تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني على بعض الصفات والخواص الإنتاجية والنوعية لصنف التبغ البلدي (*Nicotiana tabacum* L.)

مجد درويش*[1] نزار معلا[1] وحسن حسن[1]

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

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

تاريخ الاستلام:2023/01/10 تاريخ القبول:2023/4/10

الملخص:

نُفذت التجربة في الأراضي التابعة لمنطقة القرداحة في محافظة اللاذقية والتي تقع عند 450 م عن سطح البحر خلال الموسم الزراعي 2022، وذلك بزراعة شتول التبغ البلدي (*Nicotiana tabacum* L.) في قطع تجريبية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات. تضمن البحث استخدام تراكيز مختلفة من حمض الهيوميك HA (0، 1، 2 و3 غ/ل) والماء الأوكسجيني HP (0، 9، 18 و27 ميلي مول) بهدف دراسة تأثير معاملات الرش الورقي بحمض الهيوميك، الماء الأوكسجيني HP والرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً على بعض خصائص النمو والصفات الإنتاجية والنوعية لصنف التبغ الدروس. تم قياس ارتفاع النبات (سم) ومساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2) ودليل المساحة الورقية (LAI) والإنتاجية (الغلة الورقية الخضراء والجافة (كغ/دونم)) والمحتوى الكلي من الكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب) والسكريات الذوابة والنيكوتين %. أظهرت نتائج التجربة أن الرش بحمض الهيوميك (1 و2 غ/ل)، والرش بالماء الأوكسجيني (9 و18 ميلي مول) أدى إلى زيادة معنوية عند احتمال ($P<0.05$) في أغلب مؤشرات النمو والغلة الورقية والجودة حيث ازدادت نسبة السكريات الذوابة وانخفضت نسبة النيكوتين في الأوراق الجافة هوائياً. كما وزادت معاملات الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً قيم مؤشرات النمو والإنتاجية والنوعية، وذلك عند الرش بحمض الهيوميك 1 و2 و3 غ/ل مع تركيزي الرش بالماء الأوكسجيني 9 و18 ميلي مول. نوصي في ضوء تلك النتائج برش التبغ البلدي بحمض الهيوميك بمعدلات 1–3 غ/ل بمفردها أو مجتمعة مع الماء الأوكسجيني بتراكيز 9–18 ميلي مول، أو الرش بالماء الأوكسجيني بتراكيز 9–18 ميلي مول حيث ازدادت الغلة الورقية الجافة حوالي 20–57 % مقارنةً بالشاهد.

الكلمات المفتاحية: التبغ البلدي، حمض الهيوميك، الماء الأوكسجيني، الإنتاجية.

المقدمة:

يُعتبر التبغ من المحاصيل الحقلية ذات الأهمية التصنيعية الكبيرة عالمياً، لكونه يدخل بشكل رئيس في دعم اقتصاديات كثير من الدول، كما ويُعد محلياً من المحاصيل الاستراتيجية الهامة في القطر لدوره الكبير في دعم ميزانية الدولة عبر تأمينه القطع الأجنبي بعمليات تصدير التبغ الخام والمصنع، فضلاً عن تشغيل قطاع واسع من الأيدي العاملة وذلك للحصول على الأوراق التي تُستخدم لتحضير السجائر بأنواعها المختلفة، والسيجار، وتبغ الغليون وغيرها من المنتجات التدخينية (رقية، 2003). يُزرع التبغ في ظروف بيئية متباينة في أغلب دول العالم، ويضم عدداً كبيراً من الطرز والأصناف التي تختلف عن بعضها البعض في الصفات والخصائص الفيزيائية والكيميائية والتصنيعية وذلك عند زراعتها في مناطق ذي ظروف بيئية مختلفة من حيث المناخ والتربة الذين يحددان كمية ونوعية الأوراق الناتجة (Bai *et al*., 2007). كما أن استجابة محصول التبغ للعوامل الجوية والظروف المتعلقة بالتغذية والمعاملات الزراعية عالية، والذي يؤدي إلى تغير في انتاجية ونوعية المحصول الجاف من الأوراق (درويش وشعبان، 2019).

إن حمض الهيوميك HA (Humic acid)، مركب عضوي بوليمر طبيعي، يُعد 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).

وجد O'Donnell (1973) أن لحمض الهيوميك، كمادة عضوية شبيهة بالفحم، تأثيرات محفزة للنمو شبيهة بالأوكسينات. وأشار Tan and Nopamornbodi (1979) إلى أن حمض الهيوميك كان مفيدًا بشكل عام للنمو المجموع الخضري والجذري لنبات الذرة الصفراء. وبين Tan and Tantiwiramanond (1983) أهميته في تشكل العقد الجذرية وتراكم المادة الجافة في نبات فول الصويا. كما أظهرت دراسة أن حمض الهيوميك يمكن أن يستخدم كمنظم للنمو لتنظيم مستوى الهرمون وتحسين نمو النبات وزيادة تحمل الإجهاد (Piccolo *et al*., 1991)، كما وله تأثيرات مباشرة محفزة ومنشطة للنمو شبيهة بالسيتوكينات (Zhang and Ervin, 2004)، الأوكسينات والجبريللينات (Pizzeghello *et al*., 2001). كما توجد دراسة تشير الى زيادة في إنتاجية ونوعية التبغ الناتجة عند المعاملة بحمض الهيوميك وبكميات (600–900–1200 كغ/هـ)، حيث لوحظ زيادة غلة النبات من الأوراق ومحتواها من البوتاسيوم، الكربوهيدرات والسكريات مع المحافظة على مستوى مناسب من النيكوتين والآزوت (He *et al*., 2014). وفي دراسة أخرى حول تأثير حمض الهيوميك والتسميد الآزوتي على بعض صفات مكونات محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) وإنتاجيتها، تبين أن المعاملة بحمض الهيوميك (1000 ppm) أدت إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق/نبات، دليل المسطح الورقي، ارتفاع النبات، مؤشرات الإنتاجية ونسبة التصافي % (مهنا وأخرون، 2015). وفي دراسة أخرى حول تأثير الرش بحمض الهيوميك والتسميد الآزوتي في بعض صفات النمو وغلة الذرة الصفراء، تبين أن الرش بحمض الهيوميك (2.5 سم^3/ل) بعد 15 و30 يوم من الزراعة، أدى إلى زيادة معنوية في مؤشرات النمو النباتي: عدد الأوراق/نبات ارتفاع النبات ودليل المسطح الورقي، ومؤشرات الإنتاجية (خضر، 2019).

كما يُعد الماء الأوكسجيني H_2O_2 من أنواع الأوكسجين التفاعلية ROS والتي تنتج عن العديد من العمليات البيولوجية الحاصلة في النبات، فقد أثبتت العديد من الدراسات أن المعاملة بتركيز مناسب من الماء الأوكسجيني تُحسن من تحمل النبات للإجهاد البيئي، وذلك عبر تأثيره في العديد من العمليات الفيزيولوجية كعملية التمثيل الضوئي، ودوره كمرسال في مسارات الاستجابة المتعددة يُساهم بتنشيط البروتينات المسؤولة عن ظاهرة التخلص من أنواع الأوكسجين التفاعلية وإزالة أثرها السمي وفي ظاهرة

التعبير المورثي (Gondim *et al*., 2013 ؛ Xu *et al*., 2010). وفي تجربة حول تأثير المعاملة بالماء الأوكسجيني H_2O_2 في نبات الذرة الصفراء *Zea mays* L.، فقد اشارت النتائج أن الماء الأوكسجيني سبب زيادة في النمو النباتي، المحتوى المائي، تراكيز العناصر المعدنية، والمحتوى الكلي من البروتينات والسكريات الذوابة في أوراق النبات (Guzel and Terzi, 2013). كما أدت المعاملة الأولية بالماء الأوكسجيني رشاً على بادرات التنباك لزيادة مساحة المسطح الورقي، إنتاجية النبات فضلاً عن تحسن بعض الخصائص التكنولوجية–التصنيعية للأوراق (درويش وشعبان، 2019). وأدى الرش الورقي بتراكيز متدرجة من الماء الأوكسجيني تحت ظروف التسميد الآزوتي لزيادة محصول أورق تبغ الفرجينيا كما وارتفع محتوى الأوراق من السكريات الكلية وكان مستوى النيكوتين ضمن الحدود المثالية (درويش وآخرون، 2021).

نظراً لتدني العديد من الخصائص النوعية والتكنولوجية لمحصول التبغ، كنتيجة لزيادة الكميات المستخدمة من المخصبات المعدنية المصدر وبطريقة غير مرشدة من قبل المزارعين بغرض الحصول على غلة مرتفعة، أدى إلى زيادة في تكاليف الانتاج فضلاً عن الآثار السلبية المترتبة على نوعية المنتج ومدى صلاحية استخدامه للتصنيع. وهذا ما يبرر استخدام المخصبات العضوية، كحمض الهيوميك؛ نظراً لدورها كمنظمات نمو، محفزة ومنشطة للنمو النباتي، وذي مصدر عضوي، فضلاً عن أهمية البحث عن دور للماء الأوكسجيني؛ بمفرده أم مع حمض الهيوميك، كمنبه لمسارات الاستجابة في النبات، في تحسين نمو وإنتاجية صنف التبغ البلدي مع الحصول على نوعية وخصائص تكنولوجية جيدة من أوراق التبغ الجافة. ولهذا صممت هذه الدراسة لمعرفة استجابة صنف التبغ البلدي لتأثير الرش الورقي بتراكيز مختلفة من حمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP) وتحديد أفضل تركيز للرش يحقق أعلى قيمة للخصائص الإنتاجية والنوعية للصنف المدروس.

المواد وطرائق البحث:

نُفذت التجربة في الأراضي التابعة لمنطقة القرداحة في ريف محافظة اللاذقية، والتي ترتفع عن سطح البحر حوالي 450 م، في الفترة الممتدة من بداية شهر نيسان وحتى أواخر شهر تموز من عام 2022، وتمت التحاليل البيوكيميائية في مخبر البحث العلمي التابع لقسم المحاصيل الحقلية في كلية الهندسة الزراعية بجامعة تشرين. أُجريت العمليات الأساسية لتحضير الأرض للزراعة من تنظيف للأرض، حراثة خريفية عميقة مع اضافة الأسمدة العضوية المتخمرة (2–2.5 طن/دونم) والمعدنية الأساسية بما يحقق المعادلة السمادية الموضوعة من قبل المؤسسة العامة للتبغ G.O.T. والخاصة بالصنف المدروس وهي 20–40 كغ/دونم لكل من اليوريا 46 %، السوبر فوسفات الثلاثي 46 % وسلفات البوتاسيوم 50 % وذلك وفقاً لمعطيات تحليل التربة، ومن ثم تمت عمليات تسوية وتنعيم للأرض.

استخدمت في الزراعة شتول صنف التبغ البلدي (شك البنت) عبر زراعة البذور، والتي تم الحصول عليها من المؤسسة العامة للتبغ، في مساكب حتى الحصول على شتول بثلاثة أوراق جاهزة للتشتيل، والبلدي هو صنف محلي المنشأ من أصناف القوة (2.5–5 % نيكوتين)، وتم تجفيف الأوراق عند النضج في مناشر خاصة وبعيداً عن اشعة الشمس المباشرة فاكتسبت الأوراق بعد التجفيف اللون الأحمر الفاتح إلى الغامق.

أُجري تحليل للتربة المراد زراعتها لمعرفة قوامها ومحتواها من العناصر الغذائية، بعد أن أُخذت عينات من أماكن مختلفة من الأرض وعلى عمق 10–20 سم، في مخبر تحليل الأراضي التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في محافظة اللاذقية– منطقة الهنادي وجاءت النتائج موضحة في الجدول (1). حيث تميزت التربة بأنها طينية غير متملحة، ضعيفة المحتوى بالآزوت والمادة

العضوية وذات محتوى جيد من البوتاسيوم وكربونات الكالسيوم الكلية $CaCo_3$ وغنية بالفوسفور، مائلة إلى القلوية وسعتها التبادلية جيدة.

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع الزراعة (القرداحة– اللاذقية)

تحليل ميكانيكي %			المحتوى الكلي %		المحتوى (ملغ/كغ) تربة جافة		المحتوى الكلي %	EC ds/m	PH	السعة التبادلية ميلي مكافئ/100غ تربة
طين	سلت	رمل	N	P_2O_5	K_2O	O.M.	$CaCo_3$			
56	12	32	0.85	23	185	1.2	23	0.31	7.4	60.3

استُخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، حيث بلغت مساحة القطعة التجريبية الواحدة (4×2.5) م^2 كما تُرك 1 م للخدمة بين كل قطعة وأخرى. قُسمت القطعة التجريبية إلى 8 خطوط وتم التشتيل بمعدل 16 نباتات على الخط الواحد وبمسافة زراعية: 30 سم بين الخطوط و25 سم بين النباتات على الخط الواحد، ما يحقق كثافة زراعية 12.8 نبات/م^2؛ فالتبغ البلدي يُزرع بكثافة نباتية قدرها 12–16 نبات/م^2.

أُجريت معاملات الرش بحمض الهيوميك (HA) (0، 1، 2 و3 غ/ل) 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، وبمركب الماء الأوكسجيني H_2O_2 (35 %) (HP) (EKA, KEMI, Sweden) (0، 9، 18 و27 ميلي مول)، وبرشتين في مرحلة النمو الخضري النشيط وذلك بعد 40 و60 يوم من التشتيل، وهكذا كانت المعاملات كما يلي:

- HA_0HP_0: الشاهد، لم يتم الرش بالهيومات أو الماء الأوكسجيني.
- HA_1: تم الرش بالهيومات بتركيز 1 غ/ل.
- HA_2: تم الرش بالهيومات بتركيز 2 غ/ل.
- HA_3: تم الرش بالهيومات بتركيز 3 غ/ل.
- HP_9: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 9 ميلي مول.
- HP_{18}: تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 18 ميلي مول.
- HP_{27} : تم الرش بالماء الأوكسجيني بتركيز 27 ميلي مول.
- HA_1HP_9: تم الرش بالهيومات (1 غ/ل) والماء الأوكسجيني (9 ميلي مول).
- HA_1HP_{18}: تم الرش بالهيومات (1 غ/ل) والماء الأوكسجيني (18 ميلي مول).
- HA_1HP_{27}: تم الرش بالهيومات (1 غ/ل) والماء الأوكسجيني (27 ميلي مول).
- HA_2HP_9: تم الرش بالهيومات (2 غ/ل) والماء الأوكسجيني (9 ميلي مول).
- HA_2HP_{18}: تم الرش بالهيومات (2 غ/ل) والماء الأوكسجيني (18 ميلي مول).
- HA_2HP_{27}: تم الرش بالهيومات (2 غ/ل) والماء الأوكسجيني (27 ميلي مول).
- HA_3HP_9: تم الرش بالهيومات (3 غ/ل) والماء الأوكسجيني (9 ميلي مول).
- HA_3HP_{18}: تم الرش بالهيومات (3 غ/ل) والماء الأوكسجيني (18 ميلي مول).
- HA_3HP_{27}: تم الرش بالهيومات (3 غ/ل) والماء الأوكسجيني (27 ميلي مول).

وبذلك يكون عدد القطع التجريبية: 1 (صنف التبغ البلدي) × 4 (ثلاث مستويات من حمض الهيوميك مع الشاهد) × 4 (ثلاث مستويات من الماء الأوكسجيني مع الشاهد) × 3 (ثلاثة مكررات)= 48 قطعة تجريبية. أُجريت عمليات الخدمة الزراعية من عزيق، مكافحة وري (بمعدل 7 ريات) وفقاً لتوصيات المؤسسة العامة للتبوغ.

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

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

2- المؤشرات المورفيزيولوجية:

- مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area (سم^2): تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات مع تشكل النورة الزهرية من 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)
- دليل المساحة الورقية Leaf Area Index: تم حساب دليل المساحة الورقية بعد معرفة مساحة المسطح الورقي الكلي والمساحة التي يشغلها النبات من التربة وفقاً للمعادلة (Williams, 1946):

LAI= المساحة الورقية للنبات (سم^2)/المساحة التي يشغلها النبات من الأرض (سم^2)

3- مؤشرات الغلة الورقية:

- محصول الأوراق الخضراء Leaves Fresh Weight: إنتاجية المساحة المزروعة من الأوراق الخضراء (كغ/دونم).
- محصول الأوراق الجافة Leaves Dry Weight: إنتاجية المساحة المزروعة من الأوراق الجافة هوائياً (كغ/دونم).

4- المحتوى من الكلوروفيل الكلي Total Chlorophyll Content (ميكروغرام/غ وزن رطب): تم سحق عينات معروفة الوزن من أوراق التبغ البلدي الخضراء من 5 نباتات ضمن كل قطعة تجريبية في الأسيتون النقي ومن ثم قياس الامتصاص الضوئي للمستخلص باستخدام جهاز Spectrophotometer على أطوال الموجات 645 و662 نانومتر ثم من معادلات وفقاً لطريقة الباحث Lichtenthaler (1987):

$$\text{Chl a } (\mu g\ mL^{-1}) = 11.24\ DO_{662} - 2.04\ DO_{645}$$
$$\text{Chl b } (\mu g\ mL^{-1}) = 20.13\ DO_{645} - 4.19\ DO_{662}$$
$$\text{Chl } (\mu g\ mL^{-1}) = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$

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

5- المحتوى من السكريات الكلية الذوابة Soluble Total Sugar Content: تم تحليل محتوى أوراق التبغ البلدي من السكريات الكلية الذوابة وفقاً لطريقة الباحث Dubois *et al.* (1956). فقد تم سحق 100 ملغ من الأوراق الجافة هوائياً في 4 مل من الإيثانول 80 %، ثم وضعت الأنابيب في حمام مائي ساخن 80°م لمدة 10 دقائق حتى جفاف المستخلص الكحولي. ثم إضافة الفينول 5 % وحمض الكبريت المركز إلى المزيج فنتج لون أصفر بني. تم قياس الامتصاص الضوئي على طول موجة 490 نانومتر باستخدام جهاز Spectrophotometer ومن ثم تقدير نسبة السكريات في العينات بالاعتماد على منحى قياسي للغلوكوز النقي.

6- المحتوى من النيكوتين Nicotine Content: استُخلصت القلويدات من أوراق التبغ البلدي الجافة هوائياً بواسطة مزيج (البنزن والكلورفورم) بوجود ماءات الباريوم، ثم قُدر النيكوتين في المستخلص بواسطة حمض عياري وهو بروكلوريك أسيد (Coresta, 1994).

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

النتائج والمناقشة:

1- تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني على صفات ارتفاع النبات (سم) ومساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2/نبات) ودليل المساحة الورقية (LAI):

بينت النتائج في (جدول 2) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة لصفة ارتفاع النبات (سم)، حيث لوحظ زيادة معنوية ($P<0.05$) مقارنةً بالشاهد عند الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA)، وكانت هذه الزيادة ملحوظة عند المعاملتين HA_1HP_0 وHA_2HP_0 وبلغ أعلى ارتفاع للتبغ 65 و74 سم على التوالي، في حين بلغ ارتفاع النبات عند الشاهد 53 سم. وأدت معاملة الرش بالماء الأوكسجيني لزيادة معنوية ($P<0.05$) في ارتفاع النبات وكانت أعلى قيمة لهذا المؤشر عند معاملتي الرش 9 و18 ميلي مول فبلغت قيمته 64 و69 سم على التوالي. زادت معاملات الرش بحمض الهيوميك وبالماء الأوكسجيني معاً وخصوصاً عند مستويات الرش 1 و2 غ/ل هيومات و9 و18 ميلي مول ماء أوكسجيني ارتفاع النبات حيث سُجل عند هذه المعاملات HA_1HP_9، HA_2HP_9، HA_1HP_{18} وHA_2HP_{18} أعلى القيم لارتفاع النبات 77، 78، 80 و82 سم على التوالي مقارنةً بالشاهد وبقية المعاملات، وكانت أقل قيمة 47 سم عند المعاملة HA_3HP_{27} هذا ولم يُلاحظ أية فروقات معنوية ($P<0.05$) بينها وبين الشاهد.

الجدول (2): ارتفاع النبات (سم) لصنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

ارتفاع النبات (سم)				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	53 ± 2^{ab}	64 ± 1^{c}	69 ± 3^{cd}	52 ± 2^{ab}
HA_1	65 ± 2^{c}	77 ± 2^{d}	80 ± 2^{de}	50 ± 2^{a}
HA_2	74 ± 3^{d}	78 ± 2^{de}	82 ± 3^{e}	48 ± 3^{a}
HA_3	55 ± 1^{b}	51 ± 1^{a}	49 ± 3^{a}	47 ± 4^{a}

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

أظهرت نتائج تحليل التباين في جدول (3) وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في قيم مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2) بين المعاملات المدروسة، حيث زادت معاملات الرش بحمض الهيوميك من مساحة المسطح الورقي للنبات وكان هذا التأثير الإيجابي ملموساً أكبر عند معدلي الرش 1 و2 غ/ل مقارنةً بالرش 3 غ/ل والشاهد، إذ بلغت قيمة المسطح الورقي الكلي للنبات 3610، 4105 و2911 سم^2 عند المعاملات HA_1HP_0، HA_2HP_0 وHA_3HP_0 على التوالي مقارنةً بالشاهد (2895 سم^2).

الجدول (3): مساحة المسطح الورقي (سم^2/نبات) لصنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

مساحة المسطح الورقي الكلي (سم^2/نبات)				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}

285 ± 2825^{ab}	291 ± 3926^{bc}	287 ± 3422^{b}	258 ± 2895^{ab}	**HA_0**
377 ± 2803^{ab}	287 ± 4925^{de}	237 ± 3987^{c}	264 ± 3610^{bc}	**HA_1**
383 ± 2788^{ab}	310 ± 5331^{e}	255 ± 4654^{d}	261 ± 4105^{cd}	**HA_2**
245 ± 2725^{a}	220 ± 2784^{a}	275 ± 2865^{ab}	273 ± 2911^{ab}	**HA_3**

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

كما بينت النتائج وجود زيادة معنوية ($P<0.05$) في مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2) عند الرش بالماء الأوكسجيني وبالتركيزين 9 و18 ميلي مول حيث تفوقت هذه المعاملتين معنوياً ($P<0.05$) على المعاملة 27 ميلي مول والشاهد، فبلغ المسطح الورقي عندهما 3422 و3926 سم^2 على التوالي، في حين لم يُلاحظ أية فروقات معنوية في قيمة المسطح الورقي الكلي للنبات بين معاملة الرش 27 ميلي مول (2825 سم^2) والشاهد. وبالنسبة للرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً، فسجلت النتائج زيادة معنوية ($P<0.05$) في مساحة المسطح الورقي الكلي عند استخدام معدلي الرش الأقل ارتفاعاً من حمض الهيوميك 1 و2 غ/ل والماء الأوكسجيني 9 و18 ميلي مول، حيث بلغت مساحة المسطح الورقي 3987، 4654، 4925 و5331 سم^2 عند المعاملات HA_1HP_9، HA_2HP_9، HA_1HP_{18} وHA_2HP_{18} على التوالي، هذا ولم يلاحظ أية فروق معنوية ($P>0.05$) في قيمة هذا المؤشر عند بقية معاملات الرش معاً بالمقارنة مع الشاهد.

وأشارت النتائج في جدول (4) لوجود فروق معنوية ($P<0.05$) في صفة دليل المساحة الورقية للنبات (LAI) عند الرش بحمض الهيوميك وبشكل خاص عند معدلي الرش 1 و2 غ/ل، حيث بلغت قيمة دليل المساحة الورقية للنبات 4.81 و5.47 عند المعاملات HA_1HP_0 وHA_2HP_0 على التوالي مقارنةً بالمعاملة HA_2HP_0 (3.87) والشاهد (03.86) مع عدم وجود فروق معنوية ($P>0.05$) بينها. وأدى الرش بالماء الأوكسجيني وبالتركيزين 9 و18 مول لزيادة معنوية ($P<0.05$) في صفة دليل المساحة الورقية فبلغت قيمته 4.65 و5.23 على التوالي، هذا ولم يُلاحظ أية فروق معنوية ($P>0.05$) في قيمة هذا الدليل عند معاملة الرش 27 ميلي مول مقارنةً بالشاهد. كما وزادت معاملات الرش حمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً قيمة دليل المساحة الورقية للنبات مقارنةً بالشاهد وكان هذا التأثير الإيجابي أكثر ظهوراً عند معدلات الرش 1 و2 غ/ل هيومات و9 و18 ميلي مول ماء أوكسجيني مقارنةً ببقية التراكيز المستخدمة، حيث بلغت قيمة دليل المساحة الورقية 5.32، 6.21، 6.57 و7.11 عند المعاملات HA_1HP_9، HA_2HP_9، HA_1HP_{18} وHA_2HP_{18} على التوالي.

الجدول (4): دليل المساحة الورقية (LAI) لصنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

دليل المساحة الورقية للنبات				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	0.35 ± 3.86^{ab}	0.39 ± 4.56^{b}	0.29 ± 5.23^{c}	0.38 ± 3.77^{ab}
HA_1	0.38 ± 4.81^{bc}	0.26 ± 5.32^{c}	0.32 ± 6.57^{ef}	0.27 ± 3.74^{a}
HA_2	0.27 ± 5.47^{d}	0.26 ± 6.21^{e}	0.34 ± 7.11^{f}	0.26 ± 3.72^{a}
HA_3	0.36 ± 3.87^{ab}	0.25 ± 3.82^{a}	0.2 ± 3.71^{a}	0.28 ± 3.63^{a}

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

يمكن أن تُفسر هذه الزيادة الملحوظة في مؤشرات النمو الخضري لنباتات التبغ البلدي؛ ارتفاع النبات ومساحة مسطه الورقي ودليل المساحة الورقية، عند الرش بحمض الهيوميك لاحتواء 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). حيث اشار Mylonas and McCants (2008) في هذا السياق للتأثير الإيجابي للرش الورقي بحمض الهيوميك والفولفيك في نمو نبات التبغ، حيث لوحظ تحسناً في ارتفاع النبات ووزنه الجاف وزيادة محتواه من العناصر المغذية. أن هذا التأثير الإيجابي الملموس للمعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني والملحوظ في مؤشرات نمو التبغ البلدي كصفة ارتفاع النبات، مساحة المسطح الورقي للنبات ودليل المساحة الورقية، يمكن أن يعود للدور الذي يلعبه الماء الأوكسجيني H_2O_2 عند تواجده بتركيز منخفض في النبات، حيث يُساهم، وبشكل محفز، عبر التحكم في افراز العديد من الهرمونات النباتية كالأوكسينات، حمض الجبريلليك، حمض الساليسيليك وحمض الأبسيسيك، والمسؤولة عن تنظيم مجموعة واسعة من العمليات الحيوية النباتية كانقسام الخلايا النباتية واستطالتها، التشكل والتمايز الخلوي (Dat *et al*., 2000 ؛ Foreman *et al*., 2003 ؛ Tsukagoshi *et al*., 2010 ؛ Bhattacharjee, 2012).

2- تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني في محتوى الأوراق الكلي من الكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب):

اشارت نتائج تحليل التباين في (جدول 5) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث المحتوى الكلي للكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب)، حيث تفوقت معاملاتي الرش بحمض الهيوميك 1 و2 غ/ل معنوياً ($P<0.05$) في محتوى أوراق التبغ البلدي من الكلوروفيل الكلي على معاملة الرش3 غ/ل والشاهد، فبلغ محتوى الكلوروفيل 735، 812 و605 ميكروغرام/غ وزن رطب عند المعاملات HA_1HP_0، HA_2HP_0 وHA_3HP_0 على التوالي مقارنةً بالشاهد (566 ميكروغرام/غ وزن رطب)، كما تفوقت معاملة الرش بالماء الأوكسجيني وبالتركيزين 9 و18 ميلي مول معنوياً ($P<0.05$) على معاملة الرش 27 ميلي مول والشاهد في محتوى أوراق النبات من الكلوروفيل الكلي والذي بلغ 695 و719 ميكروغرام/غ وزن رطب. بالنسبة لتأثير الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً فقد تفوقت معاملات الرش بحمض الهيوميك 1 و2 غ/ل والماء الأوكسجيني 9 و18 ميلي مول على بقية المعاملات والشاهد، حيث سُجل أعلى محتوى للكلوروفيل الكلي 1186 و1238 ميكروغرام/غ وزن رطب عند المعاملتين HA_2HP_9 وHA_2HP_{18} على التوالي، تلتها القيم 975 و1056 ميكروغرام/غ وزن رطب عند المعاملتين HA_1HP_9 وHA_1HP_{18} على التوالي، هذا ولم يُلاحظ أية فروق معنوية لبقية معاملات الرش معاً مقارنةً بالشاهد.

الجدول (5): المحتوى الكلي للكلوروفيل (ميكروغرام/غ وزن رطب) لصنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

المحتوى الكلي من الكلوروفيل (ميكروغرام/ غ وزن رطب)				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	27 ± 566^{a}	25 ± 695^{bc}	28 ± 719^{c}	32 ± 558^{a}
HA_1	29 ± 735^{c}	29 ± 975^{d}	35 ± 1056^{d}	34 ± 551^{a}
HA_2	31 ± 812^{c}	32 ± 1186^{e}	39 ± 1238^{e}	38 ± 545^{a}
HA_3	34 ± 605^{ab}	34 ± 626^{ab}	25 ± 648^{b}	45 ± 540^{a}

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

يمكن أن تعود الزيادة الحاصلة في محتوى أوراق التبغ البلدي من صبغة الكلوروفيل الكلي عند الرش بحمض الهيوميك نظراً 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 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 (Chen *et al.*, 1990 ؛ Nardi *et al.*, 2002 ؛ Turan *et al.*, 2022). في هذا السياق بين Canellas *et al.* (2015) أن الرش بحمض الهيوميك HA يحفز وينشط مضخات H^+-ATP ويدعم نواقل الأيونات الثانوية Secondary Ion Transporters في الغشاء الخلوي ما يؤدي لزيادة امتصاص العناصر المغذية للنبات. تم الإشارة للتأثير الإيجابي للماء الأوكسجيني في زيادة المحتوى الكلي من الكلوروفيل ولدور هذا الجزيء في تحفيز النباتات على النمو التطور، إذ بينت نتائج الباحث Darwish *et al.* (2014) دور الماء الأوكسجيني H_2O_2 المتراكم في أوراق النبات بتراكيز مخففة في حماية التبغ من تأثير الإجهاد التأكسدي وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل. هذا الاستنتاج يتفق مع ما توصل إليه درويش وشعبان (2019) ودرويش وأخرون (2020) ودرويش (2023) عن دور الرش بالماء الأوكسجيني في زيادة محتوى أوراق النبات من الكلوروفيل.

3- تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني على غلة الأوراق الخضراء والجافة هوائياً (كغ/دونم):

أظهرت النتائج (جدول 6) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث غلة الأوراق الخضراء (كغ/دونم)، حيث ازدادت غلة الأوراق معنوياً ($P<0.05$) عند الرش بحمض الهيوميك 1 و2 غ/ل مقارنةً بالشاهد، فبلغت الغلة 495، 530 و447 كغ/دونم عند المعاملات HA_1HP_0، HA_2HP_0 وHA_3HP_0 على التوالي مقارنةً بالشاهد (438 كغ/دونم). هذا وتفوقت معاملتي الرش بالماء الأوكسجيني وبالتركيزين 9 و18 ميلي مول معنوياً ($P<0.05$) على معاملة الرش 27 ميلي مول والشاهد في غلة الأوراق الخضراء، حيث بلغت الغلة الورقية 475 و485 كغ/دونم على التوالي عند كلا التركيزين المذكورين، في حين لم يُلاحظ أية فروق معنوية ($P>0.05$) بين معاملة الرش 27 ميلي مول والشاهد. وبالنسبة لمعاملات الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً، فقد تفوقت معاملات الرش بحمض الهيوميك 1 و2 غ/ل والماء الأوكسجيني 9 و18 ميلي مول على بقية المعاملات والشاهد، فقد لوحظت أعلى قيمة لإنتاجية الأوراق الخضراء (576 كغ/هـ) عند المعاملة HA_2HP_{18} تلتها المعاملة HA_1HP_{18} (526 كغ/هـ) وHA_2HP_9 (494 كغ/هـ) وHA_1HP_9 (483 كغ/هـ).

الجدول (6): غلة الأوراق الخضراء (كغ/دونم) لصنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

غلة الأوراق الخضراء كغ/دونم				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	19 ± 438^{a}	18 ± 475^{b}	17 ± 485^{bc}	16 ± 436^{a}
HA_1	17 ± 495^{bc}	16 ± 483^{b}	15 ± 526^{c}	17 ± 431^{a}
HA_2	18 ± 530^{c}	19 ± 494^{bc}	14 ± 576^{d}	14 ± 426^{a}
HA_3	17 ± 447^{ab}	18 ± 439^{ab}	14 ± 425^{a}	15 ± 420^{a}

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

بينت نتائج تحليل التباين (جدول 7) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث غلة الأوراق الجافة هوائياً (كغ/دونم) مقارنةً بالشاهد، حيث تفوق معدلي الرش بحمض الهيوميك 1 و2 غ/ل معنوياً ($P<0.05$) على معاملة الرش 3 غ/ل والشاهد في الغلة الورقية الجافة، فبلغت الغلة 245، 279 و210 كغ/دونم عند معاملات الرش HA_1HP_0، HA_2HP_0 وHA_3HP_0 على التوالي في حين بلغت عند الشاهد 191 كغ/دونم. كما وازدادت الغلة الورقية الجافة معنوياً ($P<0.05$) عند الرش بالماء الأوكسجيني، وكانت هذه الزيادة ملحوظة بشكل أكبر عند تراكيز الرش 9 و18 ميلي مول، فبلغت قيمة الغلة 230 و248 كغ/دونم عند HA_0HP_9 وHA_0HP_{18} على التوالي في حين كانت قيمتها 206 كغ/هـ عند المعاملة HA_0HP_{27} وبدون فروق معنوية ($P>0.05$) مقارنةً بالشاهد. زادت معاملات الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً الغلة الورقية الجافة للتبغ البلدي، وبلغت أعلى قيمة للغلة (299 كغ/هـ) عند المعاملة HA_2HP_{18} تلتها المعاملة HA_1HP_{18} (286 كغ/هـ) و HA_2HP_9(267 كغ/هـ) وHA_1HP_9 (262 كغ/هـ) وكانت أقل قيم لها (188 كغ/هـ) عند المعاملة HA_3HP_{27}.

يمكن تفسير هذه الزيادة في غلة الأوراق الخضراء والجافة هوائياً لنبات التبغ عند الرش بحمض الهيوميك وذلك بالنظر لدور هذا المركب في زيادة المسطح الورقي الكلي للنبات وتحسين كفاءة الأوراق في القيام بعملية التمثيل الضوئي، عبر زيادة محتواها من الكلوروفيل، فضلاً عن دوره في زيادة كفاءة امتصاص العناصر المغذية وتحسين حركتها ضمن النبات، ما يقود اخيراً لتراكم أكبر للمادة الجافة وزيادة الغلة من الأوراق الخضراء والجافة، فقد تم الاشارة لدور حمض الهيوميك، عبر تأثيره في العديد من العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية الحاصلة في النبات، في زيادة غلة محصول التبغ وتحسين نوعيتها (Zheng *et al.*, 2007 ؛ Gao, 2006 ؛ Luo *et al.*, 2011). ونظراً لأهمية الرش بالماء الأوكسجيني، وبشكل خاص عند التركيزين 9 و18 ميلي مول، في زيادة مساحة المسطح الورقي الكلي لنبات التبغ وتحسين محتوى أوراقه من الكلوروفيل الكلي ما يساهم بزيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تراكم أكبر للمادة الجافة في أوراق النبات، وهذا يمكن أن يُفسر الزيادة الملحوظة في غلة النبات الورقية الخضراء والجافة. بين درويش وشعبان (2019)، في هذا السياق، لأن الرش بالماء الأوكسجيني وبتراكيز تتراوح بين 15 و30 ميلي مول أدى لزيادة أغلب مؤشرات النمو عند نبات التنباك وازدادت معه الغلة الورقية الخضراء والجافة (كغ/دونم). كما وتم الاشارة لأهمية معاملة الرش بالماء الأوكسجيني في تحسين مؤشرات النمو لنبات التبغ وزيادة غلته الورقية (درويش وآخرون، 2019 ؛ درويش، 2023).

الجدول (7): غلة الأوراق الجافة هوائياً (كغ/دونم) لصنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

غلة الأوراق الجافة كغ/دونم				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	17 ± 191^{a}	16 ± 230^{b}	18 ± 248^{bc}	15 ± 206^{ab}
HA_1	18 ± 245^{bc}	18 ± 262^{bc}	15 ± 286^{cd}	14 ± 201^{ab}
HA_2	19 ± 279^{bc}	15 ± 267^{c}	14 ± 299^{d}	15 ± 192^{a}
HA_3	16 ± 210^{ab}	17 ± 214^{ab}	18 ± 217^{ab}	12 ± 188^{a}

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

4- تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني في المحتوى الكلي للأوراق الجافة هوائياً من السكريات الذوابة والنيكوتين %:

أظهرت نتائج تحليل التباين في (جدول 8) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث محتوى الأوراق الجافة هوائياً من السكريات الكلية الذوابة (%)، حيث حقق معدلي الرش بحمض الهيوميك 1 و2 غ/ل تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) على معاملة الرش 3 غ/ل والشاهد في محتوى السكريات الكلية الذوابة، فبلغت نسبة السكريات 4.1، 4.5 و3.9 % عند معاملات الرش HA_1HP_0، HA_2HP_0 وHA_3HP_0 على التوالي في حين بلغت عند الشاهد 3.7 %.

الجدول (8): محتوى السكريات الذوابة الكلية (%) لأوراق نباتات صنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

المحتوى من السكريات الكلية الذوابة (%)				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	0.12 ± 3.7^{a}	0.15 ± 4.6^{cd}	0.17 ± 5.2^{e}	0.14 ± 3.8^{ab}
HA_1	0.15 ± 4.1^{b}	0.14 ± 4.5^{c}	0.16 ± 5.4^{ef}	0.17 ± 3.9^{ab}
HA_2	0.17 ± 4.5^{c}	0.16 ± 4.9^{d}	0.21 ± 5.7^{f}	0.21 ± 3.9^{ab}
HA_3	0.14 ± 3.9^{ab}	0.17 ± 4.1^{b}	0.18 ± 4.3^{bc}	0.19 ± 3.6^{a}

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

أدت معاملات الرش الورقي بالماء الأوكسجيني لارتفاعاً ملحوظاً في محتوى الأوراق من السكريات وبلغت النسبة 4.6، 5.2 و3.8 % عند المعاملات HA_0HP_9، HA_0HP_{18} وHA_0HP_{27} على التوالي. بالنسبة لتأثير الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً، لوحظ زيادة معنوية ($P<0.05$) في جميع المعاملات المدروسة ماعدا معاملات الرش بكافة تراكيز حمض هيوميك المستخدمة والتركيز المرتفع 27 ميلي مول من الماء الأوكسجيني والتي لم تُفرق معنوياً عن الشاهد، سُجلت أعلى نسبة للسكريات الذوابة 5.4 و5.7 % عند المعاملتين HA_1HP_{18} وHA_2HP_{18} على التوالي.

وأشارت النتائج في (جدول 9) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث محتوى الأوراق من النيكوتين (%) مقارنةً بالشاهد، حيث أظهرت معاملة الرش بحمض الهيوميك وبتركيز 2 غ/ل زيادة معنوية ($P<0.05$) في محتوى النيكوتين، فبلغ 3.7، 3.2 و3.8 % عند معاملات الرش HA_1HP_0، HA_2HP_0 وHA_3HP_0 على التوالي في حين بلغت النسبة عند الشاهد 3.9 %. وكما خفضت معاملات الرش بالماء الأوكسجيني، وبشكل خاص عند التراكيز 9 و18 ميلي مول محتوى النيكوتين في أوراق التبغ البلدي معنوياً ($P<0.05$) وازداد هذا مع زيادة التركيز المستخدم من H_2O_2، فبلغ المحتوى 3.4، 2.9 و3.7 % عند المعاملات HA_0HP_9، HA_0HP_{18} وHA_0HP_{27} على التوالي. كما خفضت معاملات الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً من محتوى النيكوتين في الأوراق وبشكل معنوي ($P<0.05$) مقارنةً بالشاهد عند كافة تراكيز الرش بحمض الهيوميك 1 و2 و3 غ/ل مع معدلي الرش بالماء الأوكسجيني 9 و18 ميلي مول، فبلغ محتوى النيكوتين 3.1، 2.9 و3.4 % عند المعاملات HA_1HP_9، HA_2HP_9 وHA_3HP_9 على التوالي و4.58، 4.81 و4.75 % عند المعاملات HA_1HP_{18}، HA_2HP_{18} وHA_3HP_{18} على التوالي.

الجدول (9): محتوى النيكوتين (%) لأوراق نباتات صنف التبغ البلدي تحت تأثير الرش الورقي بحمض الهيوميك (HA) والماء الأوكسجيني (HP).

المحتوى من النيكوتين (%)				
معاملات الرش بحمض الهيوميك (غ/ل)	معاملات الرش بالماء الأوكسجيني (ميلي مول)			
	HP_0	HP_9	HP_{18}	HP_{27}
HA_0	0.22 ± 3.9^{a}	0.13 ± 3.4^{b}	0.10 ± 2.9^{cd}	0.19 ± 3.7^{ab}

0.18 ± 3.7^{ab}	0.11 ± 2.8^{d}	0.12 ± 3.1^{c}	0.18 ± 3.7^{ab}	**HA_1**
0.17 ± 3.8^{a}	0.08 ± 2.5^{e}	0.11 ± 2.9^{cd}	0.10 ± 3.2^{bc}	**HA_2**
0.21 ± 4.1^{a}	0.10 ± 3.1^{c}	0.14 ± 3.4^{b}	0.19 ± 3.8^{a}	**HA_3**

تُمثل الرموز (HA) الرش بحمض الهيوميك (1، 2 و3 غ/ل) و(HP) الرش بالماء الأوكسجيني (9، 18 و27 ميلي مول). 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, $P<0.05$).

إن زيادة نسبة النيكوتين في أوراق التبغ الجافة عن الحدود القصوى المسموح بها في تبوغ القوة (3–6 %) من المؤشرات التي تؤثر سلباً على نوعية التبوغ الناتجة وخصائصها التكنولوجية، لذا من الأهمية أن تكون نسب السكريات عالية والنيكوتين في حدوده الدنيا في أوراق التبغ الجافة المعدة للتصنيع (رقية، 2003). إذ يُعد النيكوتين من القلويدات ذات الأهمية في التبغ وهو المسؤول بشكل رئيسي عن قوة التأثير الفيزيولوجي المسببة للإدمان لدى المدخنين، ويُعد تراكمه بالحدود المثالية (1.5–3 %) من المؤشرات الإيجابية، أما السكريات فهي دليل جودة التبغ لأنها الأكثر تأثيراً في مواصفات الورقة الجافة المذاقية والتكنولوجية فهي عندما تتراكم في أوراق التبغ الجافة فإن مجمل خصائص النكهة والطعم والصفات الفيزيائية للورقة تتحسن بشكل واضح (Davis and Nielsen, 1999). ونظراً لدور حمض الهيوميك في تحسين مجمل العمليات الفيزيولوجية والاستقلابية الحاصلة بالنبات الذي يساهم في زيادة معدلات الاصطناع الحيوي للسكريات الذوابة وتراكمها في الأوراق، وقد تمت الإشارة، لأهمية المعاملة بحمض الهيوميك في تحسين مؤشرات الجودة الكيميائية ومكونات النكهة والطعم في التبغ (Huang et *al.*, 2008 ؛ Liu *et al.*, 2010). كما بينت نتائج He *et al.* (2014) أهمية المعاملة بحمض الهيوميك في تحسين محتوى أوراق التبغ من السكريات الذوابة حيث كان محتوى النيكوتين في الحدود المثالية، وهذا يتفق مع ما توصل إليه Jassbi *et al.* (2017) بأن اصطناع وتراكم النيكوتين في أصناف مختلفة من التبغ يتأثر بدرجة كبيرة باختلاف ظروف الزراعة لاسيما ظروف تغذية النبات. ويمكن أن تُفسر الزيادة الملحوظة في نسبة السكريات الذوابة وانخفاض النيكوتين إلى الحدود المثلى، لدور الماء الأوكسجيني في تنشيط النمو النباتي وتحسين حلقات الاستقلاب الحيوي في النبات باتجاه زيادة وتنظيم افراز هرمونات النمو من جهة وزيادة تركيب السكريات الذوابة وتخفيض معدل اصطناع وتراكم النيكوتين من جهة أخرى، فالنوعية العالية من أوراق التبغ الجافة الملائمة للتصنيع تتراوح فيها نسبة النيكوتين بين 2.5–3.5 % (Fan, 2010). ويتفق هذا ما توصل أليه درويش (2023) من زيادة في محتوى السكريات الذوابة لدى التبغ البلدي مع الرش بالماء الأوكسجيني بالنظر لدوره في تنشيط عملية التمثيل الضوئي وتفعيل مسارات الاستجابة الفيزيولوجية في النبات.

الاستنتاجات:

1– أدت معاملات الرش بحمض الهيوميك إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية ومساحة المسطح الورقي الكلي ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي مما انعكس ايجاباً في زيادة الغلة الورقية الخضراء والجافة هوائياً، كما ارتفع محتوى الأوراق الجافة من السكريات الذوابة وانخفض النيكوتين إلى الحدود المثلى (3.2 %)، وكانت ا أفضل النتائج عند معاملتي الرش 1 و2 غ/ل.

2– أدى الرش بالماء الأوكسجيني وبشكل خاص عند التركيزين 9 و18 ميلي مول لزيادة معنوية في أغلب الصفات والخصائص المدروسة كارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية ومحتوى الأوراق الكلي من الكلوروفيل وغلة الأوراق الخضراء والجافة، وكما تم الحصول على قيم مثالية لمؤشرات النوعية، حيث كانت القيم 4.6 و5.2 % للسكريات و3.4 و2.9 % للنيكوتين على التوالي، وذلك مقارنةً بالشاهد (3.7 % سكريات و3.9 % نيكوتين).

3- زادت معاملات الرش بحمض الهيوميك والماء الأوكسجيني معاً قيم مؤشرات النمو والإنتاجية والنوعية، وكانت أفضل القيم عند جميع معاملات الرش بحمض الهيوميك 1 و2 و3 غ/ل مع تركيزي الرش بالماء الأوكسجيني 9 و18 ميلي مول، فيما عدا معاملات الرش بالتركيز المرتفع 27 ميلي مول مع عدم وجود فروق معنوية وذلك بالمقارنة مع الشاهد.

التوصيات:

1- استخدام حمض الهيوميك رشاً على المجموع الخضري للتبغ البلدي وبمعدلات 1-2 غ/ل في مرحلة النمو الخضري النشيط للنبات، بعد حوالي 40 و60 يوم من التشتيل.

2- استخدام الرش بالماء الأوكسجيني وبتراكيز 9-18 ميلي مول بمفردها أو الرش معاً مع كافة تراكيز حمض الهيوميك 1 و2 و3 غ/ل المدروسة. وذلك لدور هذه المعاملات في زيادة الغلة الورقية من التبغ كماً ونوعاً لاسيما زيادة محتوى السكريات الذوابة وانخفاض النيكوتين.

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.

خضر، وفاء (2019). تأثير الرش بحمض الهيوميك والتسميد الآزوتي في بعض صفات النمو وغلة الذرة الصفراء (صنف غوطة 82). المجلة السورية للبحوث الزراعية، المجلد 6، العدد 3، 248-262.

درويش، مجد (2023). أثر الرش الورقي بالماء الأوكسجيني (H_2O_2) في تحمل التبغ البلدي (*Nicotiana tabacum* L.) للإجهاد الجفافي المُحدث بالبولي ايتيلين غليكول (PEG)، المجلة السورية للبحوث الزراعية، المجلد 10، العدد 4، 2023.

درويش، مجد؛ قاجو، أولا وحنين محمد (2021). استجابة بعض خصائص الإنتاجية لدى تبغ الفرجينيا (*Nicotiana tabacum* L. var. Virginia vk51) لتأثير التسميد الآزوتي والرش الورقي بالماء الأوكسجيني (H_2O_2). مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية، المجلد 5، العدد 7، 159-176 صفحة.

درويش، مجد وهبة شعبان (2019). تأثير المعاملة الأولية بالماء الأوكسجيني H_2O_2 في تحمل التنباك (*Nicotiana rustica* L.) للإجهاد التأكسدي المتسبب عن مبيد الأعشاب جليفوسات. مجلة جامعة تشرين، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، المجلد 41، العدد

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.

مهنا، أحمد؛ سليمان، ماجد ووفاء خضر. تأثير حمض الهيوميك والتسميد الآزوتي على بعض صفات مكونات محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) وإنتاجيتها. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، المجلد 11، العدد 1، 229-242.

29. Luo, J.X.; W. Guo; H. Yan; Q. Yang; X.L. Dong; and W.Q. Yang (2011). Adsorption desorption properties of three types of agricultural humic acids for K^+. Journal of Agricultural University (natural science editor), 37: 103-106.

Bai, Y.F.; B.G. Xiao; J. Zhu; X.P. Lub; 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, 98-103.

Bhattacharjee, S. (2012). An inductive pulse of hydrogen peroxide pretreatment restores redox-homeostasis and mitigates oxidative membrane damage under extremes of temperature in two rice cultivars (*Oryza sativa* L., Cultivars Ratna and SR26B). Plant Growth Regulation 68: 395-410.

Canellas, L.P.; F.L. Olivares; N.O. Aguiar; D.L. Jones; A. Nebbioso; P. Mazzei; and A. Piccolo (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae 196: 15-27.

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.

Coresta. Recommended Method N 39: (1994). Determination of the purity of nicotine and nicotine salts by gravimetric analysis-Tungstosilicic acid method.

Darwish, M.; F. Lopez-Lauri; M. El Maataoui; L. Urban; and H. Sallanon (2014). Pretreatment with alternation of light/dark periods improves the tolerance of tobacco (*Nicotiana tabacum*) to clomazone herbicide. Journal of Photochemistry and Photobiology 134: 49-56.

Dat, J.; S. Vandenabeele; E. Vranová; M. VanMontagu; D. Inzé; and F. Van Breusegem (2000). Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sciences 57: 779-795.

Davis, D.L.; and M.T. Nielsen (1999). Tobacco production, chemistry and technology. Blackwell Science, Inc. Commerce place, Malden, USA.

Dubois, M.; K.A. Gilles; J.K. Hamilton; P.A. Rebers; and F. Smith (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry 28: 350-356.

Fan, L.H. (2010). Effects of applying rapeseeds cake on growing of tobacco plants and quality of tobacco leaf. Southwest University.

Foreman, J.; V. Demidchik; J.H. Bothwell; P. Mylona; H. Miedema; M.A. Torres; P. Linstead; S. Costa; C. Brownlee; J.D. Jones; J.M. Davies; and L. Dolan (2003). Reactive oxygen species produced by NADPH oxidase regulate plant cell growth. Nature 422: 442-446.

Gao, J.H. (2006). Effect of humic acid on growth of flue-cured tobacco. Chinese Agricultural Science Bulletin 22: 328-330.

Gondim, F.A.; R.S. Miranda; E. Gomes Filho; and J.T. Prisco (2013). Enhanced salt tolerance in maize plants induced by H_2O_2 leaf spraying is associated with improved gas exchange rather than with non-enzymatic antioxidant system. Theoretical and Experimental Plant Physiology 25: 251-260.

Guzel, S.; and R. Terzi (2013). Exogenous hydrogen peroxide increases dry matter production, mineral content and level of osmotic solutes in young maize leaves and alleviates deleterious effects of copper stress. Botanical Studies 54: 2-10.

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.

Huang, Y.J.; Y. Zhang; X. Zhang; G.S. Liu; and J.W. Mao (2008). Effects of humic acid and cake fertilizer on soil microbe and flue-cured tobacco yield and quality. Acta Tabacaria Sinica 14: 25-28.

Jassbi, A.R.; S. Zare; M. Asadollahi; and M.C. Schuman (2017). Ecological roles and biological activities of specialized metabolites from the genus nicotiana. Chemical Reviews 117: 12227-12280.

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.

Liu, Z.J.; Y.K. Guo; and J.G. Bai (2010). Exogenous hydrogen peroxide changes antioxidant enzyme activity and protects ultrastructure in leaves of two cucumber ecotypes under osmotic stress. Journal of Plant Growth Regulation 29: 171-183.

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

Mylonas, V.A.; and C.B. McCants (2008). Effects of humic and fulvic acids on growth of tobacco. 2. Tobacco growth and ion uptake 1. Journal of Plant Nutrition 377-393.

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.

O'Donnell R.W. (1973). The auxin-like effects of humic preparation from leonardite, Soil Science 116: 106-112.

Piccolo, A.; S. Nardi; and G. Concheri. (1991). Structural characteristics of humic Substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biology and Biochemistry 23: 833-836.

Pizzeghello, D.; G. Nicolini; and S. Nardi (2001). Hormone-like activity of humic substances in Fagus sylvaticae forests. New Phytologist 51: 647-657.

Sharif, M.; R.A. Khattak; and M.S. 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.

Tan, K.H.; and D. Tantiwiramanond (1983). Effect of humic acids on nodulation and dry matter production of soybean peanut, and clover. Soil Science Society of America Journal 47: 1121-1124.

Tan, K.H.; and V. Nopamornbodi. (1979). Effects of different levels of humic acids on the nutrient content of corn (*Zea mays*). Plant Soil 51: 283-287.

Tsukagoshi, H.; W. Busch; and P.N. Benfey (2010). Transcriptional regulation of ROS controls transition from proliferation to differentiation in the root. Cell 143: 606-616.

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.

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.

Xu, F.J.; C.W. Jin; W.J. Liu; Y.S. Zhang; and X.Y. Lin (2010). Pretreatment with H_2O_2 alleviates aluminum-induced oxidative stress in wheat seedlings. Journal of Integrated Plant Biology 54: 44-53.

Zhang, X.Z.; and E.H. Ervin (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Science 5: 1737-1745.

Zheng, X.B.; G.L. Liu; G.Q. Xing; Y.W. Wei; X.F. Ye; and T.Y. Wang (2007). Effects of humic acid on chemical constituents and economic of flue-cured tobacco. Henan Agricultural Science 12: 43-45.

Effect of Foliar Spraying with Humic Acid and Hydrogen Peroxide on Some Productivity and Quality Characters of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.)

Majd Darwish*(1) , Nizar Moualla(1), and Hasan Ebd Al-Gani Hasan (1)

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Majd Darwish. E-Mail: majds26@yahoo.com).

Received: 10/01/2023 Accepted: 10/04/2023

Abstract

An experiment was carried out in the Qardaha region lands-Lattakia governorate, which is located 450 m above sea level during the 2022 agricultural season by cultivation of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seedlings in experimental plots using randomized complete block design (RCBD) with three replications. The research included the use of different concentrations of humic acid HA (0, 1, 2, and 3 g/L) and hydrogen peroxide (0, 9, 18, and 27 mmol) in order to study the effect of foliar spray treatments with humic acid, or hydrogen peroxide (HP), or spraying with humic acid and hydrogen peroxide together on some productivity and quality characters of local variety tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Plant height (cm), total leaf area (cm^2), leaf area index (LAI)), productivity (fresh and dry leaves yield (kg/1000 m^2), the total content of chlorophyll (µg/g FW), soluble sugars and nicotine % were measured. The results of the experiment showed that spraying treatments with humic acid (1 and 2 g/L), and with hydrogen peroxide (9 and 18 mM) led to a significant increase in probability ($P<0.05$) in most growth indicators, leaf yield, and quality, as the soluble sugars (%), increased and the nicotine (%) decreased in dry leaves. The spraying treatments of humic acid and peroxide together increased the values of growth, productivity, and quality parameters, when spraying with humic acid (1, 2, and 3 g/L) with hydrogen peroxide (9 and 18 mM). Thus, it can be concluded that spraying tobacco with humic acid at 1-3 g/L alone, or together with hydrogen peroxide at concentrations of 9-18 mM, or spraying with hydrogen peroxide at concentrations of 9-18 mM alone due to the increase in the dry leaf yield by about 20-57 % as compared to the control.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L.; humic acid; hydrogen peroxide; Productivity.