The Effect of Foliar Spraying with Amino Acids on Some Yield Component in Spanish Faba Bean (*Luz de otono variety*)

Dr. Majd Darwish[1]

(Received 12 / 3 / 2019 Accepted 23 / 6 /2019)

□ ABSTRACT □

The experiment was carried out at Hmeimim-Jableh in Lattakia government, according to the randomized complete block design (RCBD), with three replicates per treatment during the season 2018. The research aimed to study the effect of foliar spraying with different concentrations of amino acids (0.5, 1, 2.5, 5 and 10 g/L) on some plant growth and productivity characteristics in Spanish faba bean (*Vicia faba* L.) (*Luz de otono variety*) plants. So, the morphological and physiological (plant height (cm), plant leaf area (cm^2/plant), leaf area index (*LAI*), photosynthesis rate (g/cm^2/day) and crop growth rate (g/m^2/day)), the productivity (the fresh pods yield and its components and the fresh and dry seeds weight) and seed total protein content (%) have been estimated. The results showed a significant difference ($P<0.05$) in the response of faba bean plants to the growth and productivity under foliar application with amino acids. The plants that were sprayed with amino acids concentrations (2.5-10 g/L) revealed significantly ($P<0.05$) superior in most of the studied parameters. The research concluded to the importance of foliar spraying with amino acids in the studied variety, and with several concentrations higher than the recommended and used concentration. Taken together, these amino acids compounds could be recommended in foliar spraying treatments and at concentrations used in this research.

Keywords: faba bean, Amino acids, Productivity, Protein.

[1] **Assistant Professor, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. *E-mail address*: majds26@yahoo.com (M. Darwish).**

أثر الرش الورقي بالأحماض الأمينية في بعض مكونات الإنتاجية لصنف الفول الإسباني (*Luz de otono*)

د. مجد درويش[2]

(تاريخ الإيداع 12 / 3 / 2019. قبل للنشر في 23 / 6 / 2019)

□ ملخّص □

نُفذ البحث في قرية حميميم (منطقة جبلة– محافظة اللاذقية)، في الموسم الزراعي 2018/2017 وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات. هدف البحث إلى دراسة تأثير الرش الورقي بتراكيز مختلفة من الأحماض الأمينية (0.5، 1، 2.5، 5 و10 غ/ل) في بعض خصائص النمو والإنتاجية والنوعية لصنف الفول الإسباني، لوز ديتونو (*Luz de otono*)، عبر قياس مجموعة من مؤشرات النمو المورفولوجية والفيسيولوجية (ارتفاع النبات (سم) ومساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2) ودليل المساحة الورقية (*LAI*)، معدل التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم) ومعدل نمو المحصول (غ/م^2/يوم))، وعناصر الإنتاجية (غلة القرون الخضراء ومكوناتها ووزن البذور الخضراء والجافة هوائياً (غ/نبات)) ومحتوى البذور من البروتين الكلي (%). بيّنت النتائج وجود تباين معنوي (*P<0.05*) في استجابة نباتات الفول (لوز ديتونو) للنمو والإنتاجية تحت ظروف الرش الورقي بالأحماض الأمينية. أظهرت النتائج تفوق المعاملات التي تم رشها بالأحماض الأمينية وبتراكيز تراوحت بين 2.5–10 غ/ل معنوياً (*P<0.05*) في غالبية الصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: الفول، الأحماض الأمينية، الإنتاجية، البروتين.

[2]**مدرس ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

مقدمة:

أن عملية زيادة إنتاج البروتين اللازمة لسد احتياجات الزيادة السكانية إحدى مشاكل هذا العصر، وأن الدور البارز في إيجاد حل لهذه المشكلة يمكن أن يؤديه مصدر البروتين النباتي. تُعد المحاصيل البقولية، مصدراً هاماً للبروتين لعدد كبير من سكان الدول النامية، ففضلاً عن أهميتها الغذائية، العلفية والصناعية والزراعية، تُساعد نباتات هذه المحاصيل في المحافظة على خصوبة التربة وإغنائها بعنصر الآزوت وذلك بفضل نشاط العقد البكتيرية المتشكلة على جذورها في تثبت الآزوت الجوي (العثمان والعساف، 2009).

يُعد الفول (*Vicia faba* L.) أحد أهم المحاصيل البقولية انتشاراً واستخداماً، ويمتلك هذا المحصول قيمة غذائية عالية نظراً لغنا بذوره بالبروتين والعناصر المعدنية والفيتامينات. يُعرف الفول بلحم الفقراء في كثير من دول العالم، ويُستخدم في سورية كمحصول غذائي وعلفي ومخصب للتربة ايضاً (رقية والبودي، 1996)، كما وتُستخدم أغصان النباتات الجافة في بعض الدول الأفريقية كوقود ولصناعة الطوب (Ulukan *et al*., 2003).

تم التركيز، في الآونة الأخيرة، على استخدام منشطات النمو لغرض تحسين نمو وتطور النباتات، فمن هذه المنشطات ما هو صناعي يعتمد في تركيبه على منظمات النمو المنشطة ومشتقاتها ومشابهاتها، منها ما هو طبيعي يعتمد على المستخلصات النباتية المستخرجة بصورة آمنة ومنها الأحماض الأمينية Amino Acids. تُمثل الأحماض الأمينية (Amino Acids)، غالبية النيتروجين العضوي في التربة والمواد الدبالية، وتتكون المادة العضوية بشكل رئيسي في التربة من أحماض الهيوميك والفولفيك والتي تُسمى بالمواد الهيومية (Humic materials)، إذ تساهم هذه المواد في تحسين نمو وتطور النبات. يوفر الرش الورقي على شكل أحماض أمينية منحلة في الماء مكونات جاهزة لتركيب واصطناع البروتين النباتي، حيث تستطيع الخلايا النباتية امتصاص هذه المركبات بشكل طبيعي لتُستخدم بشكل مباشر في العمليات الاستقلابية كعمليات البناء والهدم الحاصلة في النبات (Andriesse 1988 ؛ Schnitzer 1992).

بينت دراسات عديدة أن رش النباتات بالمخصبات العضوية الحاوية على الأحماض الأمينية أدى إلى تسريع نموها وزيادة مسطحها الورقي ومحتوى أوراقها من الكلوروفيل وبالتالي زيادة الانتاج وتحسين نوعيته، إضافةً لزيادة مقدرة النبات على تحمل بعض الإجهادات البيئية اللا إحيائية والأحيائية (McCarthy *et al*., 1990 ؛ Lozek and Fecenko, 1996 ؛ Neri *et al*., 2002).

تلعب الأحماض الأمينية (Amino Acids) أدوراً هامة في النبات، فقد أشارت العديد من الدراسات لدورها في زيادة امتصاص جذور النبات للعناصر المعدنية (Mackowiak *et al*., 2001)، وزيادة استطالة الجذور النباتية (Cenellas *et al*., 2002) وزيادة الوزن الخضري والجاف لنباتات المحاصيل الحقلية (Chen *et al*., 2004).

تُعد الأحماض الامينية (Amino Acids)، منشطات حيوية تُساهم في تسريع النشاط الإنزيمي ضمن النبات، الأمر الذي يقود لآثار إيجابية في نمو النبات وإنتاجيته، وتقليل الضرر الناجم عن الإجهادات البيئية والحيوية (Azimi *et al*., 2013).

بينت نتائج الدراسات بأن المعاملة بالأحماض الأمينية قد حسنت معايير النمو النباتي، إضافةً لزيادة الإنتاجية والنوعية لدى العديد من نباتات المحاصيل الحقلية ومنها: فول الصويا (Saeed *et al*., 2005)، الفريز (Abo-Sedera *et al*., 2010)، الثوم (Shalaby and El-Ramady, 2014) والذرة السكرية (Ragheb, 2016).

وفي تجربة أجراها (El-Ghamry *et al*., 2009) حول تأثير الاحماض الأمينية والدبالية على نمو وغلة نبات الفول (*Vicia faba* L.) ومدى مقاومته للأمراض، فقد اشارت النتائج بأن استخدام الأحماض الدبالية (2000 ppm) مع

الأحماض الأمينية (2000 ppm) أدى لتحسين خصائص النبات المورفولوجية، وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل فضلاً عن زيادة الغلة البذرية.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من كون الفول محصول رئيسي في الزراعة فضلاً عن دوره كمصدر بروتيني نباتي في التغذية البشرية. ونظراً لأهمية ودور الأحماض الأمينية في نمو وتطور النبات، تبرز هنا ضرورة دراسة استجابة صنف الفول الإسباني (المستورد) للمعاملة بالأحماض الأمينية رشاً على الأوراق وذلك للحصول على أعلى إنتاجية متوقعة في وحدة المساحة المزروعة.

يهدف هذا البحث إلى دراسة استجابة صنف الفول الإسباني، لوز ديتونو (*Luz de otono*)، لتأثير الرش الورقي بتراكيز متدرجة من الأحماض الأمينية (Amino Acids)، وذلك لتحديد أفضل التراكيز التي تسهم ايجابياً في نمو وتطور النبات وتُحقق أعلى إنتاجية من البذور.

طرائق البحث ومواده:

نُفذ البحث في قرية حميميم (منطقة جبلة – محافظة اللاذقية) والتي ترتفع عن سطح البحر حوالي 20 م، وذلك في الفترة الممتدة من شهر كانون الأول من عام 2017 وحتى أواخر شهر أيار خلال الموسم الزراعي 2018. أُستخدمت في الزراعة بذور صنف الفول الإسباني، لوز ديتونو (*Luz de otono*)، صنف مستورد ولم يُعتمد بعد للزراعة في ظروف القطر العربي السوري وتم الحصول عليه من شركة القوافل الزراعية، هذا الصنف من انتاج شركة Semillas Fitó الإسبانية، يتمتع بإنتاجية جيدة وتفرع كبير ومبكر جداً (50–60) يوماً، وذو قرون طويلة وضيقة (24–26 سم) تحتوي على 6–7 بذور، كما وتُستخدم قرونه الخضراء بشكل كبير للاستهلاك الطازج.

أُجري تحليل كيميائي لتربة الموقع المراد زراعتها وذلك لمعرفة قوامها ومحتواها من العناصر الغذائية، وجاءت النتائج كما هو مبين في الجدول (1).

جدول (1): يبين بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة (حميم–جبلة– اللاذقية)

تحليل ميكانيكي %			ملغ/كغ تربة جافة			المحتوى الكلي %		EC	PH	السعة التبادلية
طين	سلت	رمل	N	P_2O_5	K_2O	O.M.	$CaCo_3$	ds/m		ميلي مكافئ/100غ تربة
31	12	57	0.2	12	125	1.8	26.5	0.42	7.5	25

تمتاز تربة الموقع بأنها تربة رملية طينية خفيفة فقيرة بالآزوت والمادة العضوية وذات محتوى جيد من الفوسفور والبوتاس. أُجريت العمليات الأساسية لتحضير الأرض للزراعة من تنظيف للأرض، التسميد وفقاً لمعدلات التسميد الموصى بها من وزارة الزراعة ووفقاً لحاجة التربة كما يلي: 100–120 كغ/هكتار (P_2O_5)، 100–200 كغ/هكتار (K_2O)، 40–50 كغ/هكتار (N) و25–30 طن/هكتار، ومن ثم تنعيم التربة وتخطيطها.

أُجريت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، بلغت مساحة القطعة التجريبية الواحدة (4×2.8) م^2، حيث زُرعت البذور في جور على سطور بمعدل (2–3) بذور في الجورة بعمق 5 سم، وبمسافة زراعية وفقاً للتوصيات (70×25) سم: 70 سم بين الأسطر و25 سم بين النباتات على السطر الواحد وذلك لكون نباتات هذا الصنف كثيرة التفرعات، وتم ترك مسافة 1 م وبكافة الاتجاهات بين القطعة والأخرى كممرات خدمة.

تم المعاملة بمركب الأحماض الأمينية (Amino Acids) الذي يحمل الاسم التجاري Green Up Amino 8% NH3 رشاً على الأوراق وبمعدل 3 رشات خلال موسم النمو: رشتان قبل الإزهار ورشة واحدة بعد العقد، أي بمعدل رشة واحدة كل شهر وفق التالي:

– الشاهد (Con): التركيز المنصوح باستخدامه 0.5 غ/ل، رُشت نباتات القطعة التجريبية بمعدل 2.5 غرام/5 لتر ماء.

– معاملة التركيز 1 غ/ل (A_MA_1): رُشت نباتات القطعة التجريبية بمعدل 5 غرام/5 لتر ماء.

– معاملة التركيز 2.5 غ/ل ($A_MA_{2.5}$): رُشت نباتات القطعة التجريبية بمعدل 12.5 غرام/5 لتر ماء.

– معاملة التركيز 5 غ/ل (A_MA_5): رُشت نباتات القطعة التجريبية بمعدل 25 غرام/5 لتر ماء.

– معاملة التركيز 10 غ/ل (A_MA_{10}): رُشت نباتات القطعة التجريبية بمعدل 50 غرام/5 لتر ماء.

وهكذا، كان عدد القطع التجريبية المستخدمة= 1 (صنف الفول) × 5 (الشاهد و4 معاملات للأحماض الأمينية) × 3 (مكررات)= 15 قطعة تجريبية، وبمساحة للقطعة التجريبية الواحدة 11.2 م^2.

دُرست الخصائص والصفات التالية لأربع نباتات في القطعة التجريبية الواحدة في طور 3 و6 أوراق وما بعد العقد:

1– ارتفاع النبات Plant Height (سم/نبات): وذلك بقياس أقصى ارتفاع للنبات (سم) بدءاً من مستوى سطح التربة حتى القمة النامية عند مختلف مراحل النمو.

2– مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area (*PLA*) (سم^2/نبات): تم حساب المساحة الورقية الكلية للنبات وفقاً للباحث (Tshernikova, 1981) وذلك بقياس أقصى طول وعرض للوريقة من المعادلة:

مساحة الوريقة (سم^2) = طول الوريقة (سم) × عرض الوريقة (سم) × 0.583

مساحة الورقة الواحدة Leaf Area (سم^2) = عدد الوريقات × مساحة الوريقة الواحدة (سم^2)

وهكذا، مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (*PLA*) (سم^2/نبات) = مجموع مساحة جميع أوراق النبات.

3– دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (*LAI*): تم حساب دليل المساحة الورقية (*LAI*) بعد معرفة مساحة المسطح الورقي والمساحة التي يشغلها النبات على التربة:

LAI= المساحة الورقية للنبات (سم^2)/ المساحة التي يشغلها النبات (سم^2) (Williams, 1946).

4– المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي Net Photosynthesis Rate (غ/سم^2/يوم): وهي عبارة عن كمية المادة الجافة المطلقة التي يتم تمثيلها في وحدة المساحة من المسطح الورقي خلال فترة زمنية محددة. ويُحسب من المعادلة التالية (Williams, 1946):

$$NPR = \frac{(Log\ e\ L2 - Log\ e\ L1)(W2 - W1)}{(T2 - T1)(L2 - L1)}$$

NPR: صافي انتاج التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم).

L2، *L1*: مساحة الأوراق (سم^2) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

W2 ، *W1*: وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

T2 ، *T1*: عدد الأيام (يوم) بين المرحلتين.

5- معدل نمو المحصول Crop Growth Rate (غ/م^2/يوم): ويعبر عن كمية المادة الجافة المتراكمة في وحدة المساحة المزروعة خلال فترة زمنية محددة وفقاً للباحث (Watson, 1956):

$$CGR = \frac{(W2 - W1)}{\rho\ (T2 - T1)}$$

CGR: معدل نمو المحصول (غ/م^2/يوم).

W2 ، *W1*: وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

ρ: مساحة الأرض المزروعة (م^2).

T2 ، *T1*: عدد الأيام (يوم) بين المرحلتين.

7- مؤشرات الغلة Yield components:

- إنتاجية النبات من القرون (قرن/نبات)
- عدد البذور في القرون (بذرة/قرن)
- عدد البذور الناتجة من كل نبات (بذرة/نبات)
- إنتاجية النبات من البذور الخضراء والجافة هوائياً (غ/نبات)

8- محتوى البذور من البروتين الكلي (%) وفقاً لطريقة (Gornall *et al.*, 1949).

أُجري التحليل الإحصائي عبر البرنامج R statistical software باستخدام الاختبار ANOVA مع Tukey. عُرضت النتائج بشكل متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE) واعُتبرت الفروقات ذات معنوية عند مستوى الاحتمالية $P<0.05$.

النتائج والمناقشة:

1. تأثير الرش بالأحماض الأمينية على ارتفاع النبات Plant Height (سم/نبات)، مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area (سم^2/نبات) ودليل المساحة الورقية Leaf Area Index:

تُعد صفة ارتفاع النبات من الصفات المرتبطة بالصنف ويحددها طول السلاميات وعددها، كما وترتبط ارتباطاً شديداً بطول فترة النمو، وعموماً فإن ارتفاع النبات يزداد بزيادة طول فترة نموه والتي بدورها تتأثر بالظروف البيئية المحيطة بالنبات بما فيها ظروف التغذية (Sokolov *et al.*, 1971).

تُشير معطيات تحليل التباين (الجدول 2) لعدم وجود أية فروق معنوية ($P>0.05$) في صفة ارتفاع النباتات التي تم معاملتها رشاً بالأحماض الأمينية (A_MA) وذلك في مرحلة البادرة (طور 3 أوراق) مقارنةً بالشاهد (Con). وكان تأثير المعاملة رشاً بالأحماض الأمينية معنوياً ($P<0.05$) مع تقدم النبات بالعمر، حيث أشارت النتائج لزيادة معنوية ($P<0.05$) في ارتفاع النبات عند تراكيز الرش 1-5 غ/ل في طور 6 أوراق وعند التراكيز 1-10 غ/ل ما بعد العقد مقارنةً بالشاهد. أدت المعاملة بالأحماض الأمينية (5 و10 غ/ل) لزيادة معنوية ($P<0.05$) أكثر وضوحاً في صفة ارتفاع النبات في مرحلة ما بعد العقد، فبلغ ارتفاع النبات 70 و73 سم على التوالي مقارنةً بالشاهد (56 سم).

جدول (2): ارتفاع النبات (سم)، مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2) ودليل المساحة الورقية (*LAI*) في الفول الإسباني تحت تأثير الرش بالأحماض الأمينية.

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)			مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2)			دليل المساحة الورقية (LAI)		
	طور 3 أوراق	طور 6 أوراق	بعد العقد	طور 3 أوراق	طور 6 أوراق	بعد العقد	طور 3 أوراق	طور 6 أوراق	بعد العقد
Con	13 ± 0,72^a	20 ± 0,74^a	56 ± 3,18^a	192 ± 6,27^a	892 ± 20,27^a	3167 ± 46,7^a	0,11 ± 0,02^a	0,51 ± 0,06^a	1,81 ± 0,14^a
A_MA_1	13 ± 0,43^a	23 ± 0,91^b	65 ± 2,26^b	210 ± 7,19^a	927 ± 30,6^a	3745 ± 39,4^a	0,12 ± 0,02^a	0,53 ± 0,05^a	2,14 ± 0,24^a
$A_MA_{2.5}$	14 ± 0,43^a	23 ± 0,91^b	65 ± 0,91^b	227 ± 5,16^b	1067 ± 50,2^b	5705 ± 113^b	0,13 ± 0,01^a	0,61 ± 0,07^a	3,26 ± 0,41^b
A_MA_5	14 ± 0,81^a	23 ± 0,81^b	70 ± 1,23^{bc}	228 ± 6,29^b	4795 ± 141^c	6282 ± 94,7^c	0,13 ± 0,01^a	2,74 ± 0,56^c	3,59 ± 0,31^b
A_MA_{10}	14 ± 0,51^a	21 ± 1,06^a	73 ± 0,79^c	229 ± 8,15^b	4935 ± 87,6^c	9887 ± 139^c	0,13 ± 0,01^a	2,82 ± 0,34^c	5,65 ± 0,52^c

تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ومرحلة نمو (*P<0.05*, ANOVA–Tukey test).

يُعد المسطح الورقي الذي يُشكله النبات مؤشراً مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بظروف التغذية المتُاحة للنبات، كما ويُساهم في غلة النبات نظراً لدوره الأساسي في عملية التمثيل الضوئي (عبد العزيز، 2009).

زادت المعاملة بالأحماض الأمينية، وبشكل خاص عند التراكيز المستخدمة 2.5–10 غ/ل، مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات معنوياً ($P<0.05$) في أغلب مراحل النمو المدروسة (طور 3 و6 أوراق وما بعد العقد) وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con) (الجدول 2). هذا ولم تُظهر معاملة الرش بالأحماض الأمينية عند التركيز 1 غ/ل أية تأثير في مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات. في المقابل، كانت الزيادة المعنوية ($P<0.05$) في هذا المؤشر أكثر وضوحاً مع زيادة تراكيز الرش بالأحماض الأمينية ولاسيما عند التركيزين 5 و10 غ/ل، حيث بلغت مساحة المسطح الورقي للنبات على التوالي، 228 و229 سم^2 في طور 3 أوراق، و4795 و4935 سم^2 في طور 6 أوراق و6282 و9887 سم^2 في مرحلة ما بعد العقد مقارنةً بالشاهد (192، 892 و3167 سم^2 على التوالي).

يُلاحظ من معطيات الجدول (2) عدم وجود أية فروق معنوية ($P>0.05$) في مؤشر دليل المساحة الورقية (*LAI*) للنباتات التي تم معاملتها رشاً بالأحماض الأمينية، وذلك في طور البادرة (3 أوراق) مقارنةً بنباتات الشاهد (Con). أظهر دليل المساحة الورقية (*LAI*)، في المقابل، زيادة معنوية ($P<0.05$) في نباتات الصنف المدروس مع زيادة تراكيز الرش بالأحماض الأمينية في مرحلة 6 أوراق (5 و10 غ/ل) وما بعد العقد (2.5، 5 و10 غ/ل)، حيث سجل دليل المساحة الورقية أعلى قيمة له (5.65) في مرحلة ما بعد العقد عند الرش بالأحماض الأمينية وبتركيز 10 غ/ل وذلك بالمقارنة مع بقية التراكيز المستخدمة والشاهد (Con).

يعود هذا التأثير الإيجابي للرش بالأحماض الأمينية في صفة ارتفاع النبات، مساحة المسطح الورقي الكلي ودليل المساحة الورقية (*LAI*)، ولاسيما عند التركيزين 5 و10 غ/ل، لأن الأحماض الأمينية تُحسن من قدرة الخلية النباتية على سحب الماء والمغذيات الذائبة من وسط النمو ومن ثم زيادة النمو الخضري للنباتات، ويُساهم ايضاً في طول فترة الانقسامات الخلوية وعددها، فضلاً عن نمو الخلايا المنقسمة وتطورها (أبو ضاحي واليونس، 1998). كما وتُعد الأحماض الأمينية كمنشط حيوي، سهل الامتصاص والحركة داخل النبات، فضلاً عن انتقالها السريع إلى أجزاء مختلفة

من النبات فتؤثر بشكل مباشر على النشاط الإنزيمي للنبات، وتُساهم ايضاً في تركيب واصطناع العديد من هرمونات النمو (Kowalczyk *et al.*, 2008). وفي هذا السياق، بينت دراسات عديدة بأن رش نباتات البقول بمزيج من الأحماض الأمينية أدى إلى تسريع نموها وزيادة مساحة مسطحها الورقي (El-Ghamry *et al.*, 2009 ؛ Abdel-Mawgoud *et al.*, 2011 ؛ Shafeek *et al.*, 2014). يتفق هذا مع ما توصل له (Shafeek *et al.*, 2016) بأن الرش بالتركيز الأعلى من الأحماض الأمينية حسن أغلب خصائص وصفات النمو النباتية لدى الفول فضلاً عن زيادة غلته من البذور ومحتواها من البروتين.

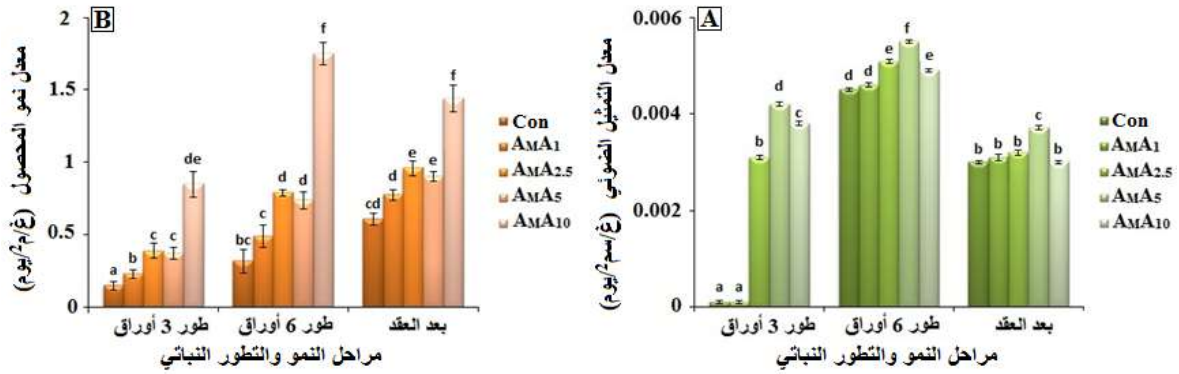
2. تأثير الرش بالأحماض الأمينية في المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي Net Photosynthesis Rate (غ/سم^2/يوم) ومعدل نمو المحصول Crop Growth Rate (غ/م^2/يوم):

تُعد كفاءة التمثيل الضوئي (*NPR*) مقياساً لتراكم المادة الجافة في النبات، وتمثل الفرق بين معدل التمثيل الضوئي والتنفس، أي أنه كلما زاد تراكم المادة الجافة في النبات خلال فترة زمنية محددة دل ذلك على كفاءة تمثيلية عالية، فناتج عملية التمثيل الضوئي أكبر من الكمية التي يستهلكها النبات بالتنفس.

تُشير معطيات الشكل (1) لفروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (*NPR*) (غ/سم^2/يوم). أظهرت المعاملة بالأحماض الأمينية وبالتراكيز 2.5-10 غ/ل زيادة معنوية ($P<0.05$) في معدل التمثيل الضوئي في طور 3 و6 أوراق على النبات وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con). هذا ولم يُظهر هذا المؤشر أية فروق معنوية بين المعاملة بالأحماض الأمينية والشاهد (Con) بعد العقد إلا عند تركيز الرش 5 غ/ل، حيث كانت الزيادة في معدل التمثيل الضوئي أكثر وضوحاً بالمقارنة مع بقية المعاملات بما فيها الشاهد. هذا وحققت معاملة الرش بالأحماض الأمينية بالتركيز 5 غ/ل أعلى زيادة في معدل التمثيل الضوئي ليس فحسب في مرحلة ما بعد العقد بل وفي مراحل النمو الأولى للنبات (طور 3 و6 أوراق) مقارنة ببقية المعاملات.

يُعد معدل نمو المحصول (*CGR*)، الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمؤشر الكفاءة التمثيلية للنبات، دليلاً هاماً لإنتاجية النبات، ويُعبر عن وزن المادة الجافة المتراكمة في النبات في وحدة معينة من الزمن لكل وحدة من مساحة الأرض التي يشغلها النبات.

بينت نتائج تحليل التباين (الشكل 1) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) في معدل نمو محصول الفول (*CGR*) بين المعاملات المدروسة. أدت المعاملة بالأحماض الأمينية لزيادة معنوية ($P<0.05$) في معدل نمو المحصول في طور 3 أوراق وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con). وفي مرحلة 6 أوراق وما بعد العقد فإن هذه الزيادة المعنوية ($P<0.05$) في هذا المؤشر كانت ملحوظة بشكل أكبر عند الرش بالأحماض الأمينية (2.5، 5 و10 غ/ل) وذلك بالمقارنة مع الشاهد (Con). هذا وحققت معاملة الرش بالأحماض الأمينية بالتركيز 10 غ/ل أعلى زيادة في معدل نمو المحصول في أغلب مراحل النمو والتطور النباتي المدروسة وذلك بالمقارنة مع بقية المعاملات المدروسة.



الشكل 1. المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (غ/سم²/يوم) (A) ومعدل نمو المحصول (غ/م²/يوم) (B) في الفول الإسباني (*Vicia faba* L.) صنف (*Luz de otono*)، عند الشاهد (Con)، المعاملة رشاً على الأوراق بالأحماض الأمينية (A_MA) بتراكيز (1، 2.5، 5، 10 غ/ل)، وذلك في طور 3 و6 أوراق وبعد العقد. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ومرحلة نمو (*P*<0.05, ANOVA–Tukey test).

تُفسر هذه الزيادة في معدل التمثيل الضوئي ومعدل نمو المحصول عند نبات الفول لدور الأحماض الأمينية في تنشيط عملية التمثيل الضوئي وإنتاج الطاقة الحيوية في النبات، حيث أشارت نتائج (Abdel–Mawgoud *et al.*, 2011)، في هذا السياق، لأن تطبيق الأحماض الأمينية يقود إلى تحفيز أداء النبات عبر زيادة معدل التمثيل الضوئي وادخار المادة الجافة، وبالتالي الحصول على غلة عالية. يتفق هذا مع ما توصل له (Sadak *et al.*, 2016) بأن الرش بتراكيز متدرجة من الأحماض الأمينية يُساهم بزيادة محتوى أوراق نبات الفول من صبغات التمثيل الضوئي، الكلوروفيل والكاروتينات، الأمر الذي يؤدي لزيادة فعالية التمثيل الضوئي، تراكم أكبر للمادة الجافة في النبات وبالتالي زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة.

3. تأثير الرش بالأحماض الأمينية في مؤشرات الغلة من القرون الخضراء(عدد القرون/نبات)، والبذور (عدد البذور/القرن، وزن البذور الخضراء والجافة/نبات) ومحتوى البذور من البروتين الكلي (%):

نُلاحظ من بيانات الجدول (4) فروقاً معنوية (*P<0.05*) في مؤشرات الغلة بين المعاملات المدروسة. أظهرت المعاملة بالأحماض الأمينية وبالتراكيز 2.5 و5 و10 غ/ل تفوقاً معنوياً (*P<0.05*) في عدد القرون (قرن/نبات) وعدد البذور (بذرة/قرن)، حيث بلغ عدد القرون 13.2 و13.8 و13.2 قرن/نبات وعدد البذور 5.1 و5.3 و5 بذرة/نبات على التوالي، وذلك بالمقارنة مع الشاهد (6 قرن/نبات و4.2 بذرة/قرن) والمعاملة بالأحماض الأمينية 1 غ/ل (7.2 قرت/نبات و4.4 بذرة/نبات). وعلى مستوى النبات، فقد أشارت النتائج أيضاً لتفوق النباتات التي تم رشها بالأحماض الأمينية (2.5، 5 و10 غ/ل) معنوياً (*P<0.05*) من حيث عدد البذور (67.3، 73.1 و 66.5 بذرة/نبات على التوالي) مقارنةً بالشاهد (25.2 بذرة/نبات) والمعاملة بالأحماض الأمينية 1 غ/ل (31.6 بذرة/نبات).

كما أشارت نتائج تحليل التباين لتفوق معنوي (*P<0.05*) للمعاملات رشاً بالأحماض الأمينية (2.5، 5 و10 غ/ل) من حيث صفة وزن البذور الخضراء (غ/نبات)، وزن البذور الجافة هوائياً (غ/نبات) وذلك بالمقارنة مع الشاهد والمعاملة بالأحماض الأمينية (1 غ/ل). هذا وحققت معاملة الرش بالأحماض الأمينية بالتركيز 5 غ/ل أعلى زيادة في مؤشرات الغلة هذه، فبلغ وزن البذور الخضراء 234 غ/نبات ووزن البذور الجافة هوائياً 79 غ/نبات وذلك بالمقارنة مع بقية المعاملات المدروسة.

كما أدت المعاملة بالأحماض الأمينية وبالتراكيز 2.5، 5 و10 غ/ل لزيادة معنوية ($P<0.05$) في محتوى بذور الفول الخضراء من البروتين الكلي %، حيث بلغت نسبة البروتين 24.2، 28.7 و27.5 % على التوالي وذلك بالمقارنة مع الشاهد 23.9 %.

قد تعود هذه الزيادة في غلة النبات من القرون الخضراء ومكوناتها عند الرش بالأحماض الأمينية إلى انخفاض نسبة تساقط الأزهار وبالتالي زيادة عدد القرون المتشكلة من جهة (Dhingra *et al.*, 1990)، ولدور الأحماض الأمينية في تحفيز أداء النبات عبر زيادة معدل التمثيل الضوئي من جهة ثانية، وهكذا زيادة ادخار المادة الجافة والحصول على غلة عالية (Abdel-Mawgoud *et al.*, 2011). ذكر Ghaith and Galal (2014)، في نفس السياق، أن رش نباتات البازلاء بخليط يحوي الأحماض الأمينية عند تركيز 100 ppm يحسن من إنتاجية القرون وجودتها في النبات.

يمكن أن يُفسر هذا التأثير الإيجابي للرش الورقي بالأحماض الأمينية في زيادة محتوى بذور الفول من البروتينات (%)، على اعتبار أن هذه المركبات سهلة الامتصاص والحركة ضمن النبات فتُساهم في تُنشيط العمليات الكيميائية-الحيوية والاستقلابية ضمن الخلايا النباتية، فضلاً عن توفيرها مكونات جاهزة لبناء واصطناع البروتينات (Al-Said and Kamal, 2008). في هذا السياق، أدى الرش الورقي بالتركيز الأعلى من الأحماض الأمينية لزيادة غلة نبات الفول (Shafeek *et al.*, 2016) والبازلاء (Shafeek *et al.*, 2018) من البذور فضلاً عن زيادة محتواها من البروتين.

جدول (3): مؤشرات الغلة من القرون والبذور، نسبة التصافي (%) ومحتوى البروتين الكلي (%) في الفول الإسباني تحت تأثير الرش بالأحماض الأمينية.

المعاملة	مؤشرات الغلة من القرون والبذور ونسبة التصافي (%) والمحتوى الكلي من البروتين (%)						
	عدد القرون (قرن/نبات)	عدد البذور (بذرة/قرن)	عدد البذور (بذرة/نبات)	وزن البذور الخضراء (غ/نبات)	وزن البذور الجافة (غ/نبات)	البروتين الكلي %
Con	6 ± 0,53^{a}	4,2 ± 0,16^{a}	25,2 ± 3,47^{a}	61 ± 10,5^{a}	20 ± 3,7^{a}	23.9 ± 0,8^{a}
A_MA_1	7,2 ± 0,45^{a}	4,4 ± 0,17^{a}	31,6 ± 2,79^{a}	82 ± 9,7^{a}	27 ± 3,6^{a}	24.2 ± 0,4^{a}
$A_MA_{2.5}$	13,2 ± 0,47^{b}	5.1 ± 0,21^{b}	67.3 ± 4,11^{b}	201 ± 7,8^{b}	65 ± 4,1^{b}	26.4 ± 0,5^{b}
A_MA_5	13,8 ± 0,61^{b}	5.3 ± 0,18^{b}	73.1 ± 5,23^{b}	234 ± 9,1^{c}	79 ± 3,3^{c}	28.7 ± 0,8^{c}
A_MA_{10}	13,2 ± 0,44^{b}	5 ± 0,11^{b}	66.5 ± 7,51^{b}	203 ± 8,1^{b}	67 ± 2,1^{b}	27.5 ± 0,4^{c}

تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ومرحلة نمو ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

الاستنتاجات والتوصيات:

أدت معاملة الرش الورقي بالأحماض الأمينية، وخصوصاً عند تراكيز تراوحت بين 2.5- 10 غ/ل لدى نباتات الفول الإسباني، صنف لوز ديتونو (*Luz de otono*)، لزيادة كانت ملحوظة أكبر ما بعد العقد في ارتفاع النبات (سم)، مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2)، دليل المساحة الورقية (*LAI*)، معدل التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم) ومعدل نمو

المحصول (غ/م^2/يوم)، كما وزادت غلة القرون الخضراء (غ/نبات) ومكوناتها، فضلاً عن زيادة محتوى البذور من البروتينات (%). هذا وسُجل أعلى محتوى من البروتين الكلي (28.7 %) في البذور الطازجة عند المعاملة A_MA_5. وهكذا، يمكن الاقتراح باستخدام معاملات الرش الورقي بالأحماض الأمينية (خصوصاً عند التراكيز 2.5–10 غ/ل) كمحفزات لغرض تنشيط النمو، زيادة غلة القرون الخضراء وتحسين نوعية البذور من حيث محتواها من البروتين الكلي (%).

المراجع:

1. أبو ضاحي، يوسف حمد ومؤيد أحمد اليونس. *دليل تغذية النبات*، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، بغداد، العراق، 1998.
2. العثمان، محمد خير وابراهيم العساف. *أثر موعد الزراعة والكثافة النباتية في إنتاجية الفول العادي* .*Vicia faba* L *في محافظة دير الزور*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 25، العدد الثاني، 2009، 77–93 صفحة.
3. رقيه، نزيه وأحمد البودي (1996). *إنتاج محاصيل البقول*. منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، 1996، 285 صفحة.
4. عبد العزيز، محمد (2009). *تحليل النمو في الفول العادي تحت تأثير الكثافة النباتية*، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، المجلد 31، العدد الأول، 9–22 صفحة.
5. ABDEL-MAWGOUD, A.M.R.; EL-BASSIOUNY, A.M.; GHONAME, A.; ABOU-HUSSEIN, S.D. *Foliar application of amino acids and micronutrients enhance performance of green bean crop under newly reclaimed land conditions*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 5, 2011, 51–55.
6. ABO SEDRA, F.A.; ABD EL-LATIEF, A.A.; BADER, L.A.; REZK, S.M. *Effect of NPK mineral fertilizer levels and foliar application with humic and amino acids on yield and quality of strawberry*. Egyptian Journal of Applied Science, Vol. 25, 2010, 154–169.
7. AL-SAID, M.A.; KAMAL, A.M. *Effect of foliar spray with folic acid and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper*. The Journal of Agricultural Science, Mansoura University, Vol. 33, 2008, 7403–7412.
8. ANDRIESSE, J.P. *Nature and management of tropical peat soils*. FAO Soils Bulletin No. 59, United Nations, Rome, 1988, pp 165.
9. AZIMI, M.S.; DANESHIAN, J.; SAYFZADEH, S.; ZARE, S. *Evaluation of Amino Acid and Salicylic Acid application on yield and growth of wheat under water deficit*. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, Vol. 5, 2013, 709–712.
10. CENELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; OKOROKOVA-FACANHA, A.L.; FACANHA, A.R. *Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plasma membrane H-ATPase activity in maize roots*. Plant Physiology, Vol. 130, 2002, 1951–1957.
11. CHEN, Y.; CLAPP, C.E.; MAGEN, H. *Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organic-iron complexes*. Soil Science and Plant Nutrition, Vol. 50, 2004, 1089–1095.
12. DHINGRA, K.K.; GREWAL, D.S.; DHILLON, M.S. *Performance of faba bean in Punjab, India*. FABIS Newsletter, Vol. 26, 1990, 24–26.

13. EL-GHAMRY, A.M.; ABD EL-HAI, K.M.; GHONEEM, K.M. *Amino and Humic Acids Promote Growth, Yield and Disease Resistance of Faba Bean Cultivated in Clayey Soil*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 3, 2009, 731–739.
14. GHAITH, R.H.; GALAL, R.M. *Response of pea plant (Pisum sativum* L.*) growth and yield for spraying of amino acid and boron*. Egyptian Journal of Applied Sciences, Vol. 29, 2014, 154–173.
15. GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.J.; DAVID, M.M. *Determination of serum proteins by means of the biuret reaction*. Journal of Biological Chemistry, Vol. 177, 1949, 751–766.
16. KOWALCZYK, K.; ZIELONY, T.; GAJEWSKI, M. 2008. *Effect of aminoplant and asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool*. In: Biostimulators in modern agriculture. Vegetable Crops. DABROWSKI, Z.T. (ed.). Wieś Jutra, Warszawa, Poland, 2008, 35–43.
17. LOZEK, O.; FECENKO, J. *Effect of foliar application of manganese, boron and sodium humate on the potato production*. Microelementy Wrolinctwie., 1, 1996, 169–172.
18. MACKOWIAK, C.L.; GROSSL, P.R.; BUGBEE, B.G. *Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat*. Soil Science Society of America Journal, Vol. 56, 2001, 1744–1750.
19. MCCARTHY, P.; CLAPP, C.E.; MALCOLM, R.L. *Humic substances in soil and crop sciences: Selected reading*. American Society of Agronomy and Soil, Science Society of America, Madison, Wisconson, 1990, 261–271.
20. NERI, D.; LODOLINI, E.M.; CHELIAN, K.; BONANOMI, G.; ZUCCONI, F. *Physiological responses to several organic compounds applied to primary leaves of cowpea (Vigna Sinensis* L.*)*. Acta Horticulturae (ISHS), Vol. 594, 2002, 309–314.
21. RAGHEB, E.E. *Sweet Corn as Affected by Foliar Application with Amino–and Humic Acids under Different Fertilizer Sources*. Egyptian Journal of Horticulture, Vol. 43, 2016, 441–456.
22. SAEED, M.R.; KHEIR, A.M.; AL-SAYED, AA. *Suppressive effect of some amino acids against Meloidogyne incognita on Soybeans*. Journal of Agricultural Sciences, Mansoura University, Vol. 30, 2005, 1097–1103.
23. SCHNITZER, M. *Significance of soil organic matter in soil formation, transport processes in soils and in the formation of soil structure*. Soil Utilization and Soil Fertility, Humus Budget, Vol. 206, 1992, 63–81.
24. SHAFEEK, M.R.; HAFEZ, M.M.; MAHMOUD, A.R.; ALI, A.H. *Comparative Effect on N-fixing Bacterial with Foliar Application of Amino Acid Mixed on Growth and Yield of Pea Plants (Pisum sativum* L.*)*. Middle East Journal of Applied Sciences, Vol. 4, 2014, 755–761.
25. SHAFEEK, M.R.; ALI, A.H.; MAHMOUD, A.R. *Foliar application of amino acids and bio fertilizer promote execution of broad bean plant (Vicia faba* L.*) under newly reclaimed land conditions*. International Journal of PharmTech Research, Vol. 9, 2016, 100–109.
26. SHAFEEK, M.R.; ALI, A.H.; MAHMOUD, A.R.; HELMY, Y.I.; OMAR, N.M. *Bio fertilizer doses and foliar application of amino mix to enhance the performance of pea plant under newly reclaimed land conditions*. Middle East Journal of Agriculture, Vol. 7, 2018, 254–263.

27. SHALABY, T.A.; EL-RAMADY, H. *Effect of foliar application of bio-stimulants on growth, yield, components, and storability of garlic (Allium sativum* L.*).* Australian Journal of Crop Science, Vol. 8, 2014, 271–275.
28. SOKOLOV, B.P.; DOMASHNEV, P.P.; MAKARENDO, I.T. *Methods and results of breeding drought resistant maize hybrids*. Referativnyi Zhurnal, Vol. 8, 1971, 55–123.
28. TSHERNIKOVA, E.A. *Methods of measuring plant growth parameters*. Tashkent Agricultural Institute, Tashkent, 1981, pp 101.
29. ULUKAN, H.; GÜLER, M.; KESKIN, S. *A path coefficient analysis some yield and yield components in faba bean (Vicia faba* L.*) genotypes*. Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol. 6, 2003, 1951–1955.
30. WATSON, D.J. *Symposium on Growth of Leaves*. University of Nottingham, 1956, pp. 178–191.
31. WILLIAMS, R.F. *The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate*. Annals of Botany, Vol. 37, 1946, 41–71.