تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في بعض صفات النمو والإنتاجية للذرة الصفراء

أ. د. جورج غندور[1] د. فادي عباس [2] عزيزة محمد الحسين [3]

(1) أستاذ مساعد في قسم علم الحياة بكلية العلوم، جامعة حمص.
(2) مدير بحوث، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز حمص.
(3) طالبة ماجستير، قسم علم الحياة، كلية العلوم جامعة حمص.

الملخص:

نفذ البحث خلال العام 2023 في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بهدف دراسة تأثير الرش بخل الخشب والتسميد المعدني في بعض صفات النمو والإنتاجية للذرة الصفراء (غوطة-82). صممت التجربة وفق تصميم القطاعات المنشقة لمرة واحدة حيث توضعت معاملات التسميد المعدني في القطع الرئيسة، ومعاملات الرش بخل الخشب في القطع المنشقة من الدرجة الأولى، وبثلاثة مكررات.

أظهرت النتائج تفوق معاملة الرش بخل الخشب 6 مل/لتر ثلاث رشات قبل الإزهار في جميع المؤشرات المدروسة، كما تفوقت معاملة التسميد المعدني 100% من التوصية السمادية على المعاملة 50%، وبالنتيجة حققت التسميد المعدني 100% مع الرش بخل الخشب 6 مل/لتر أفضل القيم، حيث بلغ متوسط ارتفاع للنبات 185.95 سم، وعدد الأوراق في النبات 15.92 ورقة/نبات، ومساحة المسطح الورقي 7016 سم^2/نبات، محتوى الكلوروفيل أ 43.87 ملغ/غ والكلوروفيل ب 13.18 ملغ/غ، مما أدى إلى زيادة متوسط وزن 100 حبة والذي بلغ

29.52 غ والغلة الحبية 8363 كغ/هكتار. كما أظهرت النتائج أنه يمكن توفير 50 % من الأسمدة المعدنية مقابل الرش بخل الخشب بتركيز 6 مل/لتر بمعدل ثلاث رشات قبل الإزهار.
الكلمات المفتاحية: خل الخشب، التسميد المعدني، صفات النمو، الإنتاجية، الذرة الصفراء.

The Effect of Wood Vinegar and Mineral Fertilizer Treatments on some Maize Growth and Yield Traits

Abstract:

The research was carried out during the year 2023 at the Scientific Agricultural Research Center in Homs, General Commission for Scientific Agricultural Research, to study the effect of spraying with wood vinegar and mineral fertilization on some growth and yield characteristics of corn crop (Ghouta-82). The experiment was designed according to a split plot design, where mineral fertilization treatments were placed in the main plots, and wood vinegar spraying treatments were placed in the split plots, with three replicates.

The results showed that the treatment of spraying with wood vinegar 6 ml/L three sprays before flowering was superior in all the indicators studied, and the mineral fertilization treatment of 100% of the fertilizer recommendation was superior to the treatment of 50%. As a result, the treatment of the 100% recommendation with spraying with wood

vinegar 6 ml/L achieved the best values. The average of plant height was 185.95 cm, the number of leaves in the plant was 15.92 leaves/plant, the leaf area was 7016 cm^2/plant, the content of chlorophyll A was 43.87 mg/g and chlorophyll B was 13.18 mg/g, which led to an increase in the average weight of 100 grains, which amounted to 29.52 g and grain yield 8363 kg/ha. The results also showed that 50% of mineral fertilizers can be saved compared to spraying with wood vinegar at a concentration of 6 ml/liter at a rate of three sprays before flowering.

Keywords: Wood vinegar, mineral fertilization, growth traits, yield, corn.

المقدمة والدراسة المرجعية:

تُعد الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) من أهم محاصيل الحبوب الغذائية في العالم والتي تنتمي إلى العائلة النجيلية Poaceae والقبيلة Maydeae التي تضم عدداً من الأجناس. وتأتي بعد القمح Wheat (*Triticum* spp)، والأرز Rise (*Oryza sativa* L.) من حيث المساحة المزروعة والإنتاج الكلي. غير أنها تشغل المرتبة الأولى من حيث مردودية وحدة المساحة. إذ ساعدت زراعتها في تشكيل حياة مستقرة في المكسيك وأمريكا الوسطى، وشكلت مصدراً مهماً للمواد الكربوهيدراتية لسكان المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمناطق الدافئة في العالم [2]

تنتشر زراعة الذرة الصفراء في بيئات متباينة، وتمتد على منطقة واسعة من العالم، من خط العرض 58 شمالاً في كندا وتمتد جنوباً عبر المنطقة الآسيوية ثم المعتدلة الجنوبية حتى خط عرض 45 جنوباً، وضمن مناطق معدل هطولها المطري يتراوح بين (250–1500) مم سنويا، ويعود السبب في ذلك إلى التباينات الوراثية الموجودة في هذا النوع، وقدرته على تطوير تراكيب وراثية جديدة متأقلمة مع المناطق المتباينة [3]

تعد الذرة الصفراء من النباتات المحبة للضوء لذلك تنمو وتنجح في المناطق ذات الإضاءة الكافية، ونظراً لإنتاجها الخضري الكبير فهي تحتاج إلى إضاءةٍ جيدة خاصة في مرحلة النمو الخضري، هذه الإنتاجية اليخضورية العالية عائدة إلى شدة التمثيل الضوئي فيها والذي يتطلب إضاءة كافية، والذرة الصفراء من نباتات النهار القصير التي تعطي إنتاجاً ثمرياً في ظروف النهار القصير وهي حساسة جداً للفترة الضوئية، والأصناف المتأخرة النضج تعتبر أصنافاً مثالية للإضاءة المنخفضة والتي لا تنتج إلا عندما يميل النهار للقصر في أواخر الصيف أما في فترة النهار الطويل فتطول فترة النمو الخضري عند هذه الأصناف، أما الأصناف مبكرة النضج والمتوسطة فمتلائمة مع ظروف النهار الطويل[16] والذرة الصفراء بشكل عام يمكن أن تنمو وتتطور في مدى واسع من الظروف المناخية[14].

تعتبر الذرة الصفراء المقوم الأساسي للغذاء البشري على مستوى العالم، يتناولها الإنسان مباشرة إما مسلوقة أو مشوية أو مقلية، كما يستخدم دقيق الذرة في صناعة بعض أنواع الفطائر، وأحياناً يُخلط دقيق الذرة مع دقيق القمح بنسبة 20 – 30% لصناعة الخبز [6]، من جهة أُخرى يُعد محصول الذرة الصفراء أحد أهم المحاصيل الحبية الصناعية [28]، حيث يصنع من حبوبه النشاء والبيرة والدبس والأمصال السكرية والمطاط والأدوية والصمغ، ويستخرج الكحول والدكسترينات، كما تستخدم سيقان نباتات الذرة في صناعة الورق والبلاستيك، ويعد كل جزء من أجزاء النبات ذا أهمية اقتصادية، وللذرة الصفراء أهمية كبيرة في تغذية الماشية، كعلف أخضر أو سيلاج، أضف لذلك حبوبها الغنية ببادئات البيتا كاروتين التي تساهم في توليد فيتامين A، بالإضافة إلى محتواها من النشاء الذي تشكل نسبته 73% والبروتين 9% والزيت 4% ومكونات أخرى (أميلاز، اميلوبكتين، ومعادن متعددة...)، تصل نسبتها إلى 14% [15]،

كل ذلك يجعل حبوب الذرة الصفراء مصدر مهم للطاقة الحيوية يفوق ما تحتويه حبوب القمح والرز [19]، ونظراً لأهميتها يستخدم ما يزيد عن 42% من الإنتاج العالمي من حبوب الذرة الصفراء في تغذية الحيوانات، وتتوقع منظمة الأغذية والزراعة العالمية FAO أن يزداد الطلب على الذرة من 165 مليون طن في الوقت الحالي إلى 400 مليون طن في العام 2030 [20].

أشارت إحصائيات المنظمة العربية للتنمية الزراعية لعام 2020 إلى أنَّ المساحة المزروعة بالذرة الصفراء في الوطن العربي لعام 2019 بلغت 1496.84 ألف هكتاراً، وبلغ الإنتاج من الحبوب 7157.68 ألف طناً، بمردود وسطي قدره 4782 كغ.هكتار$^{-1}$. وتأتي مصر في مقدمة الدول العربية من حيث المساحة والغلة والإنتاج.

تطورت زراعة الذرة الصفراء في القطر العربي السوري بشكل كبير خلال السنوات الماضية نظراً لزيادة الطلب عليها، وأهميتها في تغذية الإنسان والحيوان والصناعات الغذائية، فكانت المساحة المزروعة في أواخر السبعينيات بحدود 30 ألف هكتار، ثم ازدادت نظراً لدخولها في الزراعة التكثيفية حتى بلغت 74450 هكتاراً عام 1997، وبعد ذلك أخذت المساحة بالانخفاض والتذبذب حتى وصلت إلى 56516 هكتاراً عام 2004 وأنتجت 210166 طناً بمردود 3719 كغ/هـ. أمّا في العام 2010 فقد بلغت المساحة المزروعة 37918 هكتاراً أنتجت 133101 طناً بمردودية 3510 كغ/هـ. وفي عام 2022 قدرت المساحة المزروعة بـ 91835 هكتاراً، أعطت 535718 طناً من الحبوب، بمردود 5833 كغ/هـ [5].

يعد خل الخشب Wood vinegar أو حمض البيرولينوس هو سائل عضوي يتم الحصول عليه عن طريق تكثيف وفصل الغاز الناتج أثناء الانحلال الحراري والكربنة للكتلة الحيوية [17] فهو مزيج من مختلف المواد العضوية وخاصة الأحماض العضوية والفينولات. ويتكون خل الخشب أساساً من الماء (80–90 %) مع كمية كافية من المركبات العضوية (10–20%) تتضمن أكثر من 200 مادة كيميائية تحتوي على حمض الخليك كمكون رئيسي

[23]. وكذلك الألدهيدات والكيتونات والكحول والاسترات والعناصر المعدنية مثل البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم والحديد[11].

تم استخدام خل الخشب حديثا كسماد ورقي ومنظم لنمو النبات، وذكرت العديد من الدراسات دوره في مقاومة الظروف البيئية غير المواتية مثل ارتفاع وانخفاض الحرارة والجفاف [30; 8 ;26]

درس [22] تأثير معاملة حبوب الذرة بعدة مركبات عضوية من ضمنها خل الخشب فوجد تحسن نسبة الإنبات وتماثل في نمو البادرات، حيث كان طول ووزن الجذور والبادرات متماثل بعد 10 و 20 يوم من الزراعة، وبالتالي حسنت المعاملة من صفات النمو وإنتاجية النبات.

أشارت العديد من الدراسات إلى دور خل الخشب في تعزيز نمو النبات وتحسين إنتاجيته [21 ; 13; 24; 7]

وجد أن خل الخشب عند استخدامه بنسبة 1: 300 ماء يمكن أن يزيد كفاءة التمثيل الضوئي بشكل كبير في الأرز وغلته الحبية كما يحسن نسبة البروتين في حبوبه [25;12]

وجد أن رش خل الخشب في درجة حرارة عادية يقلل من عملية فتح المسام على الأوراق وبالتالي يخفف من النتح وبنفس الوقت يزيد من مساحة الورقة والكتلة الحيوية الكلية للنبات كما يعزز من كفاءة استخدام المياه. وتحت ظروف الجفاف أدى استخدام خل الخشب إلى تحسين محتوى البرولين والبروتين القابل للذوبان والسكر الذائب في الأوراق. واستنتج أن خل الخشب يمكن أن يخفف من الإجهاد الناتج عن درجات الحرارة المنخفضة عن طريق تحسين محتوى الإنزيم المضاد للأكسدة والمواد الواقية للنتح وتعزيز كفاءة استخدام المياه [29;10]. ووفقًا لـ [17] فإن خلط خل الخشب مع الأسمدة التجارية بشكل متناسب كان له آثار إيجابية على المحصول الكلي للعديد من النباتات والأرز والقمح والذرة الصفراء وفول الصويا.

درس [1] استجابة محصول الذرة الصفراء (صنف غوطة-82) لعمق الحراثة الشاقة وكمية الآزوت المضافة للتربة الزراعية في منطقة حمص، فوجد تأثير معدل التسميد الآزوتي معنوياً

في مراحل نمو النبات حيث لوحظ زيادة عدد الأيام حتى اكتمال مراحل النمو (الإزهار المذكر والمؤنث والنضج التام) مع زيادة مستوى الآزوت المضاف، حيث حقق المعدل 200 كغ/هـ أعلى القيم بالنسبة لارتفاع النبات وارتفاع العرنوس ومساحة المسطح الورقي والغلة الحبية التي بلغت 6590 كغ/هـ.

درست [4] السلوكية الوراثية لعدة سلالات وهجن مستنبطة من الذرة الصفراء تحت تأثير موعد ومعدل إضافة السماد الآزوتي، فأظهرت النتائج أن معدل التسميد الآزوتي 190 كغ N /هـ حقق أفضل المؤشرات الإنتاجية مقارنةً بالمعدلات الأخرى، والتي انعكست بشكل مباشر على الغلة الحبية للنبات. كما تفوق موعد إضافة الآزوت على مرحلتين بعد الإنبات بأسبوع ويعد ثلاثة أسابيع على الموعد المبكر عند الزراعة معنوياً بزيادة قدرها 3.1% ما يعادل 0.179 طن/هكتار لصفة الغلة الحبية.

بناءً على ما سبق فقد هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الرش بتراكيز مختلفة من خل الخشب مع معدلين للسماد المعدني في بعض صفات النمو والإنتاجية للذرة الصفراء.

مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث خلال العام 2023 في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص. يبين الجدول (1) بعض الظروف المناخية السائدة خلال فترة تنفيذ البحث. وبدراسته نجد أن موقع الدراسة كان حاراً جافاً خلال فترة تنفيذ البحث حيث تراوح متوسط الحرارة العظمى بين 30.30مْ في شهر حزيران و 34.97 مْ في شهر آب، والصغرى بين 18.86 مْ في شهر حزيران و23.00 مْ في شهر آب، وكان الهطول المطري مهملاً. وبشكل عام كانت الظروف مناسبة لزراعة الذرة الصفراء في المنطقة.

الجدول (1) درجات الحرارة العظمى والصغرى والهطول المطري في موقع الدراسة خلال الموسم الزراعي 2023

الشهر	مجموع الهطول المطري ملم	متوسط درجة الحرارة العظمى مْ	متوسط درجة الحرارة الصغرى مْ
حزيران	0	30.30	18.86
تموز	0	34.70	22.20
آب	6.8	34.97	23.00
أيلول	0.7	32.70	20.36

تم تحليل تربة الموقع قبل الزراعة، وأظهرت النتائج (الجدول، 2) أن التربة طينية ذات تفاعل قاعدي، فقيرة المحتوى بالآزوت ومتوسطة المحتوى بالبوتاسيوم وغنية بالفوسفور.

الجدول (2) التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس.

توزع حجم جزيئات التربة			N PPM	P PPM	K PPM	تحليل مستخلص عجينة التربة		
رمل %	سلت %	طين %				حموضة التربة PH	التوصيل الكهربائي ميليموس / سم	كربونات الكالسيوم CaCo3
22.0	20.4	57.6	11.36	12.6	185.6	7.54	0.15	0.421

تم زراعة صنف الذرة الصفراء غوطة-82، وهو صنف ذو نضج متوسط التبكير 120-130 يوم، ونباتاته ذات نمو خضري وطول متوسط. عرانيسه متوسطة الحجم وتستدق في نهايتها وتحتوي على 14-16 صف من الحبوب. الحبوب صفراء منغوزة قليلاً وتتوضع في

النصف الأول من الساق. إنتاجيته بحدود 6-7طن/هكتار وقد يصل في بعض الأحيان 7-9 طن / هكتار. يبلغ معدل البذار للهكتار 35 كغ. وزن الألف حبة 270

معاملات التجربة:

1. معاملات الرش بخل الخشب:

1. معاملة الشاهد بدون رش.
2. الرش بخل الخشب بتركيز 3 مل/لتر.
3. الرش بخل الخشب بتركيز 6 مل/لتر.
4. الرش بخل الخشب بتركيز 9 مل/لتر.

تم الرش بخل الخشب وفق التراكيز المقترحة بمعدل ثلاث رشات الأولى في مرحلة النمو النشط عند تشكل الورقة الخامسة والثانية بعد الرشة الأولى بعشرة أيام والثالثة بعد الرشة الثانية بعشرة أيام.

2. معاملات التسميد المعدني:

1-التسميد NPK 100% من التوصية السمادية (180:150:120) كغ/هكتار.

2- التسميد NPK 50% من التوصية السمادية (90:75:60) كغ/هكتار.

تم إضافة الأسمدة الآزوتية على دفعتين الأولى بعد الإنبات والثانية بعد 3 أسابيع من الأولى أما الأسمدة البوتاسية والفوسفاتية فتم إضافة كامل الكمية قبل الزراعة عند تخطيط الأرض للزراعة.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية بترتيب القطع المنشقة لمرة واحدة حيث توضعت معاملة التسميد المعدني بالقطع الرئيسية، ومعاملات الرش بخل الخشب في القطع المنشقة وبثلاثة مكررات.

عدد القطع التجريبية = 2 للسماد × 4 لخل الخشب × 3 مكررات= 24 قطعة تجريبية.

عدد الخطوط في القطعة 4 خطوط وطول الخط 4 م.

المسافة بين الخطوط 70 سم وبين النباتات على الخط نفسه 25 سم.

مساحة القطعة التجريبية 11.2 م^2.

مساحة التجربة المزروعة فعلاً 11.2 × 24 = 268.8 م^2.

المؤشرات المدروسة:

- **ارتفاع النبات (سم):** تم قياس متوسط ارتفاع النبات من قاعدة النبات عند سطح التربة وحتى بداية قاعدة النورة المذكرة.

- **عدد الأوراق في النبات:** تم عد الأوراق الخضراء مكتملة النمو في مرحلة الإزهار وحساب المتوسط الحسابي لها.

- **مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات** Plant Leaf Area (PLA) (سم^2): تم حساب متوسط مساحة الورقة (سم^2) يدويا لكافة أوراق ثلاثة نباتات باستخدام مسطرة مدرجة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح 0.75 وفق المعادلة التالية:

مساحة الورقة (سم^2) = طول الورقة (سم) × أقصى عرض للورقة (سم) × 0.75

0.75: ثابت تصحيح مساحة الورقة للذرة الصفراء [9].

ومن ثم تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات:

المسطح الورقي الكلي (سم^2/نبات) = مجموع مساحة جميع أوراق النبات.

- **تركيز الكلوروفيل في الأوراق عند الإزهار:** تمت عملية تقدير محتوى الكلوروفيل في الأوراق الخضراء، بعد عملية الطحن، ثم أخذ 1 غ من الأوراق النباتية التي تم سحقها بهاون البورسلان وأضيف إليها 10 مل أسيتون 85 % أولاً ثم أضيف إليها كميات أخرى من الأسيتون حتى الزوال التام للون الأخضر للبقايا النباتية وتحولها للون الأبيض، ثم تم الترشيح في كأس مدرج وأكمل الحجم إلى 100مل بإضافة الأسيتون .

ثم تم القياس باستخدام جهاز Spectrophotometer موديل 001141 على الموجات 663–645 نانومتر، ثم حسبت تراكيز كل من الكلوروفيل a والكلوروفيل b حسب المعادلات التالية:

تركيز الكلوروفيل a: (31.15*OD عند 663)–(9.57*OD عند 645)

تركيز الكلوروفيل b: (44.37*OD عند 645) – (11.89*OD عند 663)

- **وزن 100 حبة (غ): تم** وزن مئة حبة لثلاثة عينات من كل قطعة وحساب المتوسط الحسابي لها.

- **الغلة الحبية: (كغ/هـ):** حسب [27] تم حصاد النباتات الناضجة باليد عندما ظهرت علامات نضج المحصول وذلك عند اصفرار الأوراق والساق وجفاف الحبوب وتصلبها ومقاومتها للضغط بالظفر وظهور طبقة سوداء عند اتصال قمة الحبوب بالقولحة، من ثم تم تقشير العرانيس وتجفيفها بأشعة الشمس ثم فرط الحبوب يدوياً وتذريتها وغربلتها وتنقيتها، ووزنت الحبوب النظيفة 100% بعدها قدرت الغلة الحبية بـ (كغ/هـ) على أساس المحتوى الرطوبي القياسي للبذور 15%.

$$A = Y \times \frac{100 - B\%}{100 - C}$$

حيث أن: C = 15% ، A: وزن الحبوب عند الرطوبة (15%).

Y : وزن الحبوب الحقيقي عند الحصاد.

B% : رطوبة الحبوب بعد الحصاد.

وحسبت رطوبة الحبوب بعد الحصاد وفق المعادلة التالية:

$$\%B = \frac{B_1 - B_2}{B2} \times 100$$

B_1: وزن الحبوب قبل التجفيف. B_2: وزن الحبوب بعد التجفيف. $B_1 - B_2$: وزن رطوبة الحبوب.

النتائج والمناقشة:

1. تأثير معاملة خل الخشب والسماد المعدني في ارتفاع نبات الذرة الصفراء في مرحلة النضج الفيزيولوجي:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة ارتفاع النبات في مرحلة النضج بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات 152.31، 175.27 سم على التوالي.

ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3 ، 6 ، 9) بلغ متوسط ارتفاع النبات (158.60، 174.62، 170.91) سم على التوالي وبنسبة زيادة قدرها (5.01%، 15.62% ،12.97%) مقارنة بالشاهد 151.02 سم وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعدل السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% والرش بالتركيز 6 مل/لتر على باقي التراكيز حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات 185.95 سم بزيادة قدرها (15.44%) مقارنة مع الشاهد 161.07، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى بارتفاع قدره 140.97 سم.

مما تقدم أظهرت النتائج أن الفروق بين معاملتي التسميد المعدني (100%) F1 بلا رشV0 والتسميد (50%) F2 مع الرش بالتركيز 6 مل/لتر كانت غير معنوية وبالتالي يمكن تخفيف نسبة السماد المعدني إلى 50% عند تطبيق معاملة الرش بالتركيز 6 مل/لتر.

الجدول (3) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في ارتفاع النبات في مرحلة النضج (سم)

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	
V0: 0 (con)	161.07	140.97	151.02c

V1: 3 ml/l	171.28	145.93	158.60b
V2: 6 ml/l	185.95	163.28	174.62a
V3: 9 ml/l	182.78	159.04	170.91a
متوسط F	175.27a	152.31b	-
$LSD_{0.05}$ V=6.80 , $LSD_{0.05}$ F=4.81, $LSD_{0.05}$ V*F=9.61 , CV=3.4 %			

2. تأثير معاملة خل الخشب والسماد المعدني في عدد الأوراق في النبات في مرحلة الإزهار:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة عدد الأوراق في النبات بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط عدد الأوراق في النبات 13.65، 14.78 ورقة/النبات على التوالي. ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3، 6، 9) بلغ متوسط عدد الأوراق في النبات (13.86، 15.20،14.99) ورقة/النبات على التوالي وبنسبة زيادة قدرها (8.11%، 18.56%، 1693%) مقارنةً بالشاهد 12.82 ورقة/النبات وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعدل السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% والرش بالتركيز 6 مل/لتر على باقي التراكيز حيث بلغ متوسط عدد الأوراق 15.92 ورقة بزيادة قدرها (20.61%) مقارنة مع الشاهد 13.20، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى معنوياً وبلغت 12.44 ورقة/النبات.

أظهرت النتائج أن الفروق بين معاملتي التسميد المعدني 100 % بلا رش V0 والتسميد 50% مع الرش 3 مل/لتر كانت غير معنوية وبالتالي يمكن تخفيف 50% من السماد المعدني عند تطبيق معاملة الرش. كما تفوقت معاملتي التسميد المعدني 50% مع الرش 6 و 9 مل/ليتر على معاملة التسميد 100% بلا رش.

الجدول (4) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في عدد الأوراق في النبات

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	
V0: 0 (con)	13.20	12.44	12.82c
V1: 3 ml/l	14.26	13.45	13.86b
V2: 6 ml/l	15.92	14.47	15.20a
V3: 9 ml/l	15.75	14.23	14.99a
متوسط F	14.78a	13.65b	-
$LSD_{0.05}$ V=0.625 , $LSD_{0.05}$ F=0.442, $LSD_{0.05}$ V*F=0.884 , CV= 3.6%			

3. مساحة المسطح الورقي:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة مساحة المسطح الورقي بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط مساحة المسطح الورقي 5452، 6736 سم^2/نبات على التوالي. ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3، 6، 9) بلغ متوسط مساحة المسطح الورقي (5988، 6343، 6197) سم^2/نبات على التوالي وبنسبة

زيادة قدرها (2.40%، 8.46%، 5.95%) مقارنةً بالشاهد 5848 سم^2/نبات وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعاملتي السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% والرش بالتركيز 6 مل/لتر على باقي التراكيز حيث بلغ متوسط مساحة المسطح الورقي 7016 سم^2/نبات بزيادة قدرها (9.20%) مقارنة مع الشاهد 6425، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى معنوياً وبلغت 5270 سم^2/نبات.

الجدول (5) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في مساحة المسطح الورقي عند الإزهار(سم^2/نبات)

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	
V0: 0 (con)	6425	5270	5848c
V1: 3 ml/l	6600	5376	5988bc
V2: 6 ml/l	7016	5669	6343a
V3: 9 ml/l	6901	5492	6197ab
متوسط F	6736a	5452b	-
$LSD_{0.05}$ V=255.9 , $LSD_{0.05}$ F=181.0, $LSD_{0.05}$ V*F=361.9 , CV= 3.4%			

تفسر زيادة ارتفاع النبات وعدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي بسبب دور خل الخشب كمخصب عضوي يحتوي كمية من المركبات العضوية تقدر بحدود 10-20%، كما يحتوي على العديد من العناصر المعدنية المغذية مثل البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم والحديد [11]. كما أن خل الخشب يعتبر بمثابة منظم نمو ورقي وله دور في زيادة انقسام الخلايا

والتشجيع على تطاولها والمحافظة على المحتوى الرطوبي في أنسجة النبات واللازم لاستمرار عمليات النمو والتمثيل الضوئي حيث يعمل على التقليل من عملية فتح المسام على الأوراق وبالتالي يخفف من النتح وبنفس الوقت يزيد من مساحة الورقة والكتلة الحيوية الكلية للنبات كما يعزز من كفاءة استخدام المياه. وتتفق هذه النتائج مع [7;30;22].

4. محتوى الكلوروفيل أ في الأوراق في مرحلة الإزهار:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة محتوى الكلوروفيل أ في الأوراق في مرحلة الإزهار بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط محتوى الكلوروفيل أ في الأوراق عند الإزهار 32.62، 40.24 ملغ/غ على التوالي. ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3، 6، 9) بلغ متوسط محتوى الكلوروفيل أ (35.55، 39.56، 37.76) ملغ/غ على التوالي وبنسبة زيادة قدرها (8.23%، 20.41%، 14.94%) مقارنةً بالشاهد 32.85 ملغ/غ، وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعاملتي السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% مع الرش بالتركيز 6 مل/لتر حيث بلغ متوسط محتوى الكلوروفيل أ عندها 43.87 ملغ/غ بزيادة قدرها (19.99%) مقارنة مع الشاهد 36.56 ملغ/غ، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى معنوياً وبلغت 29.14 ملغ/غ.

الجدول (6) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في الكلوروفيل أ في مرحلة الإزهار(ملغ/غ)

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	
V0: 0 (con)	36.56	29.14	32.85d
V1: 3 ml/l	39.67	31.44	35.55c

V2: 6 ml/l	43.87	35.24	39.56a
V3: 9 ml/l	40.85	34.66	37.76b
متوسط F	40.24a	32.62b	–
$LSD_{0.05}$ V= 1.365 , $LSD_{0.05}$ F= 0.965, $LSD_{0.05}$ V*F= 1.930 , CV= 3.1%			

محتوى الكلوروفيل ب في الأوراق في مرحلة الإزهار:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (7) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة محتوى الكلوروفيل ب في الأوراق في مرحلة الإزهار بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط محتوى الكلوروفيل ب في الأوراق عند الإزهار 10.33، 11.75 ملغ/غ على التوالي. ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3، 6، 9) بلغ متوسط محتوى الكلوروفيل ب (10.57، 12.20، 11.38) ملغ/غ على التوالي وبنسبة زيادة قدرها (5.64%، 21.90%، 13.67%) مقارنةً بالشاهد 10.01 ملغ/غ، وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعاملتي السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% مع الرش بالتركيز 6 مل/لتر حيث بلغ متوسط محتوى الكلوروفيل ب عندها 13.18 ملغ/غ بزيادة قدرها (24.69%) مقارنة مع الشاهد 10.57 ملغ/غ، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى معنوياً وبلغت 9.45 ملغ/غ.

الجدول (7) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في الكلوروفيل ب في مرحلة الإزهار(ملغ/غ)

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	

10.01c	9.45	10.57	**V0: 0, con**
10.57c	10.06	11.09	**V1: 3 ml/l**
12.20a	11.22	13.18	**V2: 6 ml/l**
11.38b	10.59	12.17	**V3: 9 ml/l**
–	10.33b	11.75a	**متوسط F**
$LSD_{0.05}$ V=0.599 , $LSD_{0.05}$ F=0.423, $LSD_{0.05}$ V*F= 0.846, CV= 4.4%			

تفسر زيادة محتوى الكلوروفيل في أوراق النبات بسبب دور خل الخشب في عملية تحول النيتروجين إلى بروتين أو أحماض أمينية مما يساعد على سرعة تحسن نمو النباتات من خلال زيادة نسبة الكلوروفيل الذي يحوي في تركيبه النتروجين بالأساس، كما أنه يدخل في بروتينات الأنزيمات ويشكل جزءً أساسياً من الصانعات الخضراء. وبشكل عام ازداد محتوى الكلوروفيل بسبب زيادة مساحة الأوراق وزيادة محتوى النتروجين في الأوراق عند الرش بخل الخشب، ويتفق ذلك مع [18].

5. وزن 100 حبة (غ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (8) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة وزن 100 حبة بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط وزن 100 حبة 27.64، 28.83غ على التوالي. ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3، 6، 9) بلغ متوسط وزن 100 حبة (28.04، 28.70، 28.56) غ على التوالي وبنسبة زيادة قدرها (1.49%،

3.87%، 3.36%) مقارنةً بالشاهد 27.63 غ، وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعاملتي السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% مع الرش بالتركيز 6 مل/لتر حيث بلغ متوسط وزن 100 حبة عندها 29.52 غ بزيادة قدرها (5.77%) مقارنة مع الشاهد 27.91 غ، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى معنوياً وبلغت 27.36 غ.

مما تقدم أظهرت النتائج أن الفروق بين معاملتي التسميد المعدني (100%) F1 بلا رشV0 والتسميد (50%) F2 مع الرش بالتراكيز 3، 6، 9 مل/لتر كانت غير معنوية وبالتالي يمكن تخفيف نسبة السماد المعدني إلى 50% عند تطبيق معاملة الرش بخل الخشب.

الجدول (8) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في وزن 100 حبة (غ)

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	
V0: 0, con	27.91	27.36	27.63b
V1: 3 ml/l	28.56	27.52	28.04ab
V2: 6 ml/l	29.52	27.88	28.70a
V3: 9 ml/l	29.31	27.80	28.56a
متوسط F	28.83a	27.64b	-
$LSD_{0.05}$ V= 1.063, $LSD_{0.05}$ F= 0.751, $LSD_{0.05}$ V*F= 1.503, CV= 3.1%			

6. الغلة الحبية (كغ/هكتار):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (9) وجود فروق معنويةٍ عند ($P\leq0.05$) في صفة الغلة الحبية بين كل من معاملتي التسميد المعدني 50% و100% وتراكيز الرش بخل الخشب والتداخل المشترك بينهما.

لوحظ وجود فروق معنوية في معاملتي التسميد المعدني (50%)F2 و(100%) F1 من التوصية السمادية حيث بلغ متوسط الغلة الحبية 5220، 7044 كغ/هكتار على التوالي. ولدى دراسة تأثير الرش بخل الخشب في كل من التراكيز المدروسة (3، 6، 9) بلغ متوسط الغلة الحبية (5683، 7124، 6660) كغ/هكتار على التوالي وبنسبة زيادة قدرها (12.31%، 40.79%، 31.62%) مقارنةً بالشاهد 5060 كغ/هكتار، وحقق التركيز 6 مل/لتر أعلى متوسط مقارنة مع باقي التراكيز.

أما عند دراسة التأثير المشترك لمعاملتي السماد وتركيز الرش تفوقت معنوياً معاملة التسميد المعدني 100% مع الرش بالتركيز 6 مل/لتر حيث بلغ متوسط الغلة الحبية عندها 8363 كغ/هكتار بزيادة قدرها (49.25%) مقارنة مع الشاهد 5607 كغ/هكتار، في حين كانت معاملة التسميد 50% بلا رش (الشاهد) الأدنى معنوياً وبلغت 4513 كغ/هكتار.

مما تقدم أظهرت النتائج أن الفروق بين معاملتي التسميد المعدني (100%) F1 بلا رشV0 والتسميد (50%) F2 مع الرش بالتركيز 6 مل/لتر كانت غير معنوية وبالتالي يمكن تخفيف نسبة السماد المعدني إلى 50% عند تطبيق معاملة الرش بخل الخشب 6 مل/لتر، والمحافظة على غلة حبية مثلى.

الجدول (9) تأثير المعاملة بخل الخشب والسماد المعدني في الغلة الحبية (كغ/هكتار)

الرش بخل الخشب V	معاملة التسميد F (NPK)		متوسط V
	F1:180-150-120	F2:90-75-60	
V0: 0, con	5607	4513	5060d
V1: 3 ml/l	6395	4971	5683c
V2: 6 ml/l	8363	5886	7124a

V3: 9 ml/l	7810	5510	6660b
متوسط F	7044a	5220b	-
$LSD_{0.05}$ V= 199.2 , $LSD_{0.05}$ F= 281.7, $LSD_{0.05}$ V*F= 398.3 , CV= 3.8%			

زادت إنتاجية الذرة الصفراء عند المعاملة بخل الخشب، ويعود ذلك لدوره في تحسين مواصفات النمو الخضري (الجداول، 3-7)، ويتفق ذلك مع العديد من الدراسات التي أشارت إلى دور خل الخشب في تعزيز نمو النبات وتحسين إنتاجيته [24;13;21;25;22]

الاستنتاجات والمقترحات:

- تفوقت معاملة الرش بخل الخشب 6 مل/لتر بمعدل ثلاث رشات قبل الإزهار وكانت الفروق بينها وبين التركيز الأعلى 9 مل/لتر غير معنوية في أغلب الصفات.
- حقق التداخل (معاملة التوصية السمادية 100% مع الرش بخل الخشب 6 مل/لتر) أفضل القيم، حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات 185.95 سم، وعدد الأوراق في النبات 15.92 ورقة/نبات، ومساحة المسطح الورقي 7016 سم^2/نبات، محتوى الكلوروفيل أ 43.87 ملغ/غ والكلوروفيل ب 13.18 ملغ/غ، مما أدى إلى زيادة متوسط وزن 100 حبة والذي بلغ 29.52 غ والغلة الحبية 8363 كغ/هكتار.
- أظهرت النتائج أن الفروق بين معاملتي التسميد المعدني 100 % بلا رشV0 والتسميد 50% مع الرش 6 مل/لتر كانت غير معنوية وبالتالي يمكن تخفيف 50% من السماد المعدني عند تطبيق معاملة الرش.

بناءً على ما سبق نقترح ما يلي:

- للحصول على أعلى طاقة إنتاجية لصنف الذرة الصفراء غوطة-82 يجب الرش بخل الخشب ثلاث مرات قبل الإزهار بتركيز 6 مل/لتر مع التسميد بكامل الاحتياجات السمادية NPK (120-150-180).
- لترشيد استخدام الأسمدة المعدنية ينصح بتوفير 50% من الأسمدة المعدنية اللازمة للذرة الصفراء والرش بخل الخشب 6 مل/لتر مع المحافظة على إنتاجية مقبولة.

المراجع:

1-الأسيود، حسام (2022). استجابة محصول الذرة الصفراء لعمق الحراثة الشاقة وكمية الآزوت المضافة للتربة الزراعية في منطقة حمص. أطروحة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية. جامعة البعث، 119 ص.

2-حياص، بشار؛ مهنا، أحمد (2007). إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، القسم النظري، منشورات جامعة البعث-كلية الزراعة،340 ص.

3-عبد الحميد، عماد؛علي ديب، طارق (2004). إنتاج محاصيل الحبوب وتكنولوجيتها. منشورات جامعة تشرين، ص 400.

4-العلي، سمر (2022). السلوكية الوراثية لصفة الغلة الحبية ومكوناتها لهجن من الذرة الصفراء تحت معاملات زراعية مختلفة. أطروحة دكتوراه، كلية الهندسة الزراعية. جامعة البعث، 198 ص.

5-المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. سورية.

6-معلا، محمد يحيى ونزار علي حربا. (2005). تربية المحاصيل الحقلية. القسم النظري. منشورات جامعة تشرين.

7-Benzon, H.R.L., M.R.U. Rubenecia, V.U. Ultra Jr. and S.C. Lee. (2015). Chemical and biological properties of paddy soil treated with herbicides and pyroligneous acid. J Agric Sci.7(4):20-29. doi:10.5539/jas.7(4): 20.

8-Dissatian, A.; Sanitchon, J.; Pongdontri, P.; Jongrungklang, N.; Jothityangkoon, D. (2018). Potential of wood vinegar for enhancing seed germination of three upland rice varieties by suppressing malondialdehyde production. J. Agric. Sci. 40, 371-380.

9-El-Sahookie, M.M. (1985). A short Method for estimating plant leaf area in maize. Journal of Agronomy and Crop Science 154: 157-160.

10-Gourkhede, P.H.; Patil, V.D.; Pathrikar, D.T. (2017). Effect of foliar feeding of gluconate and EDTA chelated plant nutrients on yield, quality and nutrient concentration in Bt cotton. Cotton Res. Dev. Assoc. 31, 74-81.

11-Grewal, A.; Abbey, L.; Gunupuru, L.R. (2018). Production prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. J. Anal. Appl. Pyrolysis. 135, 152-159.

12-Jeong, K.W.; Kim, B.S.; Ultra, V.U.; Lee, S.C. (2015). Effects of Rhizosphere Microorganisms and Wood Vinegar Mixtures on Rice Growth and Soil Properties. *Korean J. Crop. Sci.*, *60*, 355-365.

13-Kang, M.Y., K.H. Heo, J.H. Kim, S.S. Cho, P.D. Seo, C.M. Rico and S.C. Lee. (2012). Effects of carbonized rice hull and wood charcoal mixed with pyroligneous acid on the yield, and antioxidant and nutritional quality of rice. Turk J Agric For. 36: 45-53.

14-Khodarahmpour, Z.; Ifar, M.; Motamedi, M. (2012). Effects of NaCl salinity on maize (Zea mays L.) at germination and early seedling stage. African Journal of Biotechnology 11, 298-304.

15-Laurie, C. C.; S. D. Chasalaw.; J. R. Ledeaux.; R. Mc. Carrolla.; D. Bush.; B. Hang.; C. Lai.; D. Clark.; T. R. Rocheford and J. W. Dudely. (2004). The genetics architecture of response to long- term artificial selection for oil concentration in maize kernel. Genetics.168 2141-2155.

16-Mostafavi KH, Sadeghi Geive H, Dadresan M, Zarabi M (2011). Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (*Zea mays* L.). Int. J. AgriSci. 1 (2):10-18.

17-Mungkunkamchao, T.; Kesmala, T.; Pimratch, S.; Toomsan, B.; Jothityangkoon, D. (2013). Wood vinegar and fermented bioextracts: Natural products to enhance growth and yield of tomato (Solanum lycopersicum L). Sci. Hortic. 154, 66–72.

18-Myint, A., T. yama Kawa, Y. Kajihara and T. Zenmoy. 2010. Application of different organić and mineral fertilizers on the growth Yield and nutrient accumulation of rice in a japanese ordinary paddy field. Sci. Word.J.5(2):47-54.

19-Okporie, E. O. and I. U. Obi. (2020). Estimation of genetic grain in protein and oil of eight population of maize (*Zea mays* L.) after three cycles of Reciprocal Recurrent selection. J. of. Agric. Sci 20: 40-45.

20-Paliwal, R. L.; G.Grandos.; H. R. Laffitte and A.D. Violic. (2000).Tropical maize improvement and production .FAO. Plant. Prod. and. Prot. Series. No.28.

21-Prasertsit, K., N. Rattanawan and J. Ratanapisit. (2011). Effects of wood vinegar as an additive for natural rubber products. Songklanakarin J. Sci. Technol. 33(4):425-430.

22-Rocha LV, Digma GL (2022) Growth and Yield of White Corn (Zea mays L.) as Affected by Growth Enhancer. Agrotechnology. 11:289.

23- Rose H. L. Benzon and Lee Sang Chul (2016). Potential of Wood Vinegar in Enhancing Fruit Yield and AntioxidantCapacity in Tomato. Korean J. Plant Res. 29 (6):704-711.

24- Rui, Z., D. Wei, Y. Zhibin, Z. Chao, and A. Xiaojuan. (2014). Effects of wood vinegar on the soil microbial characteristics. J Chem Pharma Res. 6(3):1254-1260.

25-Simma, B.; Polthanee, A.; Goggi, A.S. (2017). Wood vinegar seed priming improves yield and suppresses weeds in dryland directseeding

26-Sun, R.; Cheng, G.; Li, Q.; He, Y.; Wang, Y.; Lan, Y.; Li, S.; Zhu, Y.; Song, W.; Zhang, X (2017). Light-induced variation in phenolic compounds in cabernet sauvignon grapeseeds (Vitis vinifera L.) involves extensive transcriptome reprogramming of biosynthetic enzymes transcription factors and phytohormonal regulators. Front. Plant Sci. 8, 547.

27-Tikhanov A.B (1979). Khakasberekaioshe Abrabotka Botshfe B Odesske Oblacte,Odessa,Maiak,186p.11-12p.

28-Unay, A.; H. Basal and C. Konak. (2004) . Inheritance of Grain yield in half – Diallel maize population. Turk. J. Agri. 28 239-244.

29-Yu, L.; Lin, A.; Li, T.; Yuan, L.; Zhao, Q. (2014). Effects of spraying low molecular organic compounds on growth and nutrients uptake of rape (*Brassica Chinensis* L.). J. Plant Nutr. Fertil. 20, 1560-1568.

30-Zhu, K.; Liu, J.; Luo, T.; Zhang, K.; Khan, Z.; Zhou, Y.; Cheng, T.; Yuan, B.; Peng, X.; Hu, L. (2022). Wood Vinegar Impact on the Growth and Low-Temperature Tolerance of Rapeseed Seedlings. Agronomy, 12, 2453.