مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد(3) 2021
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (5) No. (3) 2021

تأثير الرش بهيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) في النمو، وبعض الصفات الكمية لمحصول البطاطا الحلوة *Ipomoea batatas* L.

أ. د متيادي بوراس*
أ. د رياض زيدان**
فاطمه محمد***

(تاريخ الإيداع 17 /2 /2021. قُبِل للنشر في 25 /4 /2021)

□ ملخّص □

هدف البحث إلى دراسة تأثير الرش بمركبي هيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين في نمو نبات البطاطا الحلوة، وكمية الإنتاج واستخدم من أجل ذلك الصنف البلدي من البطاطا الحلوة.

نفذت الدراسة خلال موسم الزراعة 2019 في قرية البصة، محافظة اللاذقية واتبعت في تصميمها العشوائية الكاملة.

شملت التجربة أربع معاملات هي نباتات غير معاملة (الشاهد)، رش النباتات بهيومات البوتاسيوم (200 ملغ/ل)، رش النباتات ببيروكسيد الهيدروجين (20 ميلي مول)، ورش النباتات بخليط من هيومات البوتاسيوم (200 ملغ/ل) وبيروكسيد الهيدروجين (20 ميلي مول) معاً.

أظهرت الدراسة أن المعاملة بالخليط قد حققت تفوقاً معنوياً واضحاً على المعاملات الأخرى في كافة المؤشرات المدروسة، وأعطت أعلى القيم لجميع المؤشرات الخضرية والإنتاجية المدروسة المتمثلة في طول الساق (365 سم)، عدد الأوراق على النبات (1024 ورقة/نبات)، مساحة المسطح الورقي (18890 سم^2/نبات)، عدد الدرنات (8.3 درنة/نبات) وإنتاج النبات (4026 غ/نبات).

الكلمات المفتاحية: البطاطا الحلوة، هيومات البوتاسيوم، بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2، الإنتاجية.

*أستاذ في قسم البساتين . كلية الزراعة . جامعة تشرين . اللاذقية . سوريا.
**أستاذ في قسم البساتين . كلية الزراعة . جامعة تشرين . اللاذقية . سوريا.
***طالبة ماجستير في قسم البساتين . كلية الزراعة . جامعة تشرين . اللاذقية . سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد(3) 2021
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (5) No. (3) 2021

Effect of potassium humate and hydrogen peroxide (H_2O_2) on growth, and quantitative characteristics of sweet potato *Ipomoea batatas* L.

Dr. Mitiady Boras*
Dr. Riad Zidan**
Fatimah Mohammed***

(Received 17/ 2 /2021. Accepted 25 / 4 /2021)

□ ABSTRACT □

The research aimed to study the effect of potassium humate and hydrogen peroxide spray on growth and yield of sweet potato, using local variety.

The study was carried out during 2019 at Al-Bassa village, Lattakia Governorate, using complete randomized design.

The experiment included four treatments: untreated plants (control), spray with potassium humate 200 mg/L, spray with hydrogen peroxide 20 mM, and spray with combination of potassium humate 200 mg/L and hydrogen peroxide 20 mM.

The results showed that treatment with combination of potassium humate and H_2O_2 gave a significant superiority over other treatments in all studied parameters. like stem length (365 cm), number of leaves (1024 leaves/plant), leaf area (18890 cm^2/plant), tubers number (8.3 tuber/plant) and yield (4026 g/plant).

Key Words: sweet potato, potassium humate, hydrogen peroxide (H_2O_2), productivity.

*Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*** Postgraduate Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

المقدمة:

يعد نبات البطاطا الحلوة .*Ipomoea batatas* L من أهم محاصيل الخضار التابعة للفصيلة العليقية (اللّافة) Convolvulaceae. كما يعد المحصول الاقتصادي الوحيد الذي ينتمي إليها. حيث تضم هذه الفصيلة ما يقارب 50 جنساً وأكثر من 1000 نوع (Woolfe, 1992).

يحتل نبات البطاطا الحلوة المرتبة السابعة في إنتاج المحاصيل الغذائية في العالم، وثالث أهم محصول درني بعد البطاطا العادية والكسافا (Ukom *et al.,* 2009). كما يحتل المرتبة الخامسة كأهم محصول غذائي بعد الأرز والقمح والذرة والكسافا في البلدان النامية (Som, 2007).

وقد ازدادت أهمية المحصول الاقتصادية بعد أن أمكن استخراج النشاء منه بتكاليف أقل وبنوعية أفضل من تلك المستخرج من الذرة، فضلاً عن أن الكمية المستخرجة منه تعادل ثلاثة أضعاف الكمية المستخرجة من وحدة المساحة نفسها المزروعة بالذرة (عن بوراس وآخرون 2007).

لا يقتصر استخدام درنات البطاطا الحلوة على استخراج النشاء فحسب، بل يمكن أيضاً تحويل الدرنات إلى دقيق لصنع الخبز، والمعكرونة والكعك وغيرها من منتجات المخابز، فضلاً عن استخدامها في صناعة التخمير لاستخراج الكحول كالإيتانول وغيره (Boru *et al.,* 2017).

مع تنامي التوجهات إلى ضرورة استبعاد الأسمدة الكيميائية من أجل إنتاج خضار خالية من أية ملوثات، فقد شاع في السنوات الأخيرة استخدام مركبي هيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين على نطاق واسع نظراً للدور الذي يلعبه هذين المركبين في تحفيز النمو الخضري والجذري للنبات وزيادة قدرته على تحمل الإجهادات الإحيائية واللاإحيائية، مما ينعكس إيجاباً على الإنتاج من الناحيتين الكمية والنوعية.

ونظراً للاهتمام الكبير في الآونة الأخيرة بنوعية المنتج الغذائي وقضايا سلامة الغذاء من جهة، وتفاقم ظواهر تلوث الأغذية والمياه من جهة أخرى برزت أهمية التغذية الورقية كوسيلة فعالة لزيادة سرعة امتصاص العناصر الغذائية، مما يحقق توازناً غذائياً أفضل يسهم في زيادة كمية المحصول وتحسين نوعيته.

أظهرت القرائن التجريبية التأثير الإيجابي لهذه المواد في نمو وإنتاجية العديد من نباتات محاصيل الخضار وذلك في أعقاب النتائج التي قدمتها العديد من المنشورات والبحوث العلمية. في هذا السياق، أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها Al-Esaily (2017) أن رش نباتات البطاطا الحلوة بهيومات البوتاسيوم بمعدل 2 غرام/ل أدى إلى زيادة معنوية في طول الساق، وعدد الأفرع على النبات، ومتوسط وزن الدرنة وزيادة الإنتاج الكلي والتسويقي، فضلاً عن تحسين نوعية الدرنات مقارنةً بمعاملة الشاهد خلال موسمي الزراعة.

نتائج مشابهة توصل إليها Abd El-Aal *et al* (2010) أن رش هيومات البوتاسيوم بتراكيز مختلفة (0، 0.5، 1، 1.5%) على نبات البطاطا الحلوة أعطى نتائج إيجابية مع زيادة التركيز المستخدم من صفر وحتى 1.5%، وتجلى ذلك بزيادة طول الساق وعدد الأفرع على النبات ووزن الأوراق الرطب ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل، وزيادة عدد الدرنات على النبات ومتوسط وزنها وبالتالي زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته مقارنةً مع الشاهد خلال موسمي الزراعة.

في دراسة أخرى أجراها Abd-All *et al* (2017) أظهرت النتائج أن البوتاسيوم هو أهم عنصر غذائي في إنتاج البطاطا الحلوة، حيث أدت المعاملة إلى زيادة عدد الدرنات ومتوسط وزنها وبالتالي زيادة إنتاج النبات.

كما بينت النتائج التي توصل إليها Chen *et al* (2017) حول تأثير استخدام حامض الهيوميك في إنتاج البطاطا الحلوة أن حامض الهيوميك قد زاد بشكل كبير عدد الدرنات لكل نبات ومتوسط الوزن الطازج لكل درنة، بالإضافة إلى زيادة الإنتاج بنسبة 29.6 %.

في الآونة الأخيرة، حظي بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بأهمية كبيرة نظراً للدور الذي يلعبه في ظاهرة نقل الإشارات الخلوية المرتبطة بصفة التحمل للإجهادات الإحيائية واللاإحيائية، وتفعيل ظاهرة المقاومة للإجهاد في النبات (Dietz *et al.,* 2016).

وتؤكد الدراسات البيوكيميائية والجينية الحديثة أن بيروكسيد الهيدروجين منظم رئيسي في مجموعة واسعة من العمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية في النبات، لاسيما عملية التمثيل الضوئي (Hasan *et al.,* 2016).

في هذا السياق، أظهرت دراسة أجراها Abo El-Fadl *et al* (2017) حول تأثير الرش الورقي بمستخلص الخميرة وبيروكسيد الهيدروجين في إنتاج ونوعية درنات البطاطا الحلوة أن رش بيروكسيد الهيدروجين تركيز (60 ميلي مول) أدى إلى زيادة معنوية في طول النبات، وعدد الأفرع على النبات، ومساحة المسطح الورقي، وعدد الدرنات القابلة للتسويق ومتوسط وزنها/النبات وإلى زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته خلال موسمي الزراعة مقارنةً مع الشاهد.

كما بينت دراسة Deng *et al* (2012) أن معاملة نباتات البطاطا الحلوة بتراكيز منخفضة من بيروكسيد الهيدروجين (0.5، 2.5، 5 ميلي مول)، خاصة عند التركيز (0.5 ميلي مول) قد حفزت نمو الجذور العرضية بشكل كبير وزادت النمو الخضري ومساحة المسطح الورقي ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل، مما أسهم في تنشيط عملية التمثيل الضوئي.

كما أظهرت العديد من الدراسات أن المعاملة ببيروكسيد الهيدروجين أدت إلى تنشيط النمو وزيادة الإنتاج من الناحيتين الكمية والنوعية للعديد من المحاصيل الخضرية، فقد أشار Moussa *et al* (2012) في دراستهم حول دور بيروكسيد الهيدروجين في تحسين نوعية درنات البطاطا العادية أن رش نباتات البطاطا العادية بتراكيز مختلفة من بيروكسيد الهيدروجين (صفر، 20، 40، 60 ميلي مول)، خاصة عند التركيزين (40، 60 ميلي مول) أدى إلى تنشيط النمو الخضري وزيادة الإنتاج وتحسين نوعية الدرنات.

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لقلة الأبحاث المحلية المتعلقة بهذا المحصول والهادفة إلى زيادة الانتاج وتحسين نوعيته، خاصة ما يتعلق منها باستخدام المركبات العضوية الهيومية، ولعدم وجود أي دراسات متوفرة عن فعالية استخدام بيروكسيد الهيدروجين **H_2O_2** في هذا النطاق، والذي حظي استعماله في الآونة الأخيرة بأهمية كبيرة لتأثيره الفعال في مجمل العمليات الفيزيولوجية في النبات التي تؤدي إلى تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج وتحسين نوعيته، فضلاً عن دوره الفعال في زيادة قدرة النباتات على تحمل الإجهادات البيئية، لاسيما اللاإحيائية منها (صقيع، جفاف، حرارة مرتفعة، ملوحة، سمية المعادن الثقيلة).

فقد هدف البحث إلى دراسة فعالية المركبات المستخدمة في تشجيع النمو الخضري وزيادة الإنتاج في نباتات البطاطا الحلوة.

مواد البحث وطرائقه:

1- المادة النباتية: استخدم في البحث الصنف البلدي من البطاطا الحلوة المنتشرة زراعته في المنطقة الساحلية، يتميز هذا الصنف بساق زاحفة خضراء اللون، وأوراق قلبية، ودرنات مغزلية الشكل لون قشرتها الخارجية كريمي فاتح واللب بلون أبيض مصفر.

2- مكان تنفيذ البحث:

نفذت الدراسة في قرية البصة التابعة لمحافظة اللاذقية خلال الموسم الزراعي 2019 م.

تم تحليل تربة الموقع قبل زراعة العقل، وأظهرت نتائج التحليل أن تربة الموقع رملية لومية، مائلة للقلوية، قليلة الملوحة، فقيرة بالمادة العضوية والفوسفور، فقيرة جداً بالآزوت الكلي، وجيدة المحتوى من البوتاسيوم (الجدول1).

الجدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع

الخصائص الفيزيائية			الخصائص الكيميائية						
التحليل الميكانيكي			عجينة مشبعة		غ/100 غ تربة			ملغ/كغ تربة	
رمل %	طين %	سلت %	PH	EC ملليموس /سم	المادة العضوية %	كربونات الكالسيوم %	CO3 %	الآزوت الكلي %	P المتاح ppm	K المتاح ppm
61.6	22.2	16.2	7.2	0.63	1.3	9.5	28	0.025	10.3	285

3- تصميم التجربة:

اعتمد في تنفيذ التجربة تصميم العشوائية الكاملة. شملت التجربة أربع معاملات بثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة وبمعدل 15 نبات في كل مكرر. وبذلك يكون إجمالي عدد النباتات 15×4×3= 180نبات. كما زرعت نباتات حماية بين المعاملات وعلى أطراف خطوط الزراعة لم تؤخذ قراءاتها بعين الاعتبار.

4- المعاملات:

شمل البحث المعاملات الآتية:

المعاملة الأولى (الشاهد): نباتات غير معاملة.

المعاملة الثانية: رش النباتات بمركب هيومات البوتاسيوم 200 ملغ/ل.

المعاملة الثالثة: رش النباتات بمركب بيروكسيد الهيدروجين(H_2O_2) 20 ميلي مول.

المعاملة الرابعة: رش النباتات بمركبي هيومات البوتاسيوم 200 ملغ/ل وبيروكسيد الهيدروجين 20 ميلي مول بفاصل يوم بين الرشتين.

جرى رش النباتات بعد 60 يوماً من زراعة العقل بمعدل ثلاث رشات للمعاملة الواحدة وبفاصل زمني 15 يوماً بين الرشة والتي تليها.

5- العمليات الزراعية:

جرى إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة بحراثتها حراثة عميقة. أضيف بعدها السماد العضوي الجاف والمعقم (سماد المزرعة) بمعدل 200 غ/م^2، كما أضيف سماد حبيبي مركب بطيء الذوبان يحتوي على العناصر المعدنية N (4.7) Mg + (12:11:18) P: K: وبمعدل 100 غ/م^2، ومن ثم جرت بعدها فلاحة الأرض بواسطة المحراث القرصي لخلط الأسمدة بشكل متجانس مع التربة.

بعد إعداد الأرض وتجهيزها تم تخطيطها إلى خطوط أحادية تتباعد عن بعضها مسافة 80سم. زرعت بعدها عقل ساقية تراوح طولها بين (25–30 سم) على مسافة 40 سم بين العقلة والأخرى على نفس الخط وبكثافة (3.1) نبات/م^2. وذلك بتاريخ 2019/5/27. أخذت العقل من نموات خضرية لدرنات صغيرة زرعت في النصف الأول من شهر شباط.

اتبعت كافة عمليات الخدمة التي يحتاجها نبات البطاطا الحلوة من عزق وتحضين وري وتسميد ثانوي بسماد اليوريا 46% بمعدل 15 غ/م^2 ولمرة واحدة وذلك بعد شهر من زراعة العقل. تم قلع درنات البطاطا الحلوة بعد حوالي 4 أشهر من الزراعة وذلك بتاريخ 2019/9/25.

6- القراءات المدروسة:

تم أثناء الدراسة تسجيل القراءات التالية:

أولاً: مؤشرات النمو الخضري: وشملت:

1- طول الساق/سم: أخذ كمتوسط لـ 5 نباتات مختارة بشكل عشوائي من كل مكرر بعد 75 يوم من زراعة العقل. وحدد بقياس المسافة من سطح التربة وحتى آخر ورقة.

2- عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات): أخذ كمتوسط لـ 5 نباتات مختارة عشوائياً من كل مكرر.

3- مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2/نبات): تم حساب مساحة المسطح الورقي للنبات في مرحلة اكتمال النمو الأعظمي وجرى حسابها بطريقة الأقراص (Watson, 1952) من العلاقة الآتية:

مساحة المسطح الورقي = مساحة 20 قرص × الوزن الجاف للنبات / الوزن الجاف لـ 20 قرص

4- دليل المسطح الورقي: وتم حسابه بطريقة (Beadle *et al.*, 1989) وفق العلاقة:

دليل المسطح الورقي = مساحة المسطح الورقي (سم^2) / المساحة الغذائية التي يشغلها النبات (سم^2)

ثانياً: المؤشرات الإنتاجية: وشملت:

1- متوسط عدد الدرنات على النبات (درنة/نبات): جرى حساب عدد الدرنات المتشكلة على 10 نباتات اختيرت عشوائياً من كل مكرر ثم حُسب متوسط عدد درنات النبات.

2- متوسط وزن الدرنة (غ): جرى حسابه من حاصل قسمة الوزن الكلي لدرنات النبات / عدد الدرنات.

3- متوسط إنتاج النبات (غ/نبات): وحُسب من العلاقة الآتية:

متوسط إنتاج النبات = متوسط عدد درنات النبات × متوسط وزن الدرنة بالغرام.

4- متوسط إنتاجية وحدة المساحة (غ/م^2): وحُسب من حاصل جداء متوسط إنتاج النبات الواحد بالغرام × الكثافة النباتية في وحدة المساحة(نبات/م^2).

5- كفاءة المركبات المستخدمة النسبية في الإنتاجية %: وحُسبت من العلاقة الآتية وفق (Barakat et al., 1991):

كمية المحصول في النباتات المعاملة – كمية المحصول في معاملة الشاهد / كمية المحصول في النباتات المعاملة × 100

7-التحليل الإحصائي:

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام البرنامج الإحصائي Genstat 12 وطريقة تحليل التباين ANOVA، وجرت المقارنة بين المعاملات بحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%، كما تمت دراسة العلاقة الارتباطية بين إنتاج النبات وبعض المؤشرات المدروسة باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Costat 64.

النتائج والمناقشة:

أولاً: تأثير المعاملات في بعض مؤشرات النمو الخضري

1- طول الساق/سم:

تشير النتائج إلى أن رش نباتات البطاطا الحلوة بمركبي هيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين وبخليط من المركبين معاً أدى إلى تنشيط نمو النباتات المعاملة مقارنةً مع الشاهد، إذ تراوح متوسط طول الساق للنباتات المعاملة بين 284.5 و365 سم مقابل 244 سم لنباتات الشاهد غير المعاملة جدول (2). لدى مقارنة المعاملات المختلفة المستخدمة في الدراسة يتضح أن النباتات المعاملة بالخليط كانت الأفضل وتفوقت معنوياً على المعاملتين الآخرتين وسجلت أعلى قيمة لهذه الصفة حيث بلغ طول الساق نحو 365 سم، تليها معاملة رش النباتات بمركب هيومات البوتاسيوم حيث سجل طول الساق في النباتات المعاملة به 320.5 سم، بينما سجلت أدنى القيم في النباتات المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين 284.5 سم.

الجدول (2) تأثير المعاملات في بعض مؤشرات النمو الخضري

المؤشرات / المعاملات	طول الساق (سم)	عدد أوراق النبات (ورقة/نبات)	مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2)	دليل المسطح الورقي
شاهد. نباتات غير معاملة	244 d	398.3 d	5440 d	1.7 d
نباتات معاملة ببيروكسيد الهيدروجين	284.5 c	578 c	7530 c	2.3 c
نباتات معاملة بهيومات البوتاسيوم	320.5 b	761.3 b	12457 b	3.8 b
نباتات معاملة بالخليط	365 a	1024 a	18890 a	5.9 a
LSD 5%	34.6	137.5	2038.9	0.34

2- عدد أوراق النبات (ورقة/نبات):

تظهر المعطيات المدونة في الجدول (2) تفوق النباتات المعاملة بالمركبات المختلفة بفرق معنوي على نباتات الشاهد، حيث تراوح متوسط عدد الأوراق في النباتات المعاملة بين 578 و1024 ورقة مقابل 398.3 ورقة في نباتات الشاهد. وبالمقارنة بين المعاملات المختلفة نلاحظ أن الفرق بينها كان معنوياً مع تفوق النباتات المعاملة بخليط المركبين معاً، حيث سجل عدد الأوراق لنباتات هذه المعاملة أكبر قيمة بلغت 1024 ورقة، تليها النباتات المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم بمتوسط 761.3 ورقة، وأقلها عدداً في النباتات المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين حيث بلغ عدد الأوراق 578 ورقة.

3- مساحة المسطح الورقي للنبات/سم^2:

تظهر النتائج الأثر الفعال والإيجابي للمعاملات في مساحة المسطح الورقي جدول (2). حيث تفوقت المعاملات كافة بشكل معنوي على الشاهد. فبينما بلغ متوسط مساحة المسطح الورقي في نباتات الشاهد 5440 سم^2. تراوحت في باقي المعاملات بين 7530 و18890 سم^2. وتوضح النتائج أن أعلى القيم سجلت في معاملة الخليط، حيث بلغت مساحة المسطح الورقي 18890 سم^2، تليها معاملة الرش بمركب هيومات البوتاسيوم بمساحة بلغت 12457 سم^2، وأدناها في النباتات المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين حيث بلغت المساحة الورقية 7530 سم^2.

4- دليل المسطح الورقي للنبات:

تظهر النتائج المبينة في الجدول (2) وجود تباين في قيم دليل المسطح الورقي بين المعاملات المختلفة. فبينما بلغت قيمة الدليل 1.7 في نباتات الشاهد. ارتفعت في باقي المعاملات لتتراوح بين 2.3 و5.9. وهذا يعكس الاختلاف بين المعاملات في مساحة مسطحها التمثيلي. وبالمقارنة بين المعاملات، تشير المعطيات إلى أن الفرق كان معنوياً فيما بينها وأن أفضل النتائج سجلت في معاملة الخليط حيث بلغت قيمة الدليل 5.9، تليها المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم بقيمة بلغت 3.8، وأقلها في المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين بقيمة بلغت 2.3.

إن ارتفاع قيم دليل المسطح الورقي في النباتات المعاملة بالخليط تعطي دلالة على زيادة فعالية عملية التمثيل الضوئي لأوراق هذه النباتات وزيادة في صفات النمو الخضري للنبات.

إن الزيادة الحاصلة في صفات النمو الخضري بسبب المعاملة بالمركبين معاً ربما تعود إلى دور العناصر الغذائية الموجودة في مركب هيومات البوتاسيوم وتأثيرها في عملية التركيب الضوئي والتنفس والبناء البروتوبلازمي. حيث أن للبوتاسيوم دوراً مهماً لكونه منشط لتمثيل الكربوهيدرات ويزيد من معدل التمثيل الضوئي في الأوراق، فضلاً عن كونه منظم أسموزي يشترك في عمليتي فتح الثغور وإغلاقها وما يتبع ذلك من زيادة في امتصاص الماء والعناصر الغذائية (Taiz and Zeiger,2010).

كما يمكن أن يعزى سبب هذا التفوق أيضاً إلى تأثير حمض الهيوميك المشابه لآلية تأثير الهرمونات النباتية كالأوكسينات التي لها دور مهم في انقسام الخلايا واستطالتها (Nardi *et al.,* 2002)، وبالتالي تحفيز نمو وتطور المجموع الخضري وإعطاء مساحة مسطح ورقي أكبر.

تتفق هذه النتائج مع ما خلصت إليه نتائج الدراسة التي أجراها Abd El-Aal *et al* (2010) واستنتج من خلالها وجود دور تحفيزي لمركب هيومات البوتاسيوم في إحداث زيادة معنوية في صفات النمو الخضري لنبات البطاطا الحلوة. وتتماشى أيضاً مع ما حصل عليه Abd-All *et al* (2017) في دراستهم على نبات البطاطا الحلوة، وعداي

وحمد (2017) على نبات البطاطا العادية من أن الرش بحامض الهيوميك أسهم في زيادة النمو الخضري وتمثل ذلك في زيادة طول الساق وعدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي.

ومن جهة أخرى، يلعب بيروكسيد الهيدروجين أيضاً دوراً محفزاً لإفراز الهرمونات النباتية كالأوكسينات والسيتوكينينات ذات التأثير في تنشيط السيادة القمية وتشكل البراعم الثانوية (Černý *et al.,* 2018)، كما يعمل على تخفيض دور مثبطات النمو، وحمض الأبسيسيك وبالتالي زيادة النمو الخضري للنبات (Cavusoglu and Kabar, 2010).

هذه فضلاً عن كونه ناقل إشارة لعمليات النمو والتطور في النباتات كالنمو الطولي للنبات واستطالة الخلايا وزيادة انقسامها (الظالمي، 2010)، إذ يسبب انشطار السكريات المتعددة في الجدر الخلوية للأوراق وبالتالي اتساع الخلايا وإعطاء مساحة مسطح ورقي أكبر (Schweikert *et al.,* 2000).

كما تتفق هذه النتائج أيضاً مع ما توصل إليه Abo El-Fadl *et al* (2017) من أن رش نباتات البطاطا الحلوة بمركب بيروكسيد الهيدروجين أدى إلى زيادة طول الساق، عدد الأوراق ومساحة مسطحها الورقي مقارنةً مع الشاهد. كما تتماشى مع ما وجده Narimanov and Korystov (1997) من أن المعاملة ببيروكسيد الهيدروجين أدت إلى زيادة معنوية في أبعاد الورقة ومساحة مسطحها التمثيلي للعديد من الأنواع النباتية المدروسة كالشعير، القمح، البازلاء، الذرة والبطيخ الأصفر. كما تتوافق مع نتائج Hasan *et al* (2016) من أن رش بيروكسيد الهيدروجين أدى إلى زيادة النمو الخضري في اللوبياء.

ثانياً: تأثير المعاملات في بعض المؤشرات الإنتاجية

1- متوسط عدد درنات النبات (درنة/نبات):

تشير النتائج إلى أن تأثير معاملة نباتات البطاطا الحلوة بالمركبات المستخدمة لم يقتصر في النمو النباتي فحسب، وإنما انعكس إيجاباً في المؤشرات الإنتاجية أيضاً، إذ تشير المعطيات تفوق المعاملات الثلاث كافة على الشاهد في صفة عدد الدرنات جدول (3)، حيث سجلت نباتاته (الشاهد) أدنى متوسط لعدد الدرنات (4.3 درنات للنبات الواحد)، في حين تراوح متوسط عدد درنات النبات في المعاملات المختلفة بين 5.7 و8.3 درنة/نبات. كما تظهر النتائج أن النباتات المعاملة بالخليط قد حققت أعلى القيم إذ سجل متوسط عدد الدرنات في هذه المعاملة 8.3 درنة/نبات، تلتها المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم بفرق غير معنوي حيث بلغ متوسط عدد الدرنات المعاملة بهذا المركب 7 درنة/نبات، وبالمقابل حققت المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين أدنى القيم حيث سجل متوسط عدد الدرنات في هذه المعاملة قيمة بلغت 5.7 درنة/نبات، علماً أن الفرق لم يكن معنوياً بينها وبين المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم.

الجدول (3) تأثير المعاملات في بعض المؤشرات الإنتاجية

المؤشرات / المعاملات	متوسط عدد الدرنات (درنة/نبات)	متوسط وزن الدرنة (غ/درنة)	متوسط إنتاج النبات (غ/نبات)	إنتاجية وحدة المساحة (غ/م^2)	كفاءة المركبات النسبية في الإنتاجية (%)
شاهد. نباتات غير معاملة	4.3 c	216.7 d	940 d	2914 d	-
نباتات معاملة بيروكسيد الهيدروجين	5.7 b	300 c	1703 c	5280 c	44.8 c

نباتات معاملة بهيومات البوتاسيوم	7 ab	350.9 b	2456 b	7613 b	61.7 b
نباتات معاملة بالخليط	8.3 a	483.3 a	4026 a	12480 a	76.6 a
LSD 5%	1.3	35.4	441.6	1368.8	4.1

2- متوسط وزن الدرنة (غ/درنة):

تفوقت النباتات المعاملة على نباتات الشاهد في متوسط وزن الدرنة، حيث أظهرت المعطيات المدونة في الجدول (3) تفوق المعاملات كافة وبشكل معنوي على الشاهد (216.7غ) في حين تراوح متوسط وزن الدرنة في المعاملات المختلفة بين 300 و483.3غ. ويتضح أن معاملة الخليط قد حققت أعلى القيم وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات، إذ سجل متوسط وزن الدرنة في هذه المعاملة (483.3غ)، تلتها المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم (350.9غ)، في حين حققت معاملة الرش بمركب بيروكسيد الهيدروجين أدنى قيمة مقارنةً مع المعاملات السابقة (300غ).

3- إنتاج النبات (غ/نبات):

تبين النتائج أن الزيادة في عدد الدرنات ومتوسط وزنها قد أدى إلى زيادة في إنتاج النبات. وتظهر المعطيات المدونة في الجدول (3) تفوق المعاملات كافة وبدلالة معنوية على الشاهد بقيمة تراوحت بين 1703 و4026غ مقابل 940 غ/نبات في نباتات الشاهد. حيث حققت معاملة الخليط تفوقاً معنوياً كبيراً على باقي المعاملات وسجلت قيمة بلغت 4026 غ/نبات، تلتها المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم والتي تفوقت معنوياً على المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين بقيمة بلغت 2456 غ/نبات، في حين سجلت معاملة الرش بمركب بيروكسيد الهيدروجين أدنى كمية إنتاج بقيمة بلغت 1703 غ/نبات.

4- إنتاجية وحدة المساحة (غ/م^2):

يتبين من النتائج أيضاً أن تأثير المعاملات المختلفة في نبات البطاطا الحلوة انعكس بشكل واضح على إنتاجية وحدة المساحة، حيث تشير المعطيات المدونة في الجدول (3) تفوق المعاملات كافة وبشكل معنوي على الشاهد بكمية تراوحت بين 5280 و12480غ/م^2 مقابل 2914غ/م^2 في نباتات الشاهد. كما تظهر النتائج أن إنتاجية النباتات المعاملة بالخليط قد تفوقت معنوياً على باقي المعاملات، حيث سجلت قيمة بلغت 12480غ/م^2، تلتها معاملة الرش بمركب هيومات البوتاسيوم بقيمة بلغت 7613غ/م^2، بينما سجلت أدنى القيم في معاملة الرش بمركب بيروكسيد الهيدروجين بكمية بلغت 5280غ/م^2.

5- كفاءة المركبات المستخدمة النسبية في الإنتاجية (%):

بدراسة فعالية المركبات المستخدمة في الإنتاجية يتبين أنها كانت متباينة جدول (3)، وأن معاملة الخليط قد حققت أعلى القيم في المعاملات المختلفة وبكفاءة نسبية عالية، فبينما حققت معاملة الرش بهيومات البوتاسيوم إنتاجاً كلياً بلغ 7613غ/م^2 وبكفاءة 61.7%، ارتفعت هذه القيم في معاملة الخليط لتحقق أفضل النتائج وأعلاها بإنتاج كلي

بلغت كميته 12480غ/م^2 وبكفاءة نسبية بلغت 76.6%، في حين كانت فعالية المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين ضعيفة نسبياً حيث سجلت أدنى كمية إنتاج بقيمة بلغت 5280غ/م^2 وبكفاءة قليلة نسبياً سجلت 44.8%.

مما تقدم تظهر النتائج والمعطيات أن لاستخدام مركبي هيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين وخليط من المركبين معاً رشاً على نباتات البطاطا الحلوة تأثيراً معنوياً في الصفات الإنتاجية، حيث أظهر كل من مركبي هيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين تفوقاً وفاعلية معنويين على معاملة الشاهد، إلا أن خليط المركبين معاً كان الأفضل وتفوق معنوياً على المعاملات الأخرى.

إن الزيادة الحاصلة في الصفات الإنتاجية لمحصول البطاطا الحلوة عند الرش بخليط من المركبين معاً ربما تعود أولاً إلى دور العناصر الغذائية الأساسية التي يحتويها مركب هيومات البوتاسيوم والتي لعبت دوراً كبيراً في العديد من العمليات الفيزيولوجية، وساهمت في تنشيط النمو الخضري المتمثل بزيادة المسطح الورقي ودليله الذي سمح للنبات بالاستفادة من كمية أكبر من الأشعة الشمسية اللازمة لعملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة صافي معدل التمثيل الضوئي وما رافقه من زيادة في إنتاج المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق وتراكمها في الدرنات الذي أدى إلى زيادة كمية المادة الجافة فيها ورفع معدل وزن الدرنات وبالتالي زيادة إنتاج النبات، ومن ثم إنتاجية وحدة المساحة (Chen and Avaid, 1990).

تتماشى هذه الدراسة مع ما توصل إليه Chen *et al* (2017) أن معاملة نباتات البطاطا الحلوة بحامض الهيوميك زاد بشكل كبير عدد الدرنات لكل نبات ومتوسط وزن الدرنة، بالإضافة إلى زيادة الإنتاج بنسبة 29.6%. وتنسجم أيضاً مع ما وجده Asadi *et al* (2010) على نبات البطاطا العادية أن معاملة نباتات البطاطا العادية بمركب هيومات البوتاسيوم أدى إلى زيادة عدد الدرنات القابلة للتسويق ومتوسط وزنها وزيادة الإنتاج الكلي.

هذا فضلاً عن الأدوار التي يؤديها مركب بيروكسيد الهيدروجين والتي تتجلى في زيادة نمو النبات وتطوره، والقدرة على التمثيل الضوئي، وحماية مضادات الأكسدة، وتفعيل ظاهرة المقاومة لمختلف الإجهادات الإحيائية واللاإحيائية في النبات (Khan *et al.,* 2018)، كما يعمل بيروكسيد الهيدروجين أيضاً على زيادة الكفاءة التمثيلية للنبات من خلال دوره في زيادة نشاط أنزيم Rubisco الأولي وتنظيم دورة كالفن عبر إشارات الأكسدة والاختزال (Jiang *et al.,* 2012)، والتي أسهمت جميعها في تحسين مؤشرات النمو الخضري المدروسة، وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل، وزيادة عدد الدرنات ومتوسط وزنها، وبالتالي زيادة الإنتاج وتحسين نوعيته.

تتفق هذه النتائج مع ما خلصت إليه نتائج الدراسة التي أجراها Abo El-Fadl *et al* (2017) على نبات البطاطا الحلوة، و Moussa *et al* (2012) على نبات البطاطا العادية والتي أشارت إلى أن المعاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين ساهمت في زيادة عدد درنات النبات ومتوسط وزنها وبالتالي زيادة إنتاج النبات.

ثالثاً: دراسة العلاقة الارتباطية بين بعض المؤشرات المدروسة وإنتاج النبات

تشير المعطيات المدونة في الجدول (4) أن العلاقة الارتباطية قوية وبمعنوية عالية جداً بين متوسط إنتاج النبات وكل من: طول الساق ($r= 0.89^{***}$)، عدد الأوراق ($r= 0.94^{***}$)، مساحة المسطح الورقي ($r= 0.96^{***}$)، متوسط عدد الدرنات ($r=0.95^{***}$) ومتوسط وزن الدرنة ($r=0.98^{***}$).

الجدول (4) العلاقة الارتباطية بين بعض المؤشرات المدروسة وإنتاج النبات

المؤشرات المدروسة	طول الساق	عدد الأوراق	مساحة المسطح الورقي	متوسط عدد الدرنات	متوسط وزن الدرنة	متوسط إنتاج النبات
طول الساق	-					
عدد الأوراق	0.82^{***}	-				
مساحة المسطح الورقي	0.83^{***}	0.96^{***}	-			
متوسط عدد الدرنات	0.91^{***}	0.86^{***}	0.89^{***}	-		
متوسط وزن الدرنة	0.88^{***}	0.97^{***}	0.95^{***}	0.89^{***}	-	
متوسط إنتاج النبات	0.89^{***}	0.94^{***}	0.96^{***}	0.95^{***}	0.98^{***}	-

الاستنتاجات والتوصيات:

أعطت معاملة الرش بمركبي هيومات البوتاسيوم وبيروكسيد الهيدروجين معاً تفوقاً معنوياً في كافة مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية.

وبناءً على هذه الاستنتاجات ينصح باستخدام هذين المركبين معاً على نباتات البطاطا الحلوة ومحاصيل خضرية أخرى.

المراجع:

المراجع العربية:

1. الظالمي، أفراح مهدي عبد الله علي. (2010)، *تأثير الرش ببيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 في نمو بادرات الفول Vicia Faba L. واستحثاث مقاومتها ضد الفطر Aspergillus niger*. مجلة جامعة كربلاء العلمية. 8(3)، 266–276.

2. بوراس، متيادي؛ أبو ترابي، بسام؛ البسيط، إبراهيم. (2007)، *إنتاج محاصيل الخضار*. الطبعة الأولى، منشورات جامعة دمشق، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، دمشق–سوريا، 476 ص.

3. عداي، حسين عواد؛ حمد، مروان محمود. (2017) ، *تأثير الرش بحامض الهيوميك والحديد في بعض صفات النمو وحاصل صنفين من البطاطا Solanum Tuberosum L.*. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. مجلد 15، 233–240.

المراجع الأجنبية:

1. ABD EL-AAI, H. A.; ABO EL-FADL, N.I.; MOUSSA, S.A.M. (2010), *Effect of Mineral and Organic Potassium Fertilization on Sweet Potato Crop Grown in The Newly Reclaimed Land.* ALEX. SCI. EXC. J. 31(3), 266-277.

2. ABD-ALL, A.E.; EL-NAMAS, A.E.; EL-NAGGAR, E.M. (2017), *Effect of Humic Acid and Foliar Application of Different Potassium Sources on Yield, Quality and Water Use Efficiency of Sweet Potato Grown under Drip Irrigation in Sandy Soil.* J. ALEX. Sci. EXC. 38(3), 543-551.

3. ABO EL-FADL, N.I.; EL-MESIRRY, D.S.; RADY, H.M. (2017), *Effect of foliar spraying with Yeast Extract and Hydrogen Peroxide on Yield and Quality of Sweet Potato.* Alex. J. Agric. Sci. Egypt, 62(3), 303-310.

4. AL-ESAILY, I.A.S. (2017), *Pesponse of Sweet Potato plant to the same sources of organic manure and application methods of potassium Humate Under sandy soil conditions.* J. Product. Dev. 22(2), 219-240.

5. ASADI, A.K.; MIRHADI, M.J.; HASSANPAANNAH, D.; DELKHOUSH, B. AND IMANPARAST, L. (2010), *The effect of K-humate*

on the nitrate content and accumulation and some yield components in three potato cultivars. Res. J. of envir. Sci. 4(5), 460-466.

6. BARAKAT, M.S.; ABDOL-ROZIK, A.H. AND AL-AROBY, S.M. (1991), *Studies on the respouse of potato growth, Yield and tuber quality to source and levels of nitrogen.* Alex. J. Agri. Res. 36(2), 129-141.

7. BEADLE, L.C.; BINGHAM, M.J.; GUERRERO, M.G. (1989), *Techniques in Bioproductivity and photosynthesis*. Pregamon Press, Oxford New York, Toronto, pp: 125-129.

8. BORU, M.; W TSADIK, K.; TANA, T. (2017), *Effects of Application of Farmyard Manure and Inorganic phosphorus on Tuberous Root Yield and Yield Related Traits of Sweet Potato [Ipomoea batatas* (L.) *Lam] at Assosa, Western Ethiopia.* Adv Crop Sci Tech. 5(4), P: 1-8.

9. Çavusoglu, K.; Kabar, K. (2010), *Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses.* EurAsian J. Biol. Sci. 4(1), 70-79.

10. ČERNÝ, M.; HABÁNOVÁ, H.; BERKA, M.; LUKLOVÁ, M.; BRZOBOHATÝ, B. (2018), *Hydrogen Peroxide: Its role in plant biology and crosstalk with signaling networks.* Int. J. Mol. Sci. 19(9), P:1-30.

11. CHEN, X.G.; KOU, M.; TANG, Z.H.; ZHANG, A.J.; LI, H.M. (2017), *The use of humic acid urea fertilizer for increasing yield and utilization of nitrogen in sweet potato.* Plant Soil Environ. 63(5), 201–206.

12. CHEN, Y.; AVIAD, T. (1990), *Effect of humic substances on plant growth. In: Humic Substances in Soil and Crop Sciences Amer.* J. Soil. Sci. Vol. 34, 161-186.

13. DENG, X.P.; CHENG, Y.J.; WU, X.B.; KWAK, S.S.; CHEN, W.; ENEJI, A.E. (2012), *Exogenous hydrogen peroxide positively influences root growth and exogenous hydrogen peroxide positively influences root growth and metabolism in leaves of sweet potato seedlings.* Aust. J Crop. Sci. 6(11), 1572-1578.

14. DIETZ, K.J.; MITTLER, R.; NOCTOR, G. (2016), *Recent progress in under-standing the role of reactive oxygen species in plant cell signaling.* Plant Physiol. 171(3), 1535-1539.

15. HASAN, S.A.; IRFAN, M.; MASRAHI, Y.S.; KHALAF, M.A.; HAYAT, S. (2016), *Growth, photosynthesis, and antioxidant response of Vigna unguiculata L. treated with hydrogen peroxide.* Cogent Food Agri. 2(1), P: 1-13.

16. JIANG, Y.; CHENG, F.; ZHOU, Y.; XIA, X.; MAO, W.; SHI, K.; CHENG, Z.; YU, J. (2012), *Hydrogen peroxide functions as a secondary messenger for brassinosteroids-induced CO_2 assimilation and carbohydrate metabolism in Cucumis sativus.* J. Zhejiang Univ-Sci. B. 13(10), 811-823.

17. KHAN, T.A.; YUSUF, M.; FARIDUDDIN, Q. (2018), *Hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism: Signalling and its effect under abiotic stress.* Photosynthetica. 56(4), 1237-1248.

18. MOUSSA, S.A.M.; ABO EL-FADL, N.I. AND AGAMY, N.F. (2012), *Role of hydrogen peroxide in improving potato tuber quality.* Alex. Sci. Exchange J. Egypt, 33(2), 73-88.

19. NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. (2002), *Physiological effects of humic substances on higher plants.* Soil Biol. Biochem. 34(11), 1527-1536.

20. NARIMANOV, A.A. AND KORYSTOV, Y.N. (1997), *Low doses of ionizing radiation and hydrogen peroxide stimulate plant growth.* Biologia (Bratislava). 52(1), 121–124.

21. SCHWEIKERT, C.; LISZKAY, A.; SCHOPFER, P. (2000), *Scission of poly saccharaides peroxidase-generated hydroxyl radicals.* Phytochemistry. 53(5), 565-570.

22. SOM, D. (2007), *Handbook of horticulture.* India council of Agricultural Research, New Delhi, India, pp:416-512.

23. TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2010), *Plant Physiology.* 2th, ed Sinauer Associates Inc, publisher Sunderland, Massachussetts, USA.

24. UKOM, A.N.; OJIMELUKWE, P.C.; OKPARA, D.A. (2009), *Nutrient composition of selected sweet potato [Ipomoea batatas (L.) Lam] varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer application.* Pakistan Journal of Nutrition. 8(11), 1791-1795.

25. WATSON, D.J. (1952). *The physiological basis of variation in yield.* Adv. Agron, 4: 101-145.

26. WOOLFE, J.A. (1992), *Sweet Potato: An Untapped Food Resource.* Cambridge University Press, Cambridge, p. 643.