تأثير مستخلص طحلب *Spirogyra fluviatilis* على الفطر الممرض *Aspergillus carbonarius*

فردوس مصطفى كورجك[1*] وسيراؤوس يوسف محمد[2]

(1) قسم علوم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية؛ (2) قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.

[*]البريد الإلكتروني للباحث المراسل: frdous.korjak@damascusuniversity.edu.sy

الملخص

كورجك، فردوس مصطفى وسيراؤوس يوسف محمد. 2026. تأثير مستخلص طحلب *Spirogyra fluviatilis* على الفطر الممرض *Aspergillus carbonarius*. مجلة وقاية النبات العربية، 44(1):68–73. https://doi.org/10.22268/AJPP-001376

جُمع طحلب *Spirogyra fluviatilis* من منطقة دير العصافير في غوطة دمشق، ريف دمشق، وأجري الاستخلاص بمذيبات مختلفة (الماء المقطر، الميثانول والكلوروفورم) وحُسب المحتوى الكلي من الفينولات والفلافونويدات في جميع المستخلصات. دُرس تأثير التراكيز المتدرجة للمستخلصات على نمو الفطر *Aspergillus carbonarius*، وكان أعلى محتوى من الفينولات والفلافونويدات في مستخلص الميثانول 236.6±0.89 و86.47±0.14 مغ/غ، على التوالي. بلغت أعلى نسبة تثبيط 81.05% لمستخلص الميثانول عند التركيز 100 مغ/مل، وكانت أقل نسبة تثبيط 67.89% لمستخلص الماء عند التركيز 60 مغ/مل.

كلمات مفتاحية: *Spirogyra fluviatilis*، *Aspergillus carbonarius*، فينولات، فلافونويدات.

المقدمة

تعدّ الطحالب أحياء دقيقة ذاتية التغذية وتستعمل من قبل الإنسان كمصدر للغذاء وفي أعلاف الحيوانات، إضافة لاستعمالها في صناعة الأدوية نظراً لاحتوائها على الألياف والبروتينات والكاروتينويدات والأحماض الدهنية (Fayaz *et al*., 2005)، وتنتج الطحالب مركبات نشطة حيوياً كالفينولات والفلافونويدات والتي تظهر نشاطاً مضاداً للأكسدة وكمضادات للفطور والجراثيم (Thomas & Kim, 2013؛ Soares *et al*., 2012). كما تحوي مواد تحفز الحماية ضدّ الإصابات الفيروسية والفطرية والجرثومية في النباتات (Shannon & Abu Ghannam, 2016).

ينتمي طحلب *Spirogyra* إلى طحالب المياه العذبة الخضراء الخيطية قسم Chlorophyta، رتبة Zygnematales، فصيلة Zygnemataceae (Wongsawad & Peerapornpisal, 2015). لفت طحلب *Spirogyra* انتباه الباحثين لمحتواه من المواد الكيميائية التي تمنع نمو الأحياء الدقيقة (Trochine *et al*., 2011).

تعدّ أمراض النبات، وبخاصةٍ تلك التي تسببها الفطور، من العوامل الرئيسة في إنتاج وجودة المحاصيل (Sagar *et al*., 2020). إنّ من بين هذه الفطور الممرضة فطر *Aspergillus carbonarius*، والذي يتصف بميسيليوم لونه أسود غامق مكسوٍّ بخيوط بيضاء رقيقة وبحافة بيضاء واسعة. وغالباً ما يكون فطر *A. carbonarius* مسؤولاً عن تحلل العديد من الفواكه الطازجة بعد الحصاد، بما في ذلك العنب والخوخ والكمثرى والحمضيات والدراق، وكذلك الحبوب والقهوة والمكسرات، ويخترق الفطر الثمار خلال جروح وكدمات الحصاد (Maor *et al*., 2021).

يُنتج فطر *A. carbonarius* الأوكراتوكسين A (OTA) في العنب والفواكه المجففة والنبيذ (Gil-Serna *et al*., 2018)، وهو ميكوتوكسين معروف على نطاق واسع في الأغذية والأعلاف، بما في ذلك منتجات الحبوب والعنب والقهوة والكاكاو والمكسرات والفواكه المجففة واللحوم المقددة (Ferrara *et al*., 2021)، كما يسبب الأوكراتوكسين A العديد من الآثار الصحية السلبية عند الإنسان والحيوان، بما في ذلك السرطان والتسمم الكلوي والتشوهات الخلقية والتسمم المناعي وقد يسبب السمية العصبية (Kontaxakis *et al*., 2020)، وكذلك اكتشفت نسب من OTA في حبوب الذرة والقمح والرز وكذلك في العنب المجفف وعصير العنب (Abarca *et al*., 2003).

إن المواد الكيميائية المستعملة كمبيدات للآفات لحماية المحاصيل، تسبب تلوثاً للبيئة ولها تأثيرات حيوية غير مرغوبة على الإنسان والحيوان، إلّا أنه يمكن التغلب على التأثير السام لهذه المواد الكيميائية من خلال البحث المستمر عن مبيدات جديدة أكثر أماناً، والتي تعدّ فعالة وصديقة للبيئة (Mohana *et al*., 2011).

https://doi.org/10.22268/AJPP-001376
© 2026 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

تأتي أهمية هذا البحث بأنه الأول في سورية لدراسة تأثير خلاصات طحلب *S. fluviatilis* في نمو فطر *Aspergillus carbonarius* . لذلك هدف هذا البحث إلى الكشف الكمي عن الفينولات والفلافونويدات في مستخلص الميثانول والكلوروفورم لطحلب *S. fluviatilis* وكذلك دراسة تأثير مستخلصات الطحلب *S. fluviatilis* على الفطر الممرض *Aspergillus crbonarius*.

مواد البحث وطرائقه

جمع العينات وتحضير المستخلصات

جُمعت عينات طحلب *S. fluviatile* باستعمال شبكات بلاستيكية قطر ثقوبها 1 مم من أحواض اسمنتية سعة 8000 و 10000 ليتر ماء متجددة باستمرار من ينابيع ارتوازية تستعمل لسقاية المزروعات موجودة في أراضي زراعية في منطقة دير العصافير في غوطة دمشق في ريف دمشق خلال شهري تموز/يوليو وآب/أغسطس من عام 2022. تم التعرف على عينات الطحالب من خلال الصفات الشكلية/المورفولوجية المجهرية (أبعاد الخلية، أبعاد البيضة الملقحة، عدد الصانعات الخضراء). جُففت العينات ضمن فرن عند حرارة 50°س في مختبر الدراسات العليا في قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة دمشق، ثُم طُحنت إلى مسحوق ناعم. أخذ وزن 10 غ من مسحوق الكتلة الجافة ووُضعت في زجاجة سعة 250 مل، وأُضيف 100مل من المذيب (ماء مقطر، الميثانول 100%، كلوروفورم 100%)، كلاً على حدة، عُرضت للأمواج فوق الصوتية لمدة 60 دقيقة عند درجة حرارة ثابتة بلغت 35°س لإزالة جدر الخلايا وزيادة مردود الاستخلاص (Champa *et al.*, 2016). نُقلت الزجاجيات إلى هزازة لمدة 48 ساعة عند 140 دورة/دقيقة عند درجة حرارة الغرفة (Klavina & Kviesis, 2015). رُشحت العينات ثم أزيل المذيب باستعمال المبخر الدوار عند درجة حرارة 70°س، ثم وضعت في حاضنة هزازة عند درجة حرارة 40°س لإزالة بقايا المذيب. تمّ الحصول على مستخلصات مائية جافة ومستخلصات ميثانولية وكلوروفورمية لزجة، ثم حُفظت المستخلصات في عبوات زجاجية عند درجة حرارة 0°س.

قياس محتوى الفينول الكلي

استعملت طريقة فولين سيكالتيو (Folin cicaltio) لتقدير الفينولات الكلية (Singleton *et al.*, 1999) حيث تمّ أخذ 0.01 غ من مسحوق المستخلص المائي للطحلب وتمّ حلّها في 10 مل من الماء المقطر و 0.01 غ من مستخلصي الميثانول والكلوروفورم اللزجين، كلٌّ على حدة، وتمّ حلّها في 10 مل ميتانول، أُخذ منها 1 مل وأُضيف إليها 4.8 مل ماء مقطر و0.2 مل كاشف الفولين و4 مل كربونات الصوديوم 7.5% (Shaghaghi *et al.*, 2008 ؛AlHafez *et al.*, 2014). تمّ قياس الامتصاصية الضوئية للعينات على طول موجة 760 نانومتراً، وحُدّد تركيز الفينولات الكلية في العينة بإسقاط قيمة امتصاصية العينة على المنحنى العياري الخطي لحمض الغاليك (Gallic acid) في إيتانول 70% بعدة تراكيز (0–150 مغ/ل)، وقدّرت التراكيز مغ/غ مكافئ من حمض الغاليك من مستخلص الميثانول الجاف.

قياس محتوى الفلافونويدات

تم حلّ 0.01 غ من المستخلص الميثانولي الجاف في 10 مل ميثانول وأخذ 1 مل وأكمل الحجم إلى 10 مل. أخذ 2 مل من المحلول الممدد وأضيف إليه 0.1 مل كلوريد الألمنيوم و 0.1 مل خلات البوتاسيوم و 2.8 مل ماء مقطر. وضع المحلول في الظلام لمدة 30 دقيقة. قيست الامتصاصية عند طول الموجة 415 نانومتراً. تمّ تحديد تركيز الفلافونوئيدات الكلية في العينة بإسقاط قيمة الامتصاصية السابقة على المنحنى العياري الخطي للكيرستين Quercetin، تم رسم منحني قياسي للكيرستين باستعمال عدة تراكيز من 0–120 مغ/ل، وقدّرت التراكيز مغ/غ مكافئ من الكيرستين من المستخلص الميثانولي الجاف (Chang *et al.*, 2002).

تقدير الفعالية الحيوية

تمّ الحصول على عزلة مشخصة من الفطر *Aspergillus carbonarius* من مختبرات الدراسات العليا في قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة دمشق. تمّ اختبار النشاط المضاد عن طريق إضافة 1 مل من كل مستخلص (ماء، ميثانول، كلوروفورم) ولكلّ تركيز 60، 80 و 100 مغ/ل إلى 19 مل وسط Sabouraud dextrose agar (SDA) عند درجة حرارة 45°س قبل صبّها في أطباق بيتري قطرها 9 سم. تُركت الأطباق حتى تتصلب ولُقحت بالفطر عن طريق وضع قرص قطره 5 مم من مشيجة الفطر بعمر 24 ساعة في وسط كل طبق، وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة (Yousif *et al.*, 2014).

استعمل الـ DMSO كـ مُحل للمستخلصات وكشاهد سلبي. وضعت الأطباق في حاضنة خاصة للفطور عند درجة حرارة 28°س لمدة 3 أيام في الظلام. تمّ قياس نمو الفطور (قطر المستعمرة) وحسبت نسبة التثبيط وفق المعادلة التالية (Harlapur *et al.*, 2007):

$$\text{النسبة المئوية للتثبيط} = \frac{\text{قطر مستعمرة الشاهد} - \text{قطر مستعمرة عينة الاختبار}}{\text{قطر مستعمرة الشاهد}} \times 100$$

التحليل الإحصائي

أُجريت الدراسة الإحصائية بأخذ ثلاثة قياسات للتجربة الواحدة، واستخدام برنامج SPSS 25 لمعالجة البيانات إحصائياً وتحليلها، كما اعتمد اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه Two Way ANOVA وذلك لدراسة تأثير الخلاصات (الماء، الميثانول، الكلوروفورم) والتراكيز المختلفة على النسب المئوية لتثبيط الفطر، كما أُستعمل أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% لتحديد معنوية الفروق بين المعاملات.

النتائج والمناقشة

محتوى الفينولات الكلية والفلافونويدات

بيّنت النتائج اختلاف مردود الاستخلاص باختلاف نوع المذيب وكان أعلى مردود للماء المقطر حيث بلغ 18.37% من الوزن الجاف للطحلب، وذلك لأن الماء مذيب قطبي يحلّ معظم المركبات، وبلغ المحتوى الكلي للفينولات 236.6±0.89، 201.95±2.42 و 74.01±2.43 مغ/غ في مستخلصات الميثانول، الماء والكلوروفورم، على التوالي. وكان محتوى الفلافونويدات 86.47±0.14، 43.313±0.74 و24.37±0.11 مغ/غ في مستخلصات الميثانول، الماء والكلوروفورم، على التوالي.

يختلف محتوى الفينولات في طحلب *Spirogyra* تبعاً للنوع المدروس، فقد أشار Mridha *et al.* (2017) عند دراسة النوعين *S. triplicate* و *S. hymerae* أن محتوى الفينولات قد بلغ 134.23±4.45 و 107.29±3.25 مغ/غ للنوعين على التوالي، في المستخلص الميثانولي، وكان محتوى الفينولات أقل من تلك القيم في دراسة أخرى (Junthip *et al*., 2013). واختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة أخرى من حيث محتوى الفلافونويدات (Kosasu *et al*., 2015). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين متوسطات المحتوى الكلي للفينولات عند مستوى احتمال 0.05 (جدول 1).

جدول 1. متوسط مردود الاستخلاص ومتوسط تركيز الفينولات والفلافونويدات في المستخلصات المختلفة للطحلب *S. fluviatilis*.

Table 1. Mean extraction rate and mean concentration of phenols and flavenoids in the different concentrations of *S. fluviatilis* extracts.

المستخلص	مردود الاستخلاص (%) Extraction rate (%)	التركيز (مغ/غ) Concentration (mg/g)	
	Extract	الفينولات الكلية Total phenols	الفلافونويدات الكلية Total flavonoids
ماء	Water	0.71±18.37	2.42±201.95	0.74±43.313
ميثانول	Methanol	0.3±13.86	0.89±236.60	0.14±86.47
كلوروفورم	Chloroform	0.25±6.96	2.43±74.01	0.11±24.37

يعود ارتفاع نسبة الفينولات والفلافونويدات في مذيبي الميثانول والماء لكفاءتهما في استخلاصها فهي أكثر انحلالية في المذيبات القطبية (Hapsari *et al*., 2022). وربما يعود اختلاف النسب مع الدراسات المرجعية إلى اختلاف الأنواع والعوامل البيئية كدرجة الحرارة والشدة الضوئية وخصائص المياه لكونها تؤثر في معدل إنتاج الفينولات من خلال تنشيط وتثبيط الإنزيمات المسؤولة عن العمليات الحيوية (Lobiuc *et al*., 2023).

الفعالية الحيوية لمستخلصات طحلب *S. fluviatilis* على الفطر *A. carbonarius*

أظهرت النتائج (جدول 2) النسبة المئوية لتثبيط نمو مستعمرات فطر *A. carbonarius* باستعمال تراكيز متدرجة 60، 80 و 100 مغ/مل من مستخلصات الماء، الميثانول والكلوروفورم لطحلب *S. fluviatilis*، حيث بلغت أعلى نسبة تثبيط عند التركيز 100 مغ/مل لكل المستخلصات. بلغت نسبة التثبيط لمستخلص الميثانول 81.05، و79.47% لخلاصة الكلوروفورم و73.68% لخلاصة الماء، وكانت أقل نسبة تثبيط عند التركيز 60 مغ/مل لجميع المستخلصات (جدول 2).

قد يعود نشاط المستخلصات المضاد للفطور إلى وجود مواد كيميائية كالفينولات والفلافونويدات والتربينوئيدات التي تؤثر على عمليات الاستقلاب ونمو المشيجة الفطرية، كما تثبط الإنزيمات من خلال أكسدة المركبات فيها بحيث يمكن أن يكون لها تأثير منشط أو مثبط على نمو الفطور وفقاً لتكوينها وتركيزها (Castillo *et al*., 2012؛ Yu *et al*., 2009)، إذ أن النشاط المضاد للفطور لمركبات الفينولات يرتبط بشكل إيجابي بمحبتها للدهون وكراهية الماء وبنيتها الفراغية فتؤثر في وظيفة البروتين الدهني في الغشاء الخلوي فيسبب تثبيط النمو (Dambolena *et al*., 2012؛ Pizzolitto *et al*., 2015).

جدول 2. نسبة تثبيط الفطر الممرض *Aspergillus carbonarius* باستعمال تراكيز مختلفة لمستخلص طحلب *S. fluviatilis*.

Table 2. Inhibition rate of the pathogenic fungus *Aspergillus carbonarius* by using different concentrations of *S. fluviatilis* extracts.

نسبة تثبيط المستخلصات (%) Extracts inhibition rate (%)			تركيز المستخلص (مغ/مل)
الكلوروفورم Chloroform	الميثانول Methanol	الماء Water	Extract concentration (mg/ml)
72.63	75.78	67.89	60
76.84	77.89	70.00	80
79.47	81.05	73.68	100
2.97	3.32	4.21	$LSD_{0.05}$

توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما أشار إليه Vehapi *et al.* (2020) إذ بلغت نسبة تثبيط نمو المستعمرة، عند استعمال المستخلص الميتانولي للطحالب الخضراء عند التركيز 100 مغ/مل، 53.3 و 36.3% لكلٍّ من الفطرين *A. niger* و *P. expansum*، على التوالي. كما بينت دراسة حديثة لـ Aljbori & Hussein (2023) كفاءة جزيئات الفضة النانوية الحيوية المصنعة محلياً بواسطة طحالب *Spirogyra* في تثبيط إنتاج الأفلاتوكسينات (Aflatoxins) بواسطة الفطر *A. flavus*. كذلك أشار Marrez *et al.* (2019) إلى تأثير مستخلصات ثنائي إيتيل الإيتر والميثانول والماء لطحلب *Scenedesmus obliquus* على تثبيط أنواع من الفطور، ومنها *A. carbonarius*. أكدت نتائج الدراسة الإحصائية، بناءً على العينة المتوفرة، وجود فروق معنوية بين متوسطات نسب التثبيط تبعاً للمستخلصات الثلاثة (الماء، الميثانول والكلوروفورم). كما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين متوسطات نسب التثبيط بالنسبة إلى التراكيز المختلفة (60، 80 و 100) عند مستوى احتمال 5% (جدول 2).

Abstract

Korjak, F.M. and S.Y. Mohammad. 2026. Effect of *Spirogyra fluviatile* Alga Extract on *Aspergillus carbonarius* Pathogenic Fungus. Arab Journal of Plant Protection, 44(1):68-73. https://doi.org/10.22268/AJPP-001376

S Spirogyra. fluviatilis was collected from the Damascus Ghouta region (Deir Al-Asafir), Damascus Countryside governorate. Extraction was carried out using distilled water, methanol and chloroform as solvents. The total content of phenols and flavonoids in all extracts was determined. The effect of different extracts concentrations on *Aspergillus carbonarius* was investigated. The highest content of phenols and flavonoids was found in the methanol extract and reached 236.6±0.89 and 86.47±0.14 mg/g, respectively, and the highest inhibition rate reached 81.05% for the methanol extract at a concentration of 100 mg/ml, and the lowest inhibition rate was 67.89% for the water extract at a concentration of 60 mg/ml.

Keywords: *Spirogyra fluviatilis, Aspergillus carbonarius,* phenols, flavonoids.

Affiliation of authors: *F.M. Korjak[1*] and S.Y. Mohammad[2]. (1) Plant Biology Department, Faculty of Sciences, University of Damascus, Syria; (2) Applied Microbiology Department, Faculty of Sciences, University of Damascus, Syria. [*]Email address of the corresponding author: frdous.korjak@damascusuniversity.edu.sy*

References

المراجع

Abarca, M.L., F. Accensi, M.R. Bragulat, G. Castella and F.J. Cabanes. 2003. *Aspergillus carbonarius* as the main source of ochratoxin A contamination in dried vine fruits from the Spanish market. Journal of Food Protection, 66(3):504-506. https://doi.org/10.4315/0362-028X-66.3.504

Aljbori, N.M. and H.Z. Hussein. 2023. Testing the efficiency of silver nanoparticles manufactured locally by the *Alga Spirogyra* in inhibiting the fungus *Aspergillus flavus* and reduction of Aflatoxin B1. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 1225(1):012062. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1225/1/012062

AlHafez, M., F. Kheder and M. Al-Joubbeh. 2014. Polyphenols, flavonoids and (−)-epigallocatechin gallate in tea leaves and in their infusions under various conditions. Nutrition and Food Science, 44(5):455-463. https://doi.org/10.1108/NFS-10-2013-0119

Castillo, F., C.N. Aguilar, D. Hernández, G. Gallegos and R. Rodríguez. 2012. Antifungal properties of bioactive compounds from plants. Pp. 81–106. In: Fungicides for Plant and Animal Diseases. D. Dhanasekaran (ed.). InTech, Rijeka, Croatia. https://doi.org/10.5772/26598

Champa, P., N. Whangchai, S. Jaturonglumlert, N. Nakao and K. Whangchai. 2016. Determination of phytochemical compound from *Spirogyra* sp. using ultrasonic assisted extraction. International Journal of GEOMATE, 11(24):2391-2396. https://doi.org/10.21660/2016.24.1277

Chang, C.-C., M.-H. Yang, H.-M. Wen and J.-C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3):178-182. https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748

Dambolena, J.S., A.G. López, J. Meriles, M.H. Rubinstein and J.A. Zygadlo. 2012. Inhibitory effect of 10 natural phenolic compounds on *Fusarium verticillioides*: a structure–property–activity relationship study. Food Control, 28(1):163-170. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.008

Fayaz, M., Namitha, K.K. Murthy, K.C. Swamy, M.M. Sarada, R.S. Khanam and G.A. Ravishankar. 2005. Chemical composition, iron bioavailability, and antioxidant activity of *Kappaphycus alvarezii* (Doty). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(3):792-797. https://doi.org/10.1021/jf0493627

Ferrara, M., A. Gallo, C. Cervini, L. Gambacorta, M. Solfrizzo, S.E. Baker and G. Perrone. 2021. Evidence of the involvement of a cyclase gene in the biosynthesis of ochratoxin A in *Aspergillus carbonarius*. Toxins, 13(12):892. https://doi.org/10.3390/toxins13120892

Gil-Serna, J., C. Vázquez, M. González, T. Jaén and B. Patiño. 2018. Wine contamination with ochratoxins: a

review. Beverages, 4(1):6. https://doi.org/10.3390/beverages4010006

Hapsari, S., I. Yohed, R.A. Kristianita, N. Jadid, H.W. Aparamarta and S. Gunawan. 2022. Phenolic and flavonoid compounds extraction from *Calophyllum inophyllum* leaves. Arabian Journal of Chemistry, 15(3):103666. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103666

Harlapur, S.I., M. Kulkarni, S.M.C. Wali and H. Srikantkulkarni. 2007. Evaluation of plant extracts, bio-agents and fungicides against *Exserohilum turcicum* causing turcicum leaf blight of maize. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 20(3):541-544.

Junthip, R., D. Amornlerdpison and T. Chimsook. 2013. Phytochemical screening, antioxidant activity and total phenolic content of *Spirogyra* spp. Advanced Materials Research, 699:693-697. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.699.693

Klavina, L. and J. Kviesis. 2015. Solid phase extraction of bryophyte lipids. Material Science and Applied Chemistry, 32(1):58-67.

Kontaxakis, E., E. Filippidi, A. Stavropoulou, D. Daferera, P.A. Tarantilis and D. Lydakis. 2020. Evaluation of eight essential oils for postharvest control of *Aspergillus carbonarius* in grapes. Journal of Food Protection, 83(9):1632-1640. https://doi.org/10.4315/JFP-19-582

Kosasu, T., A. Wongklom and P. Moonsin. 2015. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of fresh water macroalgae from Ubon Ratchathani, Thailand. Journal of Food Science and Agricultural Technology, (1):207-210.

Lobiuc, A., N.E. Pavăl, I. Mangalagiu, I. Gheorghiță, R. Teliban, G.C. Amăriucăi-Mantu and V. Stoleru. 2023. Future antimicrobials: natural and functionalized phenolics. Molecules, 28(3):1114. https://doi.org/10.3390/molecules28031114

Maor, U., O. Barda, S. Sadhasivam, Y. Bi, E. Levin, V. Zakin and E. Sionov. 2021. Functional roles of LaeA, polyketide synthase, and glucose oxidase in the regulation of ochratoxin A biosynthesis and virulence in *Aspergillus carbonarius*. Molecular Plant Pathology, 22(1):117-129. https://doi.org/10.1111/mpp.13013

Marrez, D.A., M.M. Naguib, Y.Y. Sultan and A.M. Higazy. 2019. Antimicrobial and anticancer activities of *Scenedesmus obliquus* metabolites. Heliyon, 5(3):e01404. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01404

Mohana, D.C., P. Prasad, V. Vijaykumar and K.A. Raveesha. 2011. Plant extracts effect on seed-borne pathogenic fungi from seeds of paddy grown in southern India. Journal of Plant Protection Research, 51(2):101-106. https://doi.org/10.2478/v10045-011-0018-8

Mridha, A., C. Nandi, R. Pal and S. Paul. 2017. Studies on few fresh water green algal species reveals *Spirogyra triplicata* as the repository of high phenolic and flavonoid content exhibiting enhanced anti-oxidant property. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(4):1291-1297.

Pizzolitto, R.P., C. Barberis, J.S. Dambolena, J.M. Herrera, M.P. Zunino, C.E. Magnoli, H.R. Rubinstein, J.A. Zygadlo and M. Dalcero. 2015. Inhibitory effect of natural phenolic compounds on *Aspergillus parasiticus* growth. Journal of Chemistry, 2015:547925. https://doi.org/10.1155/2015/547925

Sagar, A., R.Z. Sayyed, P.W. Ramteke, S. Sharma, N. Marraiki, A.M. Elgorban and A. Syed. 2020. ACC deaminase and antioxidant enzymes producing halophilic *Enterobacter* sp. PR14 promotes the growth of rice and millets under salinity stress. Physiology and Molecular Biology of Plants, 26:1847-1854. https://doi.org/10.1007/s12298-020-00852-9

Shaghaghi, M., J. Manzoori and A. Jouyban. 2008. Determination of total phenols in tea infusions, tomato and apple juice by terbium sensitized fluorescence method as an alternative approach to the Folin–Ciocalteu spectrophotometric method. Food Chemistry, 108(2):695-701. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.008

Shannon, E. and N. Abu-Ghannam. 2016. Antibacterial derivatives of marine algae: an overview of pharmacological mechanisms and applications. Marine Drugs, 14(4):81. https://doi.org/10.3390/md14040081

Singleton, V.L., L. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventós. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299:152-178. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1

Soares, A.R., M.C.S. Robaina, G.S. Mendes, T.S. Silva, L. Gestinari, O.S. Pamplona and M.T.V. Romanos. 2012. Antiviral activity of extracts from Brazilian seaweeds against herpes simplex virus. Revista Brasileira de Farmacognosia, 22(4):714-723. https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000061

Thomas, N.V. and S.-K. Kim. 2013. Beneficial effects of marine algal compounds in cosmeceuticals. Marine Drugs, 11(1):146-164. https://doi.org/10.3390/md11010146

Trochine, C., M. Guerrieri, L. Liboriussen, M. Meerhoff, T.L. Lauridsen, L. Søndergaard and E. Jeppesen. 2011. Filamentous green algae inhibit phytoplankton with enhanced effects when lakes get warmer. Freshwater Biology, 56(3):541-553. https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02521.x

Vehapi, M., A. Koçer, T. Yılmaz and D. Özçimen. 2020. Investigation of the antifungal effects of algal extracts on apple-infecting fungi. Archives of Microbiology, 202(3):455-471. https://doi.org/10.1007/s00203-019-01760-7

Wongsawad, Y. and Y. Peerapornpisal. 2015. Morphological and molecular profiling of *Spirogyra* from northeastern and northern Thailand using inter simple sequence repeat (ISSR) markers. Saudi Journal of Biological Sciences, 22(4):382-389. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.01.003

Yousif, D., Y. Dwish and S.A. Shafiq. 2014. Antifungal activity of algal *Spirogyra* sp. against fungal *Fusarium oxysporum*. World Journal of Pharmaceutical Research, 4(1):1620-1628.

Yu, H., S. Jia and Y. Dai. 2009. Growth characteristics of the cyanobacterium *Nostoc flagelliforme* in photoautotrophic, mixotrophic and heterotrophic cultivation. Journal of Applied Phycology, 21:127-133. https://doi.org/10.1007/s10811-008-9341-5

Received: May 19, 2024; Accepted: November 1, 2024

تاريخ الاستلام: 2024/5/19؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/11/1