أثر إضافة الفحم الحيوي وماء الجفت في نمو وإنتاجية نبات فول الصويا (*Glycine max.L*) تحت ظروف الساحل السوري

إيفان بسام ديوب * جهاد أحمد إبراهيم** سمر اسماعيل حسن *** أولا نديم قاجو****

(الإيداع: 11 حزيران 2025، القبول: 1 تشرين الأول 2025)

الملخص:

نفذت هذه الدراسة في محافظة اللاذقية (مبقرة فديو) /عام 2022 م/ لدراسة تأثير أربع مستويات من الفحم الحيوي (0–100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) وثلاث مستويات من ماء الجفت (0–5–10 ل م$^{-2}$) على بعض مؤشرات نمو إنتاجية نبات فول الصويا sb44 ومحتوى بذوره من العناصر الغذائية الكبرى المزروع في تربة لومية. أظهرت النتائج أن إضافة ماء الجفت لوحده أثرت على مؤشرات النمو والإنتاجية لنبات فول الصويا بشكل أكبر مقارنة بالإضافة المنفردة للفحم الحيوي. أدت الإضافة المشتركة لماء الجفت عند 10 ل.م$^{-2}$ مع الفحم الحيوي 600 كغ دونم$^{-1}$ لتحقيق أعلى طول نبات سم، دليل مساحة المسطح الورقي وإنتاجية كغ دونم$^{-1}$ بمقدار زيادة52.26، 45.43و122.14% على التوالي مقارنة بالشاهد. تحسن محتوى بذور فول الصويا من العناصر الغذائية الكبرى غ100غ$^{-1}$ مع الزيادة التدريجية بمستويات الفحم الحيوي وماء الجفت لتبلغ أقصاها عند المستوى 600 كغ دونم$^{-1}$ من الفحم الحيوي وماء الجفت بمستوى 10 ل م$^{-2}$ حيث بلغت نسبة الزيادة في كل من الفوسفور البوتاسيوم والأزوت مقدار 63.14%،47.32%و25.05 على التوالي مقارنة بالشاهد.

الكلمات المفتاحية: فول الصويا –الإنتاجية –الفحم الحيوي– ماء الجفت.

*طالب دراسات عليا (دكتوراة) في قسم علوم التربة والمياه كلية الزراعة جامعة تشرين.

**أستاذ في قسم علوم التربة والمياه (فيزياء تربة) كلية الهندسة الزراعية جامعة تشرين.

***دكتورة في مركز البحوث العلمية الزراعية (النمذجة الرياضية لانتقال المحاليل في الترب) اللاذقية .

****دكتورة في قسم المحاصيل الحقلية (محاصيل زيتية) كلية الهندسة الزراعية جامعة تشرين اللاذقية .\

The effect of amendment of biochar and olive mil wastewater on soybean growth and productivity under Syrian coast conditions

Evan Dayoub * Jihad Ibrahim ** Samar Hasan *** Ola Kajo***

(Receive: 14 July 2024, Accepted: 29 September 2024)

Abstract:

This study was carried out in Latakia Governorate (Fidio livestock farming) / in 2022 AD / to investigate the effect of four levels of biochar (0–100–300–600 kg dunum^{-1}) and three levels of olive mill wastewater (5–10 l m^{-2}) on some growth and productivity parameters of the Sb44 soybean plant and its seeds content of macronutrients growing in Loamy soil. The results showed that olive mil wastewater additions alone affected the growth and productivity indicators of soybean plant to a greater extent compared to the addition biochar alone. The co–application of olive mill wastewater at 10 l m^{-2} with biochar at 600 kg dunum^{-1} resulted in the highest plant height cm, leaf area index and productivity with increments by 45.43, 52.26 and 122.14%, respectively in comparison to the control. Soybean seeds content of macronutrients g100 g^{-1} increased with gradual biochar and olive mill wastewater increments reaching the maximum at 600 kg dunum^{-1} of biochar and 10 l m^{-2} of olive mill wastewater where the phosphorous, potassium and nitrogen rose by 63.14, 47.32, 25.05%, respectively in comparison to the control.

Keywords: Soybean– productivity –Biochar–Olive mill waste water.

Doctorate Student, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agricultural engineering, Tishreen University,

**Professor, Department of Soil and Water Sciences (soil physics), Faculty of Agricultural engineering, Tishreen University.

*** Doctor, Agricultural Scientific research Center (mathematical modelling of the solutions movement in soils), Lattakia, Syria.

**** Doctor, Department of Field Crops (oil crops), Faculty of Agricultural engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1.المقدمة:

يعد نبات فول الصويا مناسبًا للنمو في المناخات المعتدلة والاستوائية في ظل ظروف بيئية متنوعة (Hasanuzzaman et al., 2016). كما يعتبر فول الصويا من أهم السلع في السوق الدولية. وبالإضافة إلى استخداماته المتعددة في تغذية الحيوان، والاستهلاك البشري، يمكن استخدام هذه الحبوب في العديد من العمليات الصناعية، وكذلك في الطب، لما لها من فوائد صحية وكمصدر للطاقة الحيوية (Hartman et al., 2008 Pathan and Sleper 2011 Pettersson, Seo *et al.*,2019؛D.; Pontoppidan,2013). إذ يتراوح محتوى بذوره من البروتين 26–40% ومن الزيت 14–36%. فهو يتفوق من حيث المحتوى البروتيني على جميع المحاصيل البقولية حيث يزيد محتوى بذوره البروتيني بمقدار الضعف على بذور البازلاء وثلاثة أضعاف على محتوى بذور القمح والشوفان وأربعة أضعاف على حبوب الذرة والشعير (Kostova et al., 1984).

يُعزى الانخفاض العام في إنتاج المحاصيل الغذائية إلى انخفاض حالة خصوبة التربة، وانتشار الأعشاب الضارة، وارتفاع تكلفة الكيماويات الزراعية، وانخفاض القوة الشرائية للمزارعين، ونقص أصناف المحاصيل المحسنة، وعدم إمكانية الوصول إلى المدخلات الضرورية، سوء التسميد والممارسات الإدارية وغيرها (Affholder et al., 2013; Teguh et al., 2017; Zerihun & Haile, 2017). كما ترتبط العقبات التي تحد من نمو وتطور فول الصويا ارتباطًا وثيقًا بتدهور البيئة الدقيقة للجذور (J.–J. Liu et al., 2019; Miao et al., 2007)يتم التغلب على عقبات زراعة فول الصويا المستمرة في الوقت الحاضر بشكل أساسي عن طريق التسميد (عضوي ومعدني) وتعقيم التربة والتغييرات في أنظمة الزراعة (على سبيل المثال، دورة المحاصيل) (Gross & B., 2021; Wang et al., 2001).

تلقى الفحم الحيوي اهتماماً أكبر خلال ال 10 سنوات الماضية من بين المواد العضوية المستخدمة لتحسين خواص التربة نظراً لأن إنتاجه تحت ظروف محدودة الأكسجين ودرجة حرارة عالية (التفحيم) يعطي مادة متميزة بمسامية عالية، وكربون مستقر(Brynda et al., 2020; Jien & Wang, 2013)يمكن إنتاج الفحم الحيوي من مجموعة متنوعة من مصادر الكتلة الحيوية بما في ذلك مخلفات القش وبقايا الخشب والسماد الحيواني ومنتجات المخلفات الأخرى (He L et al.,2017). يؤثر كل من نوع المادة الأولية، درجة حرارة التفحيم، وقت التفحيم وتصميم جهاز التفحيم المستخدم على خواص الفحم الحيوي المنتج الفيزيوكيميائية (Mimmo et al., 2014). تم تسجيل تحسن في نمو النبات وإنتاجيته بعد تطبيق الفحم الحيوي تحت الظروف الحقلية والدفيئة لمجموعة متنوعة من المحاصيل، بما في ذلك البقوليات مثل فول الصويا (Tagoe et al., 2008).

تعتبر مياه عصر الزيتون (ماء الجفت) أحد أهم مخلفات إنتاج زيت الزيتون حيث تقدر كمية مياه عصر الزيتون الكمية في البلدان المتوسطية بأكثر من (30) مليون م^3 منها حوالي مليون م^3 من سوريا (BACCARI et al., 2003).تتميز الترب في منطقة البحر الأبيض المتوسط بنقص في المادة العضوية مع انخفاض في الخصوبة والإنتاجية (Brunetti et al., 2007). يتضمن الإجراء المحلي حالياً لتعويض المادة العضوية في التربة إضافة الأسمدة أو مخلفات الحيوانات غير المعاملة لتحسين خواص التربة (Saadi et al., 2007) .ولذلك تعد الإضافة الأرضية المراقبة لماء الجفت في هذه البلدان ممارسة شائعة تمت الموافقة والترخيص عليها (Collivignarelli et al., 2019; Mohawesh et al., 2020)يجعل المحتوى العالي من الكربون العضوي والمركبات الهيومية ووفرة المغذيات من العناصر الكبرى لماء الجفت هذه المادة محسناً ممتاز للتربة مع قدرة تسميدية عالية(Aranda et al., 2016; Vella et al., 2016) . إلا أنه يمتلك قدرة عالية على التلويث بسبب المحتوى العالي من الملوحة، حموضة، المادة العضوية، المركبات الفينولية (كاتيكول،هيدروكسي تيروزول، تيروزول،و أوليوروبين) طلب بيولوجي وكيميائي عالي للأكسجين بالتالي الإضافة المباشرة للتربة قد تزيد ملوحة التربة معتمدة على نسبة الإضافة(Barbera et al., 2013; Mekki et al., 2013). تناولت

العديد من الأبحاث السابقة إضافة ماء الجفت على الترب المزروعة بأشجار الزيتون ونباتات الخضر والمحاصيل وتأثيرها في خصائص التربة ونمو النبات كنبات النعنع والسبانخ الفول العادي والحمص والشعير والذرة (Mekki et al., 2013; Mohawesh et al., 2019) ولكن لم تتناول الأبحاث تأثيرها في نمو وإنتاجية نبات فول الصويا.

تم تنفيذ هذه التجربة الحقلية نظراً لقلة الأبحاث المتعلقة بإضافة كل من الفحم الحيوي وماء الجفت على نبات فول الصويا المزروع في تربة لومية في الساحل السوري. بالإضافة إلى التحقق من تأثير مستويات مختلفة من الفحم الحيوي وماء الجفت في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية لنبات فول الصويا.

2.أهمية البحث:

تكمن أهمية هذا البحث من خلال التخلص الأمن من المخلفات الزراعية (تقليم شجرة الزيتون) والزراعية الصناعية (ماء الجفت) الغنية بالمواد العضوية والعناصر الغذائية واستخدامها في تحسين نمو وإنتاجية نبات فول الصويا في الساحل السوري الذي يزرع فيه الزيتون بمساحات واسعة.

3.أهداف البحث

1–تحديد مستوى الإضافة الأمثل من الفحم الحيوي وماء الجفت في تحسين مؤشرات نمو وإنتاجية نبات فول الصويا.

2– تحديد مستوى الإضافة الأمثل من الفحم الحيوي وماء الجفت في تحسين محتوى بذور نبات فول الصويا من العناصر الغذائية الكبرى.

4. مواد البحث وطرائقه:

4–1 مواد التجربة:

نُفذ البحث في محافظة اللاذقية مبقرة فديو (35°52'11"E 35°29 '31 "N) في /عام 2022 م/ التي ترتفع عن سطح البحر 31 م حيث بلغ متوسط درجة الحرارة السنوي 20.99 C˚ والهطول المطري 645 مم في تربة لومية. خضعت تربة الدراسة لمجموعة من التحاليل المخبرية لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية (ديوب وآخرون 2024).

المادة النباتية: استُخدم صنف فول الصويا sb44 من مركز البحوث الزراعية في دمشق هو صنف أميركي ذو إنتاجية جيدة مقارنة مع الأصناف الأخرى، ارتفاع قرنه الأول عن سطح التربة حوالي 8 سم، وهو مقاوم للانفراط والضجعان، ومن الأصناف المتوسطة النضج (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2014).

الفحم الحيوي: فُحم خشب زيتون صنف الخلخالي ناتج عن تقليم تجديدي لبستان مزروع في قرية كفرية الفوقانية محافظة اللاذقية تفحيماً بطيئاً لمدة ساعة واحدة على حرارة 500 درجة مئوية باستخدام جهاز التفحيم الكهربائي بعد تصميمه واختباره لعدة مرات في مشتل جامعة تشرين وبلغت مردودية الفحم كنسبة مئوية من المادة الأصل33.41% (ديوب وأخرون2024).

الجدول رقم (1): أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفحم الحيوي.

التوزيع الحجمي للحبيبات%				الكثافة الظاهرية غ سم$^{-3}$	الكثافة الحقيقية غ سم$^{-3}$	المسامية الكلية%	الرطوبة الجافة هوائياً %	TN %	TK %	EC ميلليموس سم$^{-1}$	pH	TP %
0001 <2000 µm	0001– 500µm	500– 125 µm	125– 63 µm	63 µmأقل من								
12.07	22.16	56.035	7.57	2.165	0.66	1.34	7450.	4.95	0.364	0.198	350.	8	0.038

ماء الجفت: أخذ ماء الجفت من معصرة زيتون بالقرب من مدينة اللاذقية (4 كم) نظام طرد مركزي ثلاث مراحل من خط الإنتاج مباشرة وخزنت في أوعية بلاستيكية 50 ل وتم خلطها حتى التجانس قبل موعد الإضافة. تم تقدير الأزوت الكلي 285 ppm بطريقة كلداهل والفوسفور الكلي 205 ppm والبوتاسيوم الكليppm 3844 (الهضم مع الكبريت وحمض الساليسيك بوجود السيلينيوم((Tendon, 2005) ، درجة الحموضة 5.81 معلق (1:5)، الناقلية الكهربائية ميلليموس سم$^{-1}$ 4.12 معلق (1:5)، المادة العضوية39. 30غ ل$^{-1}$ (الترميد على حرارة 550 C˚) (ديوب وآخرون 2025).

2-4 تصميم التجربة:

تضمن تصميم التجربة العاملية دراسة تأثير 4 مستويات من الفحم الحيوي (0–100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) وثلاث مستويات من ماء الجفت (0–5 –10 ل م$^{-2}$) وبالتالي كان هنالك 12 معاملة، أربع معاملات من الفحم الحيوي عند كل مستوى من ماء الجفت ولكل معاملة ثلاث مكررات، رتبت المكررات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

الجدول رقم (2): تصميم التجربة

C0W0	C1W0	C2W0	C3W0
C0W1	C1W1	C2W1	C3W1
C0W2	C1W2	C2W2	C3W2
C1W0	C2W0	C3W0	C0W0
C1W1	C2W1	C3W1	C0W1
C1W2	C2W2	C3W2	C0W2
C3W0	C0W0	C1W0	C2W0
C3W1	C0W1	C1W1	C2W1
C3W2	C0W2	C1W2	C2W2

C0: بدون فحم حيوي، C1:100 كغ دونم$^{-1}$، C2:300 كغ دونم$^{-1}$ ،C3: 600 كغ دونم$^{-1}$،W0 : بدون ماء الجفت، W1 :5ل م$^{-2}$، W2:10 ل م$^{-2}$.

3-4 تحضير التجربة للزراعة:

تم تنعيم سطح التربة بواسطة العزاقة الدورانية بعد الفلاحة العميقة 30 سم لإعداد القطع التجريبية بمساحة 3 م^2. كل قطعة تحوي 3 خطوط والمسافة بين الخط والآخر 50سم و20 سم بين النباتات في كل صف. أضيف ماء الجفت قبل 40 يوم من الزراعة ثم أضيفت الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية بكامل الجرعة السمادية محسوبة تبعاً للمعادلة السمادية 60(K_2O) _70(P_2O_5) – كغ هـ$^{-1}$(ROKAIA et al., 2005)،كما أضيف الفحم الحيوي نثراً مع الأسمدة المعدنية قبل الزراعة وتم تجهيز مرقد البذور وخطوط الزراعة. تمت زراعة بذور فول الصوياSb44 في جور على عمق 2–2.5 سم وذلك بتاريخ 2022/6/7 بمعدل 3بذور لكل جورة. تمت إضافة جرعة التسميد الآزوتي الأولى على صورة يوريا 46% N (ثلث الكمية) من الكمية الأساسية 230 كغ هـ$^{-1}$وتم الري بعدها مباشرة. بدأ الإنبات بعد خمسة أيام واستمر حتى اكتماله10 أيام حيث تم الترقيع إلى نبات في كل جورة كما أُضيفت الجرعة الثانية (ثلث الكمية) من السماد الأزوتي. وأضيفت الجرعة الثالثة (ثلث الكمية) من الأزوت عند بداية الأزهار.

4-4 العناية بالتجربة:

رويت النباتات بالخطوط أسبوعياً رياً سطحياً على خطوط عند رطوبة تعادل 80% من السعة الحقلية. كما رُشت بمبيد حشري جهازي ومبيد فطري (توبسين) بعد شهر من الزراعة بشكل منفصل أسبوعياً. ابتداءً من 2022/7/5 رُشت النباتات بالعناصر الصغرى ورقياً ثلاث مرات بفاصل عشرة أيام. استُخدمت مبيدات الأكاروسات من 2022/8/11 بفاصل 20 يوم بين كل رشة حتى موعد الحصاد.

4-5 قياس مؤشرات نمو نبات فول الصويا:

تم القياس بأخذ متوسط قراءات 5 نباتات من كل مكرر بعد مرحلة الإزهار:

1-طول تبات فول الصويا(سم) من سطح التربة حتى قمة النبات.

2-دليل مساحة المسطح الورقي (LAI).

=مساحة المسطح الورقي الأخضر سم^2 / مساحة الأرض التي يشغلها النبات سم^{2}LAI

4-6 إجراءات الحصاد:

حُصدت خمس نباتات من كل معاملة عند النضج الفيزيولوجي بعد 4 شهور و20 يوماً من الزراعة تم فصل القرون عن النباتات وعدها ثم تركت البذور حتى تجف في المخبر (13% رطوبة) وحُسب متوسط كل من:

1- الإنتاجية ووزن 100 بذرة.

2- محتوى البذور من العناصر الغذائية بواسطة الهضم الرطب.

3- البروتين: اعتمد في تقدير البروتين طريقة (Pearson, 1981) باستعمال طريقة كلداهل لتقدير الأزوت ثم ضربت النسبة ب 6.25 وهو معامل البروتين.

4-7 التحليل الإحصائي:

خضعت معطيات التجربة لتحليل التباين من الدرجة الأولى، تم فصل المتوسطات وحساب أقل فرق معنوي LSDعند مستوى معنوية 5%.

5-النتائج والمناقشة:

5-1 تأثير إضافة مستويات مختلفة من الفحم الحيوي وماء الجفت في مؤشرات نمو نبات فول الصويا:

يعتبر النمو من أهم مؤشرات النشاط الحيوي للنيات ولا يكفي اختيار الصنف المناسب للمنطقة بل يجب توفر المغذيات الكبرى والصغرى حيث تعد من أولى الخطوات الأساسية لضمان الحصول على نمو وإنتاج جيدين (رقية 2019). تساهم إضافة الفحم الحيوي وماء الجفت في تحسين توفر العناصر الغذائية في التربة Atkinson et al., 2010:كبيبو وأخرون 2011) و هذا بدوره يعزز نمو وإنتاجية المحاصيل (Premalatha et al., 2023).

طول نبات فول الصويا سم:

يوضح الجدول (3) طول نبات فول الصويا تحت تأثير مستويات مختلفة من الفحم الحيوي وماء الجفت. لعب ماء الجفت دوراً أكبر في تحسين طول نبات فول الصويا مقارنة بالفحم الحيوي عند الإضافة المنفردة للتربة. بينما أدت الإضافة المتداخلة عند المستوى 10 ل.م$^{-2}$ من ماء الجفت و600 كغ. دونم$^{-1}$ فحم حيوي إلى بلوغ أقصى طول لنبات فول الصويا (134.6سم).

ازداد طول نبات فول الصويا معنوياً عند إضافة ماء الجفت منفرداً بالمستويين 5 و10 ل.م$^{-2}$ بمقدار 20.56 و29.93 سم مقارنة بالشاهد. بينما ظهرت أول استجابة معنوية للإضافة المنفردة للفحم الحيوي عند المستوى 300 كغ. دونم$^{-1}$ واستمرت حتى 600 كغ. دونم$^{-1}$ بزيادة في طول النبات قدرها 13.96و17.1 سم على التوالي مقارنة بالشاهد.

أدى التداخل بين مستوى ماء الجفت 5 ل.م$^{-2}$ مع مستويات الفحم الحيوي المتزايدة (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) لزيادة في طول نبات فول الصويا تراوحت بين الربع والثلث مقارنة بالشاهد. من جهة أخرى، أدى التداخل بين مستوى ماء الجفت 10 ل.م$^{-2}$ مع مستويات الفحم الحيوي المتزايدة (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) لتحقيق زيادة في طول نبات فول الصويا مقدارها (42%–47–52.26%) تباعاً مقارنة بالشاهد. تأتي هذه النتائج في سياق الأبحاث السابقة التي ذكرت زيادة في ارتفاع النبات والوزن الجاف والمحصول وامتصاص العناصر الغذائية في فول الصويا المزروع في تربة رملية بعد إضافة الفحم الحيوي بدون ماء الجفت بمستوى 1600 كغ. دونم$^{-1}$ (Suppadit et al., 2012).

دليل مساحة المسطح الورقي:

يشير الجدول (3) إلى تغيرات دليل مساحة المسطح الورقي لنبات فول الصويا تحت تأثير مستويات مختلفة من ماء الجفت والفحم الحيوي. أثر ماء الجفت بشكل أكبر من الفحم الحيوي عند الإضافة المنفردة على دليل مساحة المسطح الورقي لنبات فول الصويا بينما أدت الإضافة المشتركة لماء الجفت عند 10 ل.م$^{-2}$ مع الفحم الحيوي 600 كغ. دونم$^{-1}$ لتحقيق أعلى دليل مسطح ورقي لنبات فول الصويا (8.73) .

أدت إضافة ماء الجفت منفرداً عند المستويين 5 و10 ل.م$^{-2}$ إلى ارتفاع معنوي في دليل مساحة المسطح الورقي لنبات فول الصويا بمقدار 0.8 و1.69 مقارنة بالشاهد بدون أي إضافة. بينما ظهرت الاستجابة المعنوية عند استخدام الفحم الحيوي لوحده عند المستويات (300–600 كغ. دونم$^{-1}$) بزيادة في دليل مساحة المسطح الورقي بمقدار 0.3 و0.5.

أدى التداخل بين المستوى الأول من ماء الجفت 5 ل.م$^{-2}$ مع مستويات الفحم الحيوي المتزايدة (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) لزيادة دليل مساحة المسطح الورقي معنوياً بحوالي الربع مقارنة بالشاهد. ولكن حققت مضاعفة نسبة ماء الجفت إلى 10 ل.م$^{-2}$ مع مستويات الفحم الحيوي المتزايدة (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية في المسطح الورقي لفول الصويا بمقدار الثلث عند 100 كغ. دونم$^{-1}$ وصولاً حتى قرابة النصف عند 600 كغ. دونم$^{-1}$. بلغت أقصى مساحة للمسطح الورقي لنبات فول الصويا المزروع في تربة رملية بعد إضافة الفحم الحيوي بدون ماء الجفت بمستوى 1600 كغ. دونم$^{-1}$ بما يقارب الضعف مقارنة بالشاهد (Suppadit et al., 2012) وكذلك الأمر بلغت أعلى زيادة في دليل المسطح الورقي لنبات فول الصويا عند المستوى 1500 كغ. دونم$^{-1}$ من الفحم الحيوي ذو أصل الخشبي في مرحلة الإزهار وامتلاء القرون ولكن إضافة مستويات أعلى من الفحم أدت لانخفاض دليل المسطح الورقي(Wang et al., 2023)).

الجدول رقم (3): تأثير الفحم الحيوي ماء الجفت في طول ودليل مساحة المسطح الورقي لنبات فول الصويا.

المعاملة	طول النبات سم	دليل مساحة المسطح الورقي
C0W0	88.40	6.004
C0W1	108.96	6.80
C0W2	118.33	7.69
C1W0	95.33	6.11
C1W1	110.20	7.46
C1W2	125.53	8.03
C2W0	102.36	6.32
C2W1	113.93	7.67
C2W2	130.53	8.41
C3W0	105.5	6.50
C3W1	116.86	7.57
C3W2	134.6	8.73
Lsd 0,05	2.91	0.126

2-5 تأثير إضافة مستويات مختلفة من الفحم الحيوي وماء الجفت في مؤشرات الإنتاجية لنبات فول الصويا:

إنتاجية نبات فول الصويا كغ. دونم$^{-1}$

أظهرت النتائج في الجدول (4) تأثير كل من الفحم الحيوي وماء الجفت في إنتاجية نبات فول الصويا. استجابت إنتاجية نبات فول الصويا لإضافة ماء الجفت عند النسبة 5و10 ل.م$^{-2}$ منفرداً بشكل أكبر مقارنة بإضافة بالفحم الحيوي لوحده حيث ارتفعت الإنتاجية بمقدار (38و63.09%) على التوالي مقارنة بالشاهد (ديوب وآخرون 2025). بينما اقتصرت الزيادة عند إضافة الفحم الحيوي 100_300و 600 كغ. دونم$^{-1}$ منفرداً بمقدار (8.17–25.28–33.85%) تباعاً مقارنة بالشاهد (ديوب وآخرون 2024).

زاد الري بماء الجفت عند 5 ل م$^{-2}$ مع استخدام مستويات مختلفة من الفحم الحيوي 100_300و 600 كغ دونم$^{-1}$ إنتاجية نبات فول الصويا معنوياً بأكثر من النصف بينما أدى الري ب 10 ل م$^{-2}$ من ماء الجفت بوجود الفحم الحيوي إلى زيادة معنوية بمقدار النصف تقريباً عند 100كغ دونم$^{-1}$ واستمرت حتى بلغت ضعفيها عند 300و 600 كغ دونم$^{-1}$مقارنة بالشاهد. زادت الإنتاجية بأكثر من مرتين وهي أعلى قيم تم الحصول عليها عند الري ب 10 ل. م$^{-2}$ ماء جفت وفحم حيوي 300و 600 كغ دونم$^{-1}$ سويةً ولكن بقيت إضافة 600 كغ دونم$^{-1}$ ذات فرق معنوي عن 300 كغ دونم$^{-1}$ عند مستوى ماء الجفت 10 ل م$^{-2}$.

وهذا يتفق مع (Zhu et al., 2019) حيث زاد محصول الحبوب من فول الصويا L13 بشكل ملحوظ بنسبة 31.0 و51.0%، عند إضافة 5 و10% على التوالي من الفحم الحيوي لقشور الأرز، في حين زاد للصنف T3 بمقدار 40.4 عند تطبيق الفحم الحيوي بنسبة 10٪ مقارنة مع الشاهد. كما ارتفعت الإنتاجية لفول الصويا معنوياً بمقدار 5.47%و11% على التوالي عند إضافة الفحم الحيوي من قش ذرة بمستوى 2.5و5% (D. Liu et al., 2020).أدت الإضافة فحم حيوي5 و10 غ كغ$^{-1}$ قش القمح إلى زيادة معنوية في إنتاجية حبوب فول الصويا بنسبة 3.1–14.8% لتربة رملية لومية (Zhang et al., 2020).ذكر(Chehab et al., 2019) أن إضافة ماء الجفت مباشرة على سطح تربة رملية لومية زادت إنتاجية الزيتون بمقدار 55%.

وزن ال 100 بذرة:

تبين النتائج في الجدول (4) تأثير كل من الفحم الحيوي وماء الجفت في وزن ال 100 بذرة لنبات فول الصويا. أدت إضافة الفحم الحيوي وماء الجفت كل على حدا إلى زيادة معنوية تدريجية في وزن ال 100 بذرة ولكنها بقيت أقل من 13% لدى مقارنتها مع الشاهد. بلغت القيمة العظمى من وزن ال 100 بذرة عند إضافة 10 ل. م$^{-2}$ ماء جفت وفحم حيوي 300و600 كغ. دونم$^{-1}$ التي ازدادت تقريباً بمقدار الخُمس والربع على التوالي لدى مقارنتها بالشاهد.

علاوة على ذلك، لم تلحظ أي تغيرات معنوية بين المعاملات 5 و10 ل. م$^{-2}$ من ماء الجفت و600 كغ. دونم$^{-2}$ فحم حيوي من جهة و10 ل. م$^{-2}$ ماء جفت مع 300 كغ. دونم$^{-1}$ من الفحم الحيوي من جهة أخرى وهذا يعني أن إضافة فحم حيوي أقل 300 كغ. دونم$^{-1}$ تكون كافية لحدوث الزيادة المعنوية الأكبر في وزن ال 100 بذرة لنبات فول الصويا. تتوافق هذه النتائج مع (Liu, D *et al.*,2020) الذي ذكر زيادة وزن ال 100 بذرة لنبات فول الصويا معنوياً عند إضافة الفحم الحيوي منفرداً من قش ذرة بمستوى 2.5و5% بمقدار 1.71%و4.49%. كما ذكر ((SODAH et al., 2022) أن إضافة 800 كغ دونم$^{-1}$ فحم حيوي من بقايا الكاجو لتربة رملية لومية وهي نسبة قريبة جداً من المستوى الأعلى لدينا 600 كغ دونم$^{-1}$ حققت أعلى وزن 100 بذرة (16.9 غ) وأعلى إنتاجية 130.4 كغ دونم$^{-1}$. يمكن أن يزيد الفحم الحيوي إنتاجية فول الصويا بطريقتين أولاً: عن طريق تعزيز مستويات مغذيات التربة (مثل توافر فوسفور التربة وبعض العناصر النادرة)

(Han *et al.*,2019). ثانياً: تعزيز امتصاص مغذيات فول الصويا (مثل زيادة امتصاص النيتروجين من قبل النبات، وكذلك الفوسفور والبوتاسيوم (Sadowska et al., 2020).

الجدول رقم (4): تأثير إضافة الفحم الحيوي وماء الجفت في إنتاجية نبات فول الصويا ووزن ال 100 بذرة

المعاملة	الإنتاجية كغ دونم$^{-1}$	وزن ال 100 بذرة
C0W0	200.5	15.46
C0W1	277.2	16.92
C0W2	327.26	17.15
C1W0	216.9	16.16
C1W1	304.9	17.02
C1W2	366	17.85
C2W0	251.2	16.84
C2W1	313.83	17.54
C2W2	422	18.85
C3W0	268.37	17.42
C3W1	320.4	18.33
C3W2	445.4	19.43
Lsd 0,05	13.9	1.179

3-5 تأثير إضافة مستويات مختلفة من الفحم الحيوي وماء الجفت في محتوى بذور فول الصويا من العناصر الغذائية الكبرى (أزوت بوتاسيوم وفوسفور غ 100 غ$^{-1}$):

يحتوي فول الصويا على العديد من المركبات بما في ذلك المعادن، وهي مفيد للصحة ويقلل من خطر الإصابة بالعديد من الأمراض (Kumar *et al.*, 2014). يعتمد مستوى المعادن في المادة النباتية على البيئة وعوامل متنوعة، ولكن من الممكن أيضًا التأثير على المحتوى المعدني من خلال الممارسات الزراعية (Devi et al., 2013; Wang. et al., 2008)امتلك محتوى بذور نبات فول الصويا الترتيب التالي من العناصر الغذائية الكبرى من الأعلى للأقل: أزوت، بوتاسيوم، فوسفور. حيث تراوحت نسبة الأزوت بين 4.376 و5.356 غ 100غ$^{-1}$ بينما البوتاس بين 1.31 و1.93 غ 100غ$^{-1}$ والفوسفور بين 0.331 و0.54 غ 100غ$^{-1}$.

الأزوت غ 100 غ$^{-1}$:

تبين النتائج في الجدول (5) تأثير كل من الفحم الحيوي وماء الجفت في محتوى بذور نبات فول الصويا من الأزوت. ارتفع محتوى بذور فول الصويا معنوياً عند إضافة ماء الجفت منفرداً بمقدار0.416و0.821 غ 100غ$^{-1}$ على التوالي مقارنة بالشاهد بينما أدت إضافة الفحم الحيوي لوحده عند المستويات (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) لتحقيق زيادة معنوية قدرها 0.448–0.613–0.728 غ 100غ$^{-1}$ تباعاً مقارنة بالشاهد. لم تسجل أي فروق معنوية بين المعاملات (C0W1)و(C1W0) كذلك الأمر بين(C1W0)و(C2W0).

حقق التداخل بين المستوى الأول من ماء الجفت 5 ل.م$^{-2}$ عند وجود الفحم الحيوي بالمستويات (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية بمحتوى بذور فول الصويا من الازوت قدرها 0.899–0.918–0.942 غ 100 غ$^{-1}$. بينما سبب الري ب 10 ل.م$^{-2}$ من ماء الجفت مع إضافة الفحم الحيوي (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية أكبر مقدارها 0.921–0.949–1.16 غ 100غ$^{-1}$ على التوالي مقارنة بالشاهد.

البوتاسيوم غ 100 غ$^{-1}$:

ارتفع محتوى بذور فول الصويا من البوتاسيوم معنوياً عند إضافة ماء الجفت منفرداً بمقدار 0.36و0.48 غ 100غ$^{-1}$ مقارنة بالشاهد. بينما تسببت الإضافة المنفردة للفحم الحيوي عند المستويات (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) بمقدار 0.35–0.32 –0.39 غ 100غ$^{-1}$ على التوالي مقارنة بالشاهد. لم تسجل أي فروق معنوية بين المعاملات (C0W1)و(C1W0) كذلك الأمر بين (C1W0)و(C2W0) وبين (C2W0) و(C3W0).

حقق التداخل بين المستوى الأول من ماء الجفت 5 ل.م$^{-2}$ عند وجود الفحم الحيوي بالمستويات (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية قدرها 0.39–0.43–0.5 غ 100 غ$^{-1}$ مقارنة بالشاهد. بينما سبب الري ب 10 ل.م$^{-2}$ من ماء الجفت مع إضافة الفحم الحيوي (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية مقدارها 0.49–0.52–0.62 غ 100 غ$^{-1}$ مقارنة بالشاهد. بنفس الوقت لم تظهر أي فروقات معنوية بين المعاملتين (C2W2) و(C3W1) .

الفوسفور غ 100 غ$^{-1}$:

ارتفع محتوى بذور فول الصويا من الفوسفور معنوياً عند إضافة ماء الجفت منفرداً بالمستوى 10 ل.م$^{-2}$ بمقدار 0.085 غ 100غ$^{-1}$ مقارنة بالشاهد. بينما أدت الإضافة المنفردة للفحم الحيوي فقط عند المستوى 600 كغ. دونم$^{-1}$ لتحقيق زيادة معنوية بمقدار 0.051 غ 100غ$^{-1}$ مقارنة بالشاهد. ولكن لم تسجل أي فروقات معنوية بين مستويات الفحم الحيوي المستخدمة كذلك الأمر بين المعاملتين(C0W1)و(C1W0).

حقق التداخل بين المستوى الأول من ماء الجفت 5 ل.م$^{-2}$ عند وجود الفحم الحيوي بالمستويات (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية قدرها 0.095–0.103–0.16 غ 100 غ$^{-1}$ على التوالي مقارنة بالشاهد. كذلك الأمر سبب الري ب 10 ل.م$^{-2}$ من ماء الجفت مع إضافة الفحم الحيوي (100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$) زيادة معنوية مقدارها 0.106–0.11–0.209 غ 100 غ$^{-1}$ على التوالي مقارنة بالشاهد.

تظهر نتائج هذه الدراسة متوافقة مع (Severoğlu et al., 2023) الذي ذكر زيادة محتوى العناصر الكبرى لنبات فول الصويا بعد إضافة 5% فحم حيوي. ارتفع محتوى النيتروجين، الفوسفور، والبوتاسيوم في كامل النبات تحت إضافة المعدل العالي للفحم الحيوي لقش الذرة (5000 كغ دونم$^{-1}$) بمقدار 28.35، 13.65، و28.78%، على التوالي في مرحلة امتلاء القرون مقارنة بالشاهد بدون إضافة مما يشير إلى أن تطبيق الفحم الحيوي يزيد من امتصاص فول الصويا النيتروجين الفوسفور والبوتاسيوم (Liu et al., 2020).

الجدول رقم (5): محتوى بذور فول الصويا من العناصر الغذائية الكبرى (ازوت بوتاسيوم وفوسفور غ 100 غ$^{-1}$) تحت تأثير ماء الجفت والفحم الحيوي.

المعاملة	أزوت غ 100 غ$^{-1}$	بوتاسيوم غ 100 غ$^{-1}$	فوسفور غ 100 غ$^{-1}$
C0W0	4.376	1.31	0.331
C0W1	4.792	1.67	0.37
C0W2	5.197	1.79	0.416
C1W0	4.824	1.63	0.351
C1W1	5.266	1.7	0.426
C1W2	5.297	1.8	0.437
C2W0	4.989	1.66	0.36
C2W1	5.294	1.74	0.434
C2W2	5.325	1.83	0.441
C3W0	5.104	1.7	0.382
C3W1	5.318	1.81	0.491
C3W2	5.536	1.93	0.54
Lsd $_{0,05}$	0.158	0.062	0.047

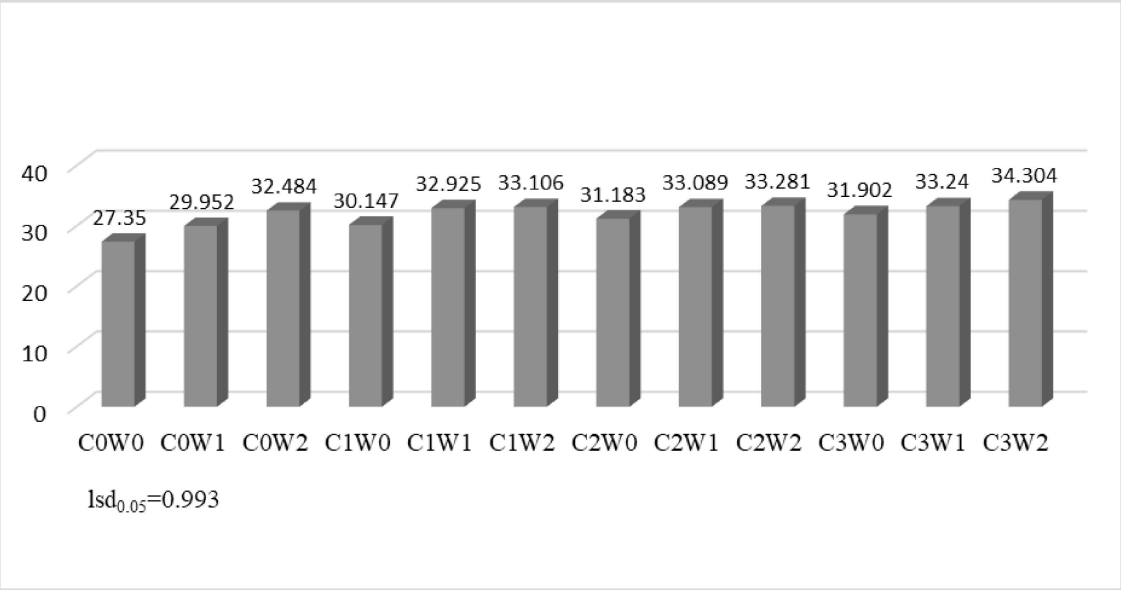
نسبة البروتين

تحتوي بذور فول الصويا على نسبة عالية من البروتين (40٪) وهي غنية بالأحماض الأمينية الأساسية، مثل الفينيل ألانين، والفالين، والتربتوفان، والثريونين، والليسين، والليوسين، والإيسولوسين، والأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت، مثل الميثيونين والسيستين، والتي تعتبر ضرورية لنظام غذائي متوازن .(Basson et al., 2021; Krishnan, 2005)

يعبر الشكل (1) عن تأثير كل من الفحم الحيوي وماء الجفت وأثرهما المتداخل في محتوى بذور فول الصويا من البروتين. تراوحت نسبة البروتين لبذور فول الصويا بين 27.35% في معاملة الشاهد و34.30% في المعاملة 10 ل.م$^{-2}$ ماء جفت و600 كغ. دونم$^{-1}$ فحم حيوي.

امتلكت بذور فول الصويا عند الري ب 10 ل.م$^{-2}$ من ماء الجفت لوحده (ديوب وآخرون 2025) قيماً بمعنوية أعلى من نسبة البروتين مقارنة بإضافة الفحم الحيوي منفرداً عند المستويين 100 و300 كغ. دونم$^{-1}$ ولكن بدون ظهور أي فرق معنوي مع المستوى 600 كغ. دونم$^{-1}$ من الفحم الحيوي. بينما تميزت المعاملتين ذات مستوى ماء جفت 10 ل.م$^{-2}$ وفحم حيوي 300–600 كغ. دونم$^{-1}$ بالمحتوى الأعلى للبروتين في بذور نبات فول الصويا (33.28 و34.30%) مع وجود فرق معنوي بين المعاملتين.

حقق التداخل بين المستوى الأول من ماء الجفت 5 ل.م$^{-2}$ عند وجود الفحم الحيوي بالمستويات 100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$ زيادة معنوية قدرها (5.57–5.73–5.89%) على التوالي مقارنة بالشاهد. بينما سبب الري ب 10 ل.م$^{-2}$ من ماء الجفت مع إضافة الفحم الحيوي 100–300–600 كغ. دونم$^{-1}$ زيادة معنوية مقدارها (5.75–5.93–6.95%) تباعاً مقارنة بالشاهد.



الشكل رقم(1): نسبة البروتين% في بذور نبات فول الصويا تحت تأثير الفحم الحيوي وماء الجفت

7–الاستنتاجات والتوصيات:

1– أدت إضافات ماء الجفت لوحده إلى زيادة مؤشرات النمو والإنتاجية لنبات فول الصويا بشكل أكبر مقارنة بالإضافة المنفردة لماء الجفت. بلغ أعلى طول نبات، دليل مساحة مسطح ورقي وإنتاجية لنبات فول الصويا عند استخدام الفحم الحيوي بالمستوى 600 كغ دونم$^{-1}$ والري بماء الجفت بمستوى 10 ل م$^{-2}$.

2–تمكن ماء الجفت من التأثير بشكل أكبر من الفحم الحيوي في زيادة محتوى بذور فول الصويا من العناصر الغذائية الكبرى (أزوت فوسفور وبوتاسيوم) عند الإضافة المنفردة لكل منهما. بينما كان أثر التداخل أفضل وخصوصاً عند المستوى 600 كغ دونم$^{-1}$ من الفحم الحيوي والري بماء الجفت بمستوى 10 ل م$^{-2}$ حيث بلغ نسبة الزيادة في كل من الفوسفور البوتاسيوم الأزوت مقدار 63.14%،47.32%و25.05 على التوالي.

وانطلاقاً من ذلك نوصي بما يلي:

1–التوصية بإضافة الفحم الحيوي بمعدل 600 كغ دونم$^{-1}$ مع ماء الجفت عند المستوى 10 ل م$^{-2}$ لتربة لومية في ظروف الساحل السوري لتحسين مؤشرات النمو والإنتاجية ومحتوى البذور من العناصر الغذائية الكبرى (أزوت، فوسفور وبوتاسيوم).

2–إجراء الدراسة على نبات فول الصويا باستخدام هذا النوع من الفحم الحيوي وأنواع مختلفة على أنواع أخرى من ترب الساحل السوري لمعرفة نسبة الإضافة المثلى من الفحم الحيوي وماء الجفت في تحسين مؤشرات النمو والإنتاجية لنبات فول الصويا.

3– دراسة تأثير الفحم الحيوي وماء الجفت على الخواص الفيزيائية لأنواع مختلفة من الترب.

المراجع :

كبيبو، عيسى؛ بوعيسى، عبد العزيز؛ بد ا رف، أمجد، تأثير إضافة مستويات مختلفة من مياه عصر الزيتون مع التسميد على بعض الخواص الكيميائية لتربة مزروعة بالحمضيات وعلى إنتاجية.(2011) . مجلة جامعة تشرين–سلسلة العلوم البيولوجية

رقية ن.، محمد ي & .,قاجو أ. (2019). تأثير الكثافة النباتية ومواعيد الزراعة في إنتاجية بعض أصناف فول الصويا تحت ظروف منطقة الساحل السوري .*مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة العلوم البيولوجية* .(2)*30* , استرجع في من https://journal.tishreen.edu.sy/index.php/bioscnc/article/view/5917

ديوب إ.، جهاد إبراهيم، سمر حسن، & أولا قاجو. (2024). The effect of amendment with different rates of biochar on physical and hydrodynamical soil characteristics and in soybean (Glycine max.L) productivity . Tishreen University Journal –Biological Sciences Series, 46(1), 55–68. Retrieved from http://www.journal.tishreen.edu.sy/index.php/bioscnc/article/view/16477

ديوب إ.، جهاد إبراهيم، سمر حسن، & أولا قاجو. (2025). أثر ماء الجفت في بعض الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة وفي نمو وإنتاجية نبات فول الصويا. المجلة السورية للبحوث الزراعية المجلد (12) العدد (5) تشرين الأول. قُبلت للنشر.

1. Affholder F., Poeydebat, C., Corbeels, M., Scopel, E., & Tittonell, P. (2013). The yield gap of major food crops in family agriculture in the tropics: Assessment and analysis through field surveys and modeling. *Field Crop Res*, *143*, 106–118.

2. Aranda, V., Caleroa, J., Plaza, I., & Ontiveros-Ortega, A. (2016). *Long-term effects of olive mill pomace co-compost on wettability and soil quality in olive groves Geoderma* (Vol. 267, pp. 185–195).

3. Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Hipps, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricul-tural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant Soil*, *33*, 1–18.

4. BACCARI, M. M. A. J. O. N. E., PETRANGELI, M., PAPINI, M., CAPASSO, R. E. V. I. D. E. N. T. E., SCHIVO, A., ORRU, L., & G.MARCIAL, M. A. C. R. I. S. T. I. N. Z. O. (2003). TORRISI,Enhancement of anaerobic treatability of olive oil mill effluents by addition of Ca(OH)2 and bentonite intermediate solid/ liquid separation. Rroceeding of the 1st World Congress of the without "International Water Association". *J. Apple. Bacterial,79*, 3-7 13-.

5. Barbera, A., Maucieri, C., Cavallaro, V., Ioppolo, A., & Spagna, G. (2013). Effects of spreading olive mill wastewater on soil properties and crops, a review. *Agric. Water Manag*, *119*, 43–53.

6. Basson, A. R., Ahmed, S., Almutairi, R., Seo, B., & Cominelli, F. (2021). Regulation of Intestinal Inflammation by Soybean and Soy-Derived Compounds. *Foods*, *10*, 774.

7. Brunetti, G., Senesi, N., & Plaza, C. (2007). Effects of amendment with treated and untreated olive oil mill wastewaters on soil properties, soil humic substances and wheat yield. *Geoderma*, *138*(1–2), 144–152.

8. Brynda, J., Skoblia, S., Pohořelý, M., Beňo, Z., Soukup, K., Jeremiáš, M., & Svoboda, K. (2020). Wood chips gasification in a fixed-bed multi-stage gasifier for decentralized high-efficiency CHP and biochar production: Long-term commercial operation. *Fuel*, *281*, 118637.

9. Chehab, H., Tekaya, M., Ouhibi, M., Gouiaa, M., Zakhama, H., Mahjoub, Z., Laamari, S., Sfina, H., B.Chihaoui, D. B., & B. (2019). *MechriEffects of compost, olive mill wastewater, and legume cover cropsonsoil characteristics, tree performance, and oil quality of olive trees cv Chemlali grown under organic farming system Scientia Horticultura* (Vol. 253, pp. 163–171).

10. Collivignarelli, M., Abbà, A., Frattarola, A., Carnevale Miino, M., Padovani, S., Katsoyiannis, I., & Torretta, V. (2019). Legislation for the reuse of biosolids on agricultural land in Europe: Overview. *Sustainability*, *11*(21), 6015. https://doi.org/10.3390/su11216015

11. Gross, A. & B. (2021). Glaser Meta-analysis on how manure application changes soil organic carbon storage Sci. *Rep*, *11*, 1–13, 10 1038 41598-021-82739-7.

12. Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Rahman, A., Mahmud, J. A., Hossain, M. S., & Fujita, M. (2016). Soybean production and environmental stresses. – *Environmental Stresses in Soybean Production*, *2*, 61–102.

13. Jien, S.-H., & Wang, C.-S. (2013). Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*, *110*, 225–233.

14. K.N., D., Singh, T. B., Athokpam, H. S., N.B., S., & D, S. (2013). Influence of inorganic, biological and organic manures on nodulation and yield of soybean ('Glycine max Merril' L.) and soil properties (online. *AJCS*, *7*(9), 1407–1415.

15. Kostova, A. A., Novaselova, U. K., & Gareast, A. P. (1984). Increasing the production of plant protein. *Moscow*, *P192*.

16. Krishnan, H. B. (2005). Engineering Soybean for Enhanced Sulfur Amino Acid Content. *Crop Sci*, *45*, 454–461.

17. Liu, D., Feng, Z., Zhu, H., Yu, L., Yang, K., Yu, S., & Guo, W. (2020). Effects of corn straw biochar application on soybean growth and alkaline soil properties. *BioResources*, *15*(1), 1463–1481.

18. Liu, J.-J., Yao, Q., Li, Y.-S., Zhang, W., Mi, G., Chen, X.-L., Yu, Z.-H., & Wang, G.-H. (2019). Continuous cropping of soybean alters the bulk and rhizospheric soil fungal communities in a Mollisol of Northeast PR China. *Land Degrad. Dev*, *30*, 1725–1738.

19. Mekki, A., Dhouib, A., & Sayadi, S. R. (2013). Effects of olive mill wastewater application on soil properties and plants growth. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric*, *2*, 15–21.

20. Miao, S.-J., Qiao, Y.-F., & Han, X.-Z. (2007). Review of researches on obstacles of continuous cropping of soybean. *Chin. J. Eco-Agric*, *3*, 203–206.

21. Mimmo, T., Panzacchi, P., Baratieri, M., Davies, C. A., Tonon, G., A., Z., K., S., S., R., & G. (2014). Effect of pyrolysis temperature on miscanthus (Miscanthus × giganteus) bioCross. In *Biochar in European Soils and Agriculture: Science and Practice* (pp. 73–98). Routledge.

22. Mohawesh, O., Albalasmeh, A., Al-Hamaiedeh, H., Qaraleh, S., Maaitah, O., Bawalize, A., & Almajali, D. (2020). Controlled land application of olive mill wastewater (OMW): Enhance soil indices and barley growth performance in arid environments. *Water, Air, & Soil Pollution*, *231*(5), 214. https://doi.org/10.1007/s11270-020-04612-z

23. Mohawesh, O., Al-Hamaiedeh, H., Albalasmeh, A., Qaraleh, S., & Haddadin, M. (2019). Effect of olive mill wastewater (OMW) application on soil properties and wheat growth performance under rain-fed conditions. *Water, Air, and Soil Pollution*, *230*(7). https://doi.org/10.1007/s11270-019-4208-8

24. Pearson, D. (1981). *The chemical analysis of food. Chemical publishing company*. INC.

25. Premalatha, R. P., Poorna Bindu, J., Nivetha, E., Malarvizhi, P., Manorama, K., E, P., & Davamani, V. (2023). A review on biochar's effect on soil properties and crop growth. *Front. Energy Res*, *11*(1092637). https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1092637

26. ROKAIA, N., M.AABDULAZIZ, I., ABDULHAMID, S. S. A. L. A. M. E. H., Y.MOHAMMED, T. A. L. I. D. I. B., & F.S.A.A.D. (2005). *Field crop production*.

27. Saadi, I., Laor, Y., Raviv, M., & Medina, S. (2007). Land spreading of olive mill wastewater: Effects on soil microbial activity and potential phytotoxicity. *Chemosphere*, *66*, 75–83.

28. Sadowska, U., Domagala-Swiatkiewicz, I., & Zabinski, A. (2020). Biochar and its effects on plant-soil Macronutrient cycling during a three-year field trial on sandy soil with peppermint (Mentha piperita L.). Part I: Yield and macro element content in soil and plant biomass. *Agronomy*, *10*.

29. Severoğlu, S., Yıldırım, E., Ekinci, M., Güllap, M. K., Karabacak, T., Aktaş, H., & Çerit, N. (2023). The Effect of Biochar Applications at Different Doses on Soybean Seedlings Grown in Salty Conditions. *Turkish Journal of Range and Forage Science*, *4*(1), 38–42.

30. SODAH, M. G., Jayeoba, O. J., Amana, S. M., & Jibrin, I. M. (2022). *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, *6*(4), 12–16.

31. Suppadit, T., Phumkokrak, N., & Poungsuk, P. (2012). The effect of using quail litter biochar on soybean (Glycine max [L.] Merr.) production. *Chil. J. Agric. Res*, *72*, 244–251. https://doi.org/10.4067/S0718-58392012000200013

32. Tagoe, S., Horiuchi, T., & Matsui, T. (2008). Effects of carbonized and dried chicken manures on the growth, yield, and N content of soybean. *Plant Soil*, *306*, 211–220. https://doi.org/10.1007/s11104-008-9573-9

33. Teguh, W., Zulfikar, M., Tufaila, A. M., Sarman, M., & Zamrun, F. (2017). *Agricultural wastes based-organic fertilizers (Bokashi) improve the growth and yield of soybean*. http://iaras.org/iaras/journals/ijas

34. Tendon, H. L. S. (2005). *Analysis of Soils, Plants, Waters and Fertilizers*.

35. The effect of amendment with different rates of biochar on physical and hydrodynamical soil characteristics and in soybean (Glycine max.L) productivity. (2024). *Tishreen University Journal -Biological Sciences Series*, *46*(1), 55–68.

36. Vella, F., Galli, E., Calandrelli, R., Cautela, D., & B. (2016). Laratta Effect of olive mill wastewater spreading on soil properties Bull. *Environ. Contam. Toxicol*, *97*, 138–144.

37. Wang, L.-G., Shen, A.-L., Sun, K.-G., & Wu, J.-C. (2001). Reserch advances on obstacles and Modulations of soybean continuous cropping. *Soil Fertil*, *5*, 3–8.

38. Zerihun, A., & Haile, D. (2017). The effect of organic and inorganic fertilizers on the yield of two contrasting soybean varieties and residual nutrient effects on a subsequent finger millet crop. *Agronomy*, *7*, 1–15.

39. Z.H., W., S.X., L., & S, M. (2008). Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *J. Sci. Food Agric*, *88*, 7–2.

40. Zhang, Y., Ding, J., Wang, H., Su, L., & Zhao, C. (2020). Biochar addition alleviate the negative effects of drought and salinity stress on soybean productivity and water use efficiency. *BMC Plant Biology*, *20*, 1–11.

41. ZHU, Q., KONG, L., SHAN, Y., YAO, X., ZHANG, H., XIE, F., & AO, X. (2019). Effect of biochar on grain yield and leaf photosynthetic physiology of soybean cultivars with different phosphorus efficiencies. *Journal of Integrative Agriculture*, *18*(10), 2242–2254.

42. رقية ن.، & ق. أ.، محمد ي. (2019). تأثير *البيولوجية*، *30*(2). https://journal.tishreen.edu.sy/index.php/bioscnc/article/view/5917

43. Kumar A., Kumar V., Lal S.K., Jolly M., Sachdev A. 2014. Influence of gamma rays and ethyl methane sulphonate (EMS) on the levels of phytic acid, raffinose family oligosaccharides and antioxidants in soybean seeds of different genotypes. J Plant Biochem Biotechnol., 24: 204–209

44. Han, Y.; Chen, X.–W.; Wang, E.–H.; Xia, X.–Y. Optimum biochar preparations enhance phosphorus availability in amended Mollisols of Northeast China. Chil. J. Agric. Res. 2019, 79, 153–164.

45. Pathan, M.S.; Sleper, D.A. Advances in Soybean Breeding. In Genetics and Genomics of Soybean; Stacey, G., Ed.; Springer: New York, NY, USA, 2008; pp. 113–133

46. Hartman, G.L.; West, E.D.; Herman, T.K. Crops that feed the World 2. Soybean—Worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. Food Secur. 2011, 3, 5–17.

47. Pettersson, D.; Pontoppidan, K. Soybean Meal and The Potential for Upgrading Its Feeding Value by Enzyme Supplementation. In Soybean; Hany, A.E.–S., Ed.; IntechOpen: Rijeka, Italy, 2013; Chapter 13.

48. Seo, J.–H.; Kim, K.–S.; Ko, J.–M.; Choi, M.–S.; Kang, B.–K.; Kwon, S.–W.; Jun, T.–H. Quantitative trait locus analysis for soybean (Glycine max) seed protein and oil concentrations using selected breeding populations. Plant Breed. 2019, 138, 95–104.