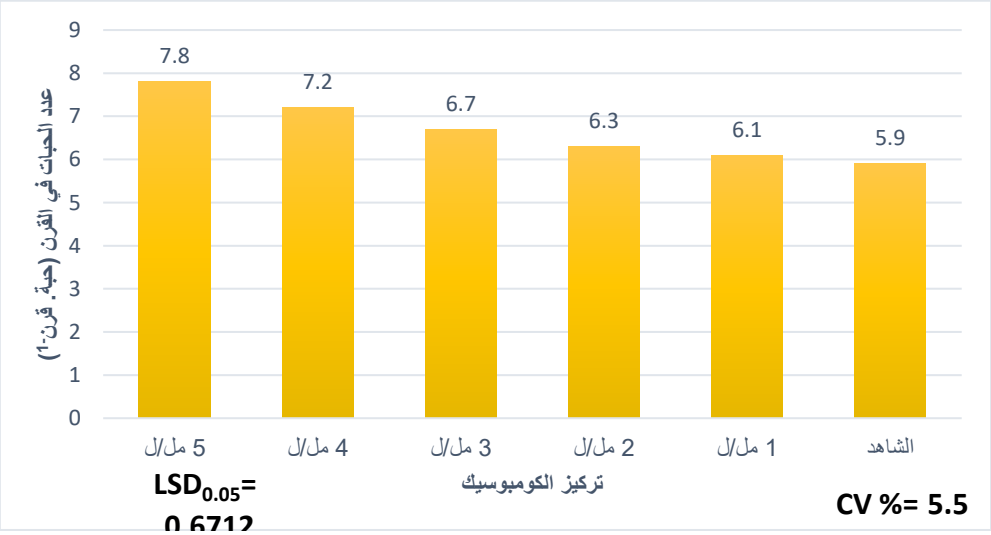
يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر وزن القرن (غ) عند الزيادة في تركيز الكومبوسيك حيث وصلت نسبة الزيادة إلى (5.56%، 10%، 18.89%، 33.33%، 58.89%) للتراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي) مقارنة بالشاهد (4.5 غ). حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات. يبين الشكل (11) تغيرات متوسط وزن القرن (غ) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (11): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في وزن القرن (غ)

12- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في عدد الحبات في القرن (حبة. قرن$^{-1}$):

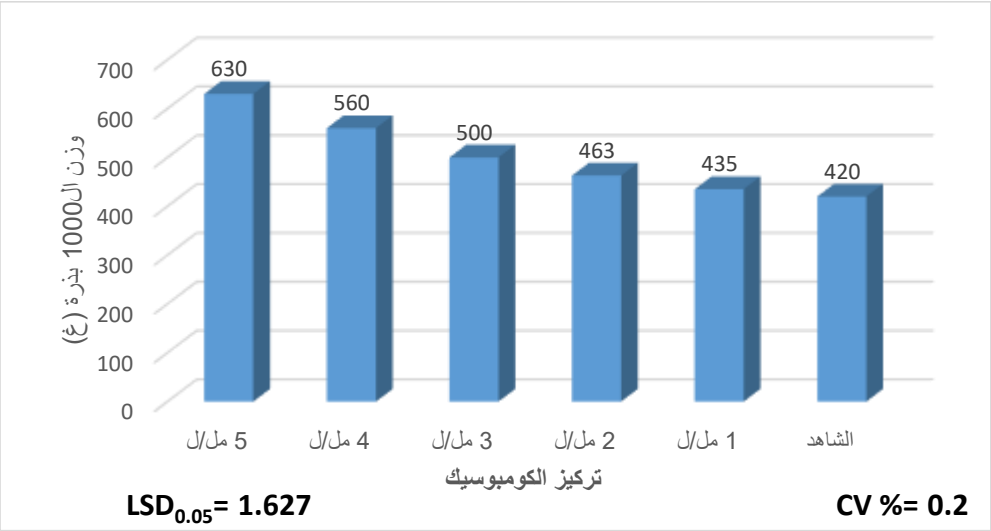
أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الكومبوسيك إلى زيادة معنوية في عدد الحبات في القرن (حبة. قرن$^{-1}$)، حيث تبين نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة. سجل التركيز 5 مل/ل (7.8 حبة. قرن$^{-1}$) تفوقاً معنوياً مقارنة مع باقي المعاملات ومقارنة مع الشاهد الذي سجل أدنى قيمة معنوية (5.9 حبة. قرن$^{-1}$). يبين الشكل (8) تغيرات متوسط عدد الحبات في القرن (حبة. قرن$^{-1}$) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (12): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في عدد الحبات في القرن (حبة. قرن$^{-1}$)

13- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في وزن الـ 1000 بذرة (غ):

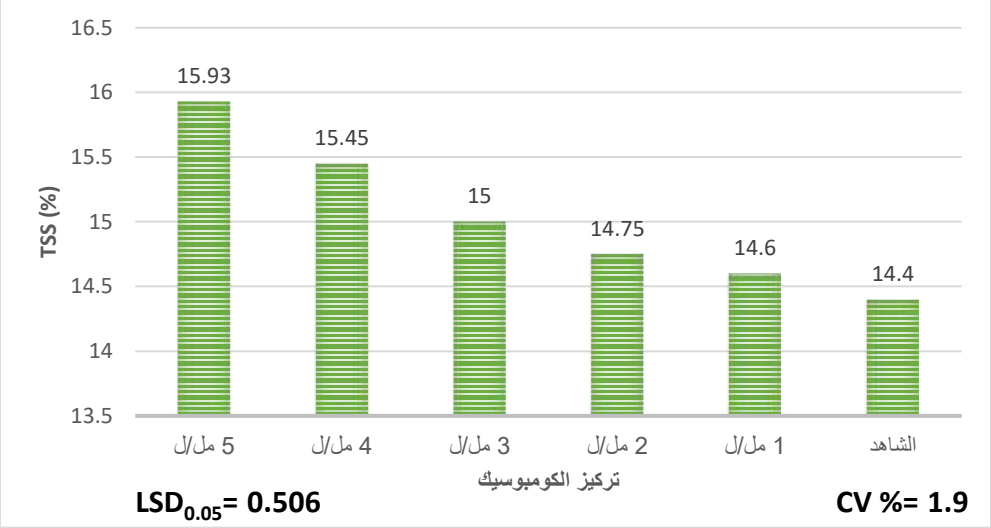
يبين الشكل (13) تغيرات متوسط وزن ال 1000 بذرة (غ) بتغير تركيز الكومبوسيك السائل المستخدم. حيث تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. سجل التركيز 5 مل/ل (630 غ) تفوقاً معنوياً بالمقارنة مع باقي التراكيز بما فيها الشاهد، تلاه وبفروق معنوية التركيز 4 مل/ل (560 غ)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 3 مل/ل (500 غ)، تلاه وبفروق معنوية التركيز 2 مل/ل (463 غ)، وفي دوره سجل التركيز 1 مل/ل (435 غ) تفوقاً معنوياً مقارنة بالشاهد (420غ).



الشكل (13): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في وزن ال1000 بذرة (غ)

14- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في نسبة المواد الصلبة الذائبة TSS (%):

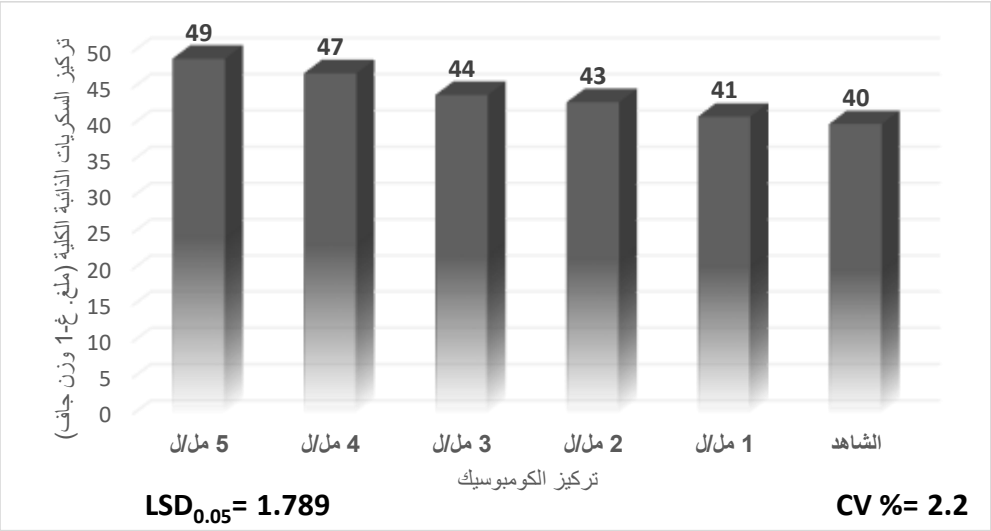
تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بالنسبة لتركيز الكومبوسيك. حيث يلاحظ ارتفاع قيم مؤشر نسبة المواد الصلبة الذائبة (%) وبفروق معنوية عند استخدام الكومبوسيك (14.4، 14.6، 14.75، 15، 15.45، 15.93 %) للتراكيز (0، 1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي). ويبين الشكل (14) تغيرات متوسط نسبة المواد الصلبة الذائبة TSS (%) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (14): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في نسبة المواد الصلبة الذائبة TSS (%)

15- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في تركيز السكريات الذائبة الكلية (ملغ. غ$^{-1}$ وزن جاف):

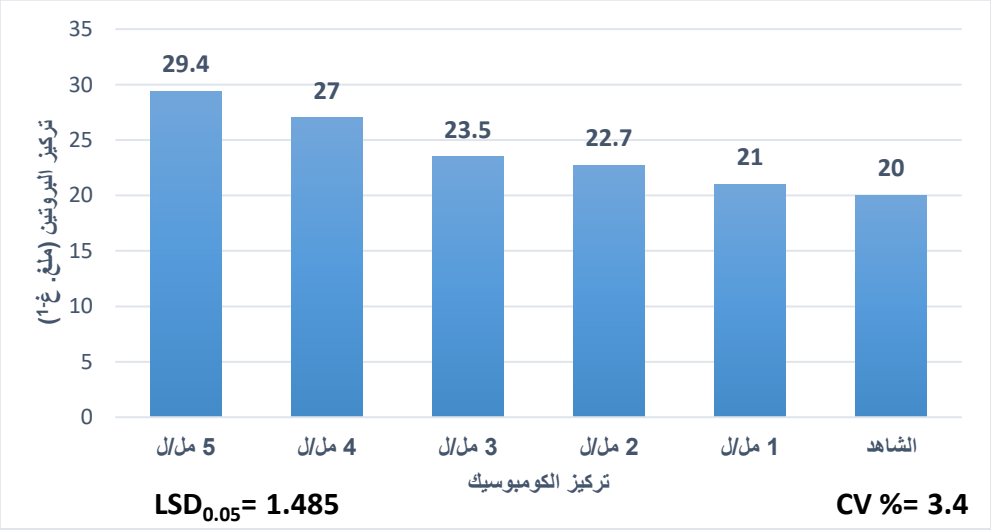
يلاحظ ارتفاع تركيز السكريات الذائبة الكلية (ملغ. غ$^{-1}$) عند الزيادة في تركيز الكومبوسيك حيث وصلت نسبة الزيادة إلى (2.5%، 7.5%، 10%، 17.5%، 22.5%) للتراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ل، على التوالي) مقارنة بالشاهد (40 ملغ. غ$^{-1}$). حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات. يبين الشكل (15) تغيرات متوسط تركيز السكريات الذائبة الكلية (ملغ. غ$^{-1}$) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (15): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في تركيز السكريات الذائبة الكلية (ملغ. غ$^{-1}$ وزن جاف)

16- تأثير المعاملة بالكومبوسيك السائل في تركيز البروتين (ملغ. غ$^{-1}$):

أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الكومبوسيك إلى زيادة معنوية في تركيز البروتين (ملغ. غ$^{-1}$)، حيث تبين نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة. سجل التركيز 5 مل/ل (29.4 ملغ. غ$^{-1}$) تفوقاً معنوياً مقارنة مع باقي المعاملات ومقارنة مع الشاهد وتركيز 1 مل/ل من الكومبوسيك اللذان سجلا أدنى قيمة معنوية (20، 21 ملغ. غ$^{-1}$، على التوالي) (دون أن يسجلا أية فروق معنوية بينهما). يبين الشكل (16) تغيرات متوسط تركيز البروتين (ملغ. غ$^{-1}$) بتغير تركيز الكومبوسيك.



الشكل (16): تأثير المعاملة بالكومبوسيك في تركيز البروتين (ملغ. غ$^{-1}$)

بينت نتائج هذه الدراسة أن المعاملة بالكومبوسيك السائل أدت إلى زيادة معنوية في تركيز NPK في الأوراق والذي قد يعزى إلى أن الرش الورقي بالفحم الحيوي (Biochar) على اختلاف مصادره، يعزز نمو النبات لاحتوائه على عناصر معدنية عديدة وبشكل نانوي

(مثل الزنك، الحديد، الصوديوم، البوتاسيوم، الفوسفور، الكلور، الكالسيوم، المغنيسيوم، والنتروجين العضوي) بالإضافة لبعض العناصر النادرة، وإن وجود العناصر المعدنية بالصورة النانوية تزيد من تركيزها في أجزاء النبات المختلفة، وبالتالي زيادة امتصاص المغذيات وزيادة معدل نمو النبات وتحسين تحمل النبات للظروف البيئية (Kumar *et al.*, 2021)؛ وكذلك فقد وجد أن الفحم الحيوي الناتج عن مصادر خشبية على اختلافها، غني بالكربون المعدني بنسبة تزيد عن 70%، والنيتروجين العضوي بنسبة بين 0.5–2%، والكبريت بين 0.06–0.6%، والزنك بين 36.69– 56.91 ملغ/كغ (Crespo-Barreiro *et al.*, 2023). ومن ناحية أخرى يحتوي خل الخشب على الكربون العضوي بنسبة 54–58%، والنتروجين بنسبة 0.2% (Zhang *et al.*, 2007).

أظهرت نتائج الدراسة تحسن في مؤشرات النمو الخضري (ارتفاع النبات، عدد الأفرع، عدد الأوراق، المساحة الورقية، الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري)، فقد يعود الأثر الإيجابي للمعاملة بالكومبوسيك السائل إلى دور شاي الكمبوست في تزويد النبات بالعناصر القابلة للامتصاص من خلال الأوراق، بالإضافة لتنشيط عمل بعض الهرمونات النباتية كالجبريلين والسيتوكينين والأوكسينات (Ansari, 2008)، كما يعمل على زيادة نسبة العناصر التي تشجع نمو النبات وتساهم في تعزيز النشاط الاستقلابي وزيادة تركيب الكربوهيدرات والذي بدوره يؤدي إلى زيادة الإنتاجية (Barani and Anburani, 2004) وهذا يتفق مع نتائج Mahmoud *et al.* (2020). وكذلك لاحتواء خل الخشب على منظمات نمو نباتية (Higashino *et al.*, 2005)، بالإضافة لغنى الكومبوسيك السائل بالنتروجين والزنك (Crespo-Barreiro *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2007) اللذان يؤديان دوراً أساسياً في بناء الأحماض الأمينية وعلى رأسها حمض التربتوفان الذي يعتبر حجر الأساس لبناء الأوكسين (IAA)، كما يساهم في بناء السيتوكينينات المعروفة بدورها في تحفيز انقسام الخلايا (Kolikova *et al.*, 2003)، وحامض الخليك NAA ودوره المهم في تحسين النمو من خلال زيادة الانقسام والاستطالة الخلوية (Amberger, 1980). وقد يعزى ذلك الأثر الإيجابي لاحتواء الفحم الحيوي على عنصر الكبريت الذي يحفز انقسام الخلايا، وعملية التمثيل الضوئي، وكذلك تكوين الكلوروفيل. كما يعزز أيضاً تكوين العقد الآزوتية في جذور البقوليات، مما يؤدي إلى توفر المزيد من الكبريت والآزوت أثناء فترة نمو وتطور النبات (Arun Raj *et al.*, 2018)؛ وتساعد البكتيريا الموجودة في العقد الآزوتية في إذابة الفوسفور المرتبط بالكالسيوم والحديد والألمنيوم في التربة ويصبح متاحاً للنبات (Rathour *et al.*, 2015). والفوسفور من العناصر الغذائية الكبرى الذي يطلق عليه مفتاح الحياة فهو مكون أساسي للأحماض النووية واللبيدات الفسفورية والـ ATP وهو المركب المسؤول عن نقل الطاقة إضافة الى دخوله في تركيب المرافقات الإنزيمية NAD وNADP التي يعتمد عليها الكثير من العمليات الفسيولوجية المهمة في النبات كالبناء الضوئي والتنفس وبناء الأحماض، بالإضافة لدوره المهم في أيض الكاربوهيدرات وتكوين المواد الناتجة من عملية البناء الضوئي فهو ضروري لتحرير الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية المختلفة في النبات مما يحسن من النمو الخضري (إبراهيم وإبراهيم، 2010) وهذا يتفق مع ما وجده (Erman *et al.*, 2009; Yemane and Skjelvåg, 2003). إن سبب زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري والنسبة المئوية للسكريات الذائبة الكلية ونسبة المواد الصلبة الذائبة والبروتين، قد يعزى الى قوة النمو الخضري للشتول الناتجة عن المعاملة بالكومبوسيك السائل، والتي تمثلت بزيادة عدد الأوراق والمساحة الورقية، إضافة الى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل وانعكاس ذلك في تنشيط عملية التمثيل الضوئي وزيادة كفاءتها مما يؤدي الى زيادة صافي الـ Co_2 الممثل في الورقة والذي يمثل الوحدة الأساس في بناء الكربوهيدرات (Jordan and Ogren, 1984)، إذ يستعمل جزء منها في نمو الأوراق فيما ينتقل الجزء الآخر الى باقي أجزاء النبات كالأفرع والساق والجذور والبذور ليسهم في بناءها ونموها ويخزن الفائض منها في تلك الأجزاء النباتية، الأمر الذي يؤدي الى زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري. وكذلك الأمر وبما أن الكومبوسيك السائل يعدان مصدراً للآزوت، والذي

ينعكس إيجاباً في زيادة النمو والإنتاجية، وبالتالي الكمية المنتجة من البروتين، وهذا يتفق مع نتائج العديد من الباحثين الذين أشاروا إلى الارتباط بين المحتوى البروتيني والآزوت الكلي (سمرة وسعيد، 2012؛ Mitrus *et al.*, 2003).

الاستنتاجات:

1. أدت المعاملة بالكومبوسيك إلى تحسين مؤشرات النمو والإنتاج المدروسة معنويّاً لمحصول البازلاء.
2. لوحظ ارتفاع تدريجي في مؤشرات الدراسة بزيادة تركيز الكومبوسيك، حيث حقق التركيز 5 مل/ل تفوقاً معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة.

المقترحات:

1. استخدام الكومبوسيك كرش ورقي على محصول البازلاء بالتركيز 5 مل/ل، نظراً لتأثيره الإيجابي في نمو النبات، وزيادة الإنتاجية.
2. اجراء دراسة مقارنة لطريقة الاستخدام ريّاً ورشاً للمركب.
3. دراسة أثر المادة على نباتات أخرى كونها مادة عضوية صديقة للبيئة.

المراجع:

إبراهيم، حمدي إبراهيم محمود (2010). العينات النباتية جمعها وتحليلها. دار الفجر للنشر والتوزيع. جامعة المنيا–مصر.

سمرة، بديع، حماد، ياسر، إبراهيم، محمد (2010). أثر التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في نمو وإنتاجية نباتات البازلاء الخضراء (*Pisum Sativum*)، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، 32(1).

سمرة، بديع، سعيد، هيام (2012). أثر نوع السماد العضوي في نوعية محصول البازلاء. مجلة جامعة تشرين للعلوم البيولوجية، 34(3).

الشباط، حسان، عباس، فادي، خزام، بشرى، سعدية، سلوى (2023). تأثير الرش الورقي بشاي الفيرمي كمبوست في نمو وإنتاج بعض خضار الفصيلة السرمقية *Chenopodiaceae*. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 10(5): 365–376.

المجموعة الإحصائية السنوية (2021). مكتب الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

Amberger, A. (1980). Foliar application of micronutrients uptake and incorporation into metabolism. In Proceedings of the second workshop on micro-nutrients and plant nutrition. Mariut, 22-27 June 1979, Egypt [El-Fouly, MM (Editor)] (pp. 47-60). Academy of Scientific Research and Technology and German Agency for Technical Cooperation.

Ansari, A. A. (2008). Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (Spinacia oleracea), onion (Allium cepa) and potato (Solanum tuberosum). World Journal of Agricultural Sciences, 4(5), 554-557.

AOAC, Association of official Analytical chemistry (2009). official methods of analysis 16 th ed. Arlington. U.S.A.

Arun Raj, M., D., Vasanthi, and M. D. I. Mansingh (2018). Effect of Sulphur on growth and yield of greengram (*Vigna radiata*). International Journal of Science, Environment and Technology, 7(5), 1861-1867.

Barani, P. and A., Anburani (2004). Influence of vermicomposting on major nutrient in bhindi (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) var. Arka Anamika. South Indian Horticulture, 52 (1-6): 170- 174.

Becagli, M., M., Santin, and R., Cardelli (2022). Co-application of wood distillate and biochar improves soil quality and plant growth in basil (Ocimum basilicum)#. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 185(1), 120-131.

Berihun, T., S., Tolosa, M., Tadele, and F. Kebede (2017). Effect of biochar application on growth of garden pea (Pisum sativum L.) in acidic soils of Bule Woreda Gedeo Zone Southern Ethiopia. International Journal of Agronomy, 2017.

Bhattarai, B., J., Neupane, and S. P. Dhakal (2015). Effect of biochar from different origin on physio-chemical properties of soil and yield of garden pea (Pisum sativum L.) at Paklihawa, Rupandehi, Nepal. World Journal of Agricultural Research, 3(4), 129-138.

Bisignano, A., V., Candido, F., Brindisi, and V. Miccolis (2002). Antioxidant contents and quality traits of tomato "cherry" grown with different techniques in greenhouse**.** Italus Hortus. 9. 6. 101-106. Italian.

Carril, P., E., Bianchi, C., Cicchi, A., Coppi, M., Dainelli, C., Gonnelli, S., Loppi, L., Pazzagli, and I., Colzi (2023). Effects of Wood Distillate (Pyroligneous Acid) on the Yield Parameters and Mineral Composition of Three Leguminous Crops. Environments, 10(7), 126.

Casado, G. G., and M. G., de Molina (2009). Preindustrial agriculture versus organic agriculture: The land cost of sustainability. Land Use Policy, 26(2), 502-510.

Crepier, J., A., Le Masle, N., Charon, F., Albrieux, P., Duchene, and S., Heinisch (2018). Ultra-high performance supercritical fluid chromatography hyphenated to atmospheric pressure chemical ionization high resolution mass spectrometry for the characterization of fast pyrolysis bio-oils. Journal of Chromatography B, 1086, pp.38-46.

Crespo-Barreiro, A., N., Gómez, J., González-Arias, N., Ortiz-Liébana, F., González-Andrés and J., Cara-Jiménez (2023). Scaling-Up of the Production of Biochar from Olive Tree Pruning for Agricultural Use: Evaluation of Biochar Characteristics and Phytotoxicity. Agriculture, 13(5), 1064.

Dobiose, M.K., K.A.G rilles, J.K., Hamiltor, D.A. Rebers, and F. Smith (1956). Calorimetric method for determination of sugars and substances. Anal. Chem., 28: 350 – 356.

Erman, M., B., Yildirim, N., Togay, and F., Cig (2009). Effect of phosphorus application and Rhizobium inoculation on the yield, nodulation and nutrient uptake in field pea (*Pisum sativum* sp. arvense L.). Journal of Animal and Veterinary Advances, 8(2), 301-304.

FAO statistics. (2021). Food and Agriculture Organizations of the United Nations [Internet]. Available from: http://www.fao.org/faostat/en/#data.

Fedeli, R., A., Vannini, M., Guarnieri, F., Monaci, and S., Loppi (2022). Bio-based solutions for agriculture: foliar application of wood distillate alone and in combination with other plant-derived corroborants results in different effects on lettuce (Lactuca sativa L.). Biology, 11(3), 404.

Higashino, T., A., Shibata, and M., Yatagai (2005). Basic study for establishing specifications for wood vinegar by distillation, 1: Study of regulations and reproducibility of compounds contained in distilled wood vinegar. Journal of the Japan Wood Research Society (Japan)

Jiang, X., C., Lu, R., Hu, W., Shi, L., Zhou, P., Wen, P., Y., Jiang, and Y. M., Lo (2023). Nutritional and microbiological effects of vermicompost tea in hydroponic cultivation of maple peas (*Pisum sativum* var. arvense L.). Food Science & Nutrition.

Jordan, D. B., and W. L., Ogren (1984). The CO 2/O 2 specificity of ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase: dependence on ribulosebisphosphate concentration, pH and temperature. Planta, 161, 308-313.

Kolikova, N. A., D., Dashitsyrenova, and V., Periminova (2003) Auxin-like Activity of Different Fractions of Coal Humic Acids. Bulgarian J. Ecolog. Sci., Vol. 2, N. 3, 55-56

Kumar, A., S., Joseph, E. R., Graber, S., Taherymoosavi, D. R., Mitchell, P., Munroe, L., Tsechansky, O., Lerdahl, W., Aker, and M., Sæbø (2021). Fertilizing behavior of extract of organomineral-

activated biochar: low-dose foliar application for promoting lettuce growth. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 8, 1-15.

Mahmoud, Y. I., Y. S., El-Akshar, A., Abd Elgwad Sh, and M. M. I., Afifi (2020). Impact of mature compost derivatives and inorganic fertilizers on the growth and productivity of pea plants. Middle East J, 9(2), 455-467.

Mathew, S., and Z. A., Zakaria (2015). Pyroligneous acid—the smoky acidic liquid from plant biomass. Applied Microbiology and Biotechnology, 99(2), 611-622.

Mathew, S., Z. A., Zakaria, F., Musa, S., Ngadiran, and C. L. Suan (2014). Free radical scavenging property and chemical profile of pyroligneous acid from pineapple waste biomass. In 5th International Conference on Wellbeing for Biotechnology.

Mitrus, J., C., Stankiewicz, E., Stec, M., Kamecki, and J., Starczewski (2003). The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers. Plant Soil and Environment, 49(3), 131-134.

Mohan, D., C. U., Pittman, and P. H., Steele (2006). Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: acritical review. *Energy and Fuels*, *20*(3), 848-889.

Ofoe, R., D., Qin, L. R., Gunupuru, R. H., Thomas, and L., Abbey (2022). Effect of pyroligneous acid on the productivity and nutritional quality of greenhouse tomato. Plants, 11(13), 1650.

Peech, M., L. T. Alexander, L. A. Dean, and J. F. Reed (1947). Methods of soil analysis for soil fertility investigations.757(4): 25, Publisher: U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.

Rathour, D. K., A. K., Gupta, R. R., Choudhary, and A. C., Sadhu (2015). Effect of integrated phosphorus management on growth, yield attributes and yield of summer green gram (Vigna radiata L.). The Bioscan, 10(1), 05-07.

Reuter, D. J. and J. B. Robinson (1997). Plant analysis: an interpretation manual (2nd edition). CSIRO publ., Australia.

Sanchez-Reinoso, A. D., E. A., Ávila-Pedraza, and H., Restrepo-Díaz (2020). Use of biochar in agriculture. Acta Biológica Colombiana, 25(2), 327-338.

Scotti, R., N., D'Agostino, C., Pane, and M., Zaccardelli (2015, April). Humic acids and compost tea from compost for sustainable agriculture management. In III International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture 1146 (pp. 115-120).

Simma, B., A., Polthanee, A. S., Goggi, B., Siri, A., Promkhambut, and P. C. Caragea (2017). Wood vinegar seed priming improves yield and suppresses weeds in dryland direct-seeding rice under rainfed production. Agronomy for sustainable development, 37, 1-9.

Smýkal, P., G., Aubert, J., Burstin, C. J., Coyne, N. T., Ellis, A. J., Flavell, R., Ford, M., Hýbl, J., Macas, and P., Neumann (2012). Pea (Pisum sativum L.) in the genomic era. Agronomy, 2(2), 74-115.

Steiner, C., K. C., Das, M., Garcia, B., Förster, and W. Zech (2008). Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered xanthic Ferralsol. *Pedobiologia*, *51*(5), 359-366.

Tendon, H. L. S. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization. 203 PP. New Delhi: India. Fertiliser Development and Consultation Organisation.

Tulbek, M. C., R. S. H. Lam, P., Asavajaru, and A., Lam (2017). Pea: A sustainable vegetable protein crop. In Sustainable protein sources (pp. 145-164). Academic Press.

Vannini, A., F., Moratelli, F., Monaci, and S., Loppi (2021). Effects of wood distillate and soy lecithin on the photosynthetic performance and growth of lettuce (Lactuca sativa L.). SN Applied Sciences, 3, 1-6.

Yemane, A., and A. O. Skjelvåg (2003). Effects of fertilizer phosphorus on yield traits of dekoko (*Pisum sativum* var. abyssinicum) under field conditions. Journal of agronomy and crop science, 189(1), 14-20.

Youssef, S. M. S., N., Abuelazm, S. A., Elhady, and M., El-shinawy (2017). Foliar application with salicylic acid and calcium chloride enhanced growth and productivity of lettuce (Lactuca sativa*). Egyptian Journal of Horticulture* .44(1): 1-16. Egypt.

Youssef, S., G., Riad, N. A. I., Abu El-Azm, and E., Ahmed (2018). Amending sandy soil with biochar or/and superabsorbent polymer mitigates the adverse effects of drought stress on green pea. Egyptian Journal of Horticulture, 45(1), 169-183.

Zhang, Q., J., Chang, T., Wang, and Y., Xu (2007). Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. Energy conversion and management, 48(1), 87-92.

Zulkarami, B., M., Ashrafuzzaman, M. O., Husni, and M. R., Ismail (2011). Effect of pyroligneous acid on growth, yield and quality improvement of rockmelon in soilless culture. Australian Journal of Crop Science, 5(12), 1508.

Effect of liquid Composeek Treatment (compost tea enhanced with Biochar and Wood Vinegar) on the Growth and yield of Pea Plants (*Pisum sativum* L.)

Anas Kiwan *(1) , Maher Hasan (2) and Wasim Mohsen (1)

(1). Sweida Center, General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria.

(2). Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Anas Kiwan. Email: anas.kiwan@damascusuniversity.edu.sy).

Received: 27/09/2023 Accepted:7/03/2024

Abstract

The research was conducted in the Kiswah region, Rif Dimashq Governorate, during the 2023 season, to study the effect of liquid Composeek Treatment (compost tea enhanced with Biochar and Wood Vinegar) on the growth and yield of pea plants. The experiment involved five concentrations (1, 2, 3, 4, 5 ml/l) of the commercial liquid composeek compound, in addition to the control treatment, were foliar sprayed. The experiment was designed using a completely randomized block design, and data were analyzed using GenStat software version 12. The results indicated improvement in the study parameters when using the liquid composeek, where plant height (53.12, 59.40, 65.35, 70.19, 80.14, 89.20 cm) for the experiment treatments respectively ranked higher. The leaf nitrogen content percentage also increased (10.29%, 14.29%, 18.29%, 32%, 57.14%) for concentrations (1, 2, 3, 4, 5 mL/L, respectively) compared to the control (1.75%). The concentration of 5 mL/L showed significant superiority over all treatments, reaching (67 pods/plant, 7.15 g/pod, 7.8 seeds/pod) for the parameters (number of pods, pod weight, number of seeds per pod, respectively) compared to the control (35 pods/plant, 4.5 g/pod, 5.9 seeds/pod, respectively).

Keywords: *Pisum sativum* L., Wood Vinegar, Biochar, compost tea, Composeek, Growth, yield.