

УДК 632.4:635.922

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.16>

ВПЛИВ ЗБУДНИКА СІРОЇ ГНИЛІ *BOTRYTIS CINEREA PERS.* НА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ АПАРАТ РОСЛИН ПЕЛАРГОНІЇ ЗОНАЛЬНОЇ

Піковський М.Й. – к.б.н., доцент кафедри фітопатології
імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Патика Т.І. – д.с.-г.н., професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Колесніченко О.В. – д.б.н., професор кафедри ландшафтної архітектури
та фітодизайну,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мілантьєва Т.С. – аспірантка кафедри екобіотехнології та біорізноманіття,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Патика М.В. – д.с.-г.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Пеларгонія зональна (*Pelargonium zonale hort.*) належить до поширених квіткових рослин із широким спектром застосування. Однак досить часто зниження її декоративних властивостей відбувається внаслідок розвитку захворювань. Так, у різних регіонах світу рослини вражуються збудниками хвороб грибною, бактеріальною, вірусною та нематодною етіології. При цьому великою шкідливістю характеризується сіра гниль, різні аспекти якої в умовах України є невивченими, зокрема, залишається нерозкритим вплив патогену *Botrytis cinerea Pers.* на фотосинтетичний апарат рослин.

До задач дослідження входив відбір зразків рослинного матеріалу пеларгонії зональної із різним ступенем ураження сірою гниллю та дослідження методом індукції флуоресценції хлорофілу фотосинтетичного апарату.

В окремі вегетаційні періоди хвороба характеризується високою інтенсивністю розвитку на рослинах пеларгонії, зумовлюючи ураження всіх надземних органів, зокрема на листках утворюються бурі розпливчасті плями, спостерігається випадання уражених тканин.

Групування ураження сірою гниллю листків пеларгонії здійснювали за такою градацією: відсутні симптоми хвороби (здорові рослини); слабкий ступінь ураження – площа ураженої поверхні листкової пластинки до 10%; середній – до 25%; сильний ступінь – площа ураженої поверхні листкової пластинки до 50%. Фотохімічну активність листків визначали за стандартною методикою, біофізичним методом індукції флуоресценції хлорофілу.

Діагностика листків дозволила встановити стресовий вплив хвороби на рослину. Так, показник впливу екзогенних факторів (K_e) залежно від ступеня ураження рослин знижувався на 1,83-20,45% порівняно зі здоровими рослинами. Коефіцієнт індукції флуоресценції (K_i) був меншим на 8,0-23,94%. Показник впливу ендогенних факторів (K_e) у дуже інфікованих листках знижувався на 11,97%.

Індекс життєздатності Rfd (адаптивності) зменшувався зі зростанням ступеня ураження листків пеларгонії сірою гниллю відповідно на 0,37-0,87 умовних одиниць. Побудоване лінійне рівняння регресії, або рівняння кореляційного зв'язку від кількох змінних, яке відображає залежність індексу життєздатності листків пеларгонії, ураження сірою гниллю від значень K_1 , K_2 та K_3 : $y_{x_1} = 0,185K_1 - 0,024K_2 - 0,193K_3$.

Ключові слова: сіра гниль, пеларгонія, фотосинтетичний апарат, фактори впливу, індекс життєздатності.

Pikovskiy M.Y., Patyka T.I., Kolesnichenko O.V., Milantieva T.S., Patyka M.V. Influence pathogen gray mold *Botrytis cinerea* Pers. on plant photosynthetic apparatus zonal pelargonium

Pelargonium zonale (*Pelargonium zonale hort.*) refers to common flowering plants with a wide range of applications. However, quite often the development of diseases decreases its decorative properties. In particular, in different regions of the world plants are affected by pathogens of fungal, bacterial, viral and nematode etiology.

At the same time, gray mold is characterized by great harmfulness, various aspects of which are unexplored in the conditions of Ukraine. Thus, the effect of the pathogen *Botrytis cinerea* Pers remains undisclosed on the photosynthetic apparatus of plants. The objectives of the study included sampling of plant material of zonal pelargonium with varying degrees of gray rot and the study of the photosynthetic apparatus by the induction of chlorophyll fluorescence.

In some growing seasons, the disease is characterized by a high intensity of development on pelargonium plants, causing damage to all aboveground organs, in particular, the leaves form brown vague spots, and there is a loss of affected tissues.

The grouping of gray mold of pelargonium leaves was carried out according to the following gradation: no symptoms of the disease (healthy plants); weak degree of damage – the area of the affected surface of the leaf blade up to 10%; average – up to 25%; strong degree – the area of the affected surface of the leaf blade up to 50%. The photochemical activity of the leaves was determined by standard methods, biophysical method of induction of chlorophyll fluorescence.

Diagnosis of the leaves allowed establishing the stressful effect of the disease on the plant. Thus, the rate of exposure to exogenous factors (K_1) depending on the degree of plant damage decreased by 1.83-20.45%, compared with healthy plants. The fluorescence induction coefficient (K_2) was lower by 8.0-23.94%.

The rate of exposure to endogenous factors (K_3) in severely infected leaves decreased by 11.97%. The viability index Rfd (adaptability) decreased with increasing degree of damage to pelargonium leaves by gray mold, respectively, by 0.37-0.87 conventional units. A linear regression equation or correlation equation of several variables is constructed, which reflects the dependence of the viability index of pelargonium leaves, gray mold lesions on the values of K_1 , K_2 and K_3 : $y_{x_1} = 0,185K_1 - 0,024K_2 - 0,193K_3$.

Key words: gray mold, pelargonium, photosynthetic apparatus, influencing factors, viability index.

Постановка проблеми. Пеларгонія зональна (*Pelargonium zonale hort.*) належить до поширених квіткових рослин родини Geraniaceae Juss. із широким спектром застосування як кімнатна багаторічна рослина, використовується і для ландшафтного озеленення. В умовах відкритого ґрунту вона є стійкою до впливу низки абіотичних екологічних факторів, що дозволяє швидко і економічно створювати барвисті пейзажі культури протягом тривалого періоду вегетації [1, с. 11].

Однак досить часто зниження декоративних властивостей пеларгонії та її загибель відбувається внаслідок розвитку захворювань. Зокрема, у різних регіонах світу рослини вражають збудники хвороб грибної, бактеріальної, вірусної та нематодної етіології [2, с. 1–33; 3, с. 223–242], загальна кількість яких може становити понад 45 видів [3, с. 223–242]. При цьому великою шкідливістю характеризується сіра гниль [4, с. 1212–1219; 5, с. 154–159], різні аспекти якої в умовах України є не вивченими. Так, залишається нерозкритим вплив патогену *Botrytis cinerea* Pers. на фотосинтетичний апарат рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збудник сірої гнилі гриб *Botrytis cinerea* Pers. (телеоморфа *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) є одним із найпоширеніших патогенів [6, с. 414–430], який призводить до зниження якості квітникових культур [7, с. 319–333]. В окремі вегетаційні періоди хвороба характеризується високою інтенсивністю розвитку на рослинах пеларгонії, зумовлюючи ураження всіх надземних органів, зокрема на листках утворюються бурі розпливчасті плями, спостерігається випадання уражених тканин [8, с. 5–10]. Водночас саме із фотосинтетичною активністю пов'язана продуктивність культур [9, с. 371–381]. Тому актуальним є дослідження фізіологічної реакції рослин за впливу патогенів, зокрема, на фотохімічну активність листового апарату.

Це питання у науковій літературі висвітлюється на прикладі різних фітопатогенних організмів і видів рослин. Так, у листках персика міцелій гриба *Taphrina deformans* Fuck. викликав порушення в накопиченні пігментів. Зокрема, в уражених листових пластинках вміст хлорофілу *a* знижувався у 7 разів, а хлорофілу *b* – у 5 разів [10, с. 367–369].

А.В. Хвасько [11, с. 140–143] спостерігав на початку розвитку борошнистої роси дуба (збудник гриб *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) зменшення вмісту хлорофілу *a* порівняно зі здоровими листками в 1,6 рази. За подальшого розвитку хвороби його вміст знижувався в 1,9 разів. Подібна залежність спостерігалася і щодо хлорофілу *b*, але його вміст у хворих листках зменшувався в 2 і 2,4 рази.

У дослідженнях Г.Б. Гуляєвої та О.О. Литвинчук [12, с. 106–114] за штучної інокуляції листків перцю збудником бактеріальної плямистості (*Xanthomonas vesicatoria*) виявлено зниження ефективності поглинання квантів світла у процесі фотосинтезу завдяки скороченню вмісту фотохімічно активного хлорофілу. Також фотохімічна активність листків пшениці ярої за штучного зараження збудником бактеріозу (*Pseudomonas syringae* pv. *atropaciens* Д 13) у фазу початку колонізації характеризувалася істотним пригніченням квантової ефективності ФС II [13, с. 133–146].

З огляду на наведене вище дослідження методом індукції флуоресценції хлорофілу характеристики фотосинтетичного апарату рослин пеларгонії з різним ступенем ураження сірою гниллю є актуальним для діагностики стресового впливу хвороби на рослину.

Постановка завдання. До задач дослідження входив відбір зразків рослинного матеріалу пеларгонії зональної із різним ступенем ураження сірою гниллю та дослідження методом індукції флуоресценції хлорофілу фотосинтетичного апарату.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліди проводилися протягом 2016–2018 років. Уражені листки пеларгонії відбирали в умовах Київського територіального центру Національного університету біоресурсів і природокористування України. Уточнення симптомів хвороби та її діагностику здійснювали у проблемній науково-дослідній лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України з використанням загальноприйнятих методів [14, с. 79–128].

Групування уражених сірою гниллю листків пеларгонії здійснювали за такою градацією: відсутні симптоми хвороби (здорові рослини); слабкий ступінь ураження – площа ураженої поверхні листової пластинки до 10%; середній – до 25%; сильний ступінь – площа ураженої поверхні листової пластинки до 50%.

Фотохімічну активність листків визначали в лабораторії кафедри екобіотехнології та біорізноманіття за стандартною методикою [15, с. 2–23] біофізичним методом індукції флуоресценції хлорофілу портативним приладом «Флоратест» (Україна). Він оснащений рідинно-кристалічним дисплеєм (128 x 64 пікселі) і виносним оптоелектронним датчиком із довжиною хвилі опромінення 470 ± 15 нм, площею плями опромінення не менш як 15 мм² та освітленості в її межах не менш як 2,4 Вт/м². Спектральний діапазон вимірювання інтенсивності флуоресценції – від 670 до 800 нм.

Дані, виміряні приладом, опрацьовували за допомогою програмного забезпечення «Флоратест», відображали отримані результати у табличній або графічній формі. Темнова адаптація листків перед вимірюваннями становила не менш як

20 хв. Повторність вимірювань у кожному варіанті п'ятиразова. Статистичну обробку експериментальних даних виконували з використанням програми Microsoft Office® для Microsoft Windows®.

Вивчення методом індукції флуоресценції хлорофілу характеристики фотосинтетичного апарату рослин пеларгонії з різним ступенем ураження сірою гниллю засвідчило порушення в його функціонуванні. Діагностика листків дозволила встановити стресовий вплив хвороби на рослину. Так, показник впливу екзогенних факторів (K_1), що відповідає впливу факторів зовнішнього середовища на рослинний організм у здорових рослин, становив 77,83% (рис. 1). Надалі він мав тенденцію до зменшення у всіх варіантах із ураженими рослинами. Його значення у варіанті зі слабким ураженням листків становило 76,00%. Збільшення інтенсивності розвитку хвороби до середнього ступеня зумовлювало зменшення K_1 до 75,56%. Максимальне ураження листків збудником сірої гнилі зумовлювало зниження показника впливу екзогенних факторів (K_1) до 57,38%.

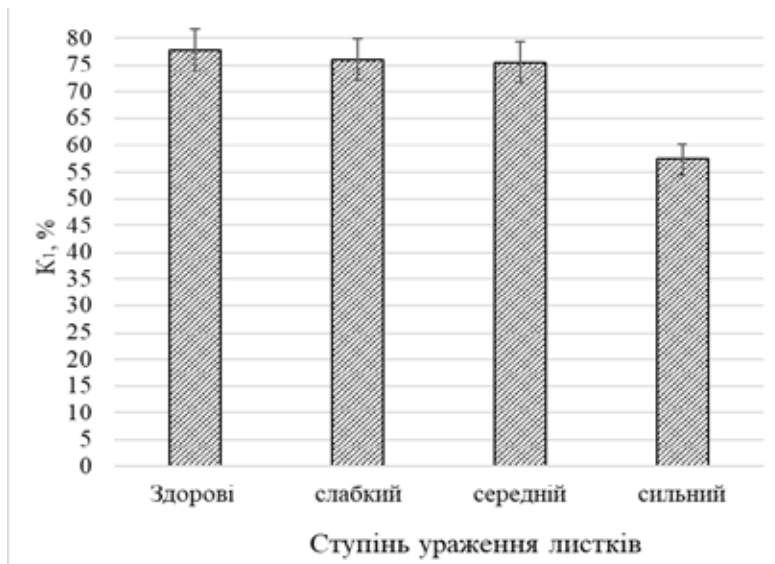


Рис. 1. Параметри вимірювання показника впливу екзогенних факторів (K_1) листків пеларгонії із різним ступенем ураження сірою гниллю

Аналіз коефіцієнта індукції флуоресценції (K_2), що корелює із активністю рибулозобісфостфаткарбоксилази / оксигенази (основного ферменту циклу Кальвіна), засвідчив, що у здорових листках він становив 66,00% (рис. 2); у варіанті зі слабким ступенем ураження сірою гниллю K_2 знижувався до 58,00%. Листки із середнім ступенем розвитку хвороби характеризувалися коефіцієнтом індукції флуоресценції на рівні 53,78%. Сильний ступінь ураження листків призводив до зниження показника K_2 до 42,06%.

Показник впливу ендогенних факторів (K_3), що відповідає внутрішньосистемним чинникам, таким як фітогормональна регуляція рослин і забезпеченість поживними речовинами, характеризувався такими показниками (рис. 3): у здорових листків – 53,17%, у слабоуражених сірою гниллю – 54,33%, у середньоуражених – 55,78% та в сильноуражених – 41,2%.

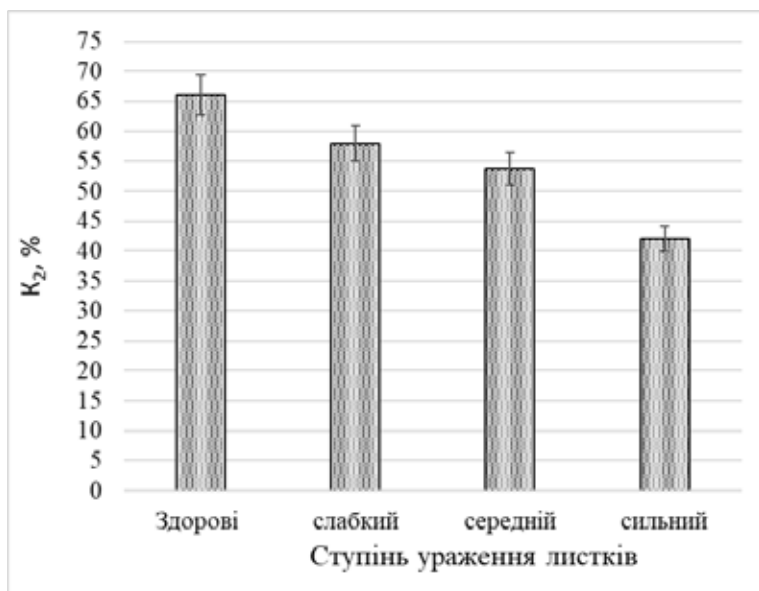


Рис. 2. Параметри вимірювання коефіцієнту індукції флюоресценції (K_2) листків пеларгонії із різним ступенем ураження сірою гниллю

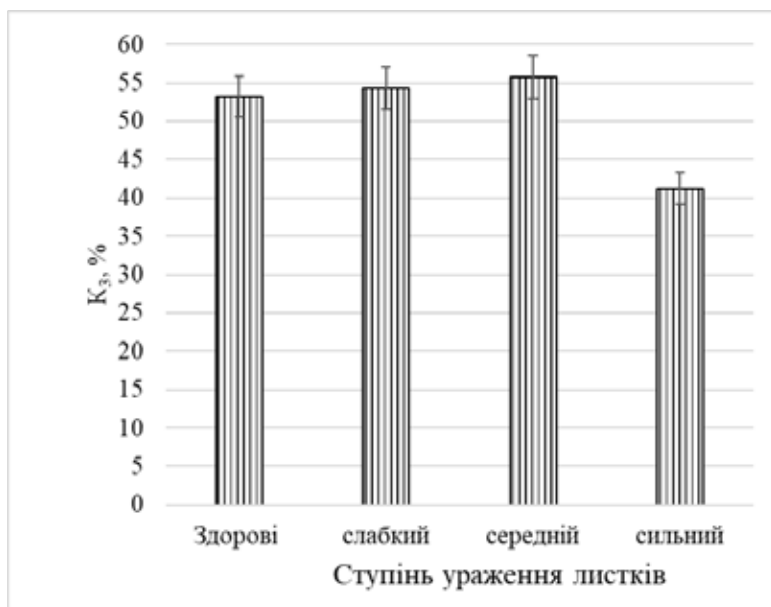


Рис. 3. Параметри вимірювання показника впливу ендогенних факторів (K_3) листків пеларгонії із різним ступенем ураження сірою гниллю

Встановлено, що показник індексу життєздатності Rfd (адаптивності) зменшувався зі зростанням ступеня ураження листків пеларгонії сірою гниллю. Так, для здорових листків він становив 2,52 (рис. 4). Навіть слабкий розвиток хвороби при-

зводив до зниження показника життєздатності Rfd до 2,15. Подальше зростання інтенсивності ураження листків викликало суттєве зменшення Rfd порівняно із контролем (здоровими листками): до 1,89 за середнього ступеня розвитку хвороби та 1,65 – за сильного ураження сірою гниллю.

Нами побудоване лінійне рівняння регресії, або рівняння кореляційного зв'язку від кількох змінних, яке відображає залежність індексу життєздатності листків пеларгонії, ураження сірою гниллю від значень K_1 , K_2 та K_3 :

$$y_{x_1} = 0,185K_1 - 0,024K_2 - 0,193K_3$$

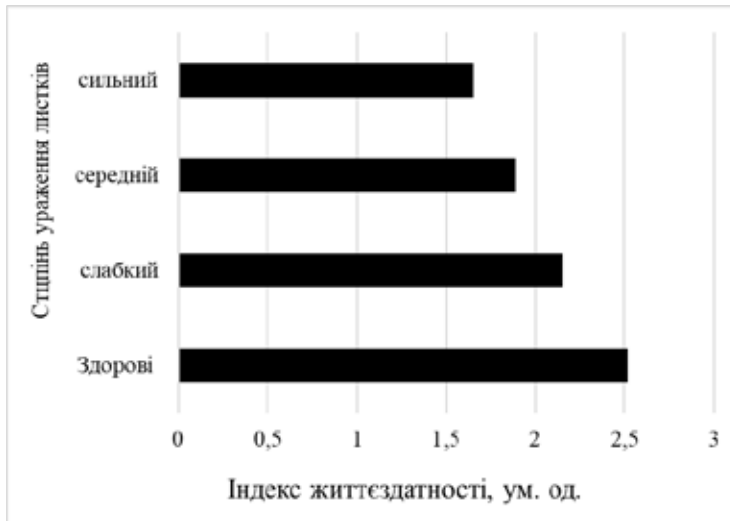


Рис. 4. Індекс життєздатності (Rfd) листків пеларгонії, уражених сірою гниллю

Висновки і пропозиції. За допомогою методу індукції флуоресценції хлорофілу було охарактеризовано вплив сірої гнилі на фотосинтетичний апарат рослин пеларгонії зональної. Зокрема, виявлено стресовий вплив хвороби на рослину. Так, показник впливу екзогенних факторів (K_1) залежно від ступеня ураження рослин знижувався на 1,83-20,45% порівняно зі здоровими рослинами.

Коефіцієнт індукції флуоресценції (K_2) був меншим на 8,0-23,94%. Показник впливу ендогенних факторів (K_3) у сильно уражених листках знижувався на 11,97%. Індекс життєздатності Rfd (адаптивності) зменшувався зі зростанням ступеня ураження листків пеларгонії сірою гниллю відповідно на 0,37-0,87 умовних одиниць.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу збудника сірої гнилі на біохімічні зміни в листках пеларгонії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Широкова А.В. Пеларгонии. Москва : Кладезь Букс, 2006. 95 с.
2. Rosa C., Moorman G.W. Diseases of Geranium. In: McGovern R., Elmer W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management. Springer, Cham, 2016. P. 1–33.
3. Chandel Sunita & Kumar Vijay. Diseases of geranium and their management: Diseases of Ornamental Crops. Published by Today and Tomorrows Printers and Publishers, 2018. P. 223–242.

4. Hausbeck M.K., Moorman G.W. Managing Botrytis in Greenhouse-Grown Flower Crops. *Plant Disease*. 1996. Vol. 80. № 11. P. 1212–1219. DOI: 10.1094/PD-80-1212.
5. Sirjusingh C., Tsujita M.J. Effects of inoculum concentration and host age on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*. 1996. Vol. 80. № 2. P. 154–159. DOI: 10.1094/PD-80-0154.
6. Dean R., Van Kan J.A.L., Pretorius Z.A. et al. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol. Plant Pathol.* 2012. Vol. 13. № 7. P. 414–430. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2012.2011.00783.x.
7. Dik A.J., Wubben J.P. Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski, and N. Delen, eds. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2007. P. 319–333.
8. Pikovskiy M.Y., Kolesnichenko O.V., Kyryliuk V.I., Serediuk O.O. Flower-ornamental plants – the host of *Botrytis cinerea* Pers. *Biological Resources and Nature Management*. 2018. Vol. 10. № 5-6. P. 5–10. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.001>.
9. Гуляев Б.И. Фотосинтетическая продуктивность агроэкосистем. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2003. Т. 35. № 5. С. 371–381.
10. Кудренко И.К., Левон В.М., Мороз П.А., Голубкова И.Н. Реакция растений персика (*Persica vulgaris* Mill.) на инфицирование грибом *Taphrina deformans* Fuck. Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения академика Л.И. Андреева (5-7 июля 2011 года, Москва). Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 367–369.
11. Хвасько А.В. Влияние *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. на содержание пигментов в листьях дуба черешчатого. Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие : Материалы конференции. Минск, 2002. Ч. 2. С. 140–143.
12. Гуляева Г.Б., Литвинчук О.О. Дослідження впливу збудника плямистості перцю *Xanthomonas vesicatoria* на активність фотосинтетичного апарату. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2016. Вип. 1(65). С. 106–114.
13. Патица В.П., Гуляева Г.Б., Богдан М.М., Токовенко І.П., Пасічник Л.А., Патица М.В., Максін В.І., Каплуненко В.Г. Фітогормональний статус і фотосинтетична активність рослин м'якої пшениці за дії біологічно активних речовин. *Физиология растений и генетика*. 2019. Том 51. № 2. С. 133–146. <https://doi.org/10.15407/fg2019.02.133>.
14. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. [И. Беттхер, Т. Ветцель, Ф.В. Древис и другие]; пер. с нем. д-ра биол. наук К.В. Попковой и канд. биол. наук В.А. Шмыгли. Москва : Агропромиздат, 1987. С. 79–128.
15. Портативний флуорометр «Флоротест»: настанова з експлуатації. Київ : Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2013. 24 с.