تأثير الرش الورقي ببعض الأسمدة النانوية في النمو الخضري والإنتاجية لصنف البطاطا العادية سبونتا

م. فوز محمد الأحمد[1] أ. د. محمد نبيل الأيوبي[2] د. أسامة العبدالله[3]

الملخص

نفذ البحث في العروة الربيعية للعامين (2020، 2021 م) في مركز البحوث العلمية الزراعية (قرية الدوير– محافظة حمص)، بغية دارسة تأثير الرش الورقي باليوريا والبوتاسيوم النانويين وبتركيزين لكل منهما (1.25، 2.5 مل/ ل) في النمو الخضري والإنتاجية لصنف البطاطا العادية (سبونتا). اتبع في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وتم تحليل معطيات التجربة المدروسة باستخدام البرنامج الإحصائي (Genestat 12)، وتمت المقارنة بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5%).

بينت النتائج تفوق المعاملة الخامسة (N نانوي بتركيز 2.5 مل/ ل + P معدني + K نانوي بتركيز 2.5 مل/ ل) معنوياً على بقية معاملات التجربة في مؤشرات النمو الخضري (ارتفاع النبات، عدد السوق الهوائية، عدد الأوراق، طول الورقة، عرض الورقة، مساحة المسطح الورقي)، على الترتيب (56.90 سم، 3.78 ساق/ نبات، 54.61 ورقة/ نبات، 27.52 سم، 15.09 سم، 16451 سم^2)، مقارنة بالشاهد على الترتيب (49.53 سم، 3.12 ساق/ نبات، 49.88 ورقة/ نبات، 22.84 سم، 13.15 سم، 10134 سم^2)، كما تفوقت في المؤشرات الإنتاجية (إنتاجية النبات الواحد، عدد الدرنات، الإنتاجية الكلية) على الترتيب (1.39 كغ/ نبات، 10.25 درنة/ نبات، 6619 كغ/ دونم)، مقارنة مع الشاهد (0.75 كغ/نبات، 6.50 درنة/ نبات، 3571 كغ/ دونم) على الترتيب.

الكلمات المفتاحية: البطاطا العادية، الرش الورقي، الأسمدة النانوية، النمو الخضري، الإنتاجية.

1– فوز الأحمد: طالبة دكتوراه.

2– أ. د. محمد نبيل الأيوبي: أستاذ مساعد في قسم البساتين/ كلية الزراعة/ جامعة حمص. 3– د. أسامة العبدالله: باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق.

The effect of foliar spraying with some nano-fertilizers on vegetative growth and productivity of the common potato variety .Spunta

Abstract

This research was conducted during the spring season of 2020 and 2021 at the Agricultural Scientific Research Center (AL- DUWAIR village, Homs Governorate). The aim was to study the effect of foliar spraying with nano-urea and potassium at two concentrations (1.25 and 2.5 ml/L) on the vegetative growth and productivity of the common potato variety (Spunta). The experiment followed a completely randomized block design. Data were analyzed using the statistical program Genestat 12. Averages were compared by calculating the least significant difference (LSD) at a .significance level of 5%

The results showed that the fifth treatment (2.5 ml/L nano-N + 2.5 ml/L nano-K) significantly outperformed the other experimental treatments in vegetative growth indicators (plant height, number of aerial stems, number of leaves, leaf length, leaf width, leaf surface area), and also in productivity .(indicators (productivity per plant, number of tubers, total productivity

Keywords: Common potato, foliar spray, nano-fertilizers, vegetative growth, productivity.

مقدمة:

تعد البطاطا العادية .*Solanum tuberosum* L التي تتبع إلى الفصيلة الباذنجانية Solanaceae من الخضار ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة [2]، فهي تغني الوجبة اليومية لجميع الشعوب ولكافة الطبقات الاجتماعية، لقيمتها الغذائية الجيدة، وتعدد الاطباق التي يمكن تحضيرها منها، واستخدامها على نطاق واسع في مطاعم الوجبات السريعة والمطاعم الفاخرة، ولذلك يطلق عليها تسمية الخبز الثاني [8]، كما تستخدم الدرنات في استخراج الدقيق والنشاء، وفي صناعة التخمير لاستخراج الكحول وبعض الأحماض العضوية، كما تستخدم في تغذية الحيوانات [7].

يعتمد نمو وإنتاجية البطاطا العادية بشكل أساسي على جودة وكمية الأسمدة المستخدمة، لكونها تتغذى بشكل كبير على الأسمدة، بسبب بنية جذورها المتناثرة، وتتطلب جرعات عالية من الأسمدة لتحقيق أقصى إنتاجية [24]. والجرعات المستخدمة لزيادة إنتاجية المحاصيل ليس خياراً مناسباً على المدى الطويل، لأنها من ناحية تزيد الإنتاجية، ومن ناحية ثانية تفقد عن طريق الرشح والجريان السطحي إلى المياه السطحية والجوفية إلى جانب التطاير الغزير، مما يسبب الخسائر الاقتصادية والتلوث البيئي [16]. وسعت تكنولوجيا النانو أهميتها في علوم النبات والزارعة في السنوات الأخيرة [28]، من أجل التغلب على القيود المفروضة على الأسمدة المعدنية التقليدية، والتقليل من جرعات الأسمدة والمغذيات المتعددة في التربة، وزيادة كفاءتها وتحسين إنتاجية المحاصيل من خلال تعزيز معدل إنبات البذور، ونمو الشتول، ونشاط التمثيل الضوئي، واستقلاب النيتروجين. يمكن استخدام الأسمدة النانوية في التربة أو كتطبيق ورقي، إذ يمكن امتصاصها عن طريق الجذور أو الأوراق [12].

مبررات البحث وأهدافه:

نظراً لمغالاة المزارعين في إضافة الأسمدة المعدنية رغبة منهم في زيادة الإنتاجية، وما يترتب على ذلك من تأثير سلبي على البيئة وصحة الإنسان، لذا من الضروري الحد أو التقليل ما أمكن من استخدامها باستبدالها بالأسمدة النانوية المستخدمة بكميات ضئيلة، وقد هدف البحث إلى دراسة استجابة نباتات البطاطا العادية للرش الورقي ببعض الأسمدة النانوية.

الدارسة المرجعية:

التغذية الورقية

تمد التغذية الورقية النبات بالمغذيات اللازمة عن طريق الرش الورقي، إذ أن الأوراق لها القدرة على امتصاص هذه المغذيات من خلال الثغور المنتشرة على أسطحها العلوية والسفلية، أو عن طريق طبقة الكيوتيكل، فهذه الطبقة نفاذة للماء والمحاليل بصورة جزئية، وبذلك لا تقل الأوراق دوراً وأهميةً عن الجذور في القابلية لامتصاص المغذيات [15]، وهناك الكثير من الأسمدة التي يمكن أن تضاف رشاً على المجموع الخضري وتعطي نتائج جيدة منها الطحالب البحرية وغيرها [1]، وسنذكر في هذا البحث أهمية الأسمدة النانوية رشاً على الأوراق.

الأسمدة النانوية:

وجد [26] أن الجسيمات النانوية تعمل على تحريض تشكل ثغور جديدة في بشرة الخلية النباتية لتسمح بدخول أكبر للجسيمات النانوية، وقد ترتبط هذه الجسيمات مع عضيات مختلفة في النبات وتتداخل مع عملية التركيب الضوئي.

إن استعمال الأسمدة النانوية كبديل للأسمدة المعدنية التقليدية أو كحوامل لمكوناتها، يؤدي إلى زيادة الاستجابة النباتية للأسمدة، لكونها أكثر قابلية للذوبان مقارنة مع الأسمدة المعدنية التقليدية [20].

تعد الأسمدة النانوية من المدخلات الزراعية حديثاً، والتي تستخدم تكنولوجيا النانو لتعزيز كفاءة وفعالية الأسمدة المعدنية في تحسين نمو النباتات وإنتاجيتها كماً ونوعاُ، وتقليل هدر الأسمدة، وخفض تكلفة الزارعة [29].

توفر الأسمدة النانوية مساحة سطحية أكبر للتفاعلات الاستقلابية المختلفة في النبات، مما يزيد من معدل التمثيل الضوئي، وينتج المزيد من المادة الجافة فتزداد الإنتاجية [25]. تشير الدراسات إلى أن الأسمدة النانوية تؤدي إلى زيادة كفاءة استعمال المغذيات، وتقلل من تلوث التربة والتأثيرات السلبية المحتملة عند إضافة الأسمدة المعدنية التقليدية، لذا من الممكن أن تساهم التكنولوجيا النانوية في تحقيق الزراعة المستدامة في البلدان النامية. وتتميز الجزيئات النانوية بكونها صغيرة الحجم (1– 100 نانومتر)، وذات مساحة سطحية نوعية كبيرة، لذا تعد مادة مثالية للاستخدام في تصنيع الأسمدة [23]، [18].

تتلخص آلية عمل المركبات النانوية بأنه في حال تحويل المركب من الصورة العادية (الكبيرة) إلى صورة النانو (متناهية الصغر)، فإن خواصه الكيميائية والفيزيائية تتغير، فتزداد مساحة التفاعل، ويزداد نشاط التفاعل للمركب النانوي، مما يزيد القدرة على امتصاصه من قبل النبات، ويوفر ذلك استخدام كميات كبيرة من ذلك المركب في الصورة المعدنية التقليدية. كما تبدأ الحبيبات النانوية أيضاً فور امتصاصها من قبل النبات في إظهار خصائص غير متوقعة لم تعرف من قبل، أي غير موجودة في خصائص المادة الأم [5].

إن صغر حجم الجسيمات النانوية يمكنها من اختراق سطح الأوراق بسهولة وزيادة توفر العناصر المعدنية للنبات، مما يؤدي إلى زيادة النمو الخضري والجذري ومساحتها السطحية عن طريق تدخلها في تسريع انقسام الخلايا النباتية، وزيادة الإفرازات الجذرية التي تؤدي بدورها إلى تخفيض pH التربة، وتحسين إفراز الكربوكسيل والماء والفينوليك وإذابة المعادن العضوية وغير العضوية، وزيادة جاهزية العناصر المغذية للامتصاص [2].

تعد المركبات الفينولية مواد كيميائية نباتية طبيعية، وقد وجد أنها تتمتع بخصائص مضادة للأكسدة وفوائد صحية أخرى، وتعد البطاطا العادية مصدراً جيداً للمركبات الفينولية بما في ذلك حمض الكلوروجينيك والكاتيلين والفلافونويد [13].

درس [9] تأثير الرش الورقي بستة تراكيز من السماد النانوي (NPK)، (0، 1.5، 2.5، 3.5، 4.5، 5.5 غ/ ل) لصنفين من البطاطا العادية (ريفيرا، مارفونا)، في ثلاثة مواعيد بعد (30، 45، 60 يوم من الزراعة). أظهرت النتائج تفوق التركيز (4.5 غ/ ل) معنوياً في كل من ارتفاع النبات وعدد السوق الهوائية والإنتاجية الكلية، على الترتيب (78.52 سم، 2.85 ساق/ نبات، 28.4 طن/ هـ)، في حين تفوق التركيز (5.5 غ/ ل) في المساحة الورقية (4787 سم^2/ نبات)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (57.93 سم، 2.19 ساق/ نبات، 15.49 طن/ هـ، 2252.5 سم^2).

قارن [6] تأثير الرش الورقي لنباتات الذرة الصفراء، باستخدام السماد النانوي NPK بأربعة تراكيز (0، 6، 12، 18 غ/ ل)، وتبين تفوق التركيز (18 غ/ ل) معنوياً في العديد من المؤشرات (ارتفاع للنبات 189.38 سم، المساحة الورقية 4629.96 سم^2، عدد الحبوب في العرنوس 561.28 حبة/ عرنوس ، والإنتاجية 7.99 طن/ هـ)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (134.82 سم، 4200.75 سم^2، 458.65 حبة/ عرنوس، 4.15 طن/ هـ).

أدى الرش الورقي لنبات القمح بجزيئات الفضة النانوية بتركيز 25 PPM إلى زيادة في كل من المساحة الورقية، وعدد الحبوب في السنبلة على الترتيب (19.65 cm^2، 29 حبة/ سنبلة)، مقارنة بالشاهد على الترتيب (14.96 cm^2، 18.5 حبة/ سنبلة)، [14].

أشار [30] إلى أن الرش الورقي لنبات الزعتر البري بالزنك النانوي بالتراكيز (50، 100، 200 مل/ ل)، ولمرتين (الأولى بعد الزراعة بـ 28 يوم، والثانية بعد الرشة الأولى بشهر) . وتبين أن للتركيز (200 مل/ ل) تأثير معنوي في كل من ارتفاع النبات، عدد الأوراق، الوزن الجاف

للأوراق على الترتيب (38.8 سم، 38.2 ورقة/ نبات، 0.12 غ)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (34.9 سم، 25.4 ورقة/ نبات، 0.05 غ).

درس [3] تأثير إضافة المغنزيوم النانوي للتربة المزروعة بنبات الذرة الصفراء بمعدل (1، 2، 3 كغ/ هـ)، بثلاثة دفعات (الأولى بعد شهر من الزراعة، الثانية قبل الإزهار، والثالثة بعد العقد)، وتبين أن هذا السماد شجع على امتصاص العناصر الغذائية خصوصاً الصغرى، والتي تلعب دوراً مهماً في عملية الإزهار والإخصاب للنباتات النامية، كما تبين التفوق المعنوي لاستخدام المعدل (2 كغ/ هـ) بكل من وزن الحبوب بالعرنوس (243.19 غ)، ووزن العرنوس (374.52 غ)، والإنتاجية (734 طن/ هـ)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (102.62 غ، 194.2 غ، 3.92 طن/ هـ).

قارن [22] تأثير الرش الورقي بالسماد النانوي NPK بتركيز (2 مل/ ل) لصنفين من البطاطا العادية (أريزونا، ريفيرا)، ولثلاث مرات (بعد 45، 60، 75 يوم من الزراعة)، وتبين تفوق الصنف أريزونا معنوياً في كل من الإنتاجية، المساحة الورقية، نسبة النتروجين في الأوراق، نسبة البوتاسيوم في الأوراق على الترتيب (25.57 طن/ هـ، 11634 سم^2، 0.32%، 1.74%) مقارنة مع الشاهد على الترتيب (21.13 طن/ هـ، 11183 سم^2، 0.21%، 1.49%).

قارن [17] في تجربة أجراها في الهند تأثير العديد من معاملات التسميد على صنف البطاطا العادية (Kufri Khyati)، (T1: 100% N معدني، T2: 75% N معدني + رشتين من الآزوت النانوي، T3: 50% N معدني + رشتين من الآزوت النانوي، T4: 0 % N معدني + رشتين من الآزوت النانوي، T5: 100% N معدني + Zn 25 كغ ZnSo4/ هـ، T6: 75% N معدني + رشتين من الآزوت النانوي + رش بالزنك النانوي، T7: 50% N معدني + رشتين من الآزوت النانوي+ رش بالزنك النانوي، T8: 0% N معدني + رشتين من الآزوت النانوي+ رش بالزنك النانوي، T9: 75% N معدني + رشتين من اليوريا (2%)، T10: 75% N معدني + رشتين من اليوريا (2%) + رش بسلفات الزنك 2غ/ ل، T11: الشاهد (بدون تسميد). وتبين تفوق المعاملة

T6 على بقية المعاملات معنوياً في كل من: ارتفاع النبات والإنتاجية على الترتيب (61 سم، 49.9 طن/ هـ)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (45 سم، 33.32 طن/ هـ).

درس [23] في الهند تأثير الرش الورقي بالأسمدة النانوية على صنف البندورة (Arka Rakshak)، وفق المعاملات التالية: T1: 100% NPK معدني + Zn معدني، T2: 50 N معدني + 100% PK معدني + 100% Zn معدني + رشتين من الآزوت النانوي،T3: 100% NPK معدني + 50% Zn معدني + رشتين من الزنك النانوي، T4: 100% NPK معدني + 50% Zn معدني + 100% Zn معدني + رشتين من Cu النانوي، T5: 50% N معدني +100% pk معدني + 50% Zn معدني + رشة N نانوي + رشتين Zn نانوي + 3 رشات Cu نانوي بتركيز 4 مل/ ل. أجريت الرشة الأولى بعد 20 يوم من التشتيل، والثانية بعد 15 يوم من الأولى، والثالثة بعد 10 أيام من الرشة الثانية. تبين تفوق المعاملة T5 على بقية المعاملات في كل من ارتفاع النبات، عدد الفروع لكل نبات، طول الثمرة، محيط الثمرة، عدد الثمار على النبات الواحد، وزن الثمرة، الإنتاجية على الترتيب (122.45 سم، 12.4 فرع/ نبات، 7.15 سم، 5.32 سم، 64.63 ثمرة/ نبات، 66.48 غ، 425.24 q/ هـ) مقارنة مع الشاهد على الترتيب (94.18 سم، 10.2 فرع/ نبات، 5.72 سم، 4.32 سم، 62.92 ثمرة/ نبات، 63.28 غ، 398.20 q/ هـ). (q: Quintar = 100 كغ).

مواد البحث وطرائقه:

1- المادة النباتية:

استخدم في البحث صنف البطاطا العادية (سبونتا)، وهو صنف هولندي، نصف مبكر، مرحلة السكون لدرناته متوسطة، درناته متطاولة الشكل وجذابة ومرغوبة في الأسواق، العيون على الدرنات سطحية، الإنتاجية كبيرة في العروة الربيعية، وجيدة في العروة الخريفية، حجم الدرنات كبير جداً،

وينصح بتقريب مسافة الزراعة 25 سم، والحصاد المبكر عند الرغبة في الحصول على أكبر كمية من البذار [31].

2- مكان إجراء البحث:

أجري البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، ويقع في قرية الدوير إلى الشمال من مدينة حمص على بعد 3 كم عن مركز المدينة، ويرتفع 487 م عن سطح البحر، ويتبع منطقة الاستقرار الأولى (معدل الهطول المطري السنوي 439 ملم).

3- معاملات التجربة:

استخدم في البحث كل من البوتاسيوم واليوريا النانويين رشاً على المجموع الخضري للنباتات لحين البلل التام على مرحلتين (الأولى بعد الإنبات بثلاثة أسابيع، والثانية بعد شهر ونصف من الدفعة الأولى في منتصف شهر أيار)، وفق المعاملات الآتية:

الشاهد: N معدني + P معدني + K معدني.

المعاملة الأولى: N معدني + P معدني + K نانوي بتركيز (2.5 مل/ ل).

المعاملة الثانية: N معدني + P معدني + K نانوي بتركيز (1.25 مل/ ل).

المعاملة الثالثة: N نانوي بتركيز (2.5 مل / ل) + P معدني + K معدني.

المعاملة الرابعة: N نانوي بتركيز (1.25 مل/ ل)+P معدني + K معدني.

المعاملة الخامسة: N نانوي بتركيز (2.5 مل/ ل)+P معدني +K نانوي بتركيز (2.5 مل/ ل).

المعاملة السادسة: N نانوي بتركيز (2.5 مل/ ل)+P معدني+K نانوي بتركيز (1.25 مل/ ل).

المعاملة السابعة: N نانوي بتركيز (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي بتركيز (2.5 مل / ل).

المعاملة الثامنة: N نانوي بتركيز (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي بتركيز (1.25 مل/ ل).

تم الرش الورقي بالأسمدة النانوية في الصباح الباكر لحين البلل التام للمجموع الخضري للنباتات، كما تمت إضافة السماد البوتاسي المعدني (17 كغ/ دونم) عند تحضير الأرض للزراعة، في حين تمت إضافة السماد الآزوتي المعدني على شكل يوريا (30 كغ/ دونم) بعد الزراعة على دفعتين بعد

الإنبات وفي بداية طور الإباضة، ولم يكن هناك حاجة للتسميد الفوسفوري بسبب غنى التربة به حسب تحليل التربة.

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع في موسمي الزراعة.

الموسم	توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	النتروجين المتاح	الفوسفور المتاح	البوتاس المتاح	PH	EC	Caco3
	رمل %	سلت %	طين %							
الأول	24.6	20.4	55	طينية	32.88	12.6	197.7	7.99	0.22	0.461
الثاني	26	13.5	60.5	طينية	26.65	13.8	202.1	8.35	0.12	0.922

4- العمليات الزراعية:

أ- **تحضير الأرض للزراعة:** حرثت الأرض حراثة عميقة، ثم أضيفت الأسمدة العضوية (سماد الغنم المتخمر بمعدل 3 م^3/ دونم)، وقلبت على عمق (30 سم)، كما أجريت جميع عمليات الخدمة الزراعية (العزق، التعشيب، التحضين، الري) تبعاً لاحتياج النباتات والظروف الجوية السائدة خلال فترة التجربة.

ب- طريقة الزراعة: تمت الزراعة الآلية لدرنات البطاطا المقطعة على خطوط تتباعد عن بعضها (70 سم)، وبمسافة بين الجور ضمن الخط الواحد (30 سم)، كما تم مراعاة ترك مسافة (100 سم) غير مزروعة بين معاملات التجربة تجنباً لانتقال الأسمدة المعدنية مع مياه الري الراشحة.

ج- **موعد الزراعة:** تمت الزراعة في العروة الربيعية في كلا موسمي الزراعة 2020/3/4 و2021/3/10.

5- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

استخدم في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بثلاثة مكررات لكل معاملة، و10 نباتات في كل مكرر، وأجري تحليل التباين ANOVA باستخدام البرنامج الإحصائي (Genestat 12)، وتمت المقارنة بين متوسطات معطيات التجربة بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5 %).

القراءات والمؤشرات المدروسة:

أخذت لعشرة نباتات من كل مكرر:

ارتفاع النبات (سم).

عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات).

عدد الأوراق (ورقة/ نبات).

طول الورقة (سم).

عرض الورقة (سم).

مساحة المسطح الورقي (سم^2/ نبات): حسبت بطريقة [27]، باستخدام المعادلة الآتية:

مساحة المسطح الورقي= (أقصى عرض للورقة × أقصى طول للورقة) × 0.674 × عدد الأوراق.

إذ أن (0.674): معامل دليل الشكل الخاص لورقة نبات البطاطا العادية.

إنتاجية النبات الواحد (كغ).

عدد الدرنات (درنة/ نبات)

الإنتاجية (كغ/ دونم).

النتائج والمناقشة:

أولاً- تأثير الأسمدة النانوية في ارتفاع النبات لصنف البطاطا العادية سبونتا (سم):

يظهر الجدول (2) تفوق جميع معاملات التجربة معنوياً في ارتفاع النبات على الشاهد، كما تفوقت معاملتي التسميد النانوي (الخامسة، والسادسة) معنوياً على كل من الشاهد وبقية معاملات التسميد النانوي، فالسماد الآزوتي النانوي بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل) هو المضاف لهاتين المعاملتين، إلا أن المعاملة الخامسة تفوقت معنوياً على المعاملة السادسة لأن السماد البوتاسي النانوي المضاف للمعاملة الخامسة بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل)، في حين أن السماد البوتاسي النانوي المضاف للمعاملة السادسة بالتركيز الأدنى (1.25 مل/ ل)، وقد بلغ ارتفاع النبات في هاتين المعاملتين والشاهد على الترتيب (56.90، 54.94، 49.53 سم).

يظهر الجدول (2) أيضاً أن إضافة السماد الآزوتي النانوي بالتركيز الأدنى (1.25 مل/ ل) في المعاملتين (السابعة، الثامنة)، أدت إلى غياب الفروق المعنوية بينها بالرغم من أن السماد البوتاسي المضاف للمعاملة السابعة بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل) وللمعاملة الثامنة بالتركيز الأدنى (1.25 مل/ ل)، وقد بلغ ارتفاع النبات في هاتين المعاملتين على الترتيب (52.41، 51.97 سم).

تفوقت المعاملتان (السابعة، والثامنة) أيضاً معنوياً على كل من المعاملتين (الثالثة، والرابعة المضاف لهما السماد الآزوتي النانوي بالتركيزين الأعلى والأدنى على الترتيب والمترافق مع إضافة السماد المعدني)، والمعاملتين (الأولى والثانية المضاف لهما السماد الآزوتي المعدني والمترافق مع إضافة السماد البوتاسي النانوي بالتركيزين الأعلى والأدنى على الترتيب)، وقد بلغ ارتفاع النبات في المعاملات (الثالثة، الرابعة، الأولى، الثانية) على الترتيب (51.32، 50.39، 51.30، 50.62 سم).

ثانياً- تأثير الأسمدة النانوية في عدد السوق الهوائية لصنف البطاطا العادية سبونتا (ساق/ نبات):

تباين عدد السوق الهوائية المتشكلة عند النبات الواحد باختلاف معاملات التجربة (الجدول 2)، وتفوقت المعاملة الخامسة المضاف لها السماد الآزوتي النانوي بالتركيز (2.5 مل/ ل) والسماد البوتاسي النانوي بالتركيز (2.5 مل/ ل)، (3.78 ساق/ نبات) معنوياً على كل من الشاهد (3.12 ساق/ نبات) والمعاملات (الرابعة، والسابعة، والثامنة) المضاف لها السماد الآزوتي النانوي بالتركيز (1.25 مل/ ل) على الترتيب (3.06، 2.93، 2.86 ساق/ نبات)، كما انعدمت الفروق المعنوية بين المعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، السادسة، السابعة) على الترتيب (3.49، 3.28، 3.39، 3.06، 3.48، 2.93 ساق/ نبات). على الرغم من أن السماد الآزوتي المعدني هو المضاف للمعاملتين الأولى والثانية، والسماد الآزوتي النانوي بالتركيزين (2.5 مل/ ل)، و(1.25 مل/ ل)، كما انعدمت الفروق المعنوية بين جميع هذه المعاملات والشاهد.

الجدول (2): تأثير الأسمدة النانوية في ارتفاع النبات وعدد السوق الهوائية لنباتات صنف البطاطا العادية سبونتا.

المعاملات	ارتفاع النبات (سم)	عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات)
الشاهد: N معدني + P معدني + K معدني	49.53 h	3.12 bc
الأولى: N معدني + P معدني + K نانوي (2.5 مل/ ل)	51.30 ef	3.49 ab
الثانية: N معدني+ P معدني+ K نانوي (1.25 مل/ ل)	50.62 fg	3.28 abc
الثالثة: N نانوي(2.5 مل/ ل) +P معدني+ K معدني	51.32 ef	3.39 abc
الرابعة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+ K معدني	50.39 g	3.06 bc
الخامسة: N نانوي (2.5 مل/ ل)+ P معدني+ K نانوي (2.5 مل/ ل)	56.90 a	3.78 a
السادسة: N نانوي (2.5 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (1.25 مل/ ل)	54.94 b	3.48 ab
السابعة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (2.5 مل/ل)	52.41 cd	2.93 bc
الثامنة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي(1.25 مل/ ل)	51.97 de	2.86 c
LSD 5%	0.71	0.58
CV%	0.90	10.60

*إن الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات.

ثالثاً- تأثير الأسمدة النانوية في عدد الأوراق لصنف البطاطا العادية سبونتا (ورقة/ نبات):

انعكست زيادة عدد السوق الهوائية عند النبات الواحد في المعاملة الخامسة للتسميد النانوي 3.78 ساق/ نبات، إذ يبين الجدول (3) تفوق المعاملة الخامسة للتسميد النانوي (54.61 ورقة/ نبات) معنوياً على المعاملة السادسة (52.82 ورقة/ نبات)، وتفوقت هاتان المعاملتان معنوياً على كل من الشاهد وبقية معاملات التسميد النانوي (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، السابعة، الثامنة) على الترتيب (52.01، 50.98، 51.31، 50.53، 51.96، 50.94 ورقة/ نبات)، كما تفوقت هذه المعاملات للتسميد النانوي (باستثناء المعاملة الرابعة) معنوياً على الشاهد.

يعد عدد الأوراق لكل نبات من الخصائص المهمة التي يمكن أن تؤثر على النمو الإجمالي للنبات وقدرته على التمثيل الضوئي، كما يمكن أن يؤدي توفير كمية كافية من النتروجين إلى تعزيز نمو الأوراق وزيادة الحد الأقصى لعدد الأوراق لكل نبات، ويمكن أن يعزى سبب زيادة عدد الأوراق في النباتات إلى الدور المباشر للسماد النانوي بالتركيز الأمثل (2.5 مل/ ل) في زيادة انقسام الخلايا وتوسعها [10].

رابعاً- تأثير الأسمدة النانوية في طول الورقة لصنف البطاطا العادية سبونتا (سم):

يظهر الجدول (3) ازدياد طول الورقة معنوياً في جميع معاملات التجربة مقارنة مع الشاهد، فقد تأرجح طول الورقة بين (22.84 سم) عند الشاهد و(29.54 سم) عند المعاملة الخامسة. كما تفوقت المعاملة الخامسة للتسميد النانوي معنوياً على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (الشاهد، المعاملة الأولى، المعاملة الثانية، المعاملة الثالثة، المعاملة الرابعة، المعاملة السادسة، المعاملة السابعة، المعاملة الثامنة) على الترتيب (22.84، 24.53، 24.39، 24.58، 23.93، 27.52، 26.84، 25.86 سم)، وانعدمت الفروق المعنوية بين معاملتي التسميد النانوي (السادسة، السابعة)، وتفوقت هاتان المعاملتان معنوياً على بقية معاملات التسميد النانوي.

خامساً- تأثير الأسمدة النانوية في عرض الورقة لصنف البطاطا العادية سبونتا (سم):

تفوقت معاملتا التسميد النانوي (الخامسة، السادسة) على الترتيب (15.09، 14.80 سم) معنوياً في عرض الورقة على كل من الشاهد (13.15 سم) وبقية معاملات التجربة (المعاملة الأولى، المعاملة الثانية، المعاملة الثالثة، المعاملة الرابعة، المعاملة السابعة، المعاملة الثامنة) على الترتيب (13.26، 13.15، 13.30، 13.15، 13.71، 13.48 سم)، (الجدول 3)،

كما انعدمت الفروق المعنوية بين الشاهد ومعاملات التسميد النانوي (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، السابعة، الثامنة)، وانعدمت الفروق المعنوية أيضاً بين معاملتي التسميد النانوي (السابعة، الثامنة).

سادساً- تأثير الأسمدة النانوية في مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد لصنف البطاطا العادية سبونتا (سم^2/ نبات):

تعد مساحة المسطح الورقي لنبات البطاطا العادية عاملاً مهماً يؤثر على التقاط ضوء الشمس والقيام بعملية التمثيل الضوئي، وهو أمر بالغ الأهمية للنمو وإنتاج الدرنات، ولا تعتمد زيادة مساحة الورقة على العوامل الوراثية فحسب، بل تعتمد أيضاً على نيتروجين الورقة [19].

انعكست زيادة كل من عدد الأوراق وطول الورقة وعرضها إيجابياً على مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد في المعاملة الخامسة للتسميد النانوي، إذ يلاحظ من الجدول (3) ازدياد مساحة المسطح الورقي في المعاملة الخامسة (16451 سم^2/ نبات) معنوياً مقارنة مع المعاملة السادسة (14522 سم^2/ نبات)، وتفوقت هاتان المعاملتان معنوياً، على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (الشاهد، المعاملة الأولى، المعاملة الثانية، المعاملة الثالثة، المعاملة الرابعة، المعاملة السابعة، المعاملة الثامنة) على الترتيب (10134، 11430، 11016، 11325، 10751، 12906، 11998 سم^2/ نبات).

يفسر تفوق المعاملة الخامسة في مساحة المسطح الورقي على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة، بالدور الإيجابي الذي حققته إضافة السماد الآزوتي النانوي بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل)

المترافق مع السماد البوتاسي النانوي بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل)، لأن الآزوت يدخل في تركيب كل من الأنزيمات والأحماض النووية والأحماض الأمينية والبروتين اللازمين لبناء أنسجة النبات وبروتوبلاسم الخلايا. ويساعد توفره على النمو السريع وزيادة النمو الخضري عند وجود كميات كافية من الفوسفور والبوتاسيوم وغيرهما من العناصر [19].

إن التفوق المعنوي للسماد النانوي في المؤشرات الخضرية (ارتفاع النبات، عدد السوق الهوائية، عدد الأوراق، مساحة المسطح الورقي)، قد يعود إلى ما تتميز به الأسمدة النانوية من خصائص فريدة بسبب حجمها المتناهي في الصغر، حيث تدخل بشكل مباشر إلى النبات، مما يؤدي إلى زيادة المساحة السطحية للتفاعلات الكيميائية، وهذا يتوافق مع [9] و[6] على الذرة الصفراء، و[14] على القمح.

يمكن أن يعزى دور الأسمدة النانوية إلى العديد من العمليات الفيزيولوجية كزيادة محتوى الكلوروفيل في الأوراق اللازم لرفع كفاءة التمثيل الضوئي، وكذلك خصائصها الفريدة المتمثلة بمساحة السطح العالية بالرغم من الكمية الضئيلة المستخدمة منها مما يؤدي إلى زيادة الامتصاص، والتأثير على قابلية الذوبان، ونقل العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات (زيادة الارتفاع، وعدد الأوراق، ومساحة الأوراق)، مما يؤدي إلى زيادة المحصول وخصائص الجودة [12].

الجدول (3): تأثير الأسمدة النانوية في عدد الأوراق والصفات البيومترية للأوراق ومساحة المسطح الورقي لنباتات صنف البطاطا العادية سبونتا.

المعاملات	عدد الاوراق (ورقة/ نبات)	طول الورقة (سم)	عرض الورقة (سم)	مساحة المسطح الورقي (سم^2/ نبات)
الشاهد: N معدني + P معدني + K معدني	49.88 g	22.84 f	13.15 d	10134 g
الأولى: N معدني + P معدني + K نانوي (2.5 مل/ ل)	52.01 cd	24.53 e	13.26 cd	11430 ef
الثانية: N معدني+ P معدني+ K نانوي (1.25 مل/ ل)	50.98 ef	24.39 e	13.15 d	11016 fg
الثالثة: N نانوي(2.5 مل/ ل) +P معدني+ K معدني	51.31 de	24.58 e	13.30 cd	11325 ef
الرابعة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+ K معدني	50.53 fg	23.93 e	13.15 d	10751 fg
الخامسة: N نانوي (2.5 مل/ ل)+ P معدني+ K نانوي (2.5 مل/ ل)	54.61 a	29.54 a	15.09 a	16451 a
السادسة: N نانوي (2.5 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (1.25 مل/ ل)	52.82 b	27.52 b	14.80 a	14522 b
السابعة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (2.5 مل/ل)	51.96 cd	26.84 bc	13.71 bcd	12906 cd
الثامنة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي(1.25 مل/ ل)	50.94 ef	25.86 d	13.48 cd	11998 de
LSD 5%	0.71	0.71	0.78	920.60
CV%	49.88	1.60	3.30	4.30

*إن الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات.

سابعاً- تأثير الأسمدة النانوية في إنتاجية صنف البطاطا سبونتا (كغ):

يظهر الجدول (4) استجابة نباتات البطاطا العادية (سبونتا) للمعاملة بالأسمدة النانوية، فقد تفوقت جميع المعاملات (باستثناء المعاملتين الثالثة، والرابعة) في إنتاجية النبات الواحد معنوياً على الشاهد، كما لا توجد فروق معنوية بين المعاملتين (الثالثة، والرابعة) والشاهد.

يظهر الجدول (4) أيضاً أن المعاملة الخامسة للتسميد النانوي تفوقت معنوياً في إنتاجية النبات الواحد على جميع المعاملات والشاهد، وبلغت إنتاجية النبات الواحد في هذه المعاملة والشاهد على الترتيب (1.39، 0.75 كغ/ نبات). تلتها المعاملة السادسة (1.20 كغ/ نبات) المتفوقة معنوياً على الشاهد وبقية معاملات التسميد النانوي (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة، السابعة، الثامنة) على الترتيب (0.75، 0.96، 0.94، 0.88، 0.82، 0.97، 0.94 كغ/ نبات).

يمكن تفسير التفوق المعنوي للمعاملتين (الخامسة، السادسة) على كل من الشاهد والمعاملتين (الثالثة، الرابعة) بالدور الإيجابي الذي لعبه السماد البوتاسي النانوي المضاف للمعاملتين (الخامسة، السادسة)، مقارنة مع دور البوتاسيوم المعدني المضاف لكل من الشاهد والمعاملتين (الثالثة، الرابعة). كما أن الفروق المعنوية بين المعاملتين (الأولى، الثانية) المضاف لهما السماد البوتاسي النانوي والمعاملتين (الثالثة، الرابعة) المضاف لهما السماد البوتاسي المعدني، يؤكد أيضاً الدور الإيجابي للبوتاسيوم النانوي بالرغم من أن السماد الآزوتي المعدني هو المضاف للمعاملتين (الأولى، الثانية) والسماد الآزوتي النانوي هو المضاف للمعاملتين (الثالثة، الرابعة)، إضافة إلى ذلك فإن مساحة السطح الكبير للتفاعلات الاستقلابية، وزيادة معدل التركيب الضوئي، والذي يؤدي بدوره إلى زيادة المادة الجافة وزيادة الإنتاجية، وهذا يتوافق مع نتائج [25].

ما يؤكد أيضاً على الدور الإيجابي للبوتاسيوم النانوي انعدام الفروق المعنوية في إنتاجية النبات الواحد بين الشاهد والمعاملتين (الأولى، الثانية) المضاف لهما السماد البوتاسي المعدني، إضافة لذلك فإن لتركيز السماد الآزوتي النانوي تأثير في إنتاجية النبات الواحد.

ثامناً- تأثير الأسمدة النانوية في الإنتاجية (كغ/ دونم):

يتضح من الجدول (4) أن إنتاجية الدونم سلكت سلوك إنتاجية النبات الواحد تماماً.

تاسعاً- تأثير الأسمدة النانوية في عدد الدرنات لصنف البطاطا سبونتا (درنة/ نبات):

تباين عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد باختلاف معاملات التجربة (الجدول 4)، فقد تفوقت المعاملة الخامسة للتسميد النانوي معنوياً على كل من الشاهد والمعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة، الرابعة) للتسميد النانوي على الترتيب (10.25، 6.50، 8.05، 6.90، 7.50، 6.50، درنة/ نبات)، في حين انعدمت الفروق المعنوية بين هذه المعاملة والمعاملات (السادسة، السابعة، الثامنة) للتسميد النانوي على الترتيب (10.25، 9.30، 9.00، 8.85 درنة/ نبات).

تفوقت أيضاً المعاملات (السادسة، السابعة، الثامنة) للتسميد النانوي معنوياً على الشاهد على الترتيب (9.30، 9.00، 8.85، 6.50 درنة/ نبات)، وانعدمت الفروق المعنوية بين المعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة) والشاهد على الترتيب (8.05، 6.90، 7.50، 6.50 درنة/ نبات).

يتضح مما سبق أن اجتماع السمادين النانويين الآزوتي والبوتاسي معاً هو الذي أدى إلى تفوق المعاملات (الخامسة، السادسة، السابعة، الثامنة) على المعاملتين (الأولى، الثانية) المضاف فيهما السماد الآزوتي المعدني مع السماد البوتاسي النانوي. كما أن التركيز الأعلى للسمادين النانويين الآزوتي والبوتاسي (2.5 مل/ ل) هو الذي أدى إلى تفوق المعاملة الخامسة على المعاملات (السادسة، السابعة، الثامنة)، وتتشابه هذه النتائج مع نتائج كل من (الحسن، 2023)، و(Kumar *et al.*, 2022).

أما البوتاسيوم باعتباره من العناصر الكبرى الضرورية للنبات، وبالرغم من دوره الهام في النبات، إلا أنه لا يدخل في تركيب الخلايا بل يؤدي العديد من الوظائف الحيوية الهامة، فهو يحفز أكثر من 80 أنزيم من أنزيمات نقل الطاقة وتكوين السكر والنشاء والبروتين في النبات، لذا فدوره تنظيمي، كما يشجع انقسام الخلايا وتكوين البروتينات من خلال دوره في تنشيط الأنزيمات، كما ينظم امتصاص المياه وفتح وإغلاق الثغور التنفسية، مما يزيد قدرة النبات على تحمل الجفاف ويزيد مقاومته للبرودة الشديدة [4].

الجدول (4): تأثير المعاملة بالأسمدة النانوية في إنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية سبونتا.

المعاملات	إنتاجية النبات الواحد (كغ)	عدد الدرنات (درنة/ نبات)	الإنتاجية (كغ/ دونم)
الشاهد: N معدني + P معدني + K معدني	0.75 g	6.50 e	3571 g
الأولى: N معدني + P معدني + K نانوي (2.5 مل/ ل)	0.96 def	8.05 bcde	4571 def
الثانية: N معدني+ P معدني+ K نانوي (1.25 مل/ ل)	0.94 def	6.90 e	4476 def
الثالثة: N نانوي(2.5 مل/ ل) +P معدني+ K معدني	0.88 efg	7.50 de	4190 efg
الرابعة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+ K معدني	0.82 fg	6.50 e	3905 fg
الخامسة: N نانوي (2.5 مل/ ل)+ P معدني+ K نانوي (2.5 مل/ ل)	1.39 a	10.25 a	6619 a
السادسة: N نانوي (2.5 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (1.25 مل/ ل)	1.20 b	9.30 abc	5714 b
السابعة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (2.5 مل/ل)	0.97 def	9.00 abcd	4619 def
الثامنة: N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي(1.25 مل/ ل)	0.94 def	8.85 abcd	4476 def
LSD 5%	**0.16**	**1.69**	**784.70**
CV%	**9.60**	**12.00**	**9.60**

*الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات.

الاستنتاجات

تباينت استجابة صنف البطاطا العادية سبونتا باختلاف نوع السماد المستخدم (N نانوي + K نانوي، N نانوي + K معدني، N معدني + K نانوي) من جهة، وبتركيز السماد النانوي المستخدم (2.5، 1.25 مل/ ل) من جهة ثانية على النحو الآتي:

1- ساهم الرش الورقي بالسمادين الآزوتي والبوتاسي النانويين بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل) في المعاملة الخامسة (N نانوي بتركيز 2.5 مل/ ل+ K نانوي بتركيز 2.5 مل/ ل) في زيادة مؤشرات النمو الخضري معنوياً (باستثناء عدد السوق الهوائية وطول الورقة)، مقارنة مع الشاهد وبقية معاملات التجربة.

2- أظهر ترافق الرش الورقي بكل من السماد الآزوتي النانوي بالتركيز الأعلى (2.5 مل/ ل) والسماد البوتاسي النانوي بالتركيز الأدنى (1.25 مل/ ل) في المعاملة السادسة (N نانوي بتركيز 2.5 مل/ ل+ K نانوي بتركيز 1.25 مل/ ل) تفوقاً معنوياً في مؤشرات النمو الخضري باستثناء طول الورقة في المعاملة السابعة (N نانوي (1.25 مل/ ل)+P معدني+K نانوي (2.5 مل/ل)، على كل من الشاهد وبقية معاملات التجربة (باستثناء المعاملة الخامسة).

3- انعكس تفوق المعاملة الخامسة معنوياً على الشاهد وبقية معاملات التجربة في مؤشرات النمو الخضري إيجابياً على كل من إنتاجية النبات الواحد وعدد الدرنات والإنتاجية.

المقترحات:

ننصح مزارعي البطاطا العادية في محافظة حمص استخدام الأسمدة النانوية كبديل للأسمدة المعدنية التقليدية، ولا سيما اليوريا والبوتاسيوم النانويين بالتركيز (2.5 مل/ ل)، لما لها من تأثير إيجابي على النمو الخضري للنباتات وإنتاجيتها، إضافة إلى ذلك فإن استخدام الأسمدة النانوية سيقلل من كميات الأسمدة المعدنية المستخدمة، مما ينعكس إيجابياً على البيئة وصحة الإنسان، ويزيد كفاءة الأسمدة، وزيادة الإنتاجية.

المراجع العلمية المستخدمة:

أولاً: المراجع العربية:

1- الأيوبي، محمد نبيل؛ كرزون، أسامة؛ العبدالله، أسامة.(2021). استجابة نباتات صنف البطاطا العادية (سبونتا) للرش الورقي بمستخلص الطحالب البحرية عند مستويات عديدة من التسميد المعدني. مجلة جامعة حمص. المجلد 43. ص 30.

2- الأيوبي، محمد نبيل؛ المحمد، خالد. (1997). إنتاج خضار خاص. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، ص 281.

3- الحسن، يامن محمد (2023). تأثير استخدام أوكسيد المغنيزيوم النانوي في النشاط الميكروبي للتربة المزروعة بالذرة الصفراء. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حمص. ص: 98.

4- الخفاجي، عادل عبدالله؛ الزبيدي، أحمد حيدر؛ الراوي، أحمد عبدالهادي؛ حمادي، بدر حمادي؛ المعيني، عبدالمجيد تركي؛ صالح، حمد محمد؛ شوقي، نور الدين (2000). الندوة العلمية لدراسة أثر البوتاسيوم في الإنتاج الزراعي. مجلة علوم. العدد (111). أيلول- تشرين الثاني. الصفحات: 16- 25.

5- العبيدي، اياد محمد علي فاضل (2012). التقنية الحياتية النانوية وتطبيقاتها المتقدمة في الطب والهندسة الوراثية وعلم الأحياء الجزيئي. كلية العلوم، جامعة النهرين. ص: 224.

6- جعاز، أنهار محمود؛ العبدالله، سندس عبد الكريم؛ علي، هيثم عبد السلام (2017). تأثير الرش بالسماد النانوي في نمو وحاصل الذرة الصفراء. مجلة المثنى للعلوم الزراعية. المجلد (7). العدد (2). الصفحات: 114-121.

7- صوفان، نضال (2009). إنتاج الخضار (الجزء النظري). كلية الزراعة، جامعة حمص. ص: 340.

8- عثمان، جنان يوسف (2007). دراسة تأثير استخدام الأسمدة العضوية في زراعة وإنتاج البطاطا مساهمة في الإنتاج العضوي النظيف. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين.

9- عمر هاشم مصلح، المحمدي؛ جلال، فيان. جبار؛ محمد، خطاب عبدالله (2022). أثر استخدام تقنية الأسمدة المركبة النانوية NPK في صفات النمو والحاصل لصنفين من البطاطا *Solanum tuberosum* L. المزروعة في العروة الخريفية. مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية. المجلد (13). العدد (3). الصفحات: 231- 239.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

10 - Al-Hayani, Ahmad. S. h and Sallum, Mohammed Obed. (2023). Effect of Humic Acid and the Level of Nano and Traditional Nitrogen on the Growth and Yield of Potato 4th International Agricultural Conference (IAC-2023).

11 - Chauhan, Aditi. Puja Rattan, Pallvi. Ludarmani. Sharma, Ashutosh. (2023). Effect of pre-soaking of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers in nano-urea and nano-zinc on its growth, quality and yield. **The Pharma Innovation Journal; 12 (7). P: 980- 995.**

12 - Hong J, Wang C, Wagner DC, Gardea-Torresdey JL, He F, Rico CM. (2021). Foliar application of nanoparticles: mechanisms of absorption, transfer, and multiple impacts. Environmental Science Nano. 8(5). P:1196-1210.

13 - Huda-Faujan N, Noriham A, Norrakiah AS, Babji AS. (2009). Antioxidant activity of plants methanolic extracts containing phenolic compounds. African Journal of Biotechnology.; 8 (3) P:484-489.

14 - Jyothi, T,V and N, S, Hebsur. (2017). Effect of nano fertilizers on growth and yield of selected cereals - A review. Agricultural Reviews, 38. (2). P: 112- 120

15 - Kołota, E and M. Osinska. (2001). Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. Acta Hort, 563: 87–91.

16 - Kumar Y, Singh T, Raliya R, Tiwari KN. (2021). Nano Fertilizers for Sustainable Crop Production, Higher Nutrient Use Efficiency and Enhanced Profitability. Indian Journal of Fertilizers.;17(11):1206-1214.

17 - **Kumar, Dheerendra ; Kumar, Robin; Saini, Pradip Kumar, Pathak, R.K; Kumar, Rajendra. (2022).** Influence of Nano Fertilizers on Growth and Yield Parameters of Potato (*Solanum tuberosum* L.). Biological Forum – An International Journal 14(4). p: 353-356.

18 - **Laware, S.L and S.V. Raskar, SV.(2014).** Influence of Zinc Oxide Nanoparticles on Growth, Flowering and Seed Productivity in Onion. Int J Curr Microbiol App Sci 3. p: 874-881.

19 - **Leghari,S.J. (2016).** Role of Nitrogen for Plant Growth and Development. Advances in Environmental Biology,10(9). P: 209-218.

20 - **Mastronardi.E, P.Tsae, X. Zhang, C. Monreal. M.C.Derosa. (2015).** Strategic role of nanotechnology in fertilizers: potential and limitations. In Nanotechnologies in Food and Agriculture (pp. 25-67). Springer International Publishing.

21 - **Mijwel, K, Abbas and Hawraa, H, Muhsen (2019).** Effect of Genotype and Nano-Fertilizers on Some Traits and Yield of Potato. Indian Journal of Ecology. 46 Special Issue (8). p: 168-172.

22 - **Mishra, Babita; Sahu, G. S; Mohanty, L. K; Swain, B. C; Hati, S. (2020).** Effect of Nano Fertilizers on Growth, Yield and Economics of Tomato Variety Arka Rakshak. Indian Journal of Pure and Applied Biosciences. 8 (6), p: 200- 204.

23 - **Monreal, C.M., M.Derosa, S.C. Mallubhotla,P.S. Bindeaban,and C. Dimkpa. (2015).** Nanotechnologies for increasing the crop use efficiency of fertilizer-micronutrients.Boil Fertile Soils 52, p: 423- 437

24 - **Nurmanov, YT; Chernenok, VG; Kuzdanova, RS.(2019).** Potato in response to nitrogen nutrition regime and nitrogen fertilization. Field Crops Research. 231. P: 115- 121.

25 - **Qureshi,A, D.K. Singh, S. Dwivedi. (2018).** Nano-fertilizers a novel way for enhancing nutrient use efficiency and crop productivity. Int.J.Curr. Microbiol. App.Sci. 7(2). P: 3325-3335.

26 - **Riaza, M.S; Ullaha, N; Alid, H; Nadhmane, A. (2019).** Analysis fate and toxicity of engineered nanomaterials in plants., J. Nanobiotechnol., **84**, 23.

27 - **Sakolova, N. K. (1979).** Foliage calculation method. J. Sci. Agri Research (TCXA) (Russian). P: 40- 42.

28 - **Shang Y, Hasan MK, Ahammed GJ, Li M, Yin H, Zhou J. (2019).** Applications of nanotechnology in plant growth and crop protection: a review. Molecules. 24(14) .p:2558.

29 - **Singh, M.D; G. Chirag, P. Prakash, M.H. Mohan, and G. Prakasha. (2017).** Nano-Fertilizers is a New Way to Increase Nutrients Use Efficiency in Crop Production. Int. J. of Agri. Sci., 9(7). p:3831- 3833.

30 - **Vafa, Z.N, A. R. Sirousmehr, A. Ghanbari, I. Khammari, N. Falahi.(2015).** Effects of nano zinc and humic acid on quantitative and qualitative characteristics of savory (*Satureja hortensis* L.). International Journal of Biosciences. V 6(3). p: 124-136.

31 - **www.hzpc.com/our-potato-varieties/spu**