

УДК 632.4:635.9.075

## Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітниково-декоративних рослин (на прикладі *Callistephus chinensis* (L.) Nees) у структурі озеленення урбоекосистем

Марченко А.Б. , Крупа Н.М. , Масальський В.П. , Олешко О.Г. ,

Роговський С.В. , Жихарева К.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 allafialko76@ukr.net



Марченко А.Б., Крупа Н.М., Масальський В.П., Олешко О.Г., Роговський С.В., Жихарева К.В. Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітниково-декоративних рослин (на прикладі *Callistephus chinensis* (L.) Nees) у структурі озеленення урбоекосистем. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 98–106.

Marchenko A.B., Krupa N.M., Masal's'kyj V.P., Oleshko O.G., Rogovs'kyj S.V., Zhyhareva K.V. Bioekologichni osoblyvosti formuvannja patogennoi' mikobioty kvitnykovo-dekoratyvnyh roslyn (na prykladі Callistephus chinensis (L.) Nees) u strukturi ozelenennja urboekosystem. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrrobiologija», 2020. № 2. pp. 98–106.

Рукопис отримано: 07.09.2020 р.

Прийнято: 21.09.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-98-106

Проведено оцінювання фітопатологічного стану угруповань *Callistephus chinensis* (L.) Nees в урбанізованих екосистемах лісостепової зони та встановлено видовий склад патогенної мікобіоти, як основні природні причини порушень комплексної зеленої зони і композиційної цілісності квітникових культурфітоценозів, що інтенсивно проявляються внаслідок негативної дії антропогенного навантаження. Уточнено видовий склад та проведено таксономічне оцінювання патокомплексу, де царство Fungi займає домінуюче місце і представлено 20 (84 %) видами збудників із 11 (85 %) родів, 9 (82 %) родин, 7 (78 %) порядків, 2 (67 %) відділів, де перевагу має відділ Ascomycota, який представлений 18 (90 %) видами, а за кількістю видів переважають порядки Dothideales (6 видів, 26 %) та Hymenochaetales (5 видів, 21,7 %). Встановлено екологічні ніші основних патогенів калістефусу китайського: мікроміцети *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel., *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824), *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold. V.dahliae Kleb. виявлено на всіх вегетативних та репродуктивних органах; *Phytophthora cactorum* J. Schröt. (1886) – підземних та надземних; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858) – підземних частинах та насінні; *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) – надземних частинах та насінні. У фітопатогенному комплексі підземних органів домінуюче місце має фузаріозна коренева гниль, зумовлена збудниками *Fusarium oxysporum*, *F.culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (1895), *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cooke, *Haematonecrotia haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman з середньорічними показниками поширення в межах від 5 до 89 %. Середньорічне поширення фузаріозного в'янення калістефусу китайського, зумовленого збудниками *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi* W.C. Snyder & H.N. Hansen становило 40,9 %. Патогенна мікобіота за показниками чинника передачі інфекції належить до екологічних груп: повітряно-крапельної інфекції (54,2 %), ґрунтової інфекції (45,8 %); за еколого-трофічними властивостями до: біотрофів (70,8 %), сапротрофів (29,2 %).

**Ключові слова:** урбоекосистема, квітниково-декоративні рослини, мікобіота, фітопатогенний комплекс, *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Fusarium oxysporum* Schlecht., екологічні групи.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Під дією антропогенного навантаження, внаслідок розбалансованості корисної і патогенної мікрофлори культурфітоценозів урбоекосистем виникають і набувають значного розвитку інфекційні хвороби декоративних

рослин. У межах мегаполісів інтродуковані рослини пошкоджують майже 800 видів організмів, останнім часом зростають епіфітотії вірусних, бактеріальних та грибних патологій [1]. Квітникові культурфітоценози, які поновлюють щороку новими видами декоративних

рослин, є найбільш сприятливими до проникнення та подальшого поширення як аборигенної патогенної мікобіоти, так і видів-інвайдерів, чому сприяє: ввезення та використання нових видів рослин; поява нових екологічних ніш; сприятливий для розвитку патогену мікроклімат тощо. Умови урбанізованих екосистем є стресовими чинниками, які каталізують патологічні процеси рослин. Мікроорганізми завдяки фізіологічним і генетичним особливостям швидко реагують на зміну якості середовища. Отже, їх можна розглядати як індикатори фізико-хімічних і біологічних процесів, що реагують на забруднення зміною своїх фізіологічних властивостей і чисельністю [2].

Висока фітоценотична і флористична різноманітність урбоекосистем є однією з передумов для розвитку репрезентативного видового складу мікроміцетів. Рослини-інтродуценти мають середовищевірне значення, що робить їх одним із важливих чинників, який обумовлює структуру комплексу патогенної мікобіоти, їх диференціацію, виживання, популяційну зміну і мікроеволюцію. Непостійність і можливість втрати показників стійкості до патогенної мікобіоти під впливом різноманітних чинників обумовлює необхідність превентивного аналізу цього показника.

Наразі формування асортименту декоративних рослин в озелененні проходить стихійно, без урахування принципів екологічної безпеки, безнадійного таксономічного контролю [3].

За перспективністю використання в озелененні та кількістю сортів серед монокарпічних рослин є вид *Callistephus chinensis*. Інформація щодо фітопатогенного моніторингу культурфітоценозів *Callistephus chinensis* та видового складу збудників патологій у літературі має епізодичне висвітлення [4]. Одними авторами виявлено поширення 47 видів грибного походження [5], в умовах Ботанічного саду ДСВ РАН – 12 видів збудників [6], в умовах Кременецького ботанічного саду – 10 видів грибів. На рослинах *Callistephus chinensis* описано 38 збудників із двох царств. Особливу увагу приділено видам відділу *Ascomycota* порядку *Dothideales*, які описані в патологічному процесі *Callistephus chinensis* різними авторами [7,8]. Однією з головних проблем у промисловому використанні представників *Callistephus chinensis* є значне ураження фузаріозним в'яненням [9,10]. В Україні серед сортів *Callistephus chinensis* регіональних колекцій стійкими до збудника фузаріозу виявлено 44 сорти (46,8 %), 42 (44,7 %) – слабо ураженими, 8 із досліджених сортів (8,5 %)

належать до категорії середньоуражених [11]. У Росії було проведено імунологічний аналіз 49 сортів *Callistephus chinensis*, з яких 34 сорти виявилися стійкими або відносно стійкими до фузаріозного в'янення (Аврора, Бордюрна Синя, Ноченька, Матадор Сальмон Пинк, Піоноподібна, Фіолетова та інші) [12].

**Мета дослідження** – встановити біоекологічні особливості формування фітопатогенного комплексу квітничково-декоративних рослин на прикладі угруповань *Callistephus chinensis* в структурі озеленення урбоекосистем Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Фітопатологічний моніторинг культурфітоценозів квітничково-декоративних рослин в структурі озеленення урбоекосистем лісостепової зони України проводили впродовж 2009–2019 рр. Встановлення біологічних та екологічних умов формування фітопатогенного комплексу на квітничково-декоративних рослин в структурі озеленення малих, середніх та великих міст дев'яти адміністративних областей лісостепової зони України проводили на об'єктах вуличного озеленення, садово-паркових об'єктах обмеженого та загального користування населених пунктів: Суми, Полтава, Харків, Черкаси, Київ, Біла Церква, Сквиря, Фастів, Кагарлик, Вінниця, Хмельницький, Тернопіль, Чернівці та ін. (рис. 1).

Фітопатологічний моніторинг здійснювали маршрутно-експедиційним методом, застосовуючи традиційні прямі й опосередковані методи: польові стаціонарні й напівстаціонарні, маршрутні, закладання пробних площ [13]. Відібрані гербарні зразки були камерально опрацьовані у лабораторії кафедри садово-паркового господарства Білоцерківського національного аграрного університету.

Під час роботи застосовано рекогносцирувальні та детальні методи лісопатологічного обстеження [14], а також методи фітопатологічних, мікробіологічних та мікологічних досліджень за загальноприйнятими методиками. Наявність симптомів хвороб визначали візуально, а також встановлення хвороб за визначниками [15, 16]. Для діагностики патогена використовували методи мікологічних посівів на тверде агаризоване живильне середовище. Ізоляти виділяли з різних органів рослин з ознаками патологічних змін у чисту культуру за загальноприйнятою методикою. Після пророщування грибів виготовляли препарати, які аналізували під мікроскопом Біомед-1 за різного збільшення. Гриби ідентифікували за морфологічними ознаками (морфологія спор, спорносіїв та інші), кори-

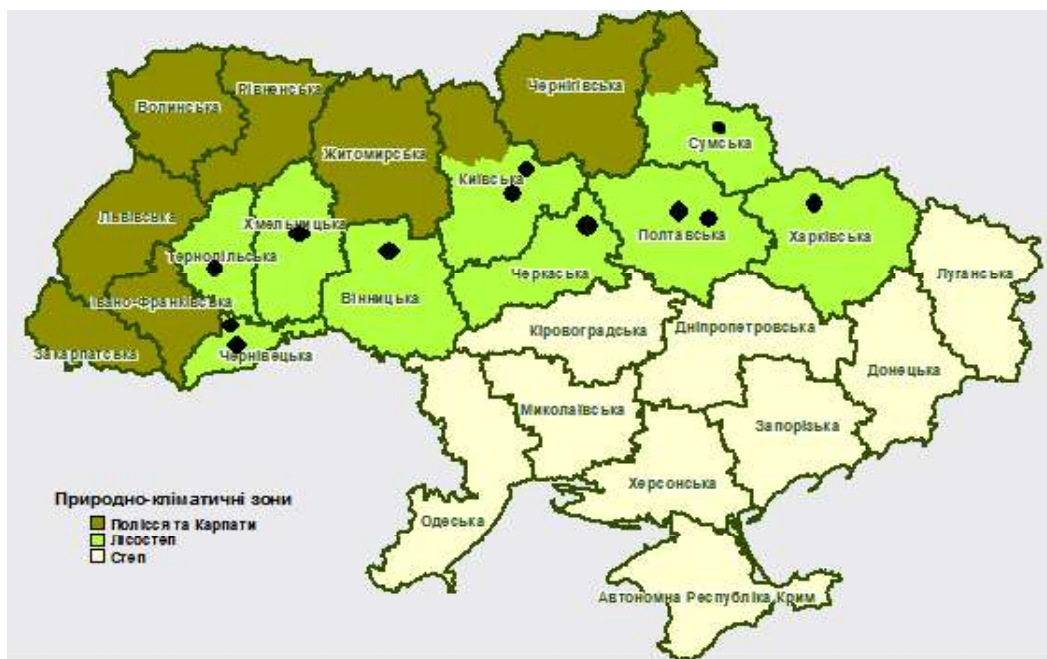


Рис. 1. Карта-схема опорних пунктів проведення досліджень.

стуючись визначниками. Виділені збудники висівали в чашки Петрі на агаризоване середовище та культивували в термостаті за температури 22 °С. Методами мікологічного аналізу досліджено параметри розвитку патогенної мікобіоти на твердому агаризованому середовищі [17]. Ідентифікацію збудників хвороб проводили в науково-дослідній лабораторії фітопатології БНАУ. Сучасну назву видів грибів, а також їх синоніми погоджували з міжнародною мікологічною глобальною базою даних Index Fungorum [18]. Оцінювання ураження та ступеня розвитку хвороб проводили в польових умовах у період вегетації квітничково-декоративних рослин, використовуючи 9-бальну шкалу [19].

Екологічні особливості патогенної мікобіоти і закономірності формування їх екологічних ніш вивчали, керуючись екологічною класифікацією інфекційних хвороб рослин, розробленою В.А. Чулкиною [20].

**Результати дослідження та обговорення.** За роки досліджень квітничково-декоративних культурфітоценозів у структурі озеленення урбокосистем відмітили, що мікобіота зумовлювала патологічні зміни на рослинах *Callistephus chinensis* у вигляді корневих гнилей, в'янення та різного типу плямистостей. Щороку відмічали прояв симптомів на всіх органах рослин. На підземній частині рослин патологічні зміни були спричинені збудниками *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*, *Botryotinia fuckeliana*, *Alternaria alternata*, *Gibberella*

*avenacea*, *G. zaeae*, *Nectria haematococca*, *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*, *Phytophthora cactorum*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*. Середньорічні показники поширення та розвитку патологій у ризосфері рослин становили 27,8±16,1 та 12,1±6,4 %, відповідно. Домінуюче місце займали фузаріозна коренева гниль *Gibberella avenacea*, *G. zaeae*, *Nectria haematococca*, *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum* із середньорічними показниками поширення 52,7±23,7 % та розвитку 22,6±7,3 %. Поширення корневих гнилей на рослинах було виявлено у відкритому та закритому ґрунтах на всіх етапах розвитку рослин, однак критичними були сходи-формування пагонової системи.

На надземній частині рослин *Callistephus chinensis* відмічали патоморфологічні зміни, зумовлені збудниками *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*, *Phoma exigua*, *Ramularia callistephi*, *Septoria callistephi*, *Botryotinia fuckeliana*, *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, *Coleosporium asterum*, *Phytophthora cactorum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* за показників поширення та розвитку патологій 13,0±13,7 та 3,7±5,6 %, відповідно. Домінування мали *Fusarium oxysporum* та *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* із середньорічними показниками поширення 40,8±2,1 % та розвитку 16,6±0,2 % і 38,6±1,9 та 13,0±0,2 %, відповідно (табл. 1, рис. 2).

Таблиця 1 – Поширення та ступінь ураження встановлених патологій калістефусу китайського за умов вирощування в структурі озеленення ґрунтової зони України (середнє за 2009-2019 рр.)

Тип хвороби та збудники		Основні показники (середнє за роки), %	
		P	C
Патології ризосфери			
Сіра (м'яка) гниль	<i>Botryotinia fuckeliana</i>	14,35±9,8	7,7±5,4
Фузаріозна коренева гниль	<i>Gibberella avenacea, G. zeae, Nectria haematococca, Fusarium oxysporum, F. culmorum</i>	52,7±23,7	22,6±7,3
Ризоктонієва коренева гниль	<i>Rhizoctonia solani</i>	30,3±7,5	12,8±1,3
Пітієва коренева гниль	<i>Pythium debaryanum</i>	25,6±7,8	11±3,0
Фітофторозна гниль	<i>Phytophthora cactorum, Ph. cryptogea, Ph. nicotianae var. parasitica</i>	4,7±2,8	2,7±1,4
середнє		27,8±16,1	12,1±6,4
Патології філосфери			
Плямистість	<i>Alternaria alternata, A. petalicolor, A. zinniae</i>	6,2±4,8	1,9±0,6
	<i>Phoma exigua</i>	9,8±7,0	0,8±0,6
	<i>Ramularia callistephi</i>	10,2±1,6	1,1±0,03
	<i>Septoria callistephi</i>	9,0±2,8	1,2±0,4
Плямистість, гниль	<i>Phytophthora cactorum</i>	7,8±1,9	1,3±0,2
Сіра (м'яка) гниль	<i>Botryotinia fuckeliana</i>	5,5±2,4	0,7±0,3
Наліт	<i>Golovinomyces cichoracearum, Erysiphe communis</i>	0,9±2,2	0,1±0,3
В'янення	<i>Fusarium oxysporum, F. oxysporum f. sp. callistephi</i>	40,8±2,1	16,6±0,2
	<i>Verticillium albo-atrum, Verticillium dahliae</i>	38,6±1,9	13,0±0,2
Іржа	<i>Coleosporium asterum</i>	1,4±2,0	0,1±0,2
середнє		13,0±13,7	3,7±5,6

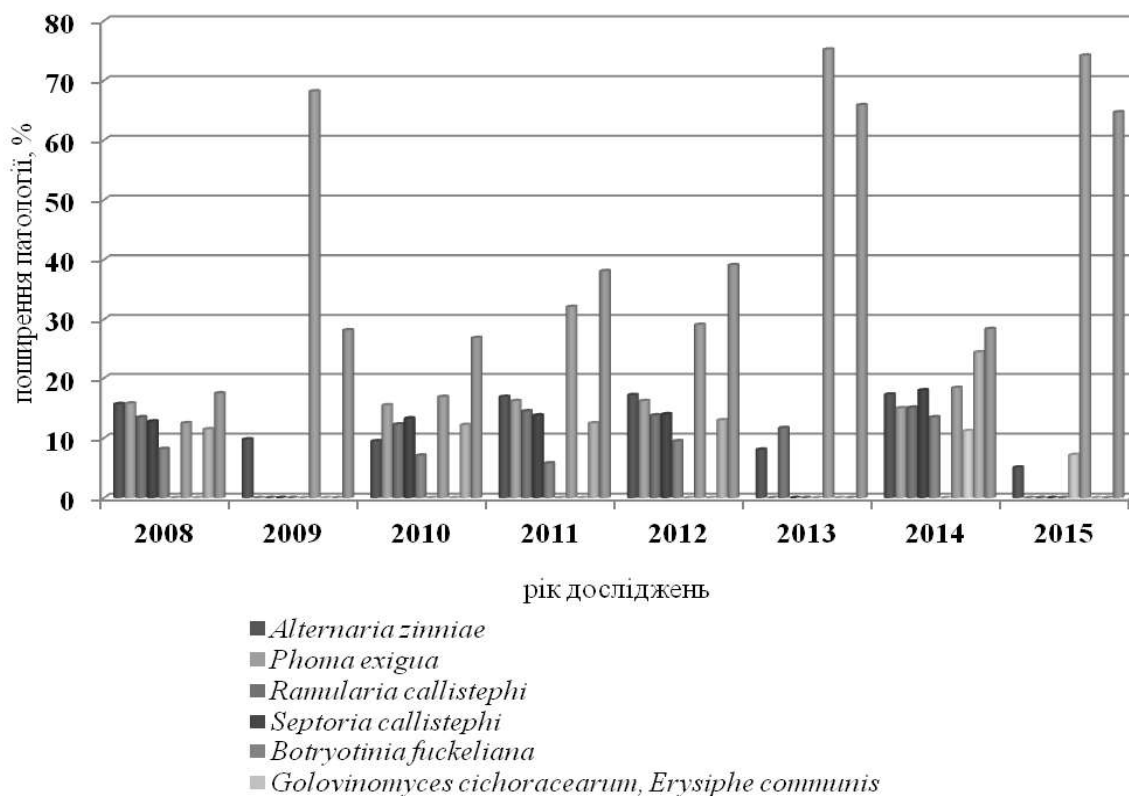


Рис. 2. Динаміка поширення патологій надземної частини калістефусу китайського в умовах озеленення ґрунтової зони України (середнє за 2009-2019 рр.).

За роки досліджень збудники фузаріозного та вертиціліозного в'янення на рослинах *Callistephus chinensis* максимально розвитку набували у фазах онтогенезу: формування пагонової системи–бутонізація–цвітіння. У фазу онтогенезу рослин бутонізація–цвітіння–плодоношення виявляли збудники *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*, *Phoma exigua*, *Ramularia callistephi*, *Septoria callistephi*, *Botryotinia fuckeliana*, бутонізація–початок цвітіння – *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Coleosporium asterum*, кінець бутонізації–цвітіння–плодоношення – *Phytophthora cactorum*.

Рамуляріоз *Ramularia callistephi* мав поширення 10,1 % (0–15,1 %), розвиток хвороби – 1,1 % (0–2,0 %), філостіктоз *Phoma exigua* мав поширення 9,8 % (0–16,2 %), розвиток хвороби – 0,7 % (0–1,2 %), септоріоз *Septoria callistephi* мав поширення 9,0 % (0–18 %), розвиток хвороби – 1,2 % (0–2,5 %), фітофтороз *Phytophthora cactorum* мав поширення 7,8 % (0–24,5 %), розвиток хвороби – 1,3 % (0–5,8 %), альтернативіоз *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae* мав поширення 6,3 % (5,1–17,8 %), розвиток хвороби – 1,9 % (1,2–3,1 %), сіра гниль *Botryotinia fuckeliana* мала поширення 5,5 % (0–9,5 %), розвиток хвороби – 0,7 % (0–1,5 %) (рис. 3.5). За роки досліджень відмічали поодинокі випадки поширення та прояву патологій, зумовлених збудниками *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Coleosporium asterum*. Прояв борошнистої роси *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis* було відмічено лише в 2015 р., яка мала поширення 7,2 % та розвиток хвороби – 1,0 %. Пухирчасту іржу *Coleosporium asterum* виявлено лише в 2014 р., яка мала поширення 11,2 % за розвитку 1,0 %.

У результаті ідентифікації збудників установили фітопатологічний комплекс *Callistephus chinensis*, представлений 24 видами збудників із 13 родів, 11 родин, 9 порядків, 3 відділів двох царств *Fungi* та *Chromista*. За таксономічною оцінкою царство *Fungi* займає домінуюче місце і представлено 20 (84 %) видами збудників із 11 (85 %) родів, 9 (82 %) родин, 7 (78 %) порядків, 2 (67 %) відділів. У розрізі відділів за кількістю збудників перевагу має *Ascomycota*, який представлений 18 (90 %) видами, а відділ *Basidiomycota* – 2 збудниками (10 % від загальної їх кількості, які виявлені у цьому царстві).

У таксономічній структурі відділу *Ascomycota* провідними за кількістю видів є порядки *Dothideales* (6 видів, 26 %) та *Hypocreales* (5 видів, 21,7 %), інші порядки *Leotiales* Korf & Lizon, *Erysiphales* представляють по два види.

Порядок *Dothideales* у фітопатологічному процесі *Callistephus chinensis* представлений родинami *Pleosporaceae*, *Mycosphaerellaceae*, *Dothideaceae* Chevall, родами *Alternaria*, *Phyllosticta*, *Ramularia*, *Septoria*, видами *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*, *Ramularia callistephi*, *Septoria callistephi*. Порядок *Botryosphaerales* – родиною *Botryosphaeriaceae* Theiss. & P.Syd., родом *Phyllosticta*, видом *Phyllosticta asteris*, *Phoma exigua* Desm. (син. *Ascochyta asteris* (Bres.) Gloyer (1924)). Порядок *Hypocreales* представлений родинami *Hypocreaceae* родом *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi*, *F. culmorum*), *Plectosphaerellaceae* W. Gams, Summerb. & Zare, *Verticillium* (*Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*), *Nectriaceae* Tul. & C. Tul., *Gibberella* Sacc. (*Gibberella zaeae*, *G. avenacea*), *Nectria* (Fr.) Fr. (*Haematonectria haematococca* Samuels & Rossman). Порядок *Leotiales* представлений родиною *Sclerotiniaceae*, родами *Botrytis*, *Sclerotinia*, видами *Botryotinia fuckeliana*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Порядок *Erysiphales* – родиною *Erysiphaceae*, родами *Erysiphe*, видами *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis* Link (1824).

У таксономічній структурі відділу *Basidiomycota* порядки *Stereales* Ferro та *Pucciniales* представлені по одному виду. Порядок *Stereales* представлений родиною *Corticaceae* Herter, родом *Rhizoctonia*, видом *Rhizoctonia solani*. Порядок *Pucciniales* – родиною *Coleosporiaceae*, родом *Coleosporium*, видом *Coleosporium asterum*, *Coleosporium heterothecae* Hedge. & N.R. Hunt (1933).

Царство *Chromista* представлено 4 (16 %) видами збудників із 2 (15 %) родів, 2 (18 %) родин, 2 (22 %) порядків, 1 (33 %) відділу *Oomycota*. За кількістю збудників переважає порядок *Peronosporales*, який представлений 3 (75 %) видами *Phytophthora cactorum*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica*, а порядок *Pythiales* представлений видом *Pythium debaryanum*, що становить 25 % від загальної їх кількості, які виявлені у цьому царстві.

Збудники хвороб рослин по-різному реагують на чинники навколишнього середовища, частина з яких стає специфічними чинниками їх передачі або носіями інфекції в часі і просторі. Сукупність чинників і механізмів їх передачі, які забезпечують циркуляцію збудника, а відповідно й існування цієї хвороби в природі, називається шляхом передачі збудника. Для фітопатогенів чинники навколишнього середовища є чужим середовищем, де вони лише зберігаються або за їх допомоги переміщуються. Це одна із найбільш уразливих фаз життєвого циклу збудни-

ків, під час якої відмічається їх масове знищення (гибель). І не випадково застосування системи захисних засобів саме у цю фазу забезпечує максимальний ефект, попереджаючи процес ураження рослин. У зв'язку з цим основу екологічної класифікації інфекційних хвороб рослин, розробленої В.А. Чулкиною (1991), становить життєво важлива, однак водночас і найуразливіша еволюційна тактика виживання збудника – здатність виживати в природі в період зміни індивідуальних особливостей рослин-господарів упродовж сезону або кількох років.

Виділення екологічних груп інфекційних хвороб рослин проведено за основним чинником передачі, оскільки вплив на нього перериває епіфітотичний процес або попереджає масову передачу збудників від джерела інфекції до здорових сприйнятливих рослин-господарів і забезпечує спорадичний прояв хвороби.

Провівши екологічний аналіз за показниками основного чинника передачі патогенної мікофлори *Callistephus chinensis* встановили, що відповідно до екологічної класифікації В.А. Чулкиної (1991) жодний збудник не належить до груп насіннева інфекція та трансмісивна інфекція.

Збудники фітопатогенного комплексу *Callistephus chinensis* належать до двох екологічних груп, серед яких домінує група повітряно-крапельної інфекції – 54,2 % патогенів, а група ґрунтової інфекції – 45,8 % (рис. 3).

Найбільш чисельною екологічною групою є повітряно-крапельна інфекція (13 патогенів,

54,2 %), яка представлена чотирма підгрупами. Підгрупа аерогенна (3 патогени, 11,5 %), характеризується тим, що основним чинником передачі є повітряний потік, представлена збудниками: *Golovinomyces cichoracearum*, *Erysiphe communis*, *Coleosporium asterum*; підгрупа крапельно-повітряна інфекція (3; 11,5 %), основним чинником передачі є повітряний потік і краплі дощу, роси, іншої води, представлена збудниками: *Septoria callistephi*, *Ramularia callistephi*, *Phoma exigua*; підгрупа повітряно-насіннева інфекція (4; 19,7 %), коли крім повітряного потоку передача збудника хвороби відбувається додатково і насінням, представлена: *Alternaria alternata*, *A. petalicolor*, *A. zinniae*; підгрупа крапельно-насіннева інфекція (3; 11,5 %), коли крім повітряно-крапельної передачі, збудник використовує додатково насіннєвий матеріал – *Phytophthora cactorum*, *Ph. cryptogea*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica*.

Екологічна група ґрунтової інфекції (11; 45,8 %) була представлена двома підгрупами: ґрунтово-насіннева інфекція (2; 8,3 %), коли основним чинником передачі збудника із року в рік є ґрунт, додатково насіннєвий і садивний матеріал, до цієї підгрупи належать збудники: *Pythium debaryanum*, *Botryotinia fuckeliana*, *Sclerotinia sclerotiorum*; ґрунтово-насіннево-повітряна інфекція (9; 37,5 %) – основним чинником передачі є ґрунт, додатковим із року в рік – посівний матеріал, а впродовж сезону – повітряний потік, краплі дощу й роси, ця підгрупа найбільш чисельна і містить таких

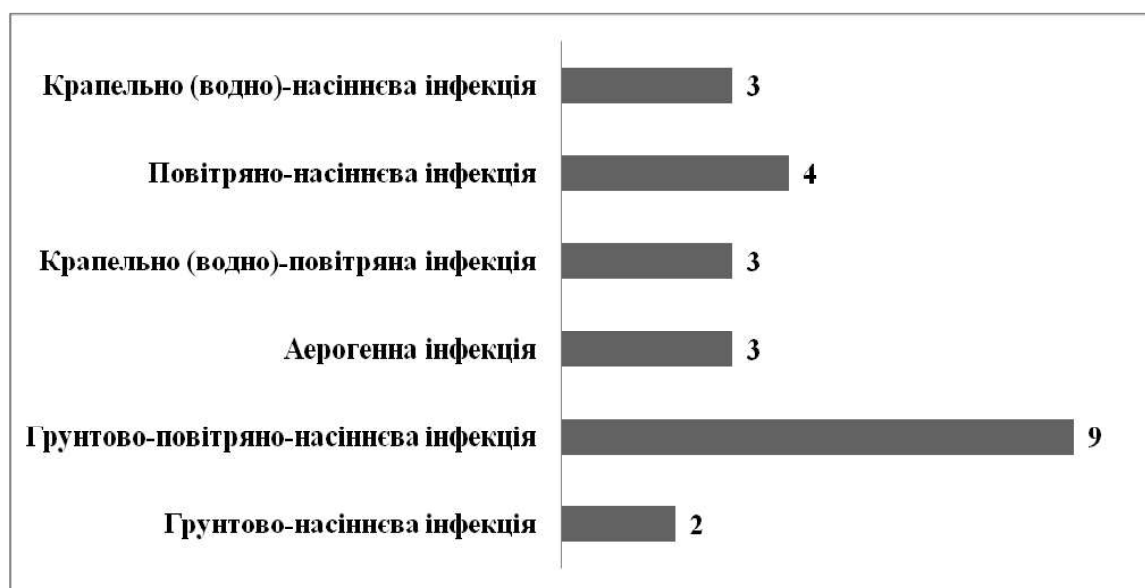


Рис. 3. Розподіл патогенної мікобіоти *Callistephus chinensis* відповідно до екологічної класифікації В.А. Чулкиної (1991), кількість видів.

збудників: *Rhizoctonia solani*, *Gibberella zeae*, *G. avenacea*, *Nectria haematococca*, *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, *F. culmorum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*.

Використовуючи основні і допоміжні чинники передачі, збудники продовжують свій життєвий цикл на цій фазі проникнення (вторгнення) у здорові сприйнятливі рослини-господарі, які є заключною ланкою в ряді внутрішніх біологічних чинників епіфітотичного процесу. Отже, розподіл згідно з екологічною класифікацією може бути теоретичною основою для розробки системи засобів захисту з виділенням провідної ланки серед груп, підгруп і окремих інфекцій.

У результаті досліджень мікобіоти *Callistephus chinensis* виявлено 24 види грибів, які належать до 2 еколого-трофічних груп: сапротрофи (29,2 %) та біотрофи (70,8 %). Домінуюче місце у фітопатологічному комплексі *Callistephus chinensis* займають збудники біотрофи, які представлені 17 видами з відділу *Ascomycota* – 11 видів (45,8 %), *Basidiomycota* – 2 (8,3 %) та царства *Chromista* – 4 (16,7 %). Група сапротрофи представлена 7 видами із відділу *Ascomycota*. У еколого-трофічних групах збудників патогенної мікофлори культурфітоценозів *Callistephus chinensis* переважають види відділу *Ascomycota* – 18 видів, що становить 75 % від виявлених.

**Висновки.** У результаті фітопатологічного моніторингу культурфітоценозів урбанізованих екосистем встановлено комплекс мікобіоти *Callistephus chinensis*. 24 види мікроміцетів із 13 родів, 10 родин, 8 порядків, 2 відділів зумовлюють патологічні зміни рослин у вигляді кореневих гнилей, в'янення та різного типу плямистостей, де в'янення та кореневі гнилі проявляються в 5,1 та 4 рази більше ніж плямистості, відповідно. На всіх вегетативних та репродуктивних частинах *Callistephus chinensis* виявлено поширення та розвиток збудників *Botryotinia fuckeliana*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*; підземних та надземних – *Phytophthora cactorum*; підземних частинах та насінні – *Rhizoctonia solani*; надземних частинах та насінні – *Alternaria zinniae*. За показниками чинника передачі інфекції патогенна мікобіота *Callistephus chinensis* належать до екологічних груп: повітряно-крапельна інфекція (54,2 %), ґрунтова інфекція (45,8 %); за еколого-трофічними властивостями до: біотрофів (70,8 %), сапротрофів (29,2 %).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чумак П.Я., Вигера С.М., Ковальчук В.П. Захист рослин від патогенних організмів у ботанічних садах та

парках. Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: матеріали міжнародної наукової конференції (Київ, 28–31 травня 2013 р.) / гол. ред. В.Г. Радченко. Київ: НЦЕБМ НАН України, ПАТ Віпол, 2013. 161 с.

2. Репина М.А. Нефтеуглеводородокисляющие микроорганизмы прибрежных вод юга острова Сахалин: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Владивосток, 2009. 19 с.

3. Швецов А.Н., Коновалова Т.Ю. Некоторые тенденции формирования современного состава декоративных растений московской городской агломерации. Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов. Тула: Изд-во Гриф и К, 2010. С. 170–174.

4. Марченко А.Б. Біоекологічні підходи до управління фітосанітарним станом агробіоценозів *Callistephus chinensis* L. Nees.: монографія. Біла Церква, 2016. 226 с.

5. Коев Г.В., Бухар Б.И., Клешина Л.Г. Болезни и вредители астры однолетней / отв. ред. Н.Н. Балашова. Ботанический сад АН МССР. Кишинев: Штиинца, 1990. 56 с.

6. Павлюк Н.А. Фитопатологический анализ сортов астры китайской *Callistephus chinensis* (L.) Nees. Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока: материалы Международной научной конференции. Владивосток: ВИР, 2004. С. 489–493.

7. Nečas T., Kobza F. Resistance of Chinese asters (*Callistephus chinensis* Nees.) to Fusarium wilts (*Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder and Hansen) evaluated using artificial inoculations. Hort. Sci. (Prague). 2008. Vol. 35 (4). P. 151–161.

8. Mullenko W., Majewski T., Ruszkiewicz-Michalska M. Preliminary Checklist of Micromycetes in Poland. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. 2008. Vol. 9. 752 p.

9. Марченко А.Б. Фузаріозне в'янення айстри однолітньої. Карантин і захист рослин. 2017. № 7–9 (244). С. 17–20.

10. Persiel F., Lein H. Untersuchungen zur Resistenz von Sommerastern, *Callistephus chinensis*, gegen *Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 1989. Vol. 96. P. 47–59.

11. Шевель Л.О. Біологічні особливості рослин калістефусу китайського (*Callistephus chinensis* (L.) Nees) та їх використання в селекційному процесі: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05. Київ, 2016. 22 с.

12. Острякова Г.В., Карташева Л.М. Конкурентные сорта астры однолетней. Вестник ВГУ. Химия. Биология. Фармация. 2003. № 2. С. 155–159.

13. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева и др. Санкт-Петербург: НИИ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.

14. Федоров Н.И. Лесная фитопатология. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.

15. Станчева Й., Роснев Б. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Болезни декоративных и лесных культур. Москва: ПЕНСОФТ, София–Москва, 2005. Том 5. 247 с.

16. Трейвас Л.Ю. Болезни и вредители роз: атлас-определятель. Москва: ЗАО Фитон+, 2009. 128 с.

17. Грибы: справочник миколога и грибника / уклад.: Дудка И.А., Вассер С.П. Киев: Наукова думка, 1987. 534 с.

18. Index Fungorum. URL: <http://www.in-dexfungorum.org>.

19. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, ефіроолійних, лікарських, лісових на придатність до поширення в Україні (ПСП) / за ред. Ткачик С.О. Вінниця, 2016, 75 с. URL: <http://sops.gov.ua/upload/files/metodiki/psp/4.pdf>.

20. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитологии. Москва, 1991. 284 с.

#### REFERENCES

1. Chumak, P.Ja., Vygera, S.M., Koval'chuk, V.P. (2013). Zahyst roslyn vid patogennyh organizmiv u botanichnyh sadah ta parkah. Rol' botanichnyh sadiv i dendroparkiv u zberezheni ta zbagachenni biologichnogo riznomanittja urbanizovanyh terytorij: materialy mizhnarodno' naukovo' konferencii' (Kyiv, 28–31 travnja 2013 r.) [Protection of plants from pathogenic organisms in botanical gardens and parks. The role of botanical gardens and arboreturns in the preservation and enrichment of biological diversity of urban areas: materials of the international scientific conference (Kyiv, May 28-31, 2013)]. Kyiv, NCEBM NAS of Ukraine, PAT Vipol, 161 p.

2. Repina, M.A. (2009). Neftueglevodородокisljajushhie mikroorganizmy pribrezhnyh vod juga ostrova Sahalin: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.16 [Oil-hydrocarbon-oxidizing microorganisms of coastal waters in the south of Sakhalin Island: author. dis. Cand. of biol. Sciences: 03.00.16]. Vladivostok, 19 p.

3. Shvecov, A.N., Konovalova, T.Ju. (2010). Nekotorye tendencii formirovaniya sovremennogo sostava dekorativnyh rastenij moskovskoj gorodskoj aglomeracii [Some trends in the formation of the modern composition of ornamental plants in the Moscow urban agglomeration]. Nauchnye osnovy jekologii, melioracii i jestetiki landshaftov [Scientific foundations of ecology, reclamation and landscape aesthetics]. Tula, Publishing house Grif and K, pp. 170–174.

4. Marchenko, A.B. (2016). Bioekologichni pidhody do upravlinnja fitosanitarnym stanom agrobiocenoziv Callistephus chinensis L. Nees.: monografija [Bioecological approaches to phytosanitary management of agrobiocenoses of Callistephus chinensis L. Nees.]. Bila Tserkva, 226 p.

5. Koev, G.V., Buhar, B.I., Kleshnina, L.G. (1990). Bolezni i vrediteli astrы odnoletnej / otv. red. N.N. Balashova [Diseases and pests of the annual aster]. Botanicheskij sad AN MSSR [Botanical Garden of the Academy of Sciences of the MSSR]. Kishinev, Shtiinca, 56 p.

6. Pavljuk, N.A. (2004). Fitopatologicheskij analiz sortov astrы kitajskoj Callistephus chinensis (L.) Nees [Phytopathological analysis of varieties of Chinese aster Callistephus chinensis (L.) Nees]. Geneticheskie resursy rastenievodstva Dal'nego Vostoka: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Genetic resources of plant growing of the Far East: materials of the International scientific conference]. Vladivostok, VIR, pp. 489–493.

7. Nečas, T., Kobza, F. (2008). Resistance of Chinese asters (*Callistephus chinensis* Nees.) to Fusarium wilts (*Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder and Hansen) evaluated using artificial inoculations. Hort. Sci. (Prague). Vol. 35 (4), pp. 151–161.

8. Mulenko, W., Majewski, T., Ruszkiewicz-Michalska, M. (2008). Preliminary Checklist of Micromycetes in Poland. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Vol. 9, 752 p.

9. Marchenko, A.B. (2017). Fuzariozne v'janennja ajstry odnorichnoi' [Fusarium wilt of annual aster]. Karantyn i zahyst roslyn [Quarantine and plant protection], no. 7–9 (244), pp. 17–20.

10. Persiel, F., Lein, H. (1989). Untersuchungen zur Resistenz von Sommerastern, *Callistephus chinensis*, gegen *Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Vol. 96, pp. 47–59.

11. Shevel', L.O. (2016). Biologichni osoblyvosti roslyn kalistefusu kytajskogo (*Callistephus chinensis* (L.) Nees) ta i'h vykorystannja v selekciynomu procesi: avtoref. dys.. kand. s.-g. nauk: 06.01.05. [Biological features of Chinese *Callistephus chinensis* (L.) Nees plants and their use in the selection process: author's ref. dis. Cand. of Agricultural Science: 06.01.05]. Kyiv, 22 p.

12. Ostrjakova, G.V., Kartasheva, L.M. (2003). Konkurentnye sorta astrы odnoletnej [Competitive varieties of annual aster]. Vestnik VGU. Himija. Biologija. Farmacija [VGU Bulletin. Chemistry. Biology. Pharmacy], no. 2, pp. 155–159.

13. Andreeva, E.N., Bakkal, I.Ju., Gorshkov, V.V., Ljanzuzova, I.V., Maznaja, E.A., Neshataev, V.Ju., Neshataeva, V.Ju., Stavrova, N.I., Jarmishko, V.T., Jarmishko, M.A. (2002). Metody izuchenija lesnyh soobshhestv [Methods for studying forest communities]. Sankt-Peterburg Research Institute of Chemistry, St. Petersburg State University, 240 p.

14. Fedorov, N.I. (2004). Lesnaja fitopatologija [Forest phytopathology]. Minsk, BGTU, 462 p.

15. Stancheva, J., Rosnev, B. (2005). Atlas boleznj sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Atlas of Crop Diseases]. Bolezni dekorativnyh i lesnyh kul'tur [Diseases of ornamental and forest crops]. Moscow, PENSOFT, Sofia-Moscow, Vol. 5, 247 p.

16. Trejvas, L.Ju. (2009). Bolezni i vrediteli roz: atlas-opredelitel' [Diseases and pests of roses: an atlas-guide]. Moscow, ZAO Fiton+, 128 p.

17. Dudka, I.A., Vasser, S.P. (1987). Griby: spravochnik mikologa i gribnika [Mushrooms: a guide to the mycologist and mushroom picker]. Kyiv, Scientific thought, 534 p.

18. Index Fungorum. Available at: <http://www.indexfungorum.org>.

19. Tkachyk, S.O. (2016). Metodyka provedennja ekspertyzy sortiv roslyn grupy dekorativnyh, efiroolijnyh, likars'kyh, lisovyh na prydatnist' do poshyrennja v Ukraїni (PSP) [Methods of examination of plant varieties of ornamental, essential oil, medicinal, forest for suitability for distribution in Ukraine (PSP)]. Vinnytsia, 75 p. Available at: <http://sops.gov.ua/upload/files/metodiki/psp/4.pdf>.

20. Chulkin, V.A. (1991). Biologicheskie osnovy jepifitologii [Biological bases of epiphytology]. Moscow, 284 p.

**Биоэкологические особенности формирования патогенной микобиоты цветочно-декоративных растений (на примере *Callistephus chinensis* (L.) Nees) в структуре озеленения урбозкосистем**

**Марченко А.Б., Крупа Н.Н., Масальский В.П., Олешко А.Г., Роговский С.В., Жихарева К.В.**

Проведено оцінювання фітопатологічного стану груп калістефуса китайського в урбанізованих екосистемах лесостепної зони і встановлено



видовой состав патогенной микобиоты, как основные природные причины нарушений комплексной зеленой зоны и композиционной целостности цветочных культур фитocenозов, которые интенсивно проявляются вследствие негативного воздействия антропогенной нагрузки. Уточнено видовой состав и проведено таксономическое оценивание патоконспекса, где царство Fungi занимает доминирующее место и представлено 20 (84 %) видами возбудителей из 11 (85 %) родов, 9 (82 %) семей, 7 (78 %) порядков, 2 (67 %) отделов, где преимущество имеет отдел Ascomycota, который представлен 18 (90 %) видами, а по количеству видов преобладают порядки Dothideales (6 видов, 26 %) и Hypocreales (5 видов, 21,7 %). Установлено экологические ниши основных патогенов калистефуса китайского: микромицет *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel., *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824), *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold. *V.dahliae* Kleb. обнаружены на всех вегетативных и репродуктивных органах; *Phytophthora cactorum* J. Schröt. (1886) – подземных и надземных; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858) – подземных частях и семенах; *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) – надземных частях и семенах. В фитопатогенном комплексе подземных органов доминирующее место имеет фузариозная корневая гниль, вызванная возбудителями *Fusarium oxysporum*, *F.culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (1895), *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cooke, *Haematonectria haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman со среднегодовыми показателями распространения в пределах от 5 до 89 %. Среднегодовое распространение фузариозного увядания калистефуса китайского, обусловленное возбудителями *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi* W.C. Snyder & H.N. Hansen, составило 40,9 %. Патогенная микобиота по показателям фактора передачи инфекции относится к экологическим группам: воздушно-капельной инфекции (54,2 %), почвенной инфекции (45,8 %); по эколого-трофическим свойствам к биотрофам (70,8 %), сапротрофам (29,2 %).

**Ключевые слова:** урбоэкосистема, цветочно-декоративные растения, микобиоты, фитопатогенный комплекс, *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Fusarium oxysporum* Schlecht., экологические группы.

### Bioecological features of pathogenic mycobiota formation in flower and decorative plants (on the example of *Callistephus chinensis* (L.) Nees) urban ecosystems greening

Marchenko A., Krupa N., Masalsky V., Oleshko O., Rohovsky S., Zhykharieva K.

The phytopathological condition of Chinese calistephus groups in urbanized ecosystems of the forest-steppe zone was assessed and the species composition of pathogenic mycobiota was established as the main natural causes of violations of the complex green zone and compositional integrity of flower crops phyto-cenoses. The species composition was specified and a taxonomic assessment of the pathocomplex was carried out, where the kingdom of Fungi occupies a dominant place and is represented by 20 (84 %) species of pathogens from 11 (85 %) genera, 9 (82 %) families, 7 (78 %) orders, 2 (67 %) divisions, where Ascomycota has an advantage, which is represented by 18 (90 %) species, and the number of species is dominated by the orders Dothideales (6 species, 26 %) and Hypocreales (5 species, 21.7 %). Ecological niches of the main pathogens of Chinese calistephus were established: micromycetes *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel., *Fusarium oxysporum* Schltdl. (1824), *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold. *V.dahliae* Kleb. detected on all vegetative and reproductive organs; *Phytophthora cactorum* J. Schröt. (1886) – underground and aboveground; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn (1858) – underground parts and seeds, *Alternaria zinniae* M.B. Ellis (1972) – aboveground parts and seeds. In the phytopathogenic complex of underground organs the dominant place is fusarium root rot caused by *Fusarium oxysporum*, *F.culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (1895), *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, *G. avenacea* R.J. Cooke, *Haematonectria haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman with average annual prevalence ranging from 5 to 89 %. The average annual prevalence of fusarium wilt of Chinese calistephus caused by *Fusarium oxysporum*, *F. oxysporum* f. *callistephi* W.C. Snyder & H.N. Hansen was 40.9 %. Pathogenic mycobiota according to the indicators of infection transmission factor belongs to the following ecological groups: airborne infection (54.2 %), soil infection (45.8 %); according to ecological and trophic properties they can be classified as biotrophs (70.8 %) and saprotrophs (29.2 %).

**Key words:** urban ecosystem, flower-ornamental plants, mycobiota, phytopathogenic complex, *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Fusarium oxysporum* Schlecht., Ecological groups.



Copyright: Марченко А.Б. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Марченко А.Б.  
Крупа Н.М.  
Масальський В.П.  
Олешко О.Г.  
Роговський С.В.  
Жихарева К.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1753-7782>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5299-3580>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8001-2631>  
ID: <https://orcid.org/>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6600-3974>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8705-0630>