

كفاءة الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في تحفيز انبات ونمو بادرات نبات فول الصويا *Glycine max L.* ومحتواها البروتيني

غادة علي مهدي *

رنا طارق يحيى **

قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

قسم الفيزياء الحياتية/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

p-ISSN: 1608-9391
e-ISSN: 2664-2786

Article information

Received: 24/ 5/ 2022

Accepted: 2/ 7/ 2022

DOI: 10.33899/rjs.2022.175399

corresponding author:

رنا طارق يحيى

dranaaltaee@uomosul.edu.iq

المخلص

اعطت نتائج هذه الدراسة نظرة علمية حول دور الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (ZnO) في انبات بذور ونمو بادرات نبات فول الصويا *Glycine max L.* عند زراعتها على وسط Murashige and Skoog الصلب والمدعم بتركيز (0، 20، 40، 60، 80، 100 مايكروغرام/ مل) من تلك الدقائق كعوامل محفزة. وأظهرت النتائج تفوق التركيز 40 مايكروغرام / مل في نسبة إنبات البذور البالغة 100% بعد 7 أيام مقارنة مع وسط MS لوحده (المقارنة) الذي اعطى نسبة انبات بلغت 75% بعد 15 يوما كما شجع ذات التركيز في الحصول على أفضل معدل طول لمجموعتي السيقان والجذور البالغة 10 و12 سم على التوالي بالمقارنة مع معدل اطوالها للبادرات النامية على وسط MS المقارنة وبمعدل اطوال بلغت 6 و8.5 سم للسيقان والجذور على التوالي وكذلك انعكس هذا التحفيز للدقائق النانوية لأوكسيد الزنك على معايير النمو والانقسام للخلايا من خلال محتوى الخلايا من البروتين الكلي ومحتوى الاحماض النووية DNA و RNA لخلايا البادرات والذي تزايد مع وجود هذه الدقائق وبالأخص عند التركيز 40 مايكروغرام / مل اذ بلغ محتوى الخلايا البروتيني 1.92 مايكروغرام/ غم وبمحتوى DNA و RNA 12.45 و 99.43 مايكروغرام /غم على التوالي بالمقارنة مع نسبها في خلايا البادرات النامية على وسط MS المقارنة.

الكلمات الدالة: الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك، فول الصويا *Glycine max L.*، المحتوى البروتيني.

المقدمة

يعد نبات فول الصويا *Glycine max* L. من نباتات العائلة البقولية Leguminosae الأكثر انتشارًا وأهمية من الناحية الاقتصادية ويعتبر من المحاصيل الصناعية والغذائية المهمة إذ يتميز عن بقية البقوليات باحتوائه على جميع الأحماض الأمينية الأساسية الضرورية لبناء البروتين (Lee et al., 2019 ؛ عبود وآخرون، 2021). يتكون زيت بذور فول الصويا من حوالي 20٪ من إجمالي تركيبة البذور، مما يساهم بأكبر تركيز من الزيت عند مقارنته بأي بقوليات غذائية ومع ذلك، فإن تركيز الزيت يعتمد كليًا على منطقة النمو والصنف والعديد من العوامل البيئية (Shorma et al., 2018 ؛ Nabila, 2021). وللنبات جذرا رئيسيا وتديا قويا ومجموعة من الجذور الثانوية وتنمو على الجذور عقد جذرية تعمل على تثبيت النتروجين الجوي (N_2) اما بالنسبة للسيفان فتكون مختلفة قوية او ضعيفة رفيعة، قائمة او نصف قائمة او مفترشة ويتم تكوين البذور خلال 30 - 40 يوماً، وتصبح ناضجة عندما يتحول لون الأوراق إلى الأصفر ثم تتساقط على الأرض، تخرج الأزهار من إباط الأوراق ويكون عددها بين 3-5 ويصل أحيانا الى أكثر من 20 زهرة وليس لها رائحة لذلك لا تجلب الحشرات إليها وتلقيحها ذاتي (Dinesh et al., 2013 ؛ Kumar et al., 2011). تتكون تركيبة الأحماض الدهنية لمعظم بذور فول الصويا من 11٪ حامض البالمتيك، 4٪ حامض دهني، 25٪ حامض الأوليك، 52٪ حامض اللينوليك، و 8٪ حامض اللينولينيك مع 24 من الأحماض الدهنية الأخرى بكميات أقل بكثير (Rivero et al., 2015 ؛ Agarwal et al., 2013).

مصطلح النانو مأخوذ من اللغة اليونانية القديمة وتعني قزم (Nanos) وهو جزء من المليار، ويستخدم النانومتر كوحدة لقياس أطوال الجزيئات الصغيرة جداً التي لا ترى إلا تحت المجهر الإلكتروني، كما يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خواصها الكيميائية، الفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير أحجامها، ويعتني علم النانو بتطبيق استخدامات المواد النانوية في مجالات العلوم المختلفة متضمنة الأنظمة البيولوجية والطبية لخلق مواد ذات مواصفات مميزة حديثة، إذ إن التقنيات الزراعية للمواد النانوية ساعدت على تحسين الانتاج وزيادته (Farooqui et al., 2016) كما زادت الجسيمات النانوية المعدنية من الابيض النتروجيني والتمثيل الضوئي للعديد من النباتات من ضمنها نبات فول الصويا حيث تعمل هذه الدقائق على حماية النبات وتغذيته وتحسين الانتاج والنوعية (Behboudi et al., 2018). إذ تسبب هذه الجزيئات النانوية تغيرات مظهرية وفسيولوجية للنباتات اعتمادا على خصائصها واعتمادا على التركيب الكيميائي والحجم والغطاء السطحي والتركيز والفعالية (Kanishka de Silva et al., 2012) وان تأثيرها يعتمد على نوع النبات كدوره في انبات البذرة ونمو النبات (زيادة الكتلة الحيوية للنبات) ومجموع فروع الخضرية والجذور والتمثيل الضوئي (Ma et al., 2005 ؛ Yahya, 2020) وكذلك التأثير الايجابي للجسيمات النانوية لأوكسيد الزنك (ZnO-NPs) أحد أكثر العناصر النانوية شيوعاً في عدد من النباتات البقولية (Yahya, 2019) وتحسين النمو والإنتاجية في الأنواع النباتية مثل الحمص والقمح وفول الصويا (Yahya and Mohammed, 2019).

مواد وطرائق العمل

تحضير الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك:

جهاز مسحوق الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO > 100 nm بوزن جزيئي 81.39 غم/ مل من شركة Sigma – Aldrich / المملكة المتحدة وحضر التركيز القياسي بإذابة 0.25 غم من مسحوق أوكسيد الزنك في 250 مل من الماء المقطر وحضرت التراكيز المعتمدة في الدراسة 20 ، 40 ، 60 ، 80 ، 100 مايكروغرام / مل.

التعقيم السطحي للبذور وانتاج بادراتها

جهزت بذور نبات فول الصويا *Glycin max* (soybean) L. من وحدة تصنيف البذور / اربيل وعقمت سطحيا بمحلول الكحول الايثيلي 96% لدقيقتين ثم غمرت في 3% من محلول هايبوكلوريت الصوديوم التجاري NaOCl (القاصر) المجهز من شركة بابل لصناعة الصابون والمنظفات / بغداد / العراق بتخفيف 1:1 ، قاصر: الماء، لمدة 15 دقيقة مع الدرج المستمر ثم غسلت بالماء المقطر المعقم ثلاث مرات، جففت البذور على ورق الترشيح المعقم، وزرعت البذور المعقمة سطحياً على سطح 30 مل من وسط MS (Murashige and Skoog, 1962) المدعم باضافة تراكيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (0، 20 ، 40 ، 60 ، 80 ، 100) مايكروغرام / مل، وضعت العينات في غرفة تحضين بظروف الظلام بدرجة 24 ± 2 سيليزية وبعد ظهور الجذير و السويقة الجنينية وتكوين البادرات تم نقل العينات بنفس الظروف ولكن بالتعاقب الضوئي 8 ساعات من الظلام و 16 ساعة ضوء بشدة 1500 لوكس.

انبات البذور ونمو البادرات:

حددت نسبة انبات البذور ومعدل اطوال سيقان وجذور البادرات النامية بعد 20 يوما من زراعة البذور المعقمة، ولوحظ التباين في نمو البذور وانباتها باختلاف تراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO المستخدمة في الدراسة.

تقدير كمية البروتين لبادرات نبات فول الصويا:

تم أخذ 10 غم من المجموع الخضري المفصول من بادرات نبات فول الصويا النامية على وسط MS المستخدم في الدراسة (المقارنة والمعاملة بالتراكيز المستخدمة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك) وسحقت بالهاون الخزفي مع اضافة TCA بتركيز 5% ومن ثم اتبعت الخطوات المقدمة من الباحث Lowry في تقدير البروتينات (Lowry et al., 1951).

تقدير كمية الاحماض النووية لبادرات نبات فول الصويا

اتبعت الطريقة القياسية في تقدير كمية الاحماض النووية الكلية (Cherry, 1962)، و تقدير محتوى خلايا البادرات من الحامضين النوويين RNA و DNA (Giles and Mayer, 1967).

النتائج والمناقشة

انتاج بادرات نبات فول الصويا المعقمة

أظهرت نتائج التعقيم السطحي لبذور نبات فول الصويا بمحلول الكحول الايثيلي 96% ومحلول القاصر التجاري NaOCl كفاءتها بدلالة الحصول على بادرات سليمة وذات حيوية عالية نامية بشكلها الطبيعي من جذور وسيقان وأوراق غير متأثرة بعمليات التعقيم بعد 20 يوما من زراعة البذور المعقمة، اذ ان للمحاليل المعقمة وتركيزها والمدة الزمنية للتعقيم والتوازن فيما بينها دورا بارزا في الحفاظ على حيوية الجزء النباتي والتخلص من الملوثات التي تعيق نمو وتطور الجزء النباتي (Hartmann et al., 2010).

تأثير الجزيئات النانوية لأوكسيد الزنك ZnO-Nps على سرعة وكفاءة انبات بذور فول الصويا:

اظهرت النتائج الدور الايجابي للدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO-NPs وبتراكيزه المستخدمة في الدراسة في تشجيعه إنبات بذور نبات فول الصويا ونمو بادراته عند اضافتها الى وسط MS الصلب بدلالة النسبة المئوية للانبات (الجدول 1). وتوقع التركيز 40 مايكروغرام امل في تحفيزه انبات البذور من خلال سرعة انباتها وبالغلة 7 ايام ونسبة 100% على باقي التراكيز المستعملة مقارنة بوسط MS وحده الذي حفزها بنسبة انبات 75% يليه الوسط الحاوي على 20 % مايكروغرام امل من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في انبات البذور بنسبة 95% ثم يليه باقي التراكيز (الجدول 1). ان التفاعل بين الخلايا النباتية والدقائق النانوية يؤدي الى تغير في التفاعل الكيميائي الحيوي المسؤول عن تنظيم التعبير الجيني وبالتالي يعزز نمو وتطور النبات وفقاً لنوع وتركيز الجسيمات النانوية المستخدمة (Madbouly, 2018). ويمكن ان تعود قدرة الدقائق النانوية بالتراكيز جميعها على

تحفيز الانبات وتسريعه الى التغيرات التي تحدثها هذه الدقائق في المسارات البيوكيميائية المختلفة والتي تؤثر على تنظيم التعبير الجيني المحفز للنمو والانبات (Farooqui et al., 2016). وقد لوحظ أن التراكيز العالية للدقائق النانوية لأوكسيد الزنك المستخدمة 80 و 100 مايكروغرام/ مل كان لها دور تثبيطي وسلبي في انبات ونمو البادرات وينسب انبات بلغت 20 و 30 %. ان الدقائق النانوية تؤثر على النمو وعلى معظم الفعاليات الأيضية في النباتات من خلال التغيرات الناجمة عن الخصائص النانوية مثل الغطاء السطحي والحجم والأهم من ذلك التراكيز المستخدمة في الدراسة (Rajput et al., 2019).

الجدول 1: النسبة المئوية وسرعة الانبات لبذور نبات فول الصويا *Glycine max L.* المزروعة في اوساط MS لوحده والمدعم بالتراكيز المختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك.

وسط MS الصلب المجزأ بإضافة تراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (مايكروغرام/ مل)	النسبة المئوية للإنبات (%)	مدة الانبات (يوم)
0	75 %	15
20	95%	7
40	100%	7
60	60%	12
80	20%	12
100	30%	15

- كل قراءة تمثل معدل 10 مكررات

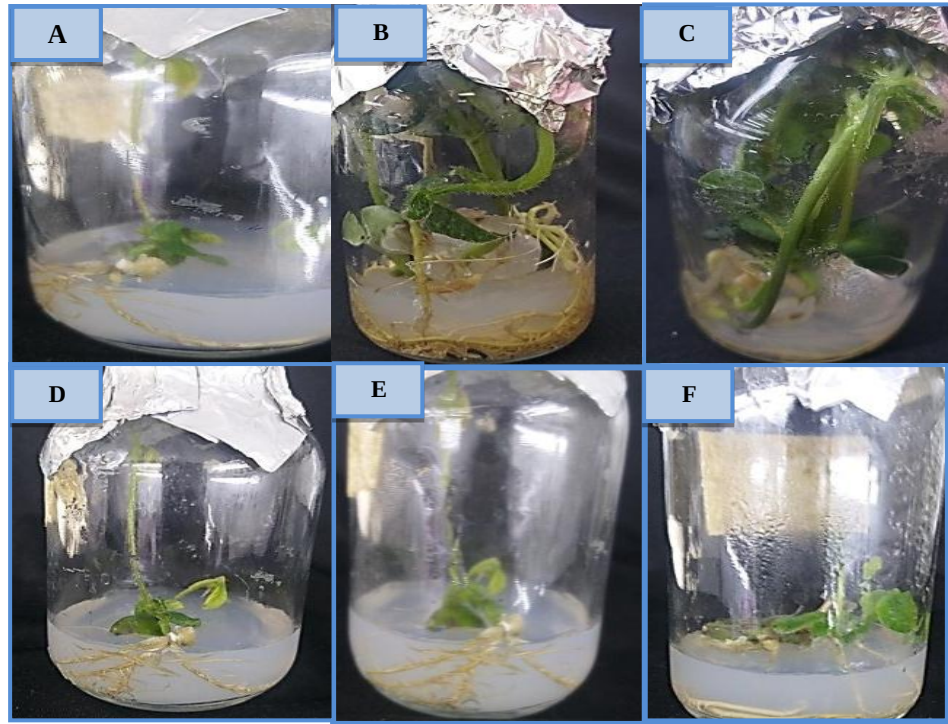
تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في النمو الخضري لبادرات نبات فول الصويا

تشير بيانات (الجدول 2) الى قدرة تراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك المختلفة في تحسين نمو البادرات النامية على الاوساط الحاوية عليها بالمقارنة مع البادرات النامية على الوسط الخالي منها (MS الصلب، المقارنة) من خلال مؤشرات النمو الخضري للبادرات المتمثلة في معدل اطوال الجذور والسيقان المتزايدة بشكل واضح وينسب متباينة بعد 20 يوما.

الجدول 2: تأثير الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في نمو بادرات نبات فول الصويا *Glycine max L.* النامية على وسط MS المدعم بتراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك ZnO-NPs بعد 20 يوما.

الوسط الغذائي (MS) الصلب الحاوي على الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (مايكروغرام امل)	معدل اطوال السيقان (سم)	معدل اطوال الجذور (سم)
0	6	8.5
20	8	12
40	10	15
60	10	8
80	8	7
100	5	7

- كل قيمة في الجدول تمثل معدل 10 مكررات.



الشكل 1: بادرات نبات فول الصويا النامية على اوساط MS الصلب ومزودا بتركيز مختلفة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (مايكروغرام/مل):

A- صفر (المقارنة) B- 20 ، C- 40 ، D- 60 ، E- 80 ، F- 100

اذ سجلت البادرات النامية على وسط MS والمدعم بإضافة 40 مايكروغرام/مل من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك اعلى مؤشرات النمو الخضري، حيث بلغ معدل اطوال السيقان 10 سم بمعدل اطوال الجذور 15 سم بعد 20 يوما الشكل (C-1) ثم يليه وسط MS الحاوي على 20 مايكروغرام / مل اذ شجعت تكوين اوراق للبادرات النامية عليها بمعدل اطوال للسيقان 8 سم وبلغ معدل اطوال جذورها 12 سم الشكل (B-1) في حين تناقصت عدد الاوراق وعدد السيقان واطوالها وعدد الجذور واطوالها في باقي التركيزات المستخدمة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك مقارنة بتلك النامية على وسط MS الصلب وحده والذي بلغ بمعدل اطوال سيقانها 6 سم و وجذوره 8.5 سم الشكل (A-1) ومن المحتمل ان يعود ذلك الى ان للدقائق النانوية تأثيرا " ايجابيا" مباشرا" على النمو ومعظم الفعاليات الايضية للنباتات المختلفة من خلال التغيرات التي تحدث في التعبير الوراثي للنباتات (Nair et al., 2010) كذلك فان هذه الدقائق تمنح قابلية امتصاص الماء من قبل البذور (Zheng et al., 2005) ، وتزيد من مستويات انزيم اختزال النترات وبذلك تشجع قابلية البذور لامتصاص واستهلاك الماء والمخصبات وتحفز من انظمة مضادات الاكسدة للبذور (Khalil and Yahya, 2021 ; Liu et al., 2002).

في حين سجل تناقص ملحوظ في كافة مؤشرات النمو الخضري للأوراق و السيقان والجذور مع تزايد تركيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك الشكل (F، E، D-1). كما اشارت الدراسات الى وجود العديد من المجاميع البروتينية بشكل جسيمات نانوية والمتطلبة بكميات ضئيلة لان تراكيزها العالية يكون له تأثير سلبي في داخل الخلية (الطائي، 2014).

تأثير تراكيز الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك في المحتوى البروتيني والاحماض النووية لبادرات لنبات فول الصويا

أعطت تراكيز الدقائق النانوية المستخدمة دوراً إيجابياً لمحتوى البروتين في البادرات النامية على الاوساط المدعمة بالدقائق النانوية لأوكسيد الزنك بالمقارنة مع محتواه للبادرات النامية على وسط MS الخالي منها وكان أفضل محتوى بروتيني للبادرات النامية على وسط MS بتركيز 40 مايكروغرام امل بلغ 1.92 مايكروغرام/ غم وكذلك في محتوى هذه البادرات من الاحماض النووية DNA و RNA والتي وصلت الى 12.45 و 97.43 مايكروغرام اغم على التوالي (الجدول3). ويعود ذلك الى القابلية المتميزة للدقائق النانوية على اختراق الخلايا واشترائها في مسارات تكوين الفسفور والكبريت وفي تنابغات الحامض النووي DNA وفي عملية تصنيع البروتينات (Jamwal, 2018). كما اشارت الدراسات الى وجود العديد من المجاميع البروتينية التي تسيطر على نشاط الذرات السمية في داخل الخلية وازالة الايض وتكون هذه المعادن في شكل جسيمات نانوية ضرورية بكميات ضئيلة للنباتات لإكمال دورة الحياة وتحفيز مسار التكوين الحيوي للجزيئات الحيوية (Finney and O'Halloran, 2003).

الجدول 3: المحتوى البروتيني والاحماض النووية لبادرات نبات فول الصويا *Glycine max* L. النامية على وسط MS لوحده ومدعما بالتراكيز المستخدمة من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك بعد مرور 20 يوما من النمو

وسط MS الصلب المجهز باضافة الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك (مايكروغرام / مل)	محتوى البروتين (مايكروغرام / غم)	محتوى DNA (مايكروغرام / غم)	محتوى RNA (مايكروغرام / غم)
0.0	0.81	1.32	20.31
20	1.724	7.42	67.31
40	1.92	12.45	97.43
60	1.873	10.12	90.61
80	1.31	6.41	60.45
100	1.12	4.32	30.31

- كل قيمة تمثل معدل 10 قراءات

كذلك حفز التركيز 20 مايكروغرام ١ مل من الدقائق النانوية لأوكسيد الزنك زيادة ملحوظة في محتوى البروتين والاحماض النووية للبادرات النامية في الوسط المزود بهذا التركيز اذ بلغ المحتوى البروتيني لها 1.724 مايكروغرام اغم و 67.31، 7.42 مايكروغرام اغم من الاحماض النووية DNA و RNA على التوالي. في حين تناقصت مؤشرات النمو الثلاثة (محتوى البروتين والاحماض النووية) مع تزايد تراكيز الدقائق النانوية المستخدمة الا انها جميعها كانت اعلى من مقاييسها في عينة المقارنة للبادرات النامية على وسط MS لوحده (الجدول 3). ان الدقائق النانوية تمنح قابلية امتصاص الماء من قبل البذور (Zheng et al., 2005) وتزيد من مستويات اختزال النترات وبذلك تشجع قابلية البذور لامتصاص واستهلاك الماء والمخصبات وتحفز من أنظمة مضادات الأكسدة للبذور (Lu et al., 2002 ; Sarvestani, 2018).

المصادر العربية

الطائي، رنا طارق يحيى (2014). تضمين الدقائق النانوية لأكاسيد النحاس والخراسين في بادرات وكالس نبات الخرنوب البري. اطروحة دكتوراه، قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الموصل.
عبود، وفاء هاشم؛ الحمدان، محمود؛ حياص، بشار (2021). تأثير التسميد في بعض مؤشرات النمو والانتاج لنوعين من فول الصويا في ظروف محافظة حمص. مجلة جامعة البعث. 43(18).

المصادر الأجنبية

- Agarwal, D.; Billore, S.D.; Sharma, A.N.; Dupare, B.U.; Srivastava, S.K. (2013). Soybean: introduction, improvement, and utilization in india—problems and prospects. *Agric. Res.*, **2**(4), 293-300.
- Behboudi, F.; Kassaei, M.; Sarvestani, T. (2018). Evaluation of chitosan nanoparticles effects with two application method on wheat under drought stress. *J. Plant Nutrition.*, **42**(13), 1439-1451.
- Cherry, J.H. (1962). Nucleic acid determination in storage tissue of higher plants. *Plants Physiol.*, **37**, 670-678.
- Dinesh, K.; Agarwal, S.D.; Billore, A.N.; Sharma, B.U.; Dupare, S.K. (2013). Soybean: introduction, improvement, and utilization in India—problems and prospects. *Srivastava Agric. Res.*, **2**(4), 293–300.
- Farooqui, A.; Tabassum, H.; Ahmad, A.; Mabood, A.; Ahmad, A.; Ahmad, I.Z. (2016). Role of nanoparticles in growth and development of plants. *Int. J. Pharm. Bio. Sci.*, **7**(4), 22 – 37.
- Finney, L.A.; O'Halloran, T.V.O. (2003). Transition metal speciation in the cell: insights from the chemistry of metal ion receptors. *Sci.*, **300**, 931-936.
- Giles, K.W.; Mayer, A. (1967). "Determination of DNA Concentration with Diphenylamine Reagent., Method of Enzymol". Academic Press., New York., 163 p.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, I.T.; Geveve, R.L. (2010). "Plant Propagation Principle and Practices". 7th ed., Pearson Education, Inc., New York.
- Jamwal, K.; Bhattacharya, S.; Puri, S. (2018). Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. *J. Ap. Res. Med. Aromat. Plants*, **9**, 26-38.
- Kanishka de Silva, K.; Alexandru S.; Biris, A.S.; Dervishi, E.; Villagarcia, H. (2012). Carbon nanotubes induce growth enhancement to tobacco cells. *ACS. Nano.*, **6**, 2128-2135.
- Khalil, A.M.; Yahya, R.T. (2021). Efficiency of zinc oxide nanoparticles as a plants growth enhancer to *Linum usitatissimum* L. seedlings. *Turk. J. Physio. Rehab.*; **32**(3), 12090-12095.
- Kumar, V.; Rani, A.; Goyal, L.; Pratap, D.; Billore, S.D.; Chauhan, G.S. (2011). Evaluation of vegetable – type soybean for sucrose, taste-related amino acids, and isoflavones contents. *National J. Food Properties.*, **14**, 1142-1151.
- Lee, S.; Van, K.; Sung, M.; Nelson, R.; Jonathan LaMantia, J.; Leah, K. McHale, M. A.; Rouf, M. (2019). Genome-wide association study of seed protein, oil and amino acid contents in soybean from maturity groups I to IV. *Theoretical and Appl. Genet.*, **132**, 1639–1659
- Liu, V.M.; Xq, C.L.; Weber, C.; Lee, Y.; Brown, J.; Liu, R. (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of vaspberries. *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 2926-2930.
- Lowry, O.H.; Rosebrough, N.J.; Farr, A.L.; Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the folin – phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275.
- Lu, C.M.; Zhang, C.Y.; Wen, J.Q.; Wu, G.R.; Tao, M.X. (2002). Research of the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of *Glycine max* and its mechanism. *Soya Bean Sci.*, **21**:168-172.
- Ma, X.; Richter, A.R.; Albers, S.; Burken, J.G. (2005). Phytoremediation of MTBE with hybrid poplar trees. *Internat. Phytoremed.*, **6**, 157-167.
- Madbouly, A.K. (2018). Nanoparticles as novel plant growth promoters. *Novel Res. Microbiol. J.*, **2**(4), 61-64.
- Murashige, T.; Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, **15**, 473-479.
- Nabila, E.A. (2021). Studies on the best time for cultivation and production of vegetable soy bean under Egyptian condition. *EGY. J. Apple. Sci.*, **36**(5-6).
- Nair, R.; Varghese, S.H.; Nair, B.G.; Maekawa, T.; Yoshida, Y.; Kumar, D.S. (2010). Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Sci.*, **179**, 154–163.

- Rajput, V.; Minkina, T.; Sushkova, S.; Behal, A.; Maksimov, A.; Blicharska, E.; Ghazaryan, K.; Movsesyan, H.; Barsova, N. (2019). ZnO and CuO Nanoparticles: A threat to soil organisms, plants, and human health. *Environ. Geochem. Health.*, **42**(1), 147–158.
- Rivero, E.; Costa, F. M.; Watanabe, E. O.; Hori, C.E. (2015). Study of soybean oil extraction with supercritical CO₂ : effect of temperature on the yield and fatty acids composition. *Blucher Chem. Engineer. Proceed.*, **1**(3).
- Sarvestani, T. (2018). Evaluation of chitosan nanoparticles effects with two application methods on wheat under drought stress. *J. Plant Nutrition.*, **42**(13), 1439-1451.
- Shorma, V.; Kumari, S.; Sharma, S.; Jadon, V. (2018). Speed sterilization in soybean for establishment of Aseptic cultures. *J. Emerging Technol. Innovative Res.*, **5**(12).
- Yahya, R.T. (2020). Morphological and physiological response of *Lupinus albus*. plants tissues for treatment to zinc oxide nanoparticle. *Plant Archives.*, **20**(1), 3465-3468.
- Yahya, R.T. (2019). Effect of copper oxide nanoparticles in some biomolecules content of *Vicia faba* L. plants tissues. *Eco. Environ. and Cons.*, (S9-S13).
- Yahya, T.R.; Mohammed, A.A. (2019). “Role of Zinc Oxide (ZnO) Nanoparticles in Germination and Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Plant Seedlings Under Water Stress Effect. Proceeding of 6th international Conference of Biotechnology, Environment and Engineering Sciences (ICBEI), Alexandria-Egypt.
- Zheng, L.; Hong, F.; Lu, S.; Liu, C. (2005). Effect of nano-TiO₂ on strength of naturally aged seeds and growth of spinach., *Biol. Trace Elem. Res.*, **4**(1), 82-93.

Efficiency of Zinc Oxide Nanoparticles in Stimulating Germination and Seedling Growth of Soybean Plant *Glycine max* L. and its Protein Content

Ghada A. Mahdi*

Rana T. Yahya**

*Department of Biology/ College of Science/ University of Mosul

**Department of Biophysics/ College of Science/ University of Mosul

ABSTRACT

The results of this study gave a scientific view about the role of zinc oxide nanoparticles (ZnO) in the seeds germination and seedlings growth of soybean (*Glycine max* L.) when placed on the surface of solid Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with concentrations (0, 20, 40, 60, 80, 100µg/ml) of those nanoparticles as stimulating factors. The results showed that the concentration of 40 µg/ml was superior to the percentage of germination of the growth seeds after 7 days which was 100 % at compared to the MS medium alone (control) which gave a percentage of germination of 75% after 15 days and also encouraged the same concentration to obtain the best length of the stems and roots groups at 10, 12 cm respectively, compared to the average lengths of seedlings growing on the control medium, with average lengths of 6 and 8.5 cm for stems and roots respectively. Also, this stimulation of zinc oxide nanoparticles was reflected on the growth and division parameters of cells through the protein content and DNA and RNA content of seedling cells, which increased with the presence of these nanoparticles, especially at a concentration of 40 µg /ml, as the protein content of cells reached 1.92 µg\ gm and with DNA, RNA contents 12.45 and 99.43 µg /gm respectively, compared to their ratios in seedling cells growing on MS medium.

Keywords: Zinc oxide nanoparticles, soybean, *Glycine max* L., protein content.