Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Science 03 (3): 199-208, 2025
Doi: https://doi.org/10.54172/68gf4s02

Research Article **Open Access**

تأثير عدد مرات الرش الورقي بحمض الهيوميك (Humic acid) على النمو الخضري والإنتاجية لنبات الفلفل (*Capsicum annuum* L)

فاطمة عقوب حسين محمد*، السنوسي سليمان عمر مسعود، فيروزعلي بوبكر بوعجيلة

فاطمة عقوب حسين محمد قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا
السنوسي سليمان عمر مسعود قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا
فيروزعلي بوبكر بوعجيلة قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

المستخلص: تم تنفيذ التجربة في مزرعة كلية الزراعة جامعة عمر المختار خلال الموسم الزراعي لسنة 2022 وذلك لدراسة تأثيرعدد مرات الرش بحمض الهيوميك 1% علي النمو الخضري والثمري لنبات الفلفل صنف ستارتير **(Starter)** . شملت التجربة علي المعاملات التالية : الرش بالماء فقط (شاهد)، الرش مرة واحدة (بعد أسبوعين من الزراعة)، الرش مرتين (بعد أسبوعين من الزراعة، و بعد ثلاثة أسابيع من الزراعة)، وتمت زراعة الشتلات في الحقل يوم 10 أغسطس 2022، وكان عمر الشتلات 45 يوم. صممت التجربة بالقطاعات كاملة العشوائية مع ثلاث مكررات، و كانت الصفات الخضرية المدروسة هي (ارتفاع النبات، عدد الأوراق/ نبات ، عدد الأفرع/ نبات، الكلورفيل) بينما الصفات الثمرية (متوسط وزن الثمرة، متوسط طول الثمرة، عدد الثمار/نبات، وزن المحصول /نبات). أوضحت النتائج أن الرش مرتين، بعد أسبوعين وثلاثة أسابيع من الزراعة، حقق أعلى القيم لجميع الصفات الخضرية والثمرية المدروسة، ويليه الرش مرة واحدة بعد أسبوعين من الزراعة، بينما سجلت معاملة الشاهد (الرش بالماء المقطر فقط) أقل القيم لهذه الصفات.

الكلمات المفتاحية : الفلفل الحار – ارتفاع النبات– الكلورفيل – وزن الثمرة.

***Corresponding author:** Muhammad,F.A.H:
fatmaalshlmany@omu.edu.ly
Dep. Horti. Fac. Agric. Omar Al-MukhtarUniv., Libya.
Second Author: S.S.O., Masoud
elsanoosi.sleman@omu.edu.ly
F. A. Buojaylah
fayrouz.buojaylah@omu.edu.ly
Dep. Horti. Fac. Agric. Omar Al-MukhtarUniv.

Received: 28.05.2025

Accepted: 28.09.2025

Publish online: 2025/12/31

Responses of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Vegetative Growth and Yield to Different Numbers of Humic Acid Foliar Sprays.

Abstract: The experiment was conducted at the farm of the Agriculture Faculty, Omar Al-Mukhtar University, during the growing season 2022, to investigate the effect of humic acid by spraying it with different times on the vegetative and fruit growth of hot pepper, the Starter variety. The experiment included the following treatments: spraying with water only (control), spraying once (two weeks after planting), spraying twice (two weeks after planting and three weeks after planting), and the seedlings were planted in the field on 8th Aug. 2022, and the seedlings were 45 days old. The experiment was designed in completely randomized blocks with three replications. The vegetative traits studied were plant height, number of leaves/plant, number of branches/plant, chlorophyll leaf content, while the fruiting traits were fruit weight, fruit length, number of fruits/plant, and crop weight/plant. The results showed that spraying twice three weeks after planting recorded the highest values for all the vegetative and fruiting traits studied, followed by spraying once two weeks after planting compared to the control treatment, which recorded the lowest values.

Keywords: Hot pepper- Fruit length- plant height- chlorophyll- fruit weight

The Author(s) 2025. This article is distributed under the terms of the *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License* (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, *for non-commercial purposes only*, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

المقدمة

ينتمي الفلفل الحار(*Capsicum annum*) إلى العائلة الباذنجانية، ويشتهر بنكهته العطرية وقوته اللاذعة، تُعد الهند المنتج والمستهلك والمصدر الأكبر للفلفل الحار عالمياً، حيث تساهم بنحو 40**%** من إجمالي الإنتاج العالمي، ويُستهلك الفلفل الحار كتوابل طازجة ومجففة (Bosland و Vostava ، 2000)، كذلك يُعتبر الفلفل الحار أحد النباتات الطبية القيمة في الصناعات الدوائية، ويعود ذلك لاحتوائه على كميات عالية من مضادات الأكسدة ومركب الكابسيسين كمواد فعالة رئيسية (Navarro وآخرون، 2006)، ويُسهم وجود الكابسيسين، وهو قلويد بلوري متطاير، في إضفاء الطعم اللاذع على الفلفل الحار، بينما يُعزى اللون الأحمر المميز للفلفل الحار إلى وجود صبغة الكابسانثين (Sindhusha وRawat، 2020).

يعتبر حمض الهيوميك مكونًا حيويًا متوافقًا مع مبادئ الزراعة العضوية، حيث يساهم في تحسين صحة التربة ونمو النبات بشكل طبيعي ومستدام، ويحقق العديد من جوانب الاستدامة البيئية والاقتصادية بتقليل الاعتماد على المدخلات الكيميائية الضارة، وزيادة الإنتاجية والجودة، ودعم الممارسات الزراعية الصديقة للبيئة والمجتمع (Bahuguna وآخرون، 2022)، ويعتبر الرش الورقي لحمض الهيوميك وسيلة فعالة لتوصيل هذه المغذيات الهامة للنباتات، وتحفيز النمو الخضري والإزهار والعقد بشكل مباشر، وتجاوز مشاكل امتصاص التربة عند رشه على الأوراق، يمكن لحمض الهيوميك أن يزيد من إنتاج الكلوروفيل، ويحسن التمثيل الضوئي، ويحفز نمو الجذور (Haghighi وآخرون، 2012)، ويمكن أن يساعد الرش بحمض الهيوميك أيضًا على حماية النباتات من عوامل الإجهاد مثل الجفاف والحرارة والأمراض (Eshwar وآخرون، 2017)، كذلك يؤدي الرش الورقي بحمض الهيوميك إلى تحفيز مضادات الأكسدة باستمرار مثل التوكوفيرال، وألفا وبيتا كاروتين، وتركيزات حمض الأسكوربيك (Zhang، 1997)، علاوة على ذلك، تؤدي الأسمدة السائلة التي تحتوي على حمض الهيوميك إلى زيادة وزن الثمار وإنتاجيتها ومحتوى المواد الصلبة القابلة للذوبان في الثمار(Li وآخرون، 1999؛ Tan، 2003)، كذلك يؤثر حمض الهيوميك على تراكم السكر القابل للاختزال مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الذبول من خلال تعزيز الضغط الأسموزي داخل النباتات، كما لاحظ العديد من الباحثين تعزيز نشاط البيروكسيدات بحمض الهيوميك وإنبات البذور وامتصاص العناصر الغذائية ونمو الجذور مما يزيد صفات النموي الخضري والثمري لمحصول الفلفل(Adani وآخرون، 1998؛ Shehata وآخرون، 2011؛ Fathima وDenesh، 2013). ويمكن أن يعزى تأثير حمض الهيوميك على ثمار الفلفل إلى زيادة نمو النبات الناتج عن زيادة نشاط الكائنات الدقيقة مثل الفطريات والبكتيريا والطحالب (Arancon وآخرون، 2004). وتعمل الأحماض الدبالية كمنظم للنمو لتنظيم مستوى الهرمونات وتحسين نمو النبات وإنتاجيته وتعزيز تحمل الإجهاد، كما يزيد أيضًا من قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية عند إضافته إلى التربة (Piccolo وآخرون، 1992**a**)، وكانت هذه النتائج متوافقة مع تلك التي حصل عليها(El-Bassiony وآخرون، 2010) على الفاصولياء (Khalil وآخرون، 2012)، وعلى نباتات الفلفل الحار، كما أدى رش نباتات الفلفل بحامض الهيوميك بمستوى 2 جرام/ لتر إلى أفضل صفات الثمار الفيزيائية مقارنة بالتراكيز الأخرى، ويدعم اتجاهات هذه النتائج (Erik وآخرون، 2000؛ El-Desuki، 2004؛ Khalil وآخرون، 2012) كذلك أوضحت دراسة قام بها (Zhang وErvin،2004) أن الرش الورقي بحامض الهيوميك أدى إلى زيادة الإنتاجية /النبات، وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثيرعدد مرات الرش الورقي بحمض الهيوميك علي صفات النمو الخضري والثمري للفلفل الحار.

المواد وطرق البحث

أجريت التجربة في مزرعة كلية الزراعة جامعة عمر المختار خلال موسم 2022، حيث زرعت الشتلات في 10 أغسطس 2022م، وعمر الشتلات 45 يوما، وقد أخذت عينة سطحية (0-30 سم) من تربة موقع الدراسة قبل الزراعة للتعرف على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه التربة ، وذلك وفق الطرق المتبعة في تحاليل التربة الزراعية، والتي شملت كل من: قوام التربة، حيث استخدمت طريقة الهيدروميتر (Hydrometer method) لتحديد نسب الرمل، الطمي، والطين. و قيست درجة الحموضة (pH) في معلق تربة/ ماء باستخدام جهاز قياس الحموضة (pH meter). كذلك التوصيل الكهربائي (EC) لقياس الأملاح الذائبة في محلول التربة/الماء بجهاز (EC meter) ، بينما قدرت المادة العضوية باستخدام طريقة Walkley-Black method (Brady Weil. 2016)، والنيتروجين الكلي باستخدام طريقة (Kjeldahl method)، والبوتاسيوم باستخدام جهاز(Flame photometer).

تصميم التجربة: صممت التجربة بالقطاعات كاملة العشوائية مع ثلاث مكررات، وكان توزيع المعاملات علي النحو الآتي:

- الرش بالماءالمقطر فقط (شاهد)

- الرش مرة واحدة بحمض الهيوميك 1% (بعد أسبوعين من الزراعة)
- الرش مرتين بحمض الهيوميك 1% (بعدأسبوعين وبعد ثلاثة أسابيع من الزراعة).

الصفات المدروسة:

1. الصفات الخضرية التي شملت: ارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق لكل نبات، وعدد الأفرع لكل نبات، حيث قُيِّمت هذه الصفات كمتوسط لخمسة نباتات. كما قدر محتوى الأوراق من الكلوروفيل وفق طريقة (Ranganna, 1977)، وذلك بقياس الكثافة الضوئية لمستخلص وزنه 1 جم من الأوراق في مذيب عضوي (أسيتون 85%) باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) عند الطولين الموجيين 663 و645 نانومتر، وفق المعادلة:

Total chlorophyll = 20.2× D645+ 8.02× D663 (v/ w×1000)

2. الصفات الثمرية المدروسة: تم الحصاد بتاريخ 28 أكتوبر خلال موسم الدراسة، وسُجِّلت البيانات الآتية كمتوسط لعشرة نباتات: وزن الثمرة (جم)، طول الثمرة (سم)، عدد الثمار لكل نبات، ووزن المحصول لكل نبات (كجم).

التحليل الإحصائي: أُجري تحليل التباين (ANOVA)، وتمت مقارنة متوسطات المعاملات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.05، وفقًا لما أورده Gomez وGomez (1984) باستخدام برنامج (SAS، 2008).

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج تحليل التربة (جدول 1) أنها تربة طميية ثقيلة (**Clay loam**)، ذات محتوى معتدل من المادة العضوية (2.45%)، وحموضة التربة تميل إلى القاعدية الخفيفة (**pH = 7.96**)، ومستوى ملوحة منخفض (1.30 **mS/cm**).

جدول:(1). الخصائص الفيزيائية والكيميائية المختبرة لتربة التجربة في الموسم 2022

خصائص التربة		القيم
تركيب التربة	رمل %	**15.25**
	سلت %	**53.60**
	طين %	**31.15**
مادة عضوية **O.M** (%)		**2.45**
توصيل كهربائي (مليموز/**cm**)		**1.30**
نيتروجين كلي (%)		**0.23**
pH		**7.96**
كربونات الكالسيوم (**$Ca\ CO_3$**)%		**1.26**
بوتاسيوم **mg/L**		**118**

كما تبين أن محتوى النيتروجين منخفض إلى متوسط (0.23%)، والبوتاسيوم بمستوى جيد (118 **ppm**)، مع انخفاض محتوى كربونات الكالسيوم (1.26%). بينما يظهر جدول (2) الخصائص الكيميائية لحمض الهيوميك (**HA**) المستخدم بالدراسة.

جدول:(2). الخصائص الكيميائية لحمض الهيوميك **(HA)**

المحتوى	القيم
توصيل كهربائي**(dS/m)**	0.8
pH	7.5
(%)مغذيات كبرى	
نيتروجين	5.0
فوسفور	0.5
بوتاسيوم	4.0
مغذيات صغرى(mg/Kg)	
زنك	250
حديد	400
منجنيز	240

الصفات الخضرية: أوضحت نتائج الجدول (3) أن زيادة عدد مرات الرش بحمض الهيوميك أدت إلى تحسين في الصفات الخضرية المدروسة لنبات الفلفل الحار صنف (Starter) مقارنةً بالشاهد. فقد سجلت معاملة الرش مرتين بعد أسبوعين وثلاثة أسابيع من الزراعة أعلى القيم لكل من ارتفاع النبات (56.50 سم)، وعدد الأوراق لكل نبات (117.87 ورقة)، وعدد الأفرع لكل نبات (3.90 فرع)، ومحتوى الكلوروفيل (40.53)، تلتها معاملة الرش مرة واحدة بعد أسبوعين من الزراعة والتي سجلت قيماً متوسطة (39.67 سم، 82.63 ورقة، 3.57 فرع، 36.67 على التوالي). في حين سجلت معاملة الشاهد أقل القيم لجميع الصفات الخضرية المدروسة (32.83 سم، 47.97 ورقة، 3.17 فرع، 36.43 على التوالي). وأظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات في كل من محتوى الكلوروفيل وعدد الأفرع لكل نبات، وقد يُعزى عدم وجود زيادة معنوية في عدد الأفرع الى أن هذه الصفة تتأثر بشكل رئيسي بالعوامل الوراثية، في حين يكون تأثير الظروف البيئية والمعاملات الزراعية ثانوياً، إذ تشير التحليلات الوراثية إلى أن التفرع يتحكم فيه عدد من الجينات المحددة (McCammon و Honma، 1984؛ Pessoa وآخرون، 2019).

في حين أن الرش مرتين بحامض الهيوميك تفوقت معنوياً في صفة عدد الأوراق مقارنةً بمعاملتي الرش مرة واحدة والشاهد، كما سجلت فروقاً معنوية في ارتفاع النبات عند الرش مرتين بحمض الهيوميك، بينما لم تظهر فروق معنوية بين الرش مرة واحدة والشاهد في هذه الصفة.وهذا يتفق مع (Adani وآخرون، 1998) الذي وجد أن كفاءة استخدام النيتروجين زادت مع إضافة حمض الهيوميك الذي عزز نمو النبات وجذره، كما ذكرت Fathima و Denesh (2013) أن مستويات حمض الهيوميك تؤثر بشكل كبير على ارتفاع نبات الفلفل الحار، كما أن الزيادة في عدد الأوراق لكل نبات وارتفاع النبات ربما تعود الى قدرة حمض الهيوميك على تحفيز الأنشطة الهرمونية (Nardi وآخرون، 2002) كذلك أظهرت المعاملة بحمض الهيوميك أيضًا تباينًا كبيرًا في عدد الأوراق لكل النبات و يرجع ذلك إلى قدرة حمض الهيوميك على تحفيز الأنشطة الهرمونية في النباتات وأيضا زيادة نمو النبات، وارتفاع النبات) وقد لاحظ (Dursun وآخرون، 2002)، نفس النتيجة في نباتات الطماطم والباذنجان المعاملة بتراكيز مختلفة من حمض الهيوميك، وقد يكون السبب في زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل عن طريق رش حمض الهيوميك على الورق هو تسارع امتصاص النيتروجين والنترات(NO_3)، مما يعزز استقلاب النيتروجين وإنتاج البروتين بواسطة حمض الهيوميك الذي يؤدي في النهاية إلى زيادة محتوى الكلوروفيل (Haghighi وآخرون، 2012)، كما ذكر (Ayas و Gulser، 2005؛ Shahryari وآخرون، 2011) أن رش نباتات الذرة بحمض الهيوميك زاد من محتوى من النيتروجين مما زاد من انقسام الخلايا وزيادة ارتفاع النبات (جدول 3).

الصفات الثمرية : تشير نتائج الجدول (4) إلى أن معاملات الرش الورقي بحامض الهيوميك لها تأثير معنوي على الصفات الثمرية والإنتاجية لنبات الفلفل، فقد سجلت معاملة الرش مرتين أعلى القيم لكل من وزن المحصول للنبات (2.20 كجم)، وعدد الثمار (47.31 ثمرة/نبات)،

وطول الثمرة (16.33 سم)، ووزن الثمرة (46.55 غ) مقارنة بمعاملة الرش مرة واحدة (1.65 كجم، 40.63 ثمرة، 14.83 سم، 40.60 جم على التوالي)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل القيم في جميع الصفات (0.37 كجم، 11.23 ثمرة، 12.00 سم، 32.70 جم)ويُعزى هذا التفوق في الصفات الثمرية عند الرش بحامض الهيوميك إلى دوره في تعزيز الامتصاص الفعال للعناصر الغذائية وزيادة النشاط الفسيولوجي للنبات، مما انعكس على تحسين العقد الزهري وزيادة عدد الثمار وحجمها، كما أن حمض الهيوميك يعمل على تنشيط التمثيل الضوئي وزيادة كفاءة التحويل الحيوي للمواد الكربوهيدراتية، الأمر الذي انعكس في زيادة الوزن الطازج للثمار، وقد كانت النتائج متوافقة مع تلك التي تحصل عليها (Arancon وآخرون، 2004؛Yildirim، 2007؛(EL- nemr وآخرون، 2012؛ Pavani وآخرون، 2022)

جدول:(3). تأثير عدد مرات الرش بحمض الهيوميك علي الصفات الخضرية للفلفل الحار

المعاملات	رتفاع النبات(سم)	الكلورفيل مل/جم	عدد الأفرع/ نبات	عدد الأوراق/ نبات
الشاهد	32.83b	36.43a	3.17a	47.97c
الرش مرة واحدة	39.67b	36.67a	3.57a	82.63b
الرش مرتين	56.50a	40.53a	3.90a	117.87a
LDS $_{(0.05)}$	13.00	5.28	0.50	11.18

ويمكن أن يعزى تأثير حمض الهيوميك على ثمار الفلفل إلى زيادة نمو النبات الناتج عن زيادة نشاط الكائنات الدقيقة مثل الفطريات والبكتيريا والخمائر والفطريات الشعاعية والطحالب، مما أدى إلى زيادة حجم النبات والمساحة الورقية والتي أدت لزيادة كفاءة التمثيل الضوئي ونتيجة لذلك ازداد وزن الثمار، وتعمل الأحماض الدبالية كمنظم للنمو لتنظيم مستوى الهرمونات وتحسين نمو النبات وإنتاجيته وتعزيز تحمل الإجهاد، كما يزيد أيضًا من قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية عند إضافته إلى التربة (Piccolo وآخرون، b1992). وكانت هذه النتائج متوافقة مع تلك التي حصل عليها (El-Desuki، 2004؛ Zhang وErvin، 2004؛ El-Bassiony وآخرون، 2010؛ Khalil وآخرون، 2012)، وكذلك تحصل (Brunetti وFerrar ، 2008؛ Pavani، 2022) على نتائج مماثلة في تجربة لرش الفلفل الحار بثلاثة تراكيز من الهيوميك، وقد تكون الزيادة في وزن الثمار لكل نبات استجابة لحمض الهيوميك بسبب تعزيز نمو النبات، والمساحة الورقية للنبات التي تعترض الضوء بطريقة جيدة ونتيجة لذلك زاد وزن ثمرة النبات ومن ثم زيادة إنتاجية النبات (Kasperbauer، 1987)، قد يكون بسبب نشاط حمض الهيوميك الشبيه بالأوكسين والجبرلين والسيتوكينين (Brunetti وFerrar ، 2008). كما أظهرت الدراسات أن ميتابوليزم الخلايا النباتية يزداد مع إضافة حمض الهيوميك ونتيجة لذلك تزيد إنتاجية النبات (Turkmen وآخرون، 2004). وقد تعود الزيادة في وزن الثمار لتحفيز تكوين الأحماض الأمينية والنووية والتي تؤثر بصوره واضحة في تكوين البراعم الزهرية (Chen وAviad ، 1990؛ Zamljen وآخرون، 2024 ؛ Hossain وآخرون، 2025)، وزيادة نسبة الإخصاب مما زاد في حجم الثمار فرغم أن حجم ثمرة الفلفل صفة وراثية وفقا للصنف إلا أنها ترتبط بشدة مع عدد البذور في الثمرة (Rylski، 1982).

جدول:(4). تأثير عدد مرات الرش بحمض الهيوميك علي الصفات الثمرية للفلفل الحار

المعاملات	وزن الثمرة	طول الثمرة (سم)	عدد الثمار/نبات	وزن المحصول /نبات
الشاهد	32.70c	12.00c	11.23c	0.37c
الرش مرة واحدة	40.60b	14.83b	40.63b	1.65b
الرش مرتين	46.55a	16.33a	47.31a	2.20a
LDS $_{(0.05)}$	2.91	1.37	12.12	0.54

الاستنتاج والتوصيات: تشير النتائج إلى أن الرش الورقي بحامض الهيوميك بتركيز 1% يعزز النمو والإنتاجية في نباتات الفلفل، ويوصى بإجراء الرش مرتين بعد الزراعة لتحقيق أفضل النتائج، كما يُنصح بمواصلة الدراسات لتقييم تأثير تركيزات أعلى وعدد مرات رش متزايدر، مع مراعاة الظروف البيئية المختلفة، إلى جانب دراسة الجدوى الاقتصادية لتطبيق هذه المعاملة على نطاق أوسع.

المراجع

Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., and Zocchi, G. (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. Journal of plant nutrition, 21(3), 561-575.https://doi.org/10.1080/01904169809365424

Arancon, N.Q., C.A. Edwards, P. Bierman, C. Welch and J.D. Metzger (2004). Influnces of vermicomposts on field strawberries. Bioresource Technol., 93(2): 145-153. https://doi.org/10. 1016/j.biortech. 2003.10.014.

Ayas, H.; and C. Gulser (2005). Effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of corn. Journal of Biological Sciences. 5(6):801-804.

Bahuguna, A., Sharma, S., Rai, A., Bhardwaj, R., Sahoo, S. K., Pandey, A., and Yadav, B. (2022). Advance technology for biostimulants in agriculture. In H. B. Singh and A. Vaishnav (Eds.), New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering (pp. 393-412). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85581-5.00010-0.

Bosland, P.W. and E.J. Vostava (2000). Peppers: vegetable and spice *Capsicum*. CABI publishing, New York, USA. https://doi.org/10.1080/01140671.2012.745161.

Brady, N. C., and Weil, R. R. (2016). The Nature and Properties of Soils (15th ed.). Columbus. EUA Pearson Education.pp180

Brunetti, G., and Ferrara, L. (2008). Humic substances in agriculture: Chemistry, function, and effects on soil and plants. European Journal of Agronomy, 28(2), 83–92.
Chen, Y., and Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. in soil and crop sciences: Selected readings, 161-186. https://doi.org/10.2136/1990.humicsubstances.c7

Dursun, A., I. Guvenc and M. Turan (2002). Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobotanica, 56: 81-88. https://doi.org/10.5586/aa.2002.046.

El-Bassiony, A.M., Z.F. Fawzy, M.M.H. AbdEl-Baky and A. R. Mahmoud (2010). Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6(2): 169-175.

El-Desuki, M. (2004). Response of onion plants to humic acid and mineral fertilizers application. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 42(2): 1955-1964.

El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., and Fawzy, Z. F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and biostimulators. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(3), 630-637.

Erik, B., G. Feibert, C. Clint and L.D. Saunders (2000). Evaluation of humic acid and other nonconventional fertilizer addititives for onion production. Malheur Experiment Station Oregon State University Ontario.

Eshwar, M., Srilatha, M., Rekha, K. B., Sharma, S. H. K., and Eshwar, C. M. (2017). Effect of humic substances (humic, fulvic acid) and chemical fertilizers on nutrient uptake, dry matter production of aerobic rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(5), 1063-1066.

Fathima, P.S. and G.R. Denesh (2013). Influence of humic acid spray on growth and yield of chili.International Journal of Agricultural Sciences, 9(2): 542-546.

Ferrara, G., and Brunetti, G. (2008). Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Italia. OENO One, 42(2), 79-87. https://doi.org/10. 20870/oeno-one.2008.42.2.822.

Gomez, K. A., and Gomez, A. A. (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research (2nd ed.). John Wiley and Sons.

Haghighi, M., Kafi, M., & Fang, P. (2012). Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid. International Journal of Vegetable Science, 18(2), 182-189.https://doi. org/10. 1080/19315260.2011.605826.

Hossain, M. M., Azad, M. A. K., Soren, E. B., Alam, M. N., Ahmed, M. S., Islam, M. S. and Monira, S. (2025). Enhancing growth, yield, and nutritional value of *Capsicum annuum*: evaluating micronutrient ef-

ficiency and varietal performance. Journal of Agriculture and Food Research, 101945. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101945

Kasperbauer, M.J. (1987). Far-red light reflection from green leaves and effects on phytochrome mediated assimilate partitioning under field conditions. Plant physiology., 85: 350-354. https://doi.org/10.1104/pp.85.2.350.

Khalil, A.M., Soha E. Khalil and T.B. Ali (2012). Effect of water stress, antioxidants and humic acid on *Capsicum annum* L. growth, yield and active ingredient under sandy soil conditions. Egypt. J. Appl. Sci., 27(1): 35-56.

Li Nan, L. N., Wang XiXin, W. X., & Lu BinLong, L. B. (1999). Study of the effect of apple liquid fertilizer on the growth and fruit development of Starkrimson apple variety. China fruits, 4: 20-21.

McCammon, K. R., and Honma, S. (1984). Genetics of the "umbrella" branching habit in *Capsicum annuum* L. Theoretical and Applied Genetics, 68(6), 541-545.

Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., and Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food chemistry, 96(1), 66-73. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.057.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34(11), 1527-1536. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8

Pavani, T., Deshmukh, P. W., and Yadav, O. S. (2022). Effect of foliar application of humic acid on yield parameters and quality of chilli. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 11(3), 235-239.

Pessoa, A. M. S., Rêgo, E. D., Santos, C. D., Carvalho, M. D., and Rêgo, M. D. (2019). Inheritance of seedling and plant traits in ornamental pepper (*Capsicum annuum*). Genet. Mol. Res, 18(1), 1-15. http://dx.doi.org/10.4238/gmr18120.

Piccolo, A., Nardi, S., and Concheri, G. (1992a). Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biology and Biochemistry, 24(4), 373-380. https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90197-6.

Piccolo, A., Spiteller, M., and Conte, P. (1992b).Characterization of humic substances by spectroscopic techniques. Soil Science, 154(5), 345–355.

Ranganna, S. (1977). Manual of Analysis of Fruits and Vegetables Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company

Rylski, I., and Spigelman, M. (1982). Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. Scientia Horticulturae, 17(2), 101-106.https://doi.org/10.1016/0304-4238(82)90001-2.

SAS. (2003). Statistical analytical system. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SAS Institute Inc., (2008). Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics, SAS Institute Inc., Editors, Cary, NC, USA Proceedings of Gothenburg Symposium, fifth ed. Springer, Berlin, 47–64.

Shahryari, R., Khayatnezhad, M., and Bahari, N. (2011). Effect of two humic fertilizers on germination and seedling growth of maize genotypes. *Advances in Environmental Biology*, 114-118.

Shehata, S. A., Gharib, A. A., El-Mogy, M. M., Gawad, A., and Shalaby, E. A. (2011). Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research, 5(11), 2304-2308.

Sindhusha, P., and Rawat, M. (2020). Genetic variability and inter-relationship studies among growth, yield and quality parameters in chilli (*Capsicum annuum* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(6), 1526–1530. https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i6v.13166

Tan K.H. (2003). Chemical composition of humic matter. In: Humic matter in soil and the environment. Principles and controversies. Marceland Dekker, New York. USA.

Turkmen, O., A. Dursun, M. Turan and C. Erdinc (2004). Calcium and humic acid effect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seed lings under saline soil conditionspp. *Acta Agric*. Scand., 7: 168-174. https://doi.org/10. 1080/ 090647 10310022014

Yildirim, E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57(2), 182-186. https://doi.org/10.1080/09064710600813107

Zamljen, T., Grohar, M. C., and Slatnar, A. (2024). Effects of pre-and post-transplantation humic acid biostimulant treatment and harvest date on yield quantity and quality parameters of sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Scientia Horticulturae, 338, 113747. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113747

Zhang, X. (1997). Influence of plant growth regulators on turfgrasss growth antioxidant status and drought tolerance. Ph.D Thesis, Faculty Virginia Polytechni (Institute and State University. Pp144.

Zhang, X., and Ervin, E. H. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop science, 44(5), 1737-1745. https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1737