تقييم السلوكية المورفسيولوجية لعدة أصناف من التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) تحت تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (k-humate)

مجد درويش*[1] و ربيع زيني[2] و نزار معلا[1] وحنين محمد[1]

(1). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). مركز البحوث العلمية الزراعية، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة:د. مجد درويش، البريد الإلكتروني: majds26@yahoo.com، هاتف: 0096341416401،).

تاريخ الاستلام:2023/06/28 تاريخ القبول:2023/08/20

الملخص:

نُفذت التجربة في محطة البحوث العلمية الزراعية (ستخيرس–اللاذقية)، خلال الفترة الممتدة من منتصف شهر أيار وحتى حزيران للعام 2022 م، عبر تطبيق الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم بتراكيز (0-0.5-1-1.5) غ/ل وعلى مرحلتين بعد أربعين وستين يوم من التشتيل لثلاثة أصناف من التبغ (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا) وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات لكل معاملة. هدف البحث إلى دراسة سلوكية الأصناف المستخدمة تحت تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم وتحديد التراكيز ذات الأثر المعنوي في نمو وتطور النبات، حيث تم قياس بعض المؤشرات المورفسيولوجية (ارتفاع النبات (سم)، مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات)، كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم)) ومحتوى الكلوروفيل والكاروتينات ميكروغرام/غ/ وزن رطب). أظهرت النتائج وجود تأثير محفز للرش الورقي المطبق بتركيز 0.5 غ/ل هيومات بوتاسيوم في أغلب الصفات المدروسة (مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات)، كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم) ومحتوى الكلوروفيل والكاروتينات ميكروغرام/غ/ وزن رطب) لدى الأصناف الثلاثة، في حين كان لتركيز الرش 1.5 غ/ل تأثيراً محفزاً ملحوظاً في صفة ارتفاع النبات لدى الأصناف الثلاثة. وخلص البحث إلى وجود تباين في استجابة الأصناف المدروسة لتراكيز الرش المستخدمة، فبالمقارنة مع الشاهد أظهر صنف فرجينياVK51 أفضل استجابة لتطبيق الرش الورقي 0.5 غ/ل هيومات بوتاسيوم في صفتي ارتفاع النبات وكفاءة عملية التمثيل الضوئي وبزيادة 18– 55 % على التوالي، ولدى الصنف كاترينا بلغت الزيادة في محتوى الكلوروفيل والكاروتينات 44– 48 % على التوالي عند نفس التركيز، في حين أظهر صنف برلي R21 أفضل استجابة لتطبيق الرش الورقي 1.5 غ/ل هيومات البوتاسيوم في صفة مساحة المسطح الورقي وبزيادة بلغت 20 %.

الكلمات المفتاحية: التبغ، السلوكية المورفسيولوجية، هيومات البوتاسيوم.

المقدمة:

يُعد الجنس *Nicotiana* الذي يتبع الفصيلة الباذنجانية Solanaceae واحداً من الأجناس القليلة التي تضم عدداً كبيراً من الطرز النباتية المنتشرة في العالم وفي بيئات مختلفة، وعلى الرغم من التنوع الكبير إلاّ أن استعمال النوع *Nicotiana tabacum* L. (التبغ المزروع) هو المسيطر والمنتشر مقارنةً بالأنواع الأخرى، كما أن النوع *Nicotiana rustica* L. (التنباك) مزروع

بمساحات قليلة مقارنة بالنوع المزروع والذي يعتبر من أكثر الأنواع أهمية في الزراعة المعاصرة والتجارة العالمية (Gerstel, 1976).

يُزرع التبغ في أغلب دول العالم في ظروف بيئية متباينة، كما ويضم عدداً كبيراً من الطرز والأصناف التي تختلف عن بعضها البعض في العديد من الصفات والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتصنيعية وذلك عند زراعتها في مناطق ذي ظروف بيئية مختلفة من حيث المناخ والتربة الذين يحددان كمية ونوعية الأوراق الناتجة (Xiao *et al*., 2007).

يُزرع التبغ للحصول على الأوراق الجافة التي تُستخدم لتحضير السجائر بأنواعها المختلفة، والسيجار، وتبغ الغليون، ومسحوق النشوق وتبغ المضغ وغيرها من المنتجات التدخينية، كما وتستخدم الأوراق لتحضير سلفات النيكوتين المُستخدم كمبيد في مكافحة الحشرات الضارة (رقية، 2003).

حمض الهيوميك Humic acid مركب عضوي بوليمر طبيعي، وهو مورد محتمل يمكن أن يُستخدم لتحسين نمو النبات وامداده بالمغذيات وزيادة الغلة (Sharif *et al*., 2002). حيث يتم إنتاج حمض الهيوميك كمحفز حيوي للنبات بشكل أساسي عن طريق التحلل الحيوي لمادة اللجنين التي تحتوي على مواد عضوية نباتية (Malan, 2015).

أشارت العديد من الدراسات إلى أن جميع الخصائص المورفسيولوجية ومكونات المحصول ومحتويات الكلوروفيل والمغذيات قد زادت بشكل معنوي عن طريق تطبيق الرش بالهيومات (HS) (Nassar and Abd EL-Rahman, 2015 ; Chen *et al*., 1990).

أفاد Dorneanu *et al*. (2008) أن الرش الورقي للهيومات يعزز من تغلغل الأيونات المغذية في الأوراق، ويحفز تكوين بعض المستقلبات الفسيولوجية النشطة كما وينشط قدرة الجذور على امتصاص العناصر الغذائية خاصة N و K مما يزيد من عدد البلاستيدات الخضراء لكل خلية بالإضافة إلى تحسين كفاءة التمثيل الضوئي وزيادة محتوى السكر (El-Ghamry *et al*., 2009).

يتم الحصول على هيومات البوتاسيوم Potassium humate من الليغنيت المؤكسد (oxidized lignite) وهي مادة من الفحم البني اللون ذي محتوى منخفض من السعرات الحرارية، وبالتالي يتم التخلص منها عادة أثناء التعدين، ويتم استخدام الهيومات كمخصبات للتربة والنبات بسبب محتواها العالي جداً من الأحماض الدبالية بنسبة 30 إلى 60 %، حيث يتم تسويق الهيومات إما على أنها مدعمة بالأسمدة التجارية أو كمنتج قابل للذوبان يحتوي على N و P و K (Stevenson and Cole, 1999).

حسنت عملية إضافة البوتاسيوم إلى حمض الهيوميك من سرعة وكفاءة امتصاصه وبكميات كبيرة من قبل معظم النباتات، ولكونه مصدراً ثانياً للبوتاسيوم يتم امتصاصه من قبل النبات، ما يجعل هذا العنصر الغذائي يتركز بشكل أكبر في أنسجة النبات بعد النيتروجين سواءً عن طريق الإضافة للتربة أو طرق التطبيق الورقي (Lester *et al*., 2005).

تتطلب نباتات التبغ المغذيات الحاوية على عنصر البوتاسيوم لنشاط العديد من الإنزيمات ولتنظيم الضغط الأسموزي ضمن الخلية النباتية، فهذه المغذيات عالية الحركة داخل الأنسجة النباتية وتساعد في نقل النشاء والسكريات، هذا ويدخل البوتاسيوم في العديد من جوانب فسيولوجيا النبات (Abd El-Ati *et al*., 2007). فهو يسرع عملية التمثيل الضوئي ويرفع كفاءتها، يحافظ على انتفاخ الخلايا ويعزز امتصاص الماء، ينظم عملية فتح وانغلاق الثغور النباتية، ينشط نقل الكربوهيدرات وتخزينه، يحسن امتصاص الآزوت ويحفز تخليق النشاء والبروتين والفيتامينات (Marschner, 1995)، حيث تم الإشارة إلى دور البوتاسيوم في

عملية التمثيل الضوئي، وزيادة نشاط الإنزيم، وتحسين تخليق البروتين والكربوهيدرات والدهون (Milford and Johnston, 2007).

البوتاسيوم K هو الكاتيون الأكثر وفرة في السيتوبلازم (Nelson *et al*., 2012). النباتات التي تراكم كميات كبيرة من البروتين والكربوهيدرات داخل أنسجة التخزين لديها متطلبات عالية من هذا العنصر. تُستخدم هيومات البوتاسيوم (k-humate) عادة كمصدر للبوتاسيوم من خلال التطبيق الورقي (Okba *et al*., 2021). حيث أدى رش النباتات بـ k-humate إلى زيادة نفاذية أغشية النبات وتنشيط انقسام الخلايا وهكذا زيادة الإنتاجية (Aytaç *et al*., 2022).

ولوحظ زيادة تراكم الكلوروفيل والسكر والأحماض الأمينية في أنسجة النبات كنتيجة لرش النباتات بـ k-humate، والذي انعكس إيجاباً على امتصاص العناصر الغذائية وبالتالي إنتاجية النبات كماً ونوعاً، لما لهذا المركب من تأثير يشبه الهرمون النباتي وكنتيجة لزيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي (Wang *et al*., 2022).

أُجريت دراسة حول تأثير المعاملة بحمض الهيوميك وبكميات (600–900–1200 كغ/هكتار) في إنتاجية ونوعية التبغ الناتجة، حيث وجد زيادة غلة النبات من الأوراق ومحتواها من البوتاسيوم، الكربوهيدرات والسكريات مع المحافظة على مستوى مناسب من النيكوتين والآزوت (He *et al*., 2014).

في دراسة حول تأثير التسميد الآزوتي وإضافة هيومات البوتاسيوم في معايير النمو والإنتاجية وامتصاص العناصر الغذائية لصنف التبغ البلدي (شك البنت) تبين أن الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم بتركيز 2 غ/ل مع التسميد الآزوتي 21 كغ/دونم قد أعطى أعلى غلة من الأوراق الجافة هوائياً وبلغت 289.6 كغ/دونم (حبيب وأخرون، 2022).

وأدت المعاملة بالهيومات k-humate لدى فول الصويا إلى تحسن ملحوظ في محتوى الأوراق من أصباغ التمثيل الضوئي (الكلوروفيل والكاروتينات)، كنتيجة لزيادة نقل K^+ من محلول التربة إلى الخلايا النباتية في الأوراق وانخفاض امتصاص أيونات الصوديوم (Masciarelli *et al*., 2014)، وفضلاً عن تحفيز نشاط الإنزيمات المسؤولة عن العديد من العمليات الفسيولوجية كإنزيم الروبيسكو Rubisco اللازم لعملية التمثيل الضوئي، حركية الثغور النباتية وزيادة تدفق غاز CO_2، التحكم في معدل النتح ومحتوى الماء النسبي RWC، وهذا ما أكدته دراسات أخرى (Egamberdieva *et al*., 2017).

أهمية وأهداف البحث:

تبرز أهمية البحث بالنظر للانخفاض الحاصل في إنتاج التبوغ لتقلص المساحة المزروعة بتبغي الفرجينيا VK51 والبرلي روديسي 21 بسبب احتياجهما المائي الكبير نسبياً ولتدني خصائصهما النوعية والتكنولوجية، على اعتبارها تبوغ محايدة يتم استخدامها كحشوة في تصنيع السجائر، الأمر الذي تسبب بتغير التوزع الجغرافي لمناطق زراعتها في القطر، هذا وفضلاً عن السعي لزراعة اصناف جديدة واستخدامها لنفس الغرض، كزراعة صنف كاترينا الذي تم ادخاله مؤخراً إلى القطر، وبالنظر لدور هيومات البوتاسيوم كمحفز منشط للنمو النباتي وكمنظم نمو منبه لمسارات الاستجابة في النبات، ما قد يساهم في تحسين نمو نبات التبغ، وينعكس لاحقاً في زيادة الإنتاجية من الأوراق الجافة كماً ونوعاً.

يهدف هذا البحث إلى:

1- دراسة المؤشرات المورفسيولوجية لبعض أصناف التبغ (فرجينيا VK51- برلي R21- كاترينا) تحت تأثير الرش بهيومات البوتاسيوم (k-humate).

2- تحديد أفضل تراكيز الرش بهيومات البوتاسيوم (k-humate) ذات الأثر الإيجابي في تحسين الصفات المدروسة لأصناف التبغ المستخدمة.

المواد وطرائق البحث:

نُفذت التجربة في محطة البحوث العلمية الزراعية (ستخيرس)، خلال الفترة الممتدة من منتصف شهر أيار وحتى نهاية شهر آب للعام 2022 م، كما وأجريت التحاليل الكيميائية في مخبر البحث العلمي التابع لقسم المحاصيل الحقلية في كلية الهندسة الزراعية بجامعة تشرين. تم تجهيز الأرض للزراعة من تنظيف وحراثة أساسية عميقة مع اضافة الأسمدة العضوية المتخمرة وبمعدل 2 طن/دونم والأسمدة المعدنية بطيئة التحلل وبمعدل 20 كغ/دونم لكل من سماد اليوريا (46 %) وسلفات البوتاسيوم (50 %) والذي يمثل الحد الأدنى الموصى به من قبل المؤسسة العامة للتبغ لكون التربة فقيرة بهذين العنصرين، أما الفوسفور لم يتم اضافته على اعتبار أن التربة غنية بها كما هو مبين في الجدول (1)، ومن ثم تمت عمليات تسوية وتنعيم للأرض وتقسيمها إلى قطع تجريبية بمساحة للقطعة الواحدة (4×3) م مع تُرك 1 م ممر بين كل قطعة وأخرى.

أُجري تحليل للتربة المراد زراعتها لمعرفة قوامها ومحتواها من العناصر الغذائية والموضحة في الجدول (1). التربة طينية لومية كلسية غير متملحة، فقيرة بالآزوت والبوتاسيوم والمادة العضوية متوسطة المحتوى بالفوسفور، خفيفة القلوية وسعتها التبادلية جيدة.

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع الزراعة (محطة بحوث سيتخيرس- اللاذقية)

تحليل ميكانيكي %			المحتوى الكلي (%) N	المحتوى (ملغ/كغ) تربة جافة (ppm)		المحتوى الكلي %		EC ds/cm	pH	السعة التبادلية ميلي مكافئ/100غ تربة
طين	سلت	رمل		P	K	O.M.	$CaCo_3$			
38	18	44	0.19	18.9	63.8	0.88	49.7	0.124	7.6	46.11

تم استخدام شتول ثلاثة أصناف من التبغ (فيرجينيا VK51- برلي R21- كاترينا) عبر زراعة البذور، وتم الحصول عليها من المؤسسة العامة للتبغ- اللاذقية، حيث تُزرع هذه الأصناف مروية في السهول الساحلية وعلى ارتفاعات منخفضة، وتمتاز بإنتاجية عالية وبمحتوى منخفض من النيكوتين، فهي أصناف محايدة تستخدم كحشوة في صناعة السجائر.

التجربة عاملية استُخدم فيها تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، حيث قُسمت القطعة التجريبية إلى 4 خطوط وتم التشتيل بمعدل 7 نباتات على الخط الواحد وبمسافة زراعية: 100 سم بين الخطوط و40 سم بين النباتات على الخط الواحد، ما يحقق كثافة زراعية 2.5 نبات/م^2؛ فهذا الأصناف من التبوغ تُزرع بكثافة نباتية 2.25-2.50 نبات/م^2.

تم رش هيومات البوتاسيوم (k-humate) باستخدام المستحضر التجاري جروجرين كي-هيومات (GRO-GREEN)؛ وهو مركب من مصدر عضوي كامل الذوبان بالماء ذو منشأ بلجيكي يحتوي 50 % مادة عضوية كحد أدنى بما يعادل 20 % كربون عضوي و12 % K_2O، على مرحلتين وذلك بعد أربعين يوم من التشتيل وبعد ستين يوم من التشتيل وذلك وفق التراكيز التالية:

H0: رش النباتات بالماء العذب فقط.

H1: رش النباتات بمحلول يحوي هيومات البوتاسيوم بتركيز 0.5 غ/ل.

H2: رش النباتات بمحلول يحوي هيومات البوتاسيوم بتركيز 1 غ/ل.

H3: رش النباتات بمحلول يحوي هيومات البوتاسيوم بتركيز 1.5 غ/ل.

تم تعليم 5 نباتات بشكل عشوائي من الخطين الأوسطين لكل قطعة تجريبية وذلك بعد أسبوعين من أخر معاملة رش بالهيومات (بعد حوالي شهرين من التشتيل) لقياس بعض الخصائص والصفات، في حين تم قياس غلة الأوراق الجافة عند الوصول لمرحلة النضج أي بعد حوالي ثلاثة أشهر من التشتيل، كمايلي:

1- ارتفاع النبات Plant Height (سم/نبات): بدءاً من مستوى سطح التربة حتى القمة النامية وذلك مع دخول النبات مرحلة الإزهار.

2- مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area (سم^2/نبات): تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات مع تشكل النورة الزهرية عبر قياس مجموع مساحة جميع أوراق النبات (سم^2/نبات)، إذ قُيست المساحة الورقية (سم^2) وفقاً للمعادلة: طول الورقة (سم)×عرض الورقة (سم)× 0.6443 (عرب، 2001).

3- المحتوى من الكلوروفيل والكاروتينات Chlorophyll and Carotenoids Contents (ميكروغرام/غ وزن رطب): تم سحق عينات معروفة الوزن من الأوراق الخضراء لنباتات أصناف التبغ المدروسة لكل معاملة في الأسيتون النقي ومن ثم قياس الامتصاص الضوئي للمستخلص باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر على أطوال الموجات 470، 645 و662 نانومتر ثم من معادلات وفقاً لطريقة الباحث Lichtenthaler (1987) كما يلي:

$$\text{Chl a } (\mu g\ mL^{-1}) = 11.24\ DO_{662} - 2.04\ DO_{645}$$
$$\text{Chl b } (\mu g\ mL^{-1}) = 20.13\ DO_{645} - 4.19\ DO_{662}$$
$$\text{Chl } (\mu g\ mL^{-1}) = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$
$$\text{Car } (\mu g\ mL^{-1}) = (1000\ DO_{470} - 1.90\ \text{Chl a} - 63.14\ \text{Chl b})/214$$

حيث:

Chl a: كلوروفيل أ، Chl b: كلوروفيل ب، Chl: كلوروفيل كلي، Car: كاروتينات

DO_{470}، DO_{645}، DO_{662}: الامتصاص الضوئي عند أطوال الموجات 470، 645، 662 نانومتر

ومن ثم تم تقدير المحتوى الكلي من الصبغات بالنسبة إلى الوزن الطري للأوراق (ميكروغرام/غ وزن رطب).

4- كفاءة عملية التمثيل الضوئي Net Photosynthesis Rate (غ/سم^2/يوم): تم حسابها وفقاً للباحث (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 و L1: مساحة الأوراق (سم^2) لخمس نباتات في بداية مرحلة القياس (بداية مرحلة النمو الخضري النشيط عند 30 يوم من التشتيل) ومثلها عند نهاية المرحلة (نهاية المرحلة عند 60 يوم من التشتيل)، W2 و W1: متوسط وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب، T2 و T1: عدد الأيام بين المرحلتين.

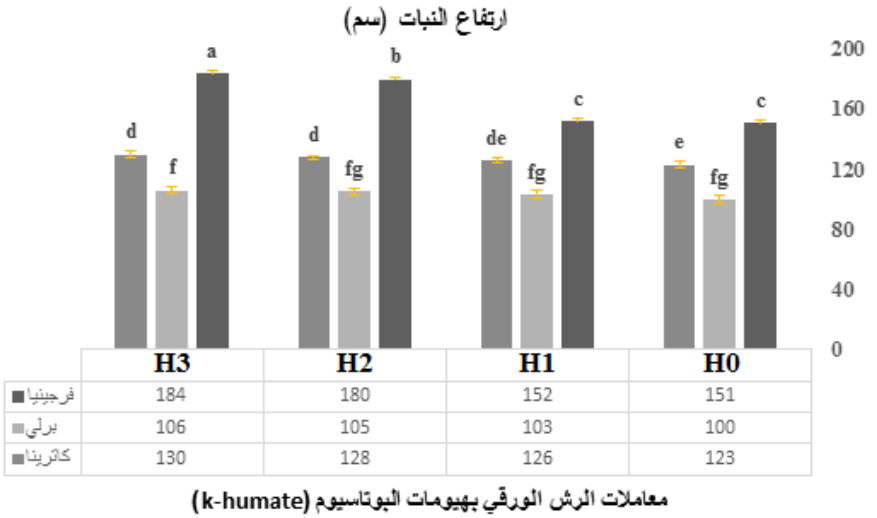
تم إجراء تحليل التباين للبيانات عبر البرنامج R statistical software باستخدام الاختبار ANOVA-Tukey وعُرضت النتائج بشكل متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE) والفروقات ذات المعنوية عند مستوى الاحتمالية $P<0.05$.

النتائج والمناقشة:

1- تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (k-humate) في صفة ارتفاع النبات (سم):

أظهرت معطيات الشكل (1) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث ارتفاع النبات (سم) لدى الأصناف الثلاثة.

أدى الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم إلى زيادة معنوية ($P<0.05$) في صفة ارتفاع النبات وسُجل أقصى ارتفاع للأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا) عند التركيز (1.5غ/ل) وبلغ على التوالي (184– 106– 130 سم) وذلك بالمقارنة مع ارتفاع نباتات الشاهد والذي بلغ (151– 100– 123 سم).



الشكل (1): تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (H) وبتراكيز (0، 0.5، 1، 1.5 غ/ل) في صفة ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف التبغ (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، والأحرف المختلفة ضمن كل عمود لإظهار معنوية الفروق بين المتوسطات لكل صفة (ANOVA-Tukey test, $P<0.05$).

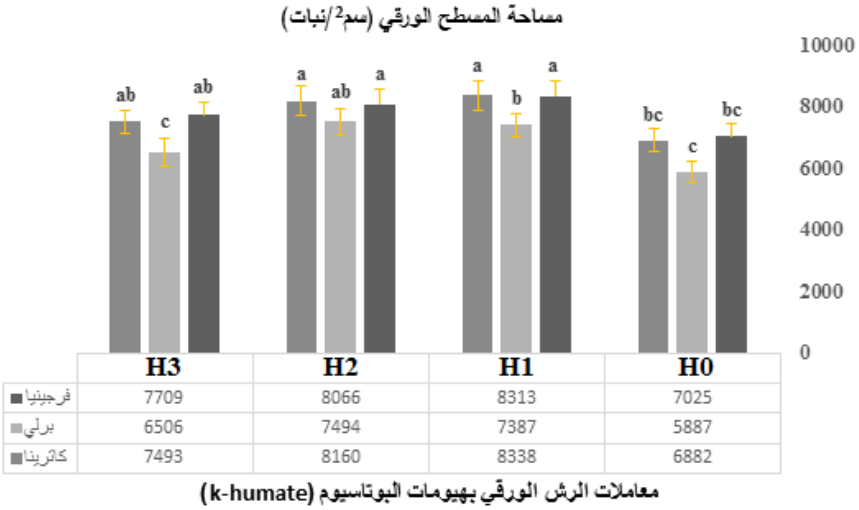
بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة فقد أظهرت النتائج استجابة أعلى لصنف فرجينيا VK51 لزيادة تركيز هيومات البوتاسيوم يليه برلي R21 وكاترينا بنسبة زيادة في ارتفاع النبات بلغت عند الرش بتركيز 1.5 غ/ل حوالي (18– 7– 6 %) على التوالي، وذلك عند مقارنة تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

إن ارتفاع النبات يزداد مع طول فترة نموه والتي بدورها تتأثر بالظروف البيئية المحيطة بالنبات بما فيها ظروف التغذية (Kaya *et al.*, 2005). يعود هذه التأثير الإيجابي لهيومات البوتاسيوم (k-humate) في زيادة ارتفاع النبات في أصناف التبغ المستخدمة للدور البارز الذي يقوم به عنصر البوتاسيوم في مجمل العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية الجارية في النبات، كالتمثيل الضوئي والنتح والتنفس، كونه عنصر غذائي متحرك يساهم في النمو النباتي عبر نقل نواتج عملية التمثيل الضوئي بين الأعضاء النباتية وتخزينها، وفضلاً عن أهميته في النظام المائي وتبادل وادخار المركبات الأساسية للنمو كالكربوهيدرات (Kanai *et al.*, 2011). ولاحتواء هذه المواد الدبالية على العناصر الكبرى والصغرى والسايتوكينينات والأوكسينات والجبريللينات، فضلاً عن تأثيرها الإيجابي في فعالية الإنزيمات وامتصاص العناصر المغذية وتنشيط عملية التمثيل الضوئي (التميمي، 2009).

2– تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (k-humate) في صفة مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات):

أشارت معطيات الشكل (2) إلى وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2/نبات) لدى الأصناف الثلاثة.

أدى الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم إلى زيادة معنوية ($P<0.05$) في صفة مساحة المسطح الورقي وسُجلت قيم مرتفعة لمساحة المسطح الورقي للأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا) عند التركيز (0.5 غ/ل) وبلغت (8313 – 7387 – 8338 سم^2/نبات) على التوالي وذلك بالمقارنة مع مساحة المسطح الورقي لنباتات الشاهد والذي بلغ (7025– 5887– 6882 سم^2/نبات).



الشكل (2). تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (H) وبتراكيز (0، 0.5، 1، 1.5 غ/ل) في صفة مساحة المسطح الورقي للنبات (سم²/نبات) لدى أصناف التبغ (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، والأحرف المختلفة ضمن كل عمود لإظهار معنوية الفروق بين المتوسطات لكل صفة (ANOVA-Tukey test, *P<0.05*).

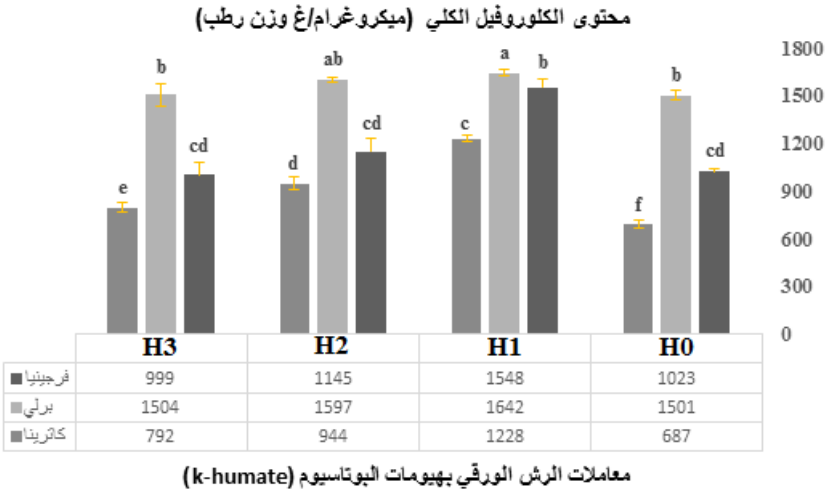
بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة وعند تراكيز الرش المستخدمة بهيومات البوتاسيوم (0.5–1– 1.5 غ/ل)، نجد أن صنف برلي R21 أظهر استجابة أكبر لمعاملات الرش حيث بلغت الزيادة في مساحة المسطح الورقي عند هذه التراكيز حوالي (25–27– 11 %) على التوالي، يليه صنف كاترينا (21– 19– 9 %) وفرجينيا VK51 (18– 15– 10 %)، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

تعود هذه الزيادة في مساحة المسطح الورقي الكلي لنباتات التبغ عند الرش بهيومات البوتاسيوم للتأثير الإيجابي للرش بهذا المركب في تنشيط نفاذية الأيونات المغذية ضمن الأوراق وهكذا زيادة اصطناع بعض المستقلبات الفسيولوجية النشطة اللازمة لنمو وانقسام الخلايا النباتية. إذ تُساهم المركبات الهيومية في تحسين خصائص الأوراق نتيجة دورها في تحفيز نمو النبات وتسريع انقسام الخلايا (Mohsen *et al*., 2017).

3- تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (k-humate) في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي والكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب):

أظهرت معطيات الشكل (3) وجود فروق معنوية (*P<0.05*) بين المعاملات المدروسة من حيث المحتوى من الكلوروفيل الكلي والكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى الأصناف الثلاثة.

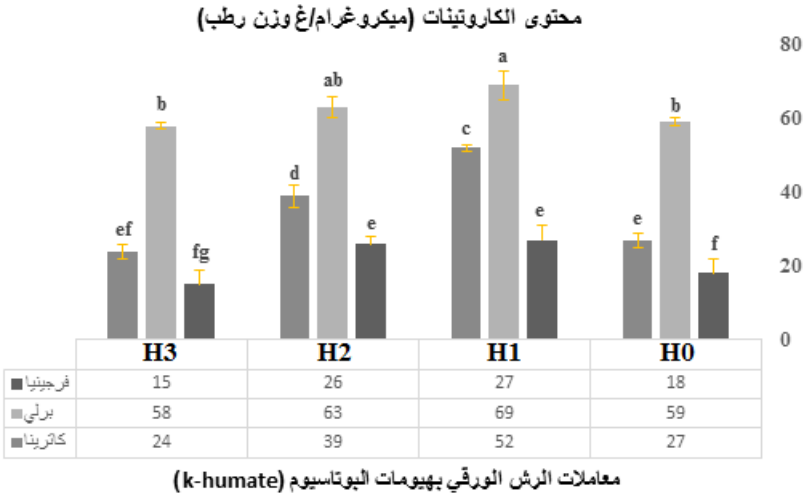
حيث أدى الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم إلى زيادة معنوية (*P<0.05*) في صفة محتوى الكلوروفيل الكلي، وسُجل أعلى محتوى للكلوروفيل لكل من الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا) عند التركيز (0.5 غ/ل) وبلغ على التوالي (1548– 1642– 1228 ميكروغرام/غ وزن رطب) وذلك بالمقارنة مع محتوى الكلوروفيل لنباتات الشاهد والذي بلغ (1023– 1501– 687 ميكروغرام/غ وزن رطب) على التوالي.



الشكل (3): تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (H) وبتراكيز (0، 0.5، 1، 1.5 غ/ل) في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى أصناف التبغ (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، والأحرف المختلفة ضمن كل عمود لإظهار معنوية الفروق بين المتوسطات لكل صفة (ANOVA-Tukey test, *P<0.05*).

بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة وعند تراكيز الرش المستخدمة بهيومات البوتاسيوم (0.5–1– 1.5 غ/ل)، نجد أن صنف كاترينا أظهر استجابة أكبر لمعاملات الرش حيث بلغت نسبة الزيادة في محتوى الكلوروفيل الكلي عند هذه التراكيز حوالي (88– 37– 15 %) على التوالي، في حين لم تُلاحظ هذه الزيادة في الكلوروفيل إلا عند تراكيز الرش 0.5 و1 غ/ل لدى صنفي فرجينيا VK51(51– 12 %) وبرلي R21 (9– 5 %)، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

كما وبينت معطيات الشكل (4) إلى وجود فروق معنوية (*P<0.05*) بين المعاملات المدروسة من حيث المحتوى من الكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى الأصناف الثلاثة.



الشكل (4): تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (H) وبتراكيز (0، 0.5، 1، 1.5 غ/ل) في محتوى الأوراق من الكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب) لدى أصناف التبغ (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، والأحرف المختلفة ضمن كل عمود لإظهار معنوية الفروق بين المتوسطات لكل صفة (ANOVA-Tukey test, *P<0.05*).

حيث أدى الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم إلى زيادة معنوية (*P<0.05*) في صفة محتوى الكاروتينات، وسُجل أعلى محتوى للكاروتينات لكل من الأصناف الثلاثة (الفرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا) عند التركيز (0.5 غ/ل) وبلغ على التوالي (27–

69– 52 ميكروغرام/غ وزن رطب) وذلك بالمقارنة مع محتوى الكاروتينات لنباتات الشاهد والذي بلغ (18– 59– 27 ميكروغرام/غ وزن رطب) على التوالي.

بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة وعند تراكيز الرش المستخدمة بهيومات البوتاسيوم (0.5–1– 1.5 غ/ل)، نجد أن صنف كاترينا أظهر استجابة أكبر لمعاملات الرش حيث بلغت نسبة الزيادة في محتوى الكاروتينات عند تراكيز الرش 0.5 و1 غ/ل حوالي (93– 44 %) على التوالي، يليه صنف فرجينيا VK51 (50–44 %) وبرلي R21 (17– 7 %)، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

يمكن أن تُفسر الزيادة الحاصلة في محتوى أوراق أصناف التبغ المدروسة من صبغات التمثيل الضوئي (الكلوروفيل والكاروتينات) عند الرش بهيومات البوتاسيوم، لكون عنصر البوتاسيوم K اساسي في تفعيل نشاط ووظائف الكثير من الإنزيمات المسؤولة عن الاصطناع الحيوي للعديد من المستقلبات الكيميائية–الحيوية، ومنها صبغات الكلوروفيل والكاروتينات، مما يسبب تغير تراكيزها في النبات (Marschner, 2012).

ونظراً لدور حمض الهيوميك في تحسين امتصاص العناصر الغذائية كتنشيط امتصاص الآزوت N والنترات NO_3 واستقلابها ضمن الخلايا النباتية ما يحسن من كفاءة تصنيع البروتين وهذا يؤدي إلى زيادة محتوى الكلوروفيل والكاروتينات بالأوراق (Haghighi *et al.*, 2012). بالإضافة لدور الرش بحمض الهيوميك في زيادة نفاذية الخلايا النباتية، تحسين امتصاص الأوكسجين وتنشيط عملية التمثيل الضوئي ورفع كفاءة امتصاص الحديد والفوسفور وزيادة استطالة الجذور وذلك كدور يشبه تأثير الهرمونات النباتية (Turan *et al.*, 2022 ؛ Nardi *et al.*, 2002 ؛ Chen *et al.*, 1990).

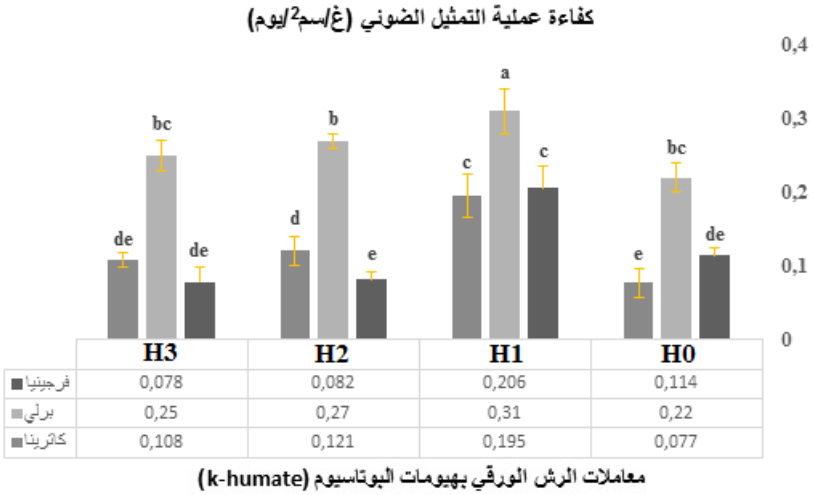
4– تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (k-humate) **في كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم):**

بينت معطيات الشكل (5) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة في كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم^2/يوم) لدى الأصناف الثلاثة.

أدى الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم إلى زيادة معنوية ($P<0.05$) في صفة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وسُجل أعلى معدل تمثيل ضوئي لكل من الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51– برلي R21– كاترينا) عند التركيز (0.5 غ/ل) وبلغ على التوالي (0.206– 0.31– 0.195 غ/سم^2/يوم) وذلك بالمقارنة مع قيمة هذا المؤشر لدى نباتات الشاهد والبالغة (0.114– 0.22– 0.077 غ/سم^2/يوم).

بالمقارنة بين الأصناف الثلاثة وعند تراكيز الرش المستخدمة بهيومات البوتاسيوم (0.5–1– 1.5 غ/ل)، نجد أن صنف فرجينيا VK51 أظهر استجابة أكبر لمعاملة الرش بهيومات البوتاسيوم عند التركيز 0.5 غ/ل وبلغت نسبة الزيادة في معدل التمثيل الضوئي حوالي (81 %)، في حين بلغت نسبة الزيادة على التوالي عند صنف كاترينا (153– 57– 40 %) وبرلي R21 (41– 23– 14 %) عند تراكيز الرش الثلاثة المستخدمة، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد لكل صنف.

يعود هذا الأثر الإيجابي للرش بهيومات البوتاسيوم، بالنظر لدور البوتاسيوم في تنشيط مختلف العمليات الفيسيولوجية الحاصلة ضمن النبات ومنها عملية التمثيل الضوئي، وذلك عبر تحفيزه للنشاط الإنزيمي وحفظ النظام المائي في النبات، فضلاً عن دوره كعنصر مغذي سريع الحركة داخل الأنسجة النباتية يساهم في تبادل المواد الكربوهيدراتية وتراكمها وبالتالي زيادة المادة الجافة (Egamberdieva *et al.*, 2017 ; Marschner, 1995).



الشكل (5): تأثير الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (H) وبتراكيز (0، 0.5، 1، 1.5 غ/ل) في كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم²/يوم) لدى أصناف التبغ (فرجينيا VK51 – برلي R21 – كاترينا). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، والأحرف المختلفة ضمن كل عمود لإظهار معنوية الفروق بين المتوسطات لكل صفة (ANOVA-Tukey test, *P<0.05*).

وتم الإشارة لدور المركبات الهيومية في تنشيط عملية التمثيل الضوئي (Osman *et al.*, 2017)، كنتيجة لزيادة الكلوروفيل (a وb) ومحتوى الكاروتينات في انسجة النبات، إضافة إلى دورها في تحفيز إنزيمات التمثيل الضوئي وزيادة امتصاص المنغنيز والحديد الضروريين للتخليق الحيوي للكلوروفيل (Mahdi *et al.*, 2021). يتفق ذلك مع ما أكده (Masciarelli *et al.*, 2014) من دور الرش الورقي لهيومات البوتاسيوم في تنشيط امتصاص العناصر الغذائية خاصة N وK وانتقالها إلى الخلايا النباتية مما يزيد من عدد البلاستيدات الخضراء ومحتوى الكلوروفيل والكاروتينات وهكذا كفاءة عملية التمثيل الضوئي.

الاستنتاجات:

1- أدى الرش الورقي بهيومات البوتاسيوم (k-humate) بتركيز 0.5 غ/ل عند الأصناف الثلاثة (فرجينيا VK51 – برلي R21 – كاترينا) إلى زيادة معنوية (*P<0.05*) في أغلب الصفات والخصائص المدروسة (مساحة المسطح الورقي (سم²/نبات)، كفاءة عملية التمثيل الضوئي (غ/سم²/يوم)، محتوى الكلوروفيل والكاروتينات (ميكروغرام/غ وزن رطب))، في حين لوحظ زيادة معنوية (*P<0.05*) في صفة ارتفاع النبات (سم) عند معاملة الرش بتركيز 1.5 غ/ل.

2- تباينت الأصناف الثلاثة المدروسة (فرجينيا VK51 – برلي R21 – كاترينا) في استجابتها لتراكيز الرش المختلفة بهيومات البوتاسيوم (k-humate) مقارنةً بالشاهد، فعند التركيز 0.5 غ/ل سجل الصنف فرجينيا VK51 أكبر قيمة لارتفاع النبات وكفاءة عملية التمثيل الضوئي والصنف كاترينا في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي والكاروتينات، أما الصنف برلي R21 فأعطى أكبر مسطح ورقي للنبات عند معاملة الرش بتركيز 1.5 غ/ل.

التوصيات:

يُنصح في ظروف التجربة، والظروف المشابهة لها باستخدام التركيز المخفف (المحفز) 0.5 غ/ل من مادة هيومات البوتاسيوم (k-humate) رشاً على الأوراق وخلال مرحلة النمو النشط للنبات (40-60 يوم من التشتيل) لدوره الإيجابي في تحسين أغلب مؤشرات النمو النباتي لأصناف التبغ المستخدمة (فرجينيا VK51 – برلي R21 – كاترينا).وذلك نظراً للدور الإيجابي للمعاملات المستخدمة في زيادة الغلة الورقية كماً ونوعاً لاسيما زيادة السكريات الذوابة وانخفاض البروتينات والنيكوتين.

المراجع:

التميمي، جميل (2009). تأثير حامض الهيوميك ومستخلصات الأعشاب البحرية في النمو والصفات الكيميائية لزيت أكليل الجبل، المؤتمر العلمي السادس، قسم علوم الحياة، جامعة تكريت، العراق 1–17 صفحة.

حبيب، هزار؛ علوش، غياث وديمة العلي. (2022). تأثير التسميد الآزوتي واضافة هيومات البوتاسيوم في معايير النمو وامتصاص العناصر الغذائية لصنف التبغ البلدي شك البنت. مجلة جامعة تشرين، العلوم البيولوجية، المجلد (44)، العدد (1)، 154–174.

رقية، نزيه (2003). التبوغ وتكنولوجيتها، منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، سورية، 332 صفحة.

عرب، سائد (2001). معادلات تحديد المسطح الورقي في صنف تبغ الفرجينيا، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسة العلوم الزراعية، العدد 39.

Abd El-Ati, Y.Y.; M.Y. El-Maziny; S.A. Abdalla; H.A. Maleha; and A.A. Hassan (2007). Effect of water stress and potassium fertilization on yield, quantity and quality of potato. African Crop Science Proceedings 8: 445-455.

Aytaç, Z.; A. Gülbandılar; and M. Kürkçüoğlu (2022). Humic acid improves plant yield, antimicrobial activity and essential oil composition of oregano (*Origanum vulgare* L. subsp. hirtum (Link.) Ietswaart). Agronomy 12, 2086.

Chen, Y.; and T. Aviad (1990). Effects of humic substances on plant growth 1. In Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings; MacCarthy, P.; C.E. Clapp; R.L. Malcolm; and P.R. Bloom, Eds.; American Society of Agronomy and Soil Science Society of America: Madison, WI, USA, pp. 161-186.

Dorneanu, A.D.; M.E. Dorneanu; C. Preda; L. Anton; and L. Oprica (2008). Fertilization with liquid humic fertilizers, procedure of high efficiency in improving plant nutrition along the growing season. 17th International Symposium of CIEC, 24-27 November, Micronutrient Project, Cairo, Egypt, pp. 259-264.

Egamberdieva, D.; S. Wirth; D. Jabborova; L.A. Räsänen; and H. Liao (2017). Coordination between *Bradyrhizobium* and *Pseudomonas* alleviates salt stress in soybean through altering root system architecture. Journal of Plant Interactions 12: 100-107.

El-Ghamry, A.M.; K.M. Abd El-Hai; and K.M. Ghoneem (2009). Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of Faba bean cultivated in clayey soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3: 731-739.

Gerstel, D.U. (1976). Segregation in new allopolyploids of *Nicotiana*. Discordant ratios from individual loci in 6x (*N. tabacum* x *N. sylvestris*). Genetics 48: 677-689.

Haghighi, M.; M. Kafi; and P. Fang (2012). Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid. International Journal of Vegetable Science 18: 182-189.

He, Y.; C. Wang; B. Li; W. Wang; B. Li; J. Xiang; and B. Lei (2014). Effect of humic acid application on the yield and quality of flue-cured tobacco. Journal of Agricultural Science 6: 8-13 .

Kanai, S.; R.E. Moghaieb; H.A. El-Shemy; R. Panigrahi; P.K. Mohapatra; J. Ito; N.T. Nguyen; H. Saneoka; and K. Fujita (2011). Potassium deficiency affects water status and photosynthetic rate of the vegetative sink in green house tomato prior to its effects on source activity. Plant Science 180: 368-374.

Kaya, M.; M. Atak; K.M. Khawar; C.Y. Ciftci; and S. Ozcan (2005). Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray humic acids on field of Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal Agriculture Biological 7: 875-878.

Lester, G.E.; J.L. Jifon; and G. Rogers (2005). Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetable. Journal of the American Society for Horticultural Science 130, 649-653.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthesis biomebranes. In: Colowick, S.P.; and N.O. Kaplan (eds). Methods in Enzymology. Academic Press, New York, pp. 350-382.

Mahdi, A.H.A.; S.A. Badawy; A.A.H.A. Latef; and A.A.A.E. Hosary (2021). Effects of nitrogen fertilization and potassium humate on growth, physiological traits and yield of *Vicia faba* L. Grown in Newly Reclaimed Soil. Agronomy 11, 461.

Malan, C. (2015). Review: humic and fulvic acids. A Practical Approach. In Sustainable soil management symposium. Stellenbosch, 5-6 November 2015, Agrilibrium Publisher.

Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition. Academic Press: San Diego, USA, pp. 889.

Marschner, P. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd edition. Academic Press: London, UK, pp. 178-189.

Masciarelli, O.; A. Llanes; and V. Luna (2014). A new PGPMS co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation. Microbiological Research 169: 609-615.

Milford, G.F.J.; and A.E. Johnston (2007). Potassium and nitrogen interactions in crop production. Proc. No. 615, International Fertilizer Society, York, UK.

Mohsen, A.A.M.; S.K.A. Ibraheim; and M.K. Abdel-Fattah (2017). Effect of potassium humate, nitrogen bio fertilizer and molybdenum on growth and productivity of garlic (*Allium sativum* L.). Current Science International 6: 75-85.

Nardi, S.; D. Pizzeghello; A. Muscolo; and A. Vianello (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34: 1527-1536.

Nassar, K.E.; and L.A. Abd EL-Rahman (2015). Impact of compost and methods of potassium humate application on wheat. Minufiya Journal of Agriculture Research 40: 1377-1385.

Nelson, K.A.; P.P. Motavalli; W.E. Stevens; J.A. Kendig; D. Dunn; and M. Nathan (2012). Foliar potassium fertilizer additives affect soybean response and weed control with glyphosate. International Journal of Agronomy 461894, pp. 10.

Okba, S.K.; Y. Mazrou; H.M. Elmenofy; A. Ezzat; and A.M. Salama (2021). New insights of potassium sources impacts as foliar application on '*Canino*' apricot fruit yield, fruit anatomy, quality and storability. Plants 10, 1163.

Osman, M.E.H.; A.A. Mohsen; S. EL-Feky; and A.W. Mohamed (2017). Response of salt-stressed wheat (*Triticum aestivum* L.) to potassium humate treatment and potassium silicate foliar application. Egyptian Journal of Botany 57: 85-102.

Sharif, M.; R. Khattak; and M. Sarir (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Communication in Soil Science and Plant Analysis 33: 3567-3580.

Stevenson, F.J.; and M.A. Cole (1999). Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulpher and micronutrients, 2nd edition. John Wiley and Sons, New York.

Turan, M.; M. Ekinci; R. Kul; A. Kocaman; S. Argin,; A.M. Zhirkova; I.V. Perminova; and E. Yildirim (2022). Foliar applications of humic substances together with Fe/Nano Fe to

increase the iron content and growth parameters of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Agronomy 12, 2044.

Wang, N.; Q. Zhang; W. Han; C. Bai; B. Hou; Y. Liu; and S. Wang (2022). Chemical characteristics of dark-brown humic-like substances formed from the abiotic condensation of maillard precursors with different glycine concentrations. Agronomy 12, 2199.

Williams, R.F. (1946). The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. Annals of Botany 37: 41-71.

Xiao, B.G.; J. Zhu; X.P. Lu; Y.F. Bai; and Y.P. Lib (2007). Analysis on genetic contribution of agronomic traits to total sugar in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Field Crops Research 102: 98-103.

Evaluation of morpho-physiological behavior of several varieties of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under the influence of foliar spraying with potassium humate (k-humate)

Majd Darwish*[(1)] Rabie Zaine[(2)] Nizar Moualla[(1)] and Haneen Mohamad[(1)]

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
(2). Agricultural Scientific Research Center, Lattakia, Syria.
(*Corresponding author: Dr. Majd Darwish. E-Mail: majds26@yahoo.com).

Received:28/06/2023 Accepted:20/08/2023

Abstract

The experiment was carried out at the Scientific Agricultural Research Station (Setkhiris-Lattakia), during the period from mid-May to June of the year 2022, by applying foliar spraying with potassium humate (k-humate) at concentrations of (0- 0.5- 1- 1.5) g/L and in two stages after forty and sixty days of transplantation of three tobacco varieties (Virginia VK51- Burly R21- Katrina), according to a randomized complete block design (RCBD) with three replications for each treatment. The aim of the research was to study the behavior of the varieties used under the influence of foliar spraying with potassium humate and to determine the concentrations that have a significant effect on the growth and development of the plant. So, some of morphysiological characteristics as plant height (cm), leaf area (cm^2/plant) and photosynthesis efficiency (g/cm^2/day), and the content of chlorophyll and carotenoids (µg/g/wet weight) were recorded. The results showed a stimulating effect of foliar spraying applied at a concentration of 0.5 g/L humate potassium on most of the studied traits (leaf surface area (cm^2/plant), photosynthesis efficiency (g/cm^2/day), chlorophyll and carotenoids content (µg/g/wet weight)) of the three varieties, while the spraying concentration of 1.5 g/L had a significant stimulating effect on plant height (cm) in the three varieties. The research concluded that there was a variation in the response of the studied varieties to the spraying concentrations used. Compared to the control, Virginia VK51 variety showed the best response to foliar spraying with 0.5 g/L potassium humate in both characteristics of plant height and photosynthesis efficiency, with an

increase of 18-55 %, respectively, and in Katrina variety at the same concentration, the increase in the content of chlorophyll and carotenoids was 44-48 %, respectively, while the Burly R21 showed the best response to the foliar application of 1.5 g/L potassium humate in leaf surface area with an increase of 20 %.

Keywords: Tobacco; Morpho-physiological behavior; Potassium humate.