تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في بعض المعايير الفيزيولوجية والكيميائية لنبات الفريز

م. محمد خير العمر* د. رولا بايرلي**

(الإيداع: 5 كانون الأول 2019، القبول: 9 آذار 2020)

الملخص:

نفذت التجربة في مزرعة أبي جرش في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق خلال موسمي 2018 و2019. بهدف دراسة تأثير تركيزين من الأوكسين (IAA) (25 و50 ppm) وتركيزين من الزنك ($ZnSo_4$) (0.5 و1 غ/ل) والتفاعل بينهما في بعض صفات النمو الخضري والزهري والثمري لنبات الفريز صنف Festival. صممت التجربة حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات حيث تضمنت الوحدة التجريبية الواحدة 10 نباتات. أظهرت النتائج التأثير الإيجابي للرش الورقي بالأوكسين (IAA) والزنك ($ZnSo_4$) في تحسين الخصائص الفيزيولوجية والنوعية لنبات الفريز وتفوقت معاملة الخليط التي احتوت على الأوكسين بتركيز 50 ppm والزنك بتركيز 1غ/ل على بقية المعاملات وعلى الشاهد في زيادة محتوى الأوراق من الآزوت والبوتاسيوم (2.53، 1.77 % على التوالي) والكلوروفيل b (1.44 مغ/غ وزن رطب) ومتوسط وزن وطول الثمار (18.05 غ و3.95 سم على التوالي). بينما تفوقت معاملة الخليط التي احتوت على الأوكسين بتركيز 50 ppm والزنك بتركيز 0.5 غ/ل على بقية المعاملات وعلى الشاهد في زيادة محتوى الماء النسبي (92.37 %) ومحتوى الأوراق من الكلورفيل a والكاروتينات (3.64، 1.09 مغ/غ وزن رطب على التوالي) والفوسفور (0.52 %). وقد تبين أن معاملة الخليط التي احتوت على الأوكسين بتركيز 25 ppm والزنك بتركيز 1 غ/ل هي الأفضل في تحسين قطر الثمار (3.37 سم).

الكلمات المفتاحية: الفريز، IAA، $ZnSO_4$.

*طالب ماجستير، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

**أستاذ مساعد، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

Effect of treatment with zinc and auxin on physiological and chemical parameters of strawberry plant

*Eng. Mohamad Alomar **Dr. Rola Bayerly

(Received: 5 December 2019, Accepted: 9 March 2020)

:Abstract

The experiment was carried out at Abi-Jarash farm- Faculty of Agriculture/ Damascus University during seasons 2018-2019. in order to study the effect of two concentrations of auxin (IAA) (25, 50 ppm) and two concentrations of zinc ($ZnSo_4$) (0.5, 1 $g.l^{-1}$) on some vegetative growth, flowering and yield charactaristics of strawberry cv. Festival. The experiment was designed as completely randomized blocks design with three replicates, each experimental unit contain ten plants. The results showed the positive effect of auxin (IAA) and zinc ($ZnSo_4$) foliar application on improving the physiological and quality parameters of the strawberry plant. However, the treatment with auxin at 50 ppm supplemented with zinc at 1 $g.l^{-1}$ increased leaf concentration of nitrogen and potassium (2.53, 1.75 % respectively), chlorophyll b (1.44 mg/g fresh weight), weight and fruits length (18.05 g and 3.95 cm respectively) comparing with other treatments and control. However, the treatment with auxin at 50 ppm supplemented with zinc at 0.5 $g.l^{-1}$ increased relative water content (92.37 %), leaf concentration of chlorophyll a and carotene (3.64, 1.09 mg/g fresh weight respectively), phosphorus (0.52 %) comparing with other treatments and control. The results also exhibited that the treatment with auxin at 25 ppm supplemented with zinc at 1 $g.l^{-1}$ was the best treatment in improved, fruits diameter (3.37 cm).

KEYWORDS: Strawberry, IAA, $ZnSO_4$.

*MSC Student., Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

** Prof. Assistant., Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

1. المقدمة:

يعد نبات الفريز من النباتات الواسعة الانتشار في العالم، وهو رابع فاكهة استهلاكاً بعد التفاح والبرتقال والموز (Vanstraelen وBenkov، 2012). يتبع الفريز العائلة Rosaceae، الجنس Fragria، النوع *Fragaria×ananassa* (Pua وDavey، 2007). الموطن الأصلي للفريز هو القارة الأمريكية (Benne، 1983). وهو من الثمار الصغيرة ذات الأهمية الاقتصادية العالية ومن أكثرها استهلاكاً (Debnathوزملاؤه، 2012)، أما أهميته الطبية والصحية فتأتي من دور الثمار في الوقاية من أمراض القلب والسرطان (Torronen وMaatta، 2002)، وحماية العين من مرض اعتدام عدسة العين (Wright وKader، 1997). ويساعد في خفض نسبة حمض البول في الدم (Pahlow، 2004)، كما تحتوي ثمار الفريز على العديد من المركبات الهامة مثل حمض elligic المضاد للسرطان (Morgan، 2005).

يعد الفريز من النباتات ذات الاحتياجات العالية للتسميد وتظهر أهمية التسميد الورقي لتعويض النقص الحاصل لبعض العناصر الغذائية الأساسية، ومن المعروف أن الزنك له دور مهم إما كمكون معدني للأنزيمات أو كعامل وظيفي أو هيكلي أو تنظيمي لعدد كبير من الأنزيمات (Bowler وزملاؤه، 1994)، كما يعد الزنك من أهم العناصر الصغرى الأساسية لنمو وتطور النباتات (Graham وزملاؤه، 1992)، من خلال دوره الهام في تصنيع الحامض الأميني Tryptophan، ودوره في عملية تمثيل الأوكسين (IAA) الذي يؤدي دوراً هاماً في نمو وتطور النبات (Verma، 1977). حيث لاحظ Lieten (2003) أن تسميد نباتات صنف الفريز Elsanta بعنصر الزنك أدى إلى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري، كما أدى تطبيق $ZnSO_4$ إلى زيادة عدد الثمار وحجمها وتحسين نوعيتها كما يعمل على تعزيز قدرة النبات لتكوين الأوراق الجديدة (Barker، 2006). كما وجد Chaturvedi وزملاؤه (2003) أن الزنك من بين العديد من المغذيات يؤدي دوراً مهماً في تعزيز النمو الخضري والازهار والمحصول وجودة ثمار الفريز. وجد Mehraj وزملاؤه (2015) أن تطبيق الرش الورقي على نباتات الفريز بعنصر الزنك بتركيز 100 ppm خلال ثلاث مواعيد مختلفة أدى إلى زيادة عدد الأزهار المتشكلة على النبات (25.3 زهرة/نبات)، وعدد الثمار (23.3 ثمرة/نبات)، وطول وقطر ووزن الثمرة الواحدة (3.3 سم، 31.6 ملم، 15 غ بالترتيب وعلى التوالي)، والإنتاجية (354.5 غ/لنبات)، بالإضافة إلى تحسين محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) (11.3 %).

تعد الهرمونات النباتية مركبات عضوية طبيعية تعمل على تنظيم مظاهر نمو النبات المختلفة (Kaya وزملاؤه، 2009). وتعد الأوكسينات من الهرمونات النباتية التي تعمل على نمو وتطور النبات فهي تعمل على تشجيع إنقسام وإتساع الخلايا من خلال تأثيرها في تنشيط العمليات الأساسية الحيوية في النبات وللأوكسينات دور تحفيزي في حركة العصارة اللحائية والمواد المصنعة مما يؤثر بشكل إيجابي في النمو الخضري والزهري والثمري للنباتات (Devlin، 1975؛ Wilkins، 1984؛ Hopkins وHüner، 2004). وبين Kaur وزملاؤه (2018) أن معاملة نباتات الفريز بالأوكسين نفثالين حامض الخليك (NAA) بتركيز 30 ppm كانت أفضل المعاملات المطبقة لتحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للثمار حيث أدت إلى الحصول على أعلى طول للثمار (3.5 سم)، وأكبر قطر (2.94 سم)، وأعلى نسبة من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) (7.22 %). كما لاحظ كل من Poovaiah وVeluthambi (1985) أن استخدام الأوكسين (NAA) أدى إلى تحفيز النمو الخضري وتطور ثمار الفريز. وجد Palei وزملاؤه (2016) أن المعاملة بالأوكسين (NAA) بتركيز 50 ppm على نبات صنف الفريز Chandler أدت إلى تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية كما وجد أن إضافة الأوكسين (NAA) بتركيز 100 ppm أدى إلى زيادة معنوية في الإنتاجية بالمقارنة مع نباتات الشاهد غير المعاملة.

2. هدف البحث:

تحديد المعاملة الأمثل لتحسين المعايير الفيزيولوجية والكيميائية وصفات الثمرة القياسية لنبات الفريز.

3. مواد وطرق البحث:

1- المادة النباتية:

تمت الدراسة على نبات الفريز صنف Festival من نباتات النهار القصير، معتدل النمو، الثمار متوسطة الحجم، مخروطية الشكل (بيضوية)، اللون الخارجي للثمار أحمر داكن ولامع (Whitaker وزملاؤه، 2012).

2- مكان الدراسة:

نفذت هذه الدراسة في البيت البلاستيكي لكلية الزراعة في جامعة دمشق خلال العامين 2018 و2019. وتم اجراء القراءات والتحاليل ضمن المخابر التابعة لقسم علوم البستنة وقسم علوم التربة والهيئة العامة للتقانات الحيوية بكلية الزراعة في جامعة دمشق، وبعد تحضير وتنعيم التربة وإعدادها للزراعة تم أخذ عينات من تربة البيت وتحليلها فيزيائياً كيميائياً (جدول 1).

الجدول رقم (1): الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مكان اجراء البحث للموسم 2018 و2019:

التحليل الميكنيكي للتربة (%)			PH معلق (2.5:1)	EC مستخلص 5:1	الكربونات الكلية	المادة العضوية	N الكلي	P_2o_5 المتاح	K_2o المتاح	Zn الكلي
رمل	سلت	طين		$ds.m^{-1}$	%			ppm		
29.8	30.95	39.95	8.10	0.45	50	2.8	0.14	170	250	65

3- الزراعة وعمليات الخدمة:

زرعت الشتلات بتاريخ 2018/12/16 على خطوط ضمن تربة البيت البلاستيكي مباشرة، المسافة بين الخط والأخر 80 سم وبين النباتات على الخط الواحد 40 سم. ثم تم إجراء العمليات الزراعية الموصى بها خلال فترة التجربة من عمليات سقي وتعشيب وتسميد حيث أضيف السماد المركب N:P:K (20:20:20) بمعدل 1 غ/ل قسمت على دفعتين أضيفت الدفعة الأولى بعد التشتيل بأسبوع والدفعة الثانية في بداية شهر أذار من العام، وتم استخدام المبيد الفطري (بيلتانول) بمعدل (1 مل/ل) مع ماء السقي بعد الشتل بأسبوعين ثم كررت العملية في بداية موسم النشاط في منتصف أذار، كما تم استخدام المبيد الحشري سيتار ماكس بمعدل (1 غ/ل) بشكل دوري عند ملاحظة أي إصابة حشرية.

4- معاملات الدراسة:

1) نباتات الشاهد غير معاملة.
2) المعاملة بالأوكسين (IAA) بتركيز 25 ppm.
3) المعاملة بالأوكسين (IAA) بتركيز 50 ppm.
4) المعاملة بالزنك ($ZnSO_4$) بتركيز 0.5غ/ل.
5) المعاملة بالزنك ($ZnSO_4$) بتركيز 1غ/ل.

6) المعاملة بالأوكسين (IAA) بتركيز 25 ppm+ الزنك ($ZnSO_4$) بتركيز 0.5 غ/ل.
7) المعاملة بالأوكسين (IAA) بتركيز 25 ppm+ الزنك ($ZnSO_4$) بتركيز 1 غ/ل.
8) المعاملة بالأوكسين (IAA) بتركيز 50 ppm+ الزنك ($ZnSO_4$) بتركيز 0.5 غ/ل.
9) المعاملة بالأوكسين (IAA) بتركيز 50 ppm+ الزنك ($ZnSO_4$) بتركيز 1 غ/ل.

تم رش المجموع الخضري بالمعاملات على ثلاثة دفعات خلال مراحل نمو النبات: في أوج النمو الخضري – قبل الازهار بأسبوع – وبعد أوج الازهار. وكان الرش حتى درجة البلل الكامل.

شمل هذا البحث على 9 معاملات وكررت كل معاملة 3 مرات واستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وتم اختيار خمسة نباتات من كل مكرر وبشكل عشوائي بعد استبعاد النباتات الطرفية من كل مكرر.

5- القراءات والقياسات:

A. محتوى الأوراق من:

1. العناصر المعدنية الكبرى (NPK):

1) تقدير عنصر الآزوت: عن طريق هضم العينات ومن ثم تقطيرها وتقديرها باتباع طريقة Kjeldahl (1883).
2) تقدير عنصر الفوسفور: باستخدام جهاز المطياف الضوئي وفق طريقة Jones وزملاؤه (1991).
3) تقدير عنصر البوتاسيوم: باستخدام جهاز المطياف باللهب وفق طريقة Tendon (1993).

2. الكلوروفيل a و b والكاروتينات في الأوراق:

تم تقديرهم وفق طريقة Beerh و Siddappa (1959).

3. محتوى الماء النسبي (RWC):

أخذت الورقتان الثانية والثالثة كاملتا الاستطالة ومن خمسة نباتات (مكررات) من كل معاملة، وسجل مباشرة وزنها الرطب (WF)، ثم وضعت الأوراق ضمن أوعية مملوءة بالماء المقطر لمدة 24 ساعة، ثم أخذت بعدها الأوراق وجففت بلطف بورقة ترشيح لإزالة قطرات الماء العالقة على سطوحها، وسجل الوزن الرطب المشبع (WS)، ثم وضعت تلك الأوراق في ورق سلوفان ونقلت إلى مجفف درجة حرارته (105) درجة مئوية للحصول على الوزن الجاف الثابت (WD). وحسب استناداً لذلك محتوى الماء النسبي وفق المعادلة الآتية:

$$RWC = \{(WF-WD)/(WS-WD)\} \times 100$$

علماً أن: WS: الوزن الرطب المشبع للأوراق، WD: الوزن الجاف للأوراق، WF: الوزن الرطب للأوراق. (Barrs و Weatherley، 1962).

B. الصفات القياسية للثمار:

1) **وزن الثمرة (غ):** تم حساب وزن الثمار باستخدام ميزان الكتروني حساس ومن ثم حساب متوسط وزن الثمار لكل معاملة.
2) **قطر الثمرة (سم):** تم قياس أقطار الثمار التي تم قياس وزنها لكل مكرر أيضاً، وتم قياس القطر بمتر مقياسي من أكبر مقطع عرضي للثمرة ومنه تم حساب متوسط قطر الثمرة لكل معاملة.
3) **طول الثمرة (سم):** جرى القياس على الثمار التي تم تقدير وزنها وقطرها حيث تم قياس أطوالها بمتر مقياسي وحساب متوسطات الأطوال للمكررات ومن ثم لكل معاملة.

6-التحليل الإحصائي للتجربة:

تم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحاليل الإحصائية (Xl- state) ومقارنة المتوسطات حسب اختبار Fisher وحساب أقل فرق معنوي (LSD) على مستوى ثقة 95 %.

4. النتائج والمناقشة:

1- تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في محتوى الأوراق من NPK لنبات الفريز:

تبين النتائج في الجدول (2) أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة الآزوت بالمقارنة مع الشاهد (2.1 %)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 1 $g.l^{-1}$ حيث أعطت أكبر نسبة من الآزوت (2.53 %). كما تبين النتائج تأثير المعاملات في النسبة المئوية للفوسفور في الأوراق، حيث لم يؤثر استخدام الزنك بمفرده أو الأوكسين بمفرده في زيادة نسبة الفوسفور بالمقارنة مع الشاهد (0.32 %). وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 0.5 $g.l^{-1}$ حيث أعطت أعلى نسبة من الفوسفور (0.52 %). وتبين أن استخدام التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 1 $g.l^{-1}$ أدى إلى زيادة البوتاسيوم (1.77 %) معنوياً بالمقارنة مع الشاهد (1.25 %) وبالمقارنة مع جميع المعاملات الأخرى المدروسة.

قد يعود تفسير تحسن المؤشرات السابقة إلى دور الزنك كعامل مساعد في بناء الكلوروفيل والتمثيل الضوئي مما يؤدي إلى زيادة تكوين المواد العضوية في الخلية بالإضافة لدوره كمكون تركيبي وعامل مساعد ومنظم لمدى واسع من الأنزيمات المختلفة (Ranji و Das، 2003). بالاضافة لدوره الهام إما كمكون معدني للأنزيمات أو كعامل وظيفي أو هيكلي أو تنظيمي لعدد كبير من الأنزيمات (Bowler وزملاؤه، 1994). بالإضافة لأهميته في تصنيع الحامض الأميني Tryptophan، وحماية البروتينات من فقدان حيويتها (Verma، 1997). وقد يفسر التأثير الايجابي لمعاملات الأوكسين بزيادة التركيز المستخدم إلى الدور التحفيزي للأوكسين في حركة العصارة اللحائية والمواد المصنعة وفي تنشيط فعل الأنزيمات والتفاعلات الحيوية والأسموزية للخلايا النباتية (Wilkins، 1984).

الجدول رقم (2): تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في محتوى الأوراق من NPK لنبات الفريز.

المعاملة	التركيز	(%) N	(%) P	(%) K
الشاهد	الشاهد	2.1 ab	0.32 cde	1.25 d
الزنك	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$	1.92 b	0.3 e	1.33 dc
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$	2.24 ab	0.31 de	1.48 bc
الأوكسين	IAA= 25 ppm	2.12 ab	0.41 bcd	1.74 a
	IAA= 50 ppm	2.38 a	0.43 abc	1.71 a
التفاعل بين الزنك و الأوكسين	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$ + IAA= 25 ppm	2.29 ab	0.49 ab	1.75 a
	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$ + IAA= 50 ppm	2.31 ab	0.52 a	1.6 ab
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$ + IAA= 25 ppm	2.22 ab	0.51 ab	1.59 ab
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$ + IAA= 50 ppm	2.53 a	0.5 ab	1.77 a
$LSD_{0.05}$		0.46	0.10	0.20

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95 %.

2- تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a وb والكاروتينات في نبات الفريز:

توضح النتائج في الجدول (3) أن استخدام التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 0.5 $g.l^{-1}$ أدى إلى زيادة الكلورفيل a (3.64 مغ/غ وزن رطب) بالمقارنة مع الشاهد (2 مغ/غ وزن رطب) وبالمقارنة مع جميع المعاملات المدروسة. كما تبين نتائج التحليل الاحصائي تأثير المعاملات في الكلورفيل b في الأوراق حيث لم يؤثر استخدام الزنك بمفرده أو الأوكسين

بمفرده في زيادة الكلورفيل b بالمقارنة مع الشاهد (0.75 مغ/غ وزن رطب)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 1 $g.l^{-1}$ حيث أعطت أعلى قيمة من الكلوروفيل b (1.44 مغ/غ وزن رطب). وتبين أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة الكاروتينات بالمقارنة مع الشاهد (0.61 مغ/غ وزن رطب)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 0.5 $g.l^{-1}$ حيث أعطت أكبر نسبة من الكاروتينات (1.09 مغ/غ وزن رطب).

تفسر الزيادة الحاصلة في الكلورفيل a وb والكاروتينات بدور الزنك الفيزيولوجي في بناء الكلورفيل وبناء الكربوهيدرات والبروتينات وفعالية الأنزيمات والأوكسجين (kessel، 2006). وهذا يتفق مع ما وجده Barwary وزملاؤه (2018) عند رش نباتات الفريز بالزنك بتركيز 4 $g.l^{-1}$ الذي أدى إلى تحسين محتوى الأوراق من الكلورفيل، وقد تفسر الزيادة الحاصلة في النباتات المعاملة بالأوكسين لدوره الفزيولوجي في تحفيز النمو الخضري وبالتالي زيادة محتوى الكلورفيل a وb والكاروتينات في النبات، وهذا يتماشى مع ما وجده Civello وزملاؤه (1999) عند معاملة نباتات الفريز.

الجدول رقم (3): تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a وb والكاروتينات (مغ/غ وزن رطب) في نبات الفريز.

المعاملة	التركيز	الكلوروفيل a (مغ/غ وزن رطب)	الكلوروفيل b (مغ/غ وزن رطب)	الكاروتينات (مغ/غ وزن رطب)
الشاهد	الشاهد	2 c	0.75 bc	0.61 d
الزنك	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$	2.08 c	0.77 bc	0.70 cd
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$	3.04 abc	1.03 ab	0.85 bcd
الأوكسين	IAA= 25 ppm	2.18 c	0.36 c	0.84 bcd
	IAA= 50 ppm	2.40 bc	0.90 b	0.74 cd
التفاعل بين الزنك و الأوكسين	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$ + IAA= 25 ppm	2.57 bc	0.96 b	0.82 bcd
	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$ + IAA= 50 ppm	3.64 a	1.40 a	1.09 a
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$ + IAA= 25 ppm	2.87 abc	1.13 ab	0.88 abc
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$ + IAA= 50 ppm	3.42 ab	1.44 a	1.02 ab
$LSD_{0.05}$		1.06	0.44	0.23

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95 %.

3- تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في محتوى الماء النسبي وصفات الثمرة القياسية:

تبين النتائج في الجدول (4) أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة محتوى الماء النسبي في الأوراق بالمقارنة مع الشاهد (82.64 %)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 0.5 $g.l^{-1}$ حيث أعطت أكبر محتوى من الماء النسبي (92.37 %).

توضح نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (4) أن استخدام التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 1 $g.l^{-1}$ إلى زيادة وزن الثمرة (18.05 غ) بالمقارنة مع الشاهد (10.99 غ) وبالمقارنة مع جميع المعاملات المدروسة. ولوحظ أن استخدام الأوكسين بمفرده والزنك بمفرده أدى إلى زيادة قطر الثمرة معنوياً بالمقارنة مع الشاهد (2.31 سم)، ولوحظ أعلى قطر للثمرة عند معاملة التفاعل بين الأوكسين 25 ppm والزنك 1 $g.l^{-1}$ (3.37 سم).

كما تبين أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة طول الثمرة بالمقارنة مع الشاهد (2.94 سم)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التفاعل بين الأوكسين 50 ppm والزنك 1 $g.l^{-1}$ (3.95 سم).

تعود زيادة محتوى الماء النسبي عند المعاملة بعنصر الزنك والأوكسين إلى زيادة تركيز العناصر المغذنية، حيث ان نقص عنصر الآزوت أو الفوسفور في النبات يؤدي بعد بضعة أيام إلى تثبيط نقل الماء من خلال الجذور ويمكن استعادة خصائص نقل الماء من خلال الجذور خلال 24 ساعة من تزويد النباتات بالعناصر المعدنية (Clarkson وزملاؤه، 2000؛ Carvajal وزملاؤه، 1996) وهذا يتفق مع Shangguan وزملاؤه (2005) الذين أوضحوا تأثيرات نقص العناصر المغذنية على العلاقات المائية في النبات عند دراستها على نبات الذرة البيضاء تحت ظروف الجفاف، فنقص عنصر الفوسفور يزيد من تثبيط ناقلية الجذور للماء كما يبطىء من استجابة النبات للخروج من الجفاف بعد إعادة تزويده بالماء. قد يفسر زيادة وزن وقطر وطول الثمرة بدور الزنك الفيزيولوجي في تصنيع التربتوفان وفي عملية التركيب الضوئي مما يحسن من صفات النمو الخضري وانتقال نواتج هذه العملية من مصدر التكوين في الأوراق إلى المستودع في الثمار (Mengel و Kirkby، 2001). وهذا يتفق مع ما وجده Bakshi وزملاؤه (2013) عندما بينو أن نباتات الفريز المعاملة بكبريتات الزنك أعطت أعلى وزن للثمرة الواحدة، وأعلى طول وقطر وحجم للثمار.

قد تفسر الزيادة الحاصلة في صفات الثمرة القياسية نتيجة الرش بالأوكسين بدوره الفيزيولوجي الذي يعمل على تشجيع النمو الخضري وتسريع نقل المواد المصنعة إلى مناطق الاستنفاذ وبالتالي زيادة كل من وزن وطول وقطر الثمرة وهذا يتماشى مع ما وجده Techawongstein (1989) عند معاملة نباتات الفريز صنف Tioga بالأوكسين لإعطاء أعلى قيمة من المؤشرات المدروسة لكل من قطر الثمار ووزنها وطولها.

الجدول رقم (4): تأثير المعاملة بالزنك والأوكسين في محتوى الماء النسبي (RWC %) وصفات ثمرة الفريز القياسية.

المعاملة	التركيز	محتوى الماء النسبي (%)	وزن الثمرة (غ)	قطر الثمرة (سم)	طول الثمرة (سم)
الشاهد	الشاهد	82.64 d	10.99 c	2.31 c	2.94 d
الزنك	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$	82.95 d	12.97 bc	2.8 b	3.19 cd
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$	83.41 d	15.76 ab	2.98 ab	3.69 abc
الأوكسين	IAA= 25 ppm	85.31 cd	13.25 bc	2.78 b	3.23 bcd
	IAA= 50 ppm	88.11 bc	15.34 ab	2.92 ab	3.72 ab
التفاعل بين الزنك و الأوكسين	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$ + IAA= 25 ppm	87.99 bc	16.34 ab	3.07 ab	3.56 abc
	$ZnSO_4$= 0.5 $g.l^{-1}$ + IAA= 50 ppm	92.37 a	16.64 ab	3.1 ab	3.59 abc
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$ + IAA= 25 ppm	89.62 ab	17.19 ab	3.37 a	3.87 a
	$ZnSO_4$= 1 $g.l^{-1}$ + IAA= 50 ppm	91.32 ab	18.05 a	3.29 a	3.95 a
$LSD_{0.05}$		3.76	4.24	0.45	0.50

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95 %.

5. الاستنتاجات:

1- تبين أن معاملة التفاعل بين الأوكسين بتركيز 50 ppmوالزنك بتركيز 1 غ/ل هي الأفضل لتحسين وزن الثمار (18.05 غ) وطول الثمار (3.95 سم) وفي زيادة محتوى الأوراق من الآزوت والبوتاسيوم (2.53، 1.77 % على التوالي) والكلوروفيل b (1.44 مغ/غ وزن رطب) في نباتات الفريز المدروسة.

2- تفوقت معاملة التفاعل بين الأوكسين (IAA) بتركيز 50 ppm والزنك ($ZnSo_4$) بتركيز 0.5 غ/ل في زيادة محتوى الماء النسبي (92.37 %) ومحتوى الأوراق من الكلورفيل a والكاروتينات (3.64، 1.09 مغ/غ وزن رطب على التوالي)، والفوسفور (0.52 %).

3- لوحظ التأثير الإيجابي لمعاملة التفاعل بين الأوكسين بتركيز 25 ppm والزنك بتركيز 1 غ/ل في تحسين قطر الثمار (3.37 سم).

6. التوصيات:

1- رش نباتات الفريز بخليط من الأوكسين (IAA) بتركيز 50 ppm والزنك ($ZnSo_4$) بتركيز 1 غ/ل لتحسين المعايير الفيزيولوجية والكيميائية بالإضافة لصفات وجودة ثمار الفريز.

2- يفضل إضافة عنصر الزنك ($ZnSo_4$) إلى نباتات الفريز رشاً على الأوراق بتركيز 1 غ/ل بسبب صعوبة الحصول على هذا العنصر من التربة، وكذلك الرش بالأوكسين (IAA) بتركيز 50 ppm لتحسين المعايير الفيزيولوجية والكيميائية بالإضافة لصفات وجودة الثمار.

7. المراجع:

1. Bakshi, P., Jasroyia, A., Wali, V. K., Sharma, A., Bakshi, M., and Kumar, R., (2013). Pre-harvest application of iron and zinc influences growth, yield, quality and runner production of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Chandler. Indian Journal of Agricultural Sciences, 83(6): 0–0.

2. Barker, A. V., (2006). Nickel. In: (eds.) Barker, A. V. and Pilbeam, D. J. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press.

3. Barrs, M. W., and Weatherley, S. R., (1962). Salinity in irrigated agriculture. Irrigation of Agricultural Crops, Amer. Soc. Agron. Monograph, 30: 1089-1142.

4. Barwary, N. I., Nabi., H. S., and Atrushy, S. M., (2018). Effect of Foliar Application of GA3 and Zinc on Growth, Yield and Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Tioga. Kufa Journal for Agricultural Science, 10(3): 1-15.

5. Beerh, O. P. and Siddappa, G. S., (1959). A rapid spectrophotometric method for the detection and estimation of adulterants in tomato ketchup. Food Technology, 13: 414-418.

6. Benne, R., (1983). Erdbeere, Rationell produzieren. VEB. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

7. Bowler, C., Vancamp, W., Vanmontagu, M., Inzé, D., and Asada, K., (1994). Superoxide dismutase in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(3): 199-218.

8. Carvajal, M., Cooke, D. T., and Clarkson, D. T., (1996). Responses of wheat plants to nutrient deprivation may involve the regulation of water-channel function. Planta 199:372–378.

9. Chaturvedi, O. P., Singh, A. K., Tripathi, V. K., and Dixit, A. K., (2003). Effect of zinc and iron on growth, yield and quality of strawberry cv. Chandler. Acta Hort., 696: 237-240.

10. Civello, P. M., Powell, A. L., Sabehat, A., and Bennett, A. B., (1999). An expansin gene expressed in ripening strawberry fruit. Plant Physiology, 121(4): 1273-1279.

11. Clarkson, D. T., Carvajal, M., Henzler, T., Waterhouse, R. N., and Smyth, A. J., (2000). Root hydraulic conductance: diurnal aquaporin expression and the effects of nutrient stress. J. Exp. Bot., 51: 61–70.

12. Debnath, S. C., Siow, Y. L., Petkau, J., An, D., and Bykova, N. V., (2012). Molecular markers and antioxidant activity in berry crops: Genetic diversity analysis. Canadian journal of plant science, 92(6): 1121-1133.

13. Devlin, R. M., (1975). Plant Physiology. third Edition. Van. D Nostrand Company. New York.

14. Graham, R. D., Ascher, J. S., and Hynes, J. S., (1992). Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils low in zinc status. Plant and Soil, 146: 241-250.

15. Hopkins, W. G., and Hüner, N. P. A., (2004). Introduction to Plant Physiology, 3rd Edition. John Wiley and sons. Inc. 111 River street, Hoboken, NJ, 07030. USA.

16. Jones, J. B., Wolf, B., and Mills, H. A., (1991). Methods of Elemental Analysis (Chapter 4) pp27-38. In: Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. 183 Paradise Blvd., Suite 108, Athens, Georgia.

17. Kaur, B., Kaur, A., and Kaur, K., (2018). Influence of various growth regulators and $cacl_2$ on yield and quality in strawberry cv. Chandler. American Journal of Research, 8: 4-14.

18. Kaya, C., Tuna, A. L., and Yokas, I., (2009). The role of plant hormone in plants under salinity stress. In: Ashraf, M., Ozturk, M. A. and Athar, H. R., EDS. Salinity and water stress: improving crop efficiency. Tasks for vegetation sciences, 34(44): 45-49.

19. Kessel, C., (2006). Strawberry Diagnotic workshops: Nutrition. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

20. Kjeldahl, C., (1883). A new method for the determination of nitrogen in organic matter. Z Anal Chem, 22, 366.

21. Lieten, F., (2003). Zinc Nutrition of strawberries grown on Rock wool. Acta Hort., 866(1): 1133-1136.

22. Mehraj, H., Hussain, M. S., Parvin, S., Roni, M. Z. K., and Jamal-Uddin, A. F. M., (2015). Response of repeated foliar application of boron-zinc on strawberry. Int. J. Expt. Agric., 5(1): 21-24.

23. Mengel, K., and Kirkby, E. A., (2001). Principles of plant Nutrition, 5th edition 15BN 0-7973-7150-x.

24. Morgan, L., (2005). Hydroponic strawberry production. (NZ) LTD, Pp, 120.

25. Pahlow, M., (2004). Das grosseBuch der Heilpflanzen, Weltbild Verlag: Augsburg, 123-125.

26. Palei, S., Das, A. K., Sahoo, A. K., Dash, D. K., and Swain, S., (2016). Influence of plant growth regulators on strawberry (Fragaria x ananassa) cv. Chandler under Odisha condition. International Journal of Recent Scientific Research, 7(4): 9945-9948.

27. Poovaiah, B. W., and Veluthambi, K., (1985). Auxin-regulated invertase Activity in strawberry fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110(2): 258-261.

28. Pua, E. C., and Davey, M. R., (2007). Biotechnology in agriculture and forestry. Transgenic crops, V. Springer Berlin Heidelberg, 60: 309-328.

29. Ranji, G., and Das, P., (2003). Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: 1- Zinc. Agronomic, 23: 3-11.

30. Shangguan, Z. P., Lei, T. W., Shao, M. A., and Xue, Q. W., (2005). Effects of phosphorus nutrient on the hydraulic conductivity of sorghum (*Sorghum vulgare* Pers.) seedling roots under water deficiency. J. Integr. Plant Biol., 47: 421–27.

31. Techawongstein, S., (1989). The effect of naa on fruit quality of strawberry (*fragaria x ananassa* duch) cv. Tioga. Kaenkaset=khonkaen. Agriculture Journal, 17(1): 30-35.

32. Tendon, H. L. S., (1993). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization, New Delhi. India. 2 edition. Pp, 138.

33. Torronen, R., and Maatta. K., (2002). Bioactive substances and health benefits of strawberries. Acta Horticulturae, 576: 797-803.

34. Vanstraelen, M., and Benkov, G. E., (2012). Hormonal interactions in the regulation of plant development. Annual Review of Cell and Developmental Biology, 10: 463-487.

35. Verma, D. P., (1997). Balanced fertilisation for sustainable productivity of tea. Fertilizer News, 42(4): 113-125.

36. Whitaker, V. M., Santos, B. M., and Peres, N. A., (2012). University of Florida strawberry cultivars. University of Florida IFAS Extension HS1199, 1-4.

37. Wilkins, M. B., (1984). Advanced Plant Physiology. Pitman publishing Limited, 128 Long Acre, London WC2E 9AN. U.K.

38. Wright, K. P., and Kader, A. A., (1997). Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. Postharvest Biology and Technology, 10(1): 39-48.