كفاءة استجابة البطاطا صنف سبونتا *Solanum tuberosum.L* للرش الورقي بالزنك والنحاس في بعض مؤشرات النمو والانتاجية في ظروف المنطقة الساحلية

جنان عثمان [1*]

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

(*للمراسلة: د. جنان يوسف عثمان، البريد الإلكتروني : jenan.othman@gmail.com , هاتف: 0955205560).

تاريخ الإستلام :2023/04/10 تاريخ القبول :2023/05/24

الملخص:

نفذت التجربة الحقلية في العروة الربيعية المبكرة للموسمين الزراعيين 2020/2019 و2021/2020، في مشتل جامعة تشرين –كلية الزراعة، لدراسة تأثير الرش الورقي بالزنك والنحاس بتركيز 250 ppm، في نمو وإنتاجية نباتات البطاطا الصنف سبونتا ونوعية الدرنات، شملت الدراسة 4 معاملات رش ورقي (شاهد، النحاس، الزنك، الزنك+النحاس)، رشت النباتات بها ثلاث مرات، في تربة طينية رملية كلسية، نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات. أوضحت نتائج الدراسة الأثر الإيجابي للتغذية الورقية بالزنك والنحاس في جميع المؤشرات المدروسة، ولوحظ بأن معاملة التغذية الورقية بالزنك تفوقت معنوياً على كافة المعاملات في صفة مساحة للمسطح الورقي (17169سم^2/نبات) ودليله (5.94) وارتفاع للنبات (71.6سم) وعدد الدرنات على النبات (15.23درنة) وانتاج النبات من الدرنات المتوسطة الحجم (217.2غ) ونسبة المادة الجافة (20.51%) ونسبة النشاء(14.29%) وكمية فيتامينc (15.89 مغ%) والرماد(6.54%)، في حين تفوقت معاملة المزيج (الزنك والنحاس) في صفة الإنتاجية من الدرنات الكبيرة الحجم (1635غ/نبات) ومتوسط وزن الدرنة(139.9غ) مقارنة مع الشاهد.

الكلمات المفتاحية: الزنك، النحاس، البطاطا، النمو، الإنتاج، النوعية.

المقدمة:

تنتمي البطاطا *Solanum tuberosum.L* الى العائلة الباذنجانية *Solanaceae* وتعتبر من أهم نباتاتها، وتعتبر أحد المحاصيل الاقتصادية الهامة التي تلعب دوراً هاماً في الأمن الاقتصادي، وتحتل المرتبة الرابعة بعد القمح والأرز والذرة الصفراء (Humera and Iqbal ,2010)، تشير الإحصائيات العالمية أن الإنتاج العالمي منها بلغ 420 مليون طن، بمساحة تقدر 15 مليون هكتار عام 2020 (Fao Stat,2021)، وفي سورية تعد من أهم محاصيل الخضر المزروعة وتنتشر زراعتها في أغلب محافظات القطر العربي السوري، حيث تزرع في ثلاث عروات متتالية (ربيعية، صيفية، خريفية)، وبلغت المساحة المزروعة بها 27484 هكتار، أعطت إنتاجا ما يقارب 647349 طناً وفق إحصائية وزارة الزراعة السورية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية 2021).

زاد الاهتمام بالرش الورقي للعناصر الصغرى في السنوات الأخيرة، لدورها الهام في تحسين نمو النباتات، وتأمين حاجته منها وزيادة الإنتاج وتحسين نوعيته للعديد من المحاصيل الخضرية بما فيها البطاطا، خاصة في الترب الكلسية المائلة للقلوية، حيث

يظهر في هذه الترب نقص في اتاحة العديد من هذه العناصر (AL-Mohammadi,2005)، حيث ينخفض امتصاص كل من الزنك والنحاس وترتفع الحاجة للرش بهما(Uygur and ; Kabata and Pendias,1992 ; Adriano,1986 Rimmer,2000)، وفي هذا السياق أوضحت الدراسات السابقة أن كفاءة الاستفادة لهذه العناصر عن طريق التغذية الورقية أفضل بكثير من الإضافة الأرضية لهما(Hashemy *et al*.,1998).

وأوردت دراسة قام بها النعيمي (1999) أن للعناصر الغذائية الصغرى (الزنك والنحاس) أهمية كبيرة في مسار العمليات الفسيولوجية في النباتات، حيث يشارك الزنك في عمليات الأكسدة والاختزال وفي نظام الإنتقال الإلكتروني في تفاعلات التركيب الضوئي ، ويزيد نشاط أنزيم الديهدروجيناز في دورة كريبس وبالتالي يلعب دوراً هاما في انتاج الكلوروفيل كما يعمل على تمثيل السكريات وعملية تبادل المركبات النيتروجينة (حسن وأخرون، 1990).

في هذا السياق أظهرت نتائج العديد من الباحثين الدور الهام للتغذية الورقية بالزنك في زيادة نشاط وفعالية العديد من الأنزيمات وتنشيط عملية التمثيل الضوئي (Mosavi *et al*,2007; Grotes and Mary, 2006)، حيث يدخل الزنك في تركيب وتنشيط مايزيد عن 300 أنزيم ضمن النبات وضروري لتصنيع الحمض الأميني التريبتوفان الذي يعد مولد الأوكسينات وخصوصا أندول أستيك أسيد (Mengle and Kirkby,2001 ; Marchner, 1986) الضروري لانقسام الخلايا واستطالتها وزيادة نشاط التمثيل الضوئي ونمو النباتات (Patil *et al*., 2008). ومن خلال الأثر الإيجابي له في تنشيط العمليات الحيوية المختلفة داخل النباتات وتمثيل الكربوهيدرات وتصنيع البروتينات وبناء الجدر الخلوية واستقلاب الفينولات مما يساهم في زيادة انتقال المواد المغذية المصنعة في الأوراق وتخزينها في النباتات مما يساهم في زيادة النوعية (; Jawad *et al*, 2016; Sultana *et al*, 2016)، كما أشار الباحثان (Abu-Dahi and Alyonis, 1988) الى الدور الهام للزنك في تنشيط انزيم Carbanic ahdrase كعامل مساعد للتفاعل، ووجود هذا الأنزيم في البلاستيدات الخضراء يعمل كمنظم للرقم الهيدروجيني، ومن ثم يعمل على الحفاظ على البروتينات من فقدان طبيعتها وحيويتها، كما يؤثر الزنك في تكوين الحامض الأميني تريبتوفان، الذي يعد المادة الأساسية لتخليق اندول بيوتريك اسيد، الذي يلعب دوراً هاماً في تنشيط نمو النباتات وبالتالي زيادة الإنتاجية .

أشار Kobraee وآخرون(2011) لضرورة العناصر الصغرى في النمو الطبيعي للنباتات، لما لها من دور هام في انقسام الخلايا، وتطور الخلايا الميرستيمة، ودورها الحيوي الهام في العمليات الحيوية الخاصة بالتمثيل الضوئي، والتنفس، وبالتالي مساهمتها معنوياً في زيادة النمو الخضري والانتاج، إذ تشارك العناصر الصغرى أو تساعد في العديد من العمليات الحيوية للنباتات. أشار Alloway (2004) إلى الدور الهام للزنك في تنشيط انزيمات التنفس وتكوين البروتينات والكربوهيدرات، كما أشار الباحث Paygozar وآخرون 2009 الى الدور الحيوي الهام للزنك في استقلاب النتروجين وتصنيع البروتينات حيث تؤدي العناصر الصغرى وظائف مهمة عديدة في عمليات الأكسدة والاختزال، وبناء الهرمونات النباتية، والأنزيمات والعديد من الفيتامينات (Mahmood *et al*.,2000; Raun and Johnson,1999)، كما تساهم في زيادة تركيز الكلوروفيل في الأوراق وتحسن من عملية التمثيل الضوئي ونواتجه المتراكمة في النباتات (Marshner,1995)، فضلا عن دورها في تحسين امتصاص العديد من العناصر الغذائية الكبرى كالأزوت والفوسفور البوتاسيوم وتشجع بالتالي تشكل وتطور الدرنات وزيادة حجمها ووزنها (Meng *et al*., 2004; Roemheld and El-Fouly, 1999). مما يساهم في زيادة الإنتاجية (Kelling and Speth,2001 ; Mohamadi, 2000).

وأظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Singh وآخرون (2018) الأثر الإيجابي للتغذية الورقية لنباتات البطاطا بمحلول مخفف من كبريتات الزنك وأفضل النتائج تم الحصول عليها عند التركيز 300 ppm من حيث ارتفاع النباتات بنسبة زيادة 18.5% مقارنة مع الشاهد وساهمت في زيادة عدد الأفرع المتشكلة على النبات بنسبة 88% وزيادة في عدد الأوراق المتشكلة على النبات بنسبة 27.9 % مقارنة مع الشاهد ، وأعلى وزن رطب وجاف للنباتات كما أظهرت نتائجه زيادة في عدد الدرنات المتشكلة على النبات بنسبة 84.7 % ومتوسط وزن الدرنة بنسبة 29 % والإنتاجية بنسبة 54.5 % كما ارتفعت جميع الصفات المتعلقة بالنوعية وهذا ماتوصل اليه أيضا(Parmar,2016 ; Mousavi et al., 2007 ; Aloway,2004 ; Hashemy et al., 1998).

أظهرت نتائج Mousavi وآخرون (2007) في دراستهم لتأثير الرش الورقي بتراكيز مختلفة من محلول من كبريتات الزنك على إنتاجية البطاطا ونوعيتها (8-4-2-0) % ، باجراء رشتين قبل وبعد الازهار، أظهرت النتائج الأثر الإيجابي للرش بالزنك في زيادة جميع صفات النمو المدروسة المتعلقة بالانتاجية والنوعية، وأن الرش الورقي بالتركيز المرتفع من الزنك زاد الإنتاجية حيث وصلت حتى 34170 كغ/هـ وارتفعت عن الشاهد بنسبة 25 %، وأن الرش بالزنك ساهم في زيادة عدد الدرنات على النبات من 9.47 الى 10.99 درنة/نبات وزيادة متوسط وزن الدرنة من 70.52 الى 75.59 غ/نبات، وزيادة الإنتاج الكلي من 27340 الى 34170 كغ/هـ ونسبة المادة الجافة للدرنات من 21 الى 22.06 % ونسبة النشا من 9.03 الى 10.34 %.

لا يقل عنصر النحاس أهمية عن باقي العناصر الصغرى، إذ يعتبر من اهم العناصر المغذية للنبات، وفي هذا السياق أظهرت العديد من الدراسات الدور العام لعنصر النحاس في مسار العديد من العمليات الحيوية الهامة للنباتات، حيث يدخل في تركيب عدد من الأنزيمات، ويشترك في تمثيل البروتينات، ويشارك في العمليات الحيوية الخاصة بالكربوهيدرات، ويساهم في رفع كفاءة النبات في عملية التركيب الضوئي من خلال دوره في ثبات جزيئة الكلوروفيل وحمايتها من الهدم المبكر ولذلك فانه يؤثر في مسار عمليات النمو في النباتات، كما يعد النحاس من العناصر الضرورية للنمو فهو يؤمن النمو السليم للنبات وأن نقصه يتسبب في خفض كمية السكريات المختزلة، كذلك له دور هام في تفاعلات الاكسدة والاختزال، ويدخل بالعديد من عمليات الأيض الاساسية في النبات، وضروري للتخليق الحيوي للمركبات الفينولية، ويسهم في العديد من العمليات الفزيولوجية كتخليق الجدار الخلوي ونقل البروتين، فضلا عن دوره كعامل مساعد في طيف واسع من الانزيمات النباتية، اضافة لذلك دوره الهام كناقل الكتروني في عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي، وإن نقص النحاس يضعف النمو النباتي ويسبب تشوه واصفرار للاوراق الفتية (Abu Dahi and Alyounis,1988) و (النعيمي، 1999).

أظهرت نتائج دراسة كل من AL-Jobori1 and AL-Hadithy (2018) في دراسة لتأثير رش نباتات البطاطا بالزنك والنحاس والمنغنيز والحديد (330 ppm كبريتات الزنك، 330 ppm كبريتات المنغنيز، 150 ppm كبريتات الحديد ، 80 ppm كبريتات النحاس)، أظهرت النتائج أن الرش الورقي بها زادت كل صفات النمو المدروسة المتعلقة بالانتاجية والنوعية حيث ساهمت في زيادة الإنتاجية حتى 22.89 طن/هـ بنسبة زيادة 87.4 % عن الشاهد وانخفضت الإنتاجية عندما استخدمت نصف التراكيز السابقة الى 20.01 طن/هـ كما ساهمت في زيادة عدد الدرنات ومتوسط وزن الدرنة والمادة الجافة . حيث ارتفع عدد الدرنات الى 9.07 درنة/نبات ومتوسط وزن الدرنة الى 81.52 غ/درنة، ونسبة الزيادة في الإنتاجية وصلت حتى 22.89 % والمادة الجافة 23.7 % مقارنة مع الشاهد (8.44، 79.8، 21.05، 20.28) على التوالي.

مبررات البحث:

تتميز أغلب ترب المنطقة الساحلية بمحتوى عال من كربونات الكالسيوم، وذات تفاعل يميل للقلوية، مما يجعل العناصر الصغرى غير ميسرة للنباتات، وبالتالي صعوبة تأمين متطلبات النبات منها عن طريق التربة، ونظراً لأهمية الرش الورقي بهذه العناصر في تأمين حاجة النبات بشكل سريع وبكفاءة عالية، ولأهمية هذه العناصر في تحقيق زيادة ملموسة بالانتاجية ولما لمحصول البطاطا من أهمية في الزراعات المحلية.

هدف البحث الى دراسة كفاءة استجابة البطاطا صنف سبونتا *Solanum tuberosum.L* للرش الورقي بالزنك والنحاس في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية في ظروف المنطقة الساحلية.

مواد البحث وطرائقه:

1- **المادة النباتية:** تم زراعة صنف البطاطا سبونتا "Spunta"، وهو صنف هولندي نصف متأخرالنضج، درناته بيضاوية متطاولة، العيون نصف غائرة، درناته كبيرة الحجم وانتاجه غزير في العروة الربيعية وجيد بالعروة الخريفية، ويخزن لفترة طويلة.

2- **العناصر الصغرى المستخدمة في البحث:** استخدم في البحث المركبات النقية من كل من كبريتات الزنك وكبريتات النحاس.

3- المعاملات:

- شاهد رش النباتات بالماء المقطر فقط.
- رش النباتات بمحلول كبريتات النحاس بتركيز 250 ppm.
- رش النباتات بمحلول كبريتات الزنك بتركيز 250 ppm.
- رش النباتات بمزيج من محلول كبريتات الزنك وكبريتات النحاس بتركيز 250 ppm لكل منهما.

طبق على كل معاملة ثلاث رشات خلال موسم النمو:

الرشة الاولى بعد 30 يوما من الانبات (مرحلة النمو الخضري).

الرشة الثانية بعد 45 يوما من الانبات (مرحلة تشكل الدرنات).

الرشة الثالثة بعد 60 يوماً من الانبات (مرحلة كبر حجم الدرنات).

4. **مكان تنفيذ البحث:** مشتل جامعة تشرين في عروة ربيعية ولموسمين زراعيين2020/2019 و2021/2020 في موقعين متجاورين ومتشابهين من حيث خصائص تربتهما.

5. **صفات تربة موقع التجربة:** تم تحليل تربة موقع التجربة قبل الزراعة في مخابر قسم التربة –كلية الزراعة –جامعة تشرين وقد تم ترتيب نتائج التحليل في الجدول (1):

الجدول (1): بعض صفات تربة موقع الزراعة

قوام التربة			بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية							
رمل	سلت	طين	PH معلق مائي 1:5	المادة العضوية%	ECمللي موز/سم	N الكلي%	P2O5 PPM متاح	K2O PPM متاح	CaCO3 الكلية%	Caco3 الفعالة%
35	40	25	8	1.75	0.1	0.31	58	303	31	21

6. العمليات الزراعية:

6-1- اعداد الأرض للزراعة: تم تجهيز الأرض واعدادها بحراثتها لعمق 30-35 سم، وتم إضافة السماد العضوي الجاف والمعقم بمعدل 200 كغ/ دونم، مع 30 كغ/دونم من سماد السوبر فوسفات 48% و30 كغ/دونم من سماد سلفات البوتاسيوم 50%، أما الأسمدة الآزوتية أضيفت على شكل يوريا 46% بمعدل25 كغ/دونم على دفعتين الأولى قبل الزراعة والثانية أضيفت بعد الانبات مع عمليات تحضين النباتات، جرى تخطيط التربة لخطوط أحادية تبعد عن بعضها البعض مسافة 75سم.

6-2- زراعة الدرنات: جرت زراعة درنات كاملة منبتة بوزن يتراوح بين 60-50 غ على خطوط أحادية تبعد عن بعضها 75 سم، في حفر على بعد 35 سم بين الحفر على عمق 8 سم حيث بلغت المساحة الغذائية للنبات(35*75)سم2، أي بكثافة نباتية 3.81 نبات في المتر مربع، تمت الزراعة بتاريخ 26/شباط وذلك للموسمين الزراعيين 2019 و2020 .

7. **الحصاد:** تمت عملية الفطام قبل عشرة أيام من الحصاد عند ظهور علامات النضج، والذي تمثل بجفاف واصفرار المجموع الخضري وتم الحصاد لكلا الموسمين بتاريخ 18 /6/ 2019 و2020 م، حيث جُمع إنتاج كل مكرر وكل معاملة على حدى، وحُسبت الإنتاجية وفرزت الدرنات.

8. تصميم التجربة والتحليل الاحصائي: استخدم في تنفيذ التجربة الحقلية تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، حيث شملت الدراسة أربعة معاملات بثلاث مكررات للمعاملة الواحدة، وبمعدل 15 نبات لكل وحدة تجريبية ، حيث بلغ عدد النباتات الكلي (15*4*3= 180نباتاً)، وتم تحليل نتائج التجربة الحقلية باستخدام البرنامج الاحصائي Gen Stat 12 لمقارنة الفروق بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%.

9. القراءات:

9-1- قراءات مورفولوجية وشملت : ارتفاع النبات/سم حيث تم قياس ارتفاع النبات ابتداء من سطح التربة (منطقة اتصال الساق مع الجذور) وصولاً إلى القمة بمرحلة اكتمال النمو الأعظمي.

9-2- قراءات فيزيولوجية وشملت:

- مساحة المسطح الورقي للنبات(سم^2/نبات): كما ذكر (Dvornince,1965) من العلاقة: مساحة أوراق النبات سم^2/ نبات =مساحة الاقراص *الوزن الجاف للنبات/ الوزن الجاف للأقراص.
- دليل المسطح الورقي وفق (Beadle ,1989)= مساحة المسطح الورقي للنبات سم^2/المساحة التي يشغلها النبات سم^2.

9-3- قراءات إنتاجية وشملت:

- تدريج الدرنات: جرى فرز الدرنات الى ثلاث مجموعات وفقاً لوزنها: درنات صغيرة الحجم (يقل وزنها عن 35 غ، درنات متوسطة الحجم يتراوح وزنها بين 35 و80 غ، درنات كبيرة الحجم يزيد وزنها عن 80 غ) وفقاً (Gataolina and Abdikof, 2005).
- متوسط عدد درنات النبات درنة /نبات.
- متوسط وزن الدرنة بالغرام.
- متوسط انتاج النبات غ/نبات.
- متوسط إنتاجية وحدة المساحة طن/دونم.
- الإنتاج القياسي % حاصل جمع انتاج النبات من الدرنات المتوسطة والكبيرة الحجم ونسبتهما من الإنتاج الكلي .

- فعالية السماد النسبية: حُسبت من العلاقة الآتية وفق (Barakat *et al.*, 1991):

$$\text{فعالية السماد النسبية} = \frac{(\text{كمية المحصول في المعاملة المسمدة} - \text{كمية المحصول في معاملة الشاهد})}{\text{كمية المحصول في المعاملة المسمدة}} * 100$$

4- التحاليل الكيميائية للدرنات وشملت:

- تقدير نسبة المادة الجافة %: بالتجفيف على حرارة 105 م حتى ثبات الوزن وفق المعادلة:

المادة الجافة %= (الوزن الجاف للعينة/ الوزن الرطب للعينة) *100.

- تقدير نسبة النشا %: حسب الطريقة الواردة في A.O.A.C (1990) من خلال المعاملة التالية:

النسبة المئوية للنشاء% = 17,55 + 0.891(المادة الجافة% – 24.18).

- تقدير كمية النترات مغ/كغ: باستخدام جهاز SOEKS.
- تقدير فيتامين c مع% بطريقة المعايرة بصبغة 2-6 داي كلور فينول اندو فينول.
- تقدير المواد الصلبة الذائبة الكلية T.S.S% باستخدام جهاز قياس المواد الصلبة الذائبة.
- تقدير الرماد في الدرنات % وذلك بوضع وزن محدد من العينة الجافة من البطاطا في مرمدة على درجة حرارة 500-600 مْ حتى تصبح المادة خالية من الكربون تماما ومن ثم تطبيق المعادلة:

% للرماد = (وزن الرماد/وزن العينة الجاف) *100 .

النتائج والمناقشة:

اولاً: أثر المعاملات في بعض مؤشرات النمو الخضري:

تبين النتائج التي انتهت اليها هذه الدراسة (الجدول 2) أن الرش الورقي بالعناصر الصغرى (الزنك والنحاس) أدى الى تنشيط نمو النباتات مقارنة بالشاهد، فقد تراوح متوسط ارتفاع النباتات المعاملة مابين 60.6 سم و 71.6 سم مقابل 55.6 سم للشاهد. وبالمقارنة بين المعاملات يتضح تفوق النباتات المعاملة بالزنك على المعاملات الأخرى حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات في هذه المعاملة 71.6 سم فيما سجل ارتفاع النباتات قيماً بلغت 69.0 سم و 60.6سم للمعاملة بالمزيج من الزنك والنحاس والمعاملة بالنحاس على الترتيب.

ولاتختلف النتائج فيما يتعلق بمساحة المسطح الورقي عن المنحى السابق، حيث يظهر التأثير الإيجابي للرش الورقي بالزنك والنحاس التي تجلى واضحاً في زيادة مساحة المسطح الورقي للنباتات والذي تراوح بين 14523 و 17169 سم2/نبات في النباتات المعاملة بالعناصر الصغرى مقابل 12755 سم^2/نبات في نباتات الشاهد، وتشير النتائج في الوقت نفسه الى تفوق النباتات المعاملة بالزنك على المعاملات الأخرى .

الجدول(2): مساحة ودليل المسطح الورقي وارتفاع النبات وفقا للمعاملات (متوسط موسمين زراعيين 2019 و2020).

المعاملة	ارتفاع النبات /سم	مساحة المسطح الخضري سم^2/نبات	دليل المسطح الورقي سم^2/سم^2
شاهد	55.6 ^{c}	12755 ^{d}	4.41 ^{d}
Cu	60.6 ^{d}	14523 ^{c}	5.03 ^{c}
Zn	71.6 ^{a}	17169 ^{a}	5.94 ^{a}
Zn + Cu	69.0 ^{ab}	15255 ^{b}	5.38 ^{b}
LSD 5%	9.25	289.4	0.137

***تشير الأحرف المتشابهة في نفس العمود إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات**

هذا التأثير للرش الورقي بالعناصر الصغرى في مساحة المسطح الورقي واكبه بطبيعة الحال تأثير في دليل المسطح الورقي الذي يعبر عن كمية المادة الجافة التي يصنعها النبات، حيث سجل دليل المسطح الورقي للنباتات المعاملة قيما تراوحت بين 5.94 و 5.03 مقابل 4.41 في نباتات الشاهد، وبالمقارنة بين النباتات المعاملة بالعناصر الصغرى نلاحظ تفوق النباتات المعاملة بالزنك على المعاملات الأخرى حيث سجلت النباتات المعاملة بالزنك 5.94 مقابل 5.38 و 5.03 في النباتات المعاملة بالمزيج من الزنك والنحاس والمعاملة بالنحاس فقط على الترتيب.

يعزى ذلك للدور الهام للتغذية الورقية بالزنك في زيادة نشاط وفعالية العديد من الأنزيمات وتنشيط العمليات الحيوية المختلفة داخل النباتات وتمثيل الكربوهيدرات وتصنيع البروتينات وبناء الجدر الخلوية مما ساهم في زيادة النمو الخضري للنباتات وفي انقسام الخلايا وتطور الخلايا الميرستيمة، ولدورها الهام في زيادة تركيز الكلوروفيل في الأوراق وتحسين عملية التمثيل الضوئي وتحسين امتصاص العديد من العناصر الغذائية الكبرى كالأزوت والفوسفور البوتاسيوم وتشجع بالتالي تحفيز النمو الخضري وهذا يتوافق مع (Meng *et al*, 2004 ; Roemheld and ; Marshner,1995 ; Grotes and Mary,2006 ; Mousavi *et al*,2007 El-Fouly, 1999).

ثانياً– أثر المعاملات في بعض الصفات الإنتاجية:

تبين من معطيات الجدول (3) أن جميع المعاملات التي ترافقت بالتغذية الورقية (الزنك والنحاس) قد تفوقت معنوياً على الشاهد من حيث إنتاجها من الدرنات كبيرة الحجم مع تفوق معاملة الرش بالمزيج الزنك والنحاس معنويا في انتاجها من الدرنات الكبيرة الحجم 1635 غ وسجلت أعلى نسبة للدرنات الكبيرة في النباتات مقارنة بالشاهد 89.7% من الإنتاج الكلي للنبات، وفي المرتبة الثانية للرش بالزنك 1506.6 غ وكانت نسبتها 84.3 % من الإنتاج الكلي فمعاملة الرش بالنحاس 1339.1 غ وكانت نسيتها من الإنتاج الكلي للنبات 86.5 % واقلها في الشاهد 1279 غ ونسبتها 86.8 % من الإنتاج الكلي للنبات.

أما بالنسبة لتأثير الرش بالزنك والنحاس في حجم الدرنات المتوسطة للنبات فقد تباينت باختلاف المعاملات فقد لوحظ أعلى وزن للدرنات المتوسطة الحجم في معاملة التغذية الورقية بالزنك 217.2 غ وسجلت أعلى نسبة للدرنات المتوسطة الحجم 12 % من انتاج النبات الكلي مقارنة مع الشاهد وبالمرتبة الثانية معاملة التغذية الورقيةبالنحاس 160.2 غ وأدنى قيمة في معاملة الشاهد 141.6 غ، كما يتضح من الجدول التالي:

الجدول (3) تدريج الدرنات وفقا للمعاملات (متوسط موسمين زراعيين 2019 و2020).

المعاملة	تدريج الدرنات غ					
	درنات كبيرة الحجم	من إنتاج النبات%	درنات متوسطة الحجم	من إنتاج النبات%	درنات صغيرة الحجم	من إنتاج النبات%
شاهد	1279.0 ^{d}	86.8	141.6 ^{b}	9.6	52.8 ^{ab}	**3.6**
Cu	1339.1 ^{c}	86.5	160.2 ^{b}	9.2	49.0 ^{b}	**2.8**
Zn	1506.6 ^{b}	84.3	217.2 ^{a}	12.2	63.8 ^{a}	**3.6**
Zn + Cu	1635.0 ^{a}	89.7	142.7 ^{b}	7.8	44.2 ^{b}	**2.4**
LSD5%	35.9	-	40.01	-	14.16	**-**

***تشير الأحرف المتشابهة في نفس العمود إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات**

فيما يتعلق بانتاج النبات من الدرنات الصغيرة الحجم فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي أن إدنى انتاج لها سجل في معاملة المزيج (الزنك مع النحاس) 44.2 غ، وسجلت أيضاً أدنى نسبة لها 2.4 % من انتاج النبات مقارنة مع الشاهد، وأن أعلى انتاج من الدرنات الصغيرة وأعلى نسبة لها سجلت في معاملة الرش بالزنك 63.8 غ/نبات بنسبة 3.6% من انتاج النبات مقارنة مع الشاهد

في حين سجل الشاهد 52.8 غ بنسبة 3.6 % من الإنتاج الكلي بدون فروق معنوية بينهما، في حين بلغت في معاملة الرش بالنحاس 49.0 غ وشكلت 2.8% من انتاج النبات الكلي .

ويظهر جلياً من نتائج الجدول(4) تفوق النباتات المعاملة على الشاهد وساهم في تحقيق زيادة ملموسة في كل من عدد الدرنات ومتوسط وزن الدرنة والإنتاجية الكلية والتسويقية على الشاهد، وكان معنويا بالنسبة لعدد الدرنات المتطورة على النبات لجميع المعاملات وحققت معاملة الرش بالزنك أعلى القيم (15.23 درنة) تلاها معاملة المزيج الزنك مع النحاس (13.04درنة) فمعاملة الرش بالنحاس (12.9درنة) وادنى القيم سجل في الشاهد (12.23درنة).

فيما يتعلق بمتوسط وزن الدرنة يتضح من الجدول (4) تفوق معاملة الرش بالمزيج الزنك والنحاس (139.9غ) معنويا على جميع المعاملات المدروسة بدون فروق معنوية واضحة بين باقي المعاملات مع بعضها والشاهد.

فيما يتعلق بإنتاج النبات وإنتاجية وحدة المساحة فقد بينت النتائج الواردة في الجدول (4) تفوق النباتات المعاملة على نباتات الشاهد وبفرق معنوي فقد سجلت معاملتي الرش بالنحاس (1821.85 غ/نبات ، 6.94 طن/دونم) على التريب والرش بالزنك (1787.6 غ/نبات، 6.81 طن/دونم) على التريب أعلى القيم بدون فروق معنوية واضحة بينهما، في حين سجلت معاملة الرش بالنحاس (1548.23غ/نبات، 5.89 طن/دونم) على التريب وأدنى القيم في الشاهد بدون فروق معنوية واضحة بينهما (1473.21غ/نبات، 5.61 طن/دونم) على التريب.

الجدول (4): الصفات الإنتاجية وفقا للمعاملات المدروسة(متوسط موسمين زراعيين 2019 و2020).

المعاملة	متوسط عدد الدرنات درنة /نبات	متوسط وزن الدرنة غ/درنة	انتاج النبات غ/نبات	الإنتاجية طن/دونم	الإنتاج القياسي %	فعالية السماد النسبية %
شاهد	12.23 ^{d}	120.5 ^{b}	1473.21 ^{dc}	5.61 ^{dc}	96.4	-
Cu	12.90 ^{c}	120.0 ^{ab}	1548.23 ^{c}	5.89 ^{c}	96.8	**5.1**
Zn	15.23 ^{a}	118.3 ^{b}	1787.60 ^{ab}	6.81 ^{ab}	96.4	**21.3**
Zn + Cu	13.04 ^{b}	139.9 ^{a}	1821.85 ^{a}	6.94 ^{a}	97.6	**23.7**
LSD 5%	**0.31**	**18.9**	**185.2**	**0.40**	-	-

***تشير الأحرف المتشابهة في نفس العمود إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات**

اما بالنسبة للإنتاج القياسي من الدرنات تبين معطيات الجدول السابق تفوق معاملتي الرش بالمزيج الزنك والنحاس في نسبة الدرنات القياسية للنبات 97.6 % من الإنتاج الكلي للنبات تلاهما معاملة التغذية الورقية بالنحاس 96.8% من الإنتاج الكلي ثم معملة الرش بالزنك ولم تختلف عن معاملة الشاهد فقد سجلا 96.4% من الإنتاج الكلي .

فيما يتعلق بفعالية السماد النسبية للمعاملات المختلفة يتضح من الجدول (4) أن أعلى فعالية نسبية للرش الورقي كانت في معاملة الرش بالمزيج الزنك والنحاس فقد بلغت 23.7 % من انتاج النبات الكلي فمعاملة الرش بالزنك 21.3 % وأدناها سجل في معاملة الرش بالنحاس 5.1% من انتاج النبات الكلي.

وهكذا يتضح مما تقدم أن معاملة النباتات بالعناصر الصغرى (الزنك والنحاس) قد أحدثا زيادة ملحوظة في مؤشرات النمو الخضري (ارتفاع النباتات –مساحة المسطح الورقي–دليل المسطح الورقي) هذه الزيادة انعكست على المؤشرات الإنتاجية والتي تمثلت بعدد الدرنات وإنتاج النبات من الدرنات الكبيرة والمتوسطة الحجم والإنتاج القياسي وفعالية السماد النسبية ويعزى ذلك الى دور هذه العناصر الصغرى في تصنيع المركبات الحيوية والتي أسهمت جميعها في تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج وهذا يتوافق مع (Mousavi *et al*,2007 ; Grotes and Mary,2006) .

ثالثاً– أثر المعاملات المختلفة في نوعية الدرنات:

فيما يتعلق لأثر المعاملات في محتوى الدرنات من المادة الجافة والنشا، تظهر نتائج التحليل الاحصائي تفوق معنوي لمعاملة الرش الورقي بالزنك في محتوى الدرنات من المادة الجافة والنشا(20.51–14.29)% على التوالي تلاها معاملة الرش بالمزيج (19.73–13.59)% على التوالي ثم معاملة الرش بالنحاس بالنحاس(18.27، 12.29)% والشاهد(18.49، 12.49)% بدون فروق معنوية بينهما كما يتضح من الجدول التالي:

الجدول (5): التركيب الكيميائي للدرنات وفقا للمعاملات (متوسط موسمين زراعيين 2019 و2020).

المعاملة	المادة الجافة %	النشا %	النترات مغ/كغ	فيتامين c مغ/100 غ	المواد الصلبة الذائبة %	الرماد %
شاهد	18.49 ^{c}	12.49 ^{c}	143.2 ^{dc}	10.21 ^{dc}	4.233 ^{a}	4.81 ^{d}
Cu	18.27 ^{dc}	12.29 ^{dc}	158.2 ^{a}	12.28 ^{ab}	4.300 ^{a}	5.57 ^{cb}
Zn	20.51 ^{a}	14.29 ^{a}	134.3 ^{c}	15.89 ^{a}	4.067 ^{a}	6.54 ^{a}
Zn + Cu	19.73 ^{b}	13.59 ^{b}	141.0 ^{b}	10.73 ^{c}	4.467 ^{a}	5.55 ^{b}
LSD 5%	2.67	2.37	16.8	1.43	0.62	0.53

***تشير الأحرف المتشابهة في نفس العمود إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات**

فيما يتعلق بمحتوى الدرنات من النترات فقد لوحظ ارتفاع في محتوى الدرنات منها في معاملة الرش بالنحاس (158.2) مغ/كغ وادنى القيم لوحظت في معاملة الرش بالمزيج من الزنك والنحاس (141.0)مغ/كغ لكنها بقيت في جميع المعاملات ضمن الحدود المسموح بها والمقدرة بـ: 250 مغ/كغ حسب (Moliavko, 2001 ؛ Berg *et al*,. 1999؛ Raigon *et al*,. 2003).

بينت المعطيات الواردة في الجدول (5) الأثر الإيجابي للتغذية الورقية بالزنك والنحاس في رفع محتوى الدرنات منها اذ ارتفعت لتصل الى 15.89 مغ% في معاملة التغذية الورقية بالزنك و 12.28 مغ% في معاملة الرش بالنحاس، بينما لم تختلف معاملة المزيج بالزنك والنحاس (10.73 مغ%) معنويا مع الشاهد حيث بلغت في (10.2 مغ%).

ويتضح من نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملات في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة في الدرنات وتراوحت بين 4.067% في معاملة الرش بالزنك و 4.4467% في معاملة الرش بالمزيج.

فيما يتعلق بمحتوى الدرنات من الرماد فقد أظهرت النتائج تفوق جميع معاملات التغذية الورقية بالزنك والنحاس في محتوى درناتها من الرماد مع تفوق معاملة الرش بالزنك معنوياً على جميع المعاملات(5.57%) تلاه معاملتي الرش بالنحاس والمزيج الزنك والنحاس (5.57 و5.55)% على التوالي بدون فروق معنوية بينهما في حين سجل الشاهد أدنى القيم (4.81 %).

يعزى الأثر الإيجابي للتغذية الورقية بالزنك والنحاس في تحسين جودة الدرنات الى دور هذه العناصر في زيادة تراكم نواتج عملية التمثيل الضوئي في الدرنات على شكل ارتفاع في محتواها من المادة الجافة والنشا وفيتامين C والرماد مع الحفاظ على جودتها فقد بقي محتوى الدرنات من النترات منخفضا وضمن الحدود المسموح في جميع المعاملات والمقدر بـ: 250 مغ/كغ وفق(2001 Moliavko, ؛ 1999 Berg *et al*,. ؛2003 Raigon *et al*,.) والحفاظ على جودتها بمحتواها من المواد الصلبة الذائبة وفق(Mosavi, 2007; AL-jobori and AL- Hadithy, 2018).

الاستنتاجات والمقترحات:

بناء على ما تقدم نستنتج ما يلي:

1- أسهمت معاملة الرش الورقي بالزنك والنحاس في تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج وتحسين النوعية .

2- اختلفت فعالية العناصر الصغرى باختلاف العنصر المغذي المستخدم.

3- أعطت معاملة الرش الورقي بالزنك أفضل النتائج من حيث مساحة المسطح الورقي ودليله وارتفاع النباتات وعدد الدرنات وإنتاج النبات ومحتوى الدرنات من المادة الجافة والنشاء والرماد.

4- أعطت معاملة الرش الورقي بمزيج الزنك والنحاس أفضل النتائج من حيث متوسط وزن الدرنة وإنتاج النبات من الدرنات الكبيرة الحجم وأقل انتاج من الصغيرة الحجم.

وبناء على هذه الاستنتاجات نقترح ما يلي:

1- الرش الورقي لنباتات البطاطا بالزنك بتركيز ppm250 نظرا لأهميتها في تحقيق زيادة ملموسة بالإنتاجية وتحسين جودة الدرنات.

2- متابعة الدراسات والأبحاث على العناصر الغذائية الصغرى وتقييم فعاليتها في تحسين واقع الإنتاج بنوعيه الكمي والنوعي وبتراكيز مختلفة.

المراجع:

النعيمي، سعد الله نجم عبدالله.(1999). الأسمدة وخصوبة التربة، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

حسن، نوري عبد القادر، حسن يوسف الدليمي ولطيف عبدالله (1990):خصوبة التربة والأسمدة. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . العراق.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية(2021). منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي–مديرية الإحصاء والتخطيط–قسم الإحصاء.

A.O.A.C.,(1990).Official Method of Analysis, 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., USA.

Abu Dahi, Y. M. and M. A. Alyounis. (1988). Plant nutrition Guide. Ministry of Higher Education and Scientific Research. Baghdad University-Iraq pp:411.

Adriano.DC.(1986).Trace Elements in the Terrestrial Environment. New York, Springer.

AL- Mohammadi .H and Sh. Sharqi.(2005).Effect of Foliar application of Zn and Fe on growth and yield of Sorghum bicolori Moench. Msc. Thesis, College of Agric. Univ. of AL- Anbar University.

AL. Farhan, H. N.(2001). Potato Physiology, Awan for information Services, Sanaa, Yemen.

AL-Jobori1,K.M.M and AL-Hadithy, S.L.(2018). Response of Potato (*Solanum Tuberosum*) to Foliar Application of Iron , Manganese, Copper and Zinc, International Journal of Agriculture and Crop Sciences. IJACS/2014/7-7/358-363, ISSN 2227-670X ©2014 IJACS Journal.

Alloway, B.J. (2004). Zinc in Soils and Crop Nutrition. 1st Edn., International Zinc Association (IZA), Brussels, Belgium, pp: 128.

Barakat, M.A.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.

Beadle,L.C.(1989).Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. Pergamon Press .Oxford New York. Toronot.

Berg,M; Haas ,G. and Kopke , U.(1999). Nitrataustrag im system vergleich: product- und Flaechenbezug. Mitt. Der. Ges. Fur. Pflanzenbauwiss. G.essen.Bd.12.S235-238.

Dvornince .(1965). Locralipractide Ampelogratic E – Didacti Siped agogica Ducureset R.S. Romania (C.F. Al-Rawi, 1994,M.S.c. thesis Baghdad University, Iraq).

Fao stat, Statistics division .(2021). Retrieved from http:// faostat3. fao. org/browse/Q/QC/E. FAOSTAT. UN Food & Agriculture Organisation .http//faostat. Fao. org/ site/ 340/default.aspx.

Gataolina,G,G and M.C.Abdikof,(2005). Practical application of crops,Moskow.Kolos, 304p.

Grotz, N. and Guerinot, M.L. (2006). Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homestasis in plants. *Biochimicaet Biophysica Acta* 1763 (7): 595-608.

Hashemy, M.K., M.J. Malakoty and Tabatabaey, V.S.J. (1998). Effect of foliar application of micronutrients in quality and quantity potato crop in Eastern Azarbyjan Province J. Sci. Res. Soil Water, 12: 44-55.

Humera.A and Iqbal.J.(2010). *In vitro techniques and mutagenesis for the genetic improvement of potato cvs. Deseree and diament*. Pak. J. Bot., 42,1629-1637.

Jawad T. M. Al – Fadhly. (2016). Response of Potato (Solanum Tuberosum) to Foliar Application of Zinc And Manganese Which Fertilized by Organic Fertilizer. e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 9, Issue 4 Ver. I (Apr. 2016), PP 87-91.

Kabata-Pendias A, Pendias H.(1992). Trace Elements in Soils and Plants, 2nd ed. Boca Raton, FL, CRC Press.

Kelling, K. A. and P. E. Speth, (2001). Effect of micronutrient on potato tuber and quality at Spooner, University of Wisconsin-Madis. www. Soils. Wisc. edu/ extension/teachingmaterials/Micronutrient Defficiencies. micronutrientdef.

Kobraee. S., K. Shamsi, and B. Rasekhi.(2011).Effect of micronutrients application on characters, phytomass production and nutrient composition of sesame. J. Agri. Sci. 64(4): 244 – 246.

Meng, M.L., Yic, M.F., Jun, Y. and Lin, Y.Z.(2004). Research Progress on cultivation Physiology of potato in China 5th world Potato Congress, August, pp. 16 .

Mengel K, Kirkby EA.(2001). Principles of Plant Nutrition. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Boston, London.

Mohamadi, E.(2000). Study Effect of nutrient elements utilization methods (Zn, Mn and Mg) on increase performance quantitative and quality of two potato species. Jehah and agriculture ministry. Final report of research institute reformand providing sapliny and seed. http//idochp2. Irandoc. Ac. Ir/scripts/ wxis. Exea=7:15:52.

Moliavko, A. A.(2001). The optimal crop rotation and fertilization systems as the main constituents of an intensive technology, No:4. 12.(in Russian).

Mousavi, S.R., M. Galavi and G. Ahmadvand (2007). Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment of potato (Solanum tuberosum L.). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 1256-1260.

Parmar, M. Nandre, B.M. and Pawar, Y.(2016). Influence of foliar supplementation of zinc and manganese on yield and quality of potato, Solanum tuberosum L. Int. J. Farm Sci., **6(1) :** 69-73.

Patil, B.C; R.M. Hosamani; P.S. Ajjappalavara; B.H. NAIK; R.P. Smitha and K.C. Ukkund (2008). Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato *(Lycopersicon esculentum Mill.)*. Karnataka J. Agric. Sci. 21(3): 428-430.

Paygozar Y, Ghanbari A, Heydari M, Tavassoli A (2009). Effect of foliar application of certain micronutrients on qualitative and quantitative characteristics of pearl millet (Pennisetum glacum) under drought stress. J. Agric. Sci., 3(10): 67-79.

Raigon ,M.D; Doming uez Gento ,A; Torregrosa S (2003). Presencia de nitratos en hortalizas de produccion ecologicaly convencional, Agr.vergel 2003, An.22.N59.P 357-366.

Raun , W.R. and G.V.Johnson (1999). Improving nitrogen use efficiency for cereal production Agron.J.91: 357-363.

Roemheld V, and El-Fouly MM (1999). Foliar nutrient application Challenge and limits in crop production. Proceedings of the 2nd International Workshop on Foliar Fertilization, Bangkok, Thailand, 4-10.

Singh1,M; Kumar,K; Kumar ,K; Tripathi3, S.K and A. K. Singh.(2018).Effect of Foliar Application of Zinc and Manganese on Growth Parameters and Yield of Potato (Solanum tuberosum L.), Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2018) 7(7): 1390-1394.

Sultana, S; H.M Naser; S Akhter and R.A Begum.(2016). Effectiveness of soil and foliar applications of zinc and boron on the yield of tomato. Bangladesh J. Agril. Res. 41(3): 411-418.

Uygur V, Rimmer DL.(2000). Reactions of zinc with iron coated calcite surfaces at alkaline pH. Eur. J. Soil Sci., 51: 511-516.

Effect Zn and Cu foliar Application on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum*.L cv.)spunta under coast region farming

Jenan Othman[(1)*]

(1). Horticulture Department, Faculty Of Agriculture, Tishreen University, Lattakia,Syria.

*Corresponding author: Dr.Jenan Othma, E-mail : jenan.othman@gmail.com, 0955205560.)

Received: 10/04/2023 Accepted: 24/05/2023

Abstract:

A field experiment was carried out at Tishreen University garden nursery Lattakia, during the two successive spring seasons of 2019/2020 and 2020/2021, to study the effect of spraying of Zn, Cu and (Zn+Cu) on vegetative growth, yield and tubers quality of potato *(Solanum tuberosum L.)* cv. Spunta. Randomized Complete Block Design with three replications. Results showed a positive effect of foliar application with Zn and Cu of all vegititave growth characters and production of potato plants. the highest values of the leaf area/plant , L.A.index, plant length , tuber number, medium tuber , dray matter, starch , v.c and arch were associated with spraying of Zn treatment in which the means expressed as 17169 cm2/plant, 5.94cm^2/cm^2, 71.6 cm,15.23 tuber per plant, 217g/plant, 20.51%, 14.29%, 15.89mg%, 6.54% consequently, while the highest values of big tuber production of plant 1635g/plant , average weight tuber 139.9 g were fond at tretmeant (Zn+Cu) compared to control.

Keywords: Potato , Zn, Cu, Yield, Growth, Quality .