ФІТОПАТОГЕННИЙ МІКОБІОМ В УМОВАХ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА СОРТІВ МАЛИНИ (*RUBUS IDAEUS* L.) ДЖОАН ДЖЕЙ І ХІМБО-ТОП

В. О. МІНЕРАЛОВА, аспірантка*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1113-1535>

E-mail: valentinamk@ukr.net,

А. І. ПАРФЕНЮК, доктор біологічних наук, професор

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>

E-mail: vereskpar@ukr.net,

О. І. МІНЕРАЛОВ, науковий співробітник

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6384-1080>

E-mail: mineralovo@gmail.com

Інститут агроекології і природокористування НААН

Анотація. Наведено результати досліджень впливу сортів малини на видовий склад мікроміцетів у ризосферному ґрунті та на вегетативних органах рослин в умовах органічного виробництва. Проаналізовано мікобіоту сортів малини Джоан Джей і Хімбо-Топ протягом онтогенезу рослин і встановлено видовий склад фітопатогенних мікроміцетів у ризосфері та на листках рослин. Виявлено, що в популяції домінують гриби: *Septoria rubi*, *West*, *Botrytis cinerea*, *Pers*, *Aspergillus niger*, *V. Tiegh*, *Alternaria alternata*, (Fr.) Keissl., *Fusarium graminearum*, *Schwabe*, незалежно від фази онтогенезу рослин, які є продуцентами мікотоксинів.

За отриманими результатами досліджень можна допустити, що у фазу висування суцвіть у мікобіоті ризосферного ґрунту і на вегетативних органах рослин малини сортів Джоан Джей і Хімбо-Топ найбільшою конкурентною здатністю характеризуються ізоляти грибів *Septoria rubi* і *Alternaria alternata*.

Доведено значну диференціацію досліджуваних сортів малини за впливом на мікобіоту ризосферного ґрунту та вегетативних органів під час інтенсивного плодоношення. Встановлено, що ізоляти грибів *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* та *Alternaria alternata*, які паразитують на рослинах сорту Хімбо-Топ, характеризуються вищою швидкістю радіального росту міцелію та конкурентною здатністю у порівнянні із тими, що паразитують на сорті малини Джоан-Джей.

Ключові слова: малина, ризосфера, мікобіота, швидкість радіального росту, вегетативні органи рослин, ізоляти, фітопатогени, органічне виробництво

* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор А.І.Парфенюк

Актуальність.

Малина є цінною ягідною культурою, але отримання її високих і сталих врожаїв залежить від зниження втрат, спричинених комплексом шкідливих організмів та збудників хвороб, серед яких значного поширення набули грибні інфекції. Хронічний характер цих захворювань, розмноження малини вегетативним способом, відсутність недостатній контроль хвороб протягом вегетації рослин сприяють накопиченню і розповсюдженню фітопатогенних мікроміцетів. У Лісостепі України малина уражується хворобами, серед яких найбільш поширені антракноз, септоріоз, фузаріоз, альтернаріоз (Hvozdiak, R. I., 2011). Їх масовий розвиток може призводити до втрати плодоносних стебел і пагонів, що значно знижує врожайність. Рослини втрачають стійкість до низьких температур, негативно реагують на посуху ґрунту. Якість посадкового матеріалу погіршується. Врожайність може знижуватись до 40 % (Ostapenko, V. M., et al., 2013). Крім того, збудники зазначених хвороб істотно знижують поживну та товарну якість ягід. Серед них є токсиноутворювальні гриби, які належать до чинників біологічного забруднення біоценозів. Зараз широко розглядається екологічна чистота плодів, а наявність токсиноутворювальних мікроміцетів у агрофітоценозах малини становить потенційну небезпеку накопичення шкідливих метаболітів у рослинній продукції. Зважаючи на це, існує потреба пошуку нових технологій та сортів малини, здатних тривалий період стримувати розвиток фітопатогенних мікроміцетів. Тому досліджували біологічні властивості ізолятів фітопатогенних

мікроміцетів, присутніх у ризосфері і наземних органах вегетації рослин малини ремонтантних сортів іноземної селекції Джоан Джей і Хімбо-Топ протягом онтогенезу рослин.

Метою роботи було визначення впливу ремонтантних сортів малини на чисельність і конкурентну здатність ізолятів фітопатогенних грибів, що паразитують у ризосфері та на вегетативних органах рослин в умовах органічного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вирощування ягідних культур, в тому числі і малини ремонтантної, за органічних технологій на промислових плантаціях передбачає впровадження стійких сортів (Archer, L., et al., 2016, Prakash, B., et al., 2011, Sekizuka, M., 2014, Ternovyi, Yu., et al., 2018, Tolouee van T. M., et al., 2010, Wang, Shiow, Y. & Lin, Hsin-Shan, 2000). Українські вчені підтверджують доцільність оцінювання сортів культурних рослин як екологічного чинника формування фітопатогенного фону, що дає змогу розв'язати проблему контролю чисельності популяцій фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах (Parfeniuk et al., 2015, Parfeniuk et al., 2020). Відомо, що існують сорти і гібриди, що здатні стимулювати, або стримувати інтенсивність спороутворення фітопатогенних грибів на різних етапах онтогенезу (Parfeniuk, A. I. & Beznosko, I. V., 2012). Відомо, що представники *Fusarium spp.* спричиняють патологічні зміни у піддослідних рослин (затримка росту і в'янення), хоча мали лише середній ступінь агресивності і були зараховані до другої групи патогенності (Furtat, I., 2020).

Однак відсутні відомості щодо впливу ремонтантних сортів малини на патогенну мікобіоту ризосфери і вегетативних органів рослин у різні фази їх розвитку. Але саме патогенна мікобіота істотно знижує якість і біологічну безпеку продукції малини.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводили у відділі агробіоресурсів та екологічно безпечних технологій Інституту агроєкології і природокористування НААН і на дослідному полі ТОВ Френдсбері, що розташоване на чорноземі типовому в Миронівському районі, Київської області та характеризується помірними агрокліматичними умовами. Для дослідження обрали малину ремонтантних сортів Джоан Джей (британської селекції) і Хімбо-Топ® (швейцарської селекції), вирощеною за відомою в органічному виробництві технологією (Polianchikov, S. & Kapitanska, O., 2017). Для дослідження застосовували мікробіологічні, фітопатологічні, мікологічні методи та методи добору зразків рослин малини під час вегетаційного періоду (Bilay, V. I., et al., 1982, Parfeniuk, A. I., et al., 2014, Zvyagintsev, D. G., 1991). Статистичний аналіз одержаних результатів проводили за Microsoft Office Excel.

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами досліджень визначено, що у мікобіоті ризосфери і вегетативних органів рослин малини сортів Джоан Джей і Хімбо – Топ переважають гриби: *Septoria rubi*, *West*, *Botrytis cinerea*, *Pers*, *Aspergillus niger*, *V. Tiegh*, *Alternaria alternata*, (Fr.) Keissl., *Fusarium graminearum*, Schwabe незалежно від фази онтогенезу рослин. Зазначені мікроміцети є продуцентами мікотоксинів, що характеризуються різними механізмами впливу на живі організми та призводять до біологічного забруднення агроєкосистем і зниження якості урожаю (табл. 1). Їх мікотоксини можуть спричинювати небезпечні хвороби у людини та тварин.

Відомо, що одним із важливих показників, які характеризують фізіологічну активність фітопатогенних мікроміцетів, є середня швидкість радіального росту культур грибів на живильних середовищах (Parfeniuk, A. I., et al., 2014). За результатами проведених досліджень виявлено, що ідентифіковані фітопатогенні мікроміцети характеризуються різною швидкістю радіального росту міцелію (рис. 1, 2, 3).

За даними, що представлено на рис. 1, найбільшу швидкість радіального росту міцелію (0,164 мм / год і 0,127 мм / год) спостерігали на ізоля-

1. Видовий склад фітопатогенних мікроміцетів мікобіоти рослин малини сортів Джоан Джей і Хімбо-Топ

Хвороба	Патоген	Мікотоксини
Септоріоз	<i>Septoria rubi</i>	Тільки властивості
Сіра гниль	<i>Botrytis cinerea</i>	Botrydial
Чорна пліснява	<i>Aspergillus niger</i>	Афлотоксин
Кладоспоріоз	<i>Cladosporium herbarum</i>	Тільки властивості
Альтернаріоз	<i>Alternaria alternata</i>	Тентотоксин

Рис. 1. Швидкість радіального росту K_r (мм / год) ізолятів грибів, виділених із ризосферного ґрунту та вегетативних органів рослин малини у фазу висування суцвіть (зліва – сорт малини Джоан Джей, справа – сорт малини Хімбо-Топ)

тах виду *S. rubi*, які були виділені із листків малини сортів Джоан Джей та Хімбо-Топ у фазу висування суцвіть. В той же час швидкість радіального росту міцелію *F. graminearum*, виділеного з обох досліджуваних сортів була майже втричі меншою і складала в середньому 0,045 мм / год і 0,041 мм / год відповідно. За отриманими результатами досліджень можна допустити, що у фазу висування суцвіть

у мікобіоті ризосферного ґрунту і на вегетативних органах рослин малини сортів Джоан Джей і Хімбо-Топ найбільшою конкурентною здатністю характеризуються ізоляти грибів *S. rubi* і *A. alternata*.

У фазу відокремлення бутонів у суцвіттях відмічали істотне збільшення фітопатогенної мікобіоти у мікобіомі ризосфери та на вегетативних органах рослин малини

Рис. 2. Швидкість радіального росту K_r (мм / год) ізолятів грибів, виділених із ризосферного ґрунту та вегетативних органів рослин малини досліджуваних сортів у фазу відокремлення бутонів у суцвіттях (зліва – сорт малини Джоан Джей, справа – сорт малини Хімбо-Топ)

Рис. 2. Швидкість радіального росту K_r (мм / год) ізолятів грибів, виділених із ризосферного ґрунту та вегетативних органів рослин малини досліджуваних сортів у фазу відокремлення бутонів у суцвіттях (зліва – сорт малини Джоан Джей, справа – сорт малини Хімбо-Топ)

досліджуваних сортів. Як свідчать дані, що представлено на рисунку 2, найбільший показник швидкості радіального росту міцелію спостерігали у культурі ізолятів виду *A. alternata* (0,164 мм / год), виділених із ризосферного ґрунту та вегетативних органів рослин малини сорту Джоан Джей. Водночас на сорті Хімбо – Топ максимальну швидкість радіального росту міцелію відмічали у культурі ізолятів виду *A. flavus* (0,174 мм / год). Слід зазначити, що у цей період на ріст міцелія грибів виду *A. niger* сортові відмінності рослин малини майже не впливали. У період відокремлення бутонів у суцвіттях була виявлена найбільша активність і різноманітність фітопатогенних мікроміцетів у порівнянні з іншими періодами онтогенезу рослин малини досліджуваних сортів. Це може бути пов'язано із погодними умовами та особливостями фізіолого-біохімічних властивостей рослин в цей період. Водночас найменший показник швидкості радіального росту міцелію грибів спостерігали у ізолятів виду *F. graminearum*, виділених із

обох сортів малини (0,042 мм / год та 0,06 мм / год).

За результатами аналізу швидкості радіального росту грибних колоній ізолятів, виділених із ризосфери та листків рослин малини у фазу інтенсивного плодоношення (рис. 3) встановлено, що найвищою швидкістю радіального росту міцелію характеризуються ізоляти виду *A. flavus* (0,12 мм / год), виділені із ризосфери та листків рослин малини сорту малини Джоан Джей. Водночас найвищою швидкістю радіального росту міцелію демонстрували ізоляти *A. niger* (0,068 мм / год), *A. oryzae* (0,066 мм / год) та *A. alternata* (0,062 мм / год), що виділені із ризосферного ґрунту та листків рослин сорту Хімбо-Топ. Вони проявляли найвищу конкурентну здатність серед ізолятів фітопатогенних мікроміцетів. Найменшою швидкістю радіального росту міцелію грибів у цей період характеризувались ізоляти виду *A. alternata*, виділені із рослин сорту малини Джоан Джей (0,046 мм / год) та *F. graminearum* із рослин сорту Хімбо-Топ (0,045 мм/год).

Рис. 3. Швидкість радіального росту K_r (мм / год) ізолятів грибів, виділених з ризосферного ґрунту та вегетативних органів рослин малини досліджуваних сортів у фазу інтенсивного плодоношення (зверху – сорт малини Джоан Джей, знизу – сорт малини Хімбо-Топ)

Висновки і перспективи.

У фазу висування суцвіть у мікобіоті ризосферного ґрунту і вегетативних органах рослин малини найбільшою конкурентною здатністю на сортах малини Джоан Джей і Хімбо-Топ характеризуються ізоляти гриба *S. rubi*. У період відокремлення бутонів у суцвіттях активність і різноманітність фітопатогенних мікроміцетів істотно зростає у порівнянні з іншими періодами онтогенезу рослин малини досліджуваних сортів. Сорти малини Джоан Джей і Хімбо-Топ істотно різняться за впливом на конкурентну здатність фітопатогенних мікроміцетів. В мікобіоті ризосферного ґрунту та вегетативних органів рослин малини

сорту Джоан Джей під час інтенсивного плодоношення рослин, найбільшою конкурентною здатністю характеризуються ізоляти грибів *A. flavus*, а на сорті Хімбо-Топ високою конкурентною здатністю характеризуються ізоляти *A. niger*, *A. oryzae* та *A. alternata*.

References

1. Archer, L., Carroll, J., Heidenreich, C., & Pritts, M. (2016). Production and IPM Guide for Organic Raspberries and Blackberries. New York State Integrated Pest Management Program, 59 [In English]
2. Bilay, V. I., Dudka, I. A., Vasser, S. P. & Elanskaya, I. A. (1982). Metody eksperimentalnoy mikologii. Naukova dumka, 548 [In Russian]

3. Furtat, I., Danshyna, A. & Mankovska, O. (2020). Harakterystyka fitopatohennyh i toksykoennyh vlastyvostey hrybiv rodu *Fusarium*, izolovanyh iz zerna *Triticum aestivum* L. <https://doi.org/10.18523/2617-4529.2020.3.26-34>
4. Hvozdiak, R. I., Pasichnik, L. A., Yakovleva, L. M., Moroz, S. M., Lytvynchuk, O. O., Zhytkevych, N. V., Hodos, S. F., Butsenko, L. M., Dankevich, L. A., Hrinik, I. V. & Patyka, V. P. (2011). Fitopatohenni bakterii. Bacterialni hvoroby roslyn. *Interservis*, 1, 444 [In Ukraine]
5. Ostapenko, V. M., Hradchenko, S. I. & Mankovkin, I. M. (2013). Stiykist perspektyvnyh sortiv malyny (*Rubus ideaus* L.) proty osnovnyh hvorob zs steblovoi formoiu proiavu. *Sortovychennia ta ohorona prav na sorty Roslyn*, 2, 50-53 [In Ukraine]
6. Parfeniuk, A. I. & Beznosko, I. V. (2012). Intensyvnist sporoutvorennia fitopatohennyh hrybiv na sortah ta hibridah pertsia solodkoho. *Visnyk Harkivskoho natsionalnoho ahrarynoho universitetu*. 3(27), 104-108 [In Ukraine]
7. Parfeniuk, A. I., Sterlikova, O. M., Beznosko, I. V., Blaginina, A. A., Horhan T. M., Sahanovska V. I., Tyshchenko, A. F. & Kovtun, V. V. (2014). Ekolohichne otsiniuvannia sortiv pshenytsi za vplyvom na formuvannia populiatsii fitopatohennyh hrybiv. *Kyiv*, 39 [In Ukraine]
8. Parfeniuk, A. I., Sterlikova, O. M., Beznosko, I. V., Blaginina, A. A., Tyshchenko, A. F. & Kovtun, V. V. (2015). Biobezpeka vyroshchuvannia sortiv silskohospodarskih kultur. *Visnyk ahrarynoi nauky*, 11, 57-60 [In Ukraine]
9. Parfeniuk, A., Mineralova, V., Beznosko, I., Lishchuk, A., Borodai V. & Krut V. (2020). Mycobiota of the rhizosphere of raspberry plants (*Rubus idaeus* L.) under the influence of varieties and new fertilizers in conditions of organic production. *Agronomy Research Journal*. 18(4), 2550-2558. <https://doi.org/10.15159/ar.20.182> [In English]
10. Polianchikov, S. & Kapitanska, O. (2017). Pozakoreneve pidzhyvlennia: mozhlyvosti i pomylky. *Ahroindustrialia*, 9, 32-36 [In Ukraine]
11. Prakash, B., Shukla, R., Singh, P., Mishra, P. K., Dubey, N. K. & Kharwar, R. N. (2011). Efficacy of chemically characterized *Ocimum gratissimum* L. essential oil as an antioxidant and a safe plant-based antimicrobial against fungal and aflatoxin B1 contamination of spices. *Food Research International*, 44(1), 385-390. [In English]
12. Sekizuka, M., Qi, J. W., Aomori, T., Okada, Y. & Nakamura, K., (2014). Effect of a Dietary Supplement Containing Raspberry Ketone on Cytochrome P450 3A Activity. *Pharmaceutica Analytica Acta*. <https://doi.org/10.4172/2153-2435.1000302> [In English]
13. Ternovyi, Yu., Havliuk, V. V. & Parfeniuk, A. I. (2018). Ekolohichno bezpechni ahrotehnolohii. *Ahroekolohichni zhurnal*, 4, 50 [In Ukraine]
14. Tolouee van T. M., Alinezhad, S., Saberi, R., Eslamifar, A., Zad, S. J., Jaimand, K., Taeb, J., Rezaee, M.-B., Kawachi, M., Shams-Ghahfarokhi, M. & Razzaghi Abyaneh, M. (2010). Effect of *Matricaria chamomilla* L. flower essential oil on the growth and ultrastructure of *Aspergillus niger*. *International Journal of Food Microbiology*, 139(3), 127-133 [In English]
15. Wang, Shiow, Y. & Lin, Hsin-Shan. (2000). Antioxidant Activity in Fruits and Leaves of Blackberry, Raspberry and Strawberry Varies with Cultivar and Developmental Stage. *J. Agric. Food Chem.*, 48(2), 140-146 [In English]
16. Zvyagintsev, D. G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biohimii*. MGU, 304 [In Russian]

V. Mineralova, A. Parfeniuk, O. Mineralov (2021). PHYTOPATHOGENIC MYCOBIOM OF RASPBERRY VARIETIES (RUBUS IDAEUS L.) JOAN J AND HIMBO-TOP IN THE CONDITIONS OF ORGANIC PRODUCTION. PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(1): 94–101. <https://doi.org/10.31548/agr2021.01.094>

Abstract. The results of researches of influence of raspberry plant varieties on the species composition of micromycetes in rhizospheric soil and on vegetative organs of plants in the conditions of organic production are given. The mycobiota of raspberry varieties Joan J and Himbo-Top during plant ontogenesis was analyzed and the species composition of phytopathogenic micromycetes in the rhizosphere and on plant leaves was established. It was found that the population is dominated by fungi of following species: *Septoria rubi*, West, *Botrytis cinerea*, Pers, *Aspergillus niger*, V. Tiegh, *Alternaria alternata*, (Fr.) Keissl., *Fusarium graminearum*, Schwabe, regardless of the phase of ontogenesis of plants that produce mycotoxins, and can cause disease in animals and humans. According to the results of research, it can be assumed that in the phase of inflorescence growth in the mycobiota of rhizospheric soil and on the vegetative organs of raspberry plants of Joan J and Himbo-Top the greatest competitiveness can be characterized by isolates of fungi *Septoria rubi* and *Alternaria alternata*. The obtained results indicate a significant differentiation of the studied varieties by the reaction of interaction between plants, microorganisms and the environment. Thus, while in the mycobiota of rhizospheric soil and vegetative organs of raspberry plants of the Joan J variety during intensive fruiting of plants the isolates of *Aspergillus flavus* fungi were characterized by the greatest competitiveness, in Himbo-Top cultivar the highest rates of radial growth were shown by isolates of *Aspergillus oryzae* and *Alternaria alternata*

Keywords: raspberry plant, rhizosphere, mycobiota, radial growth rate, vegetative organs of plants, isolates, phytopathogens, organic production