

4. Dospikhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)] Moskva: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).
5. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Kostohryz P.V., Opryshko V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruch.* [Basic scientific research in agronomy: textbook]. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K» Publ., 332 p. (in Ukrainian).
6. Levandovskiy G.S. (1984). *Metodicheskie ukazaniya po selektsii i semenovodstvu kalenduly lekarstvennoy* [Guidelines for the selection and seed calendula]. Moskva: VILR Publ., 21 p. (in Russian).
7. Tkachenko V.M. (2009). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv nahidok likarskykh (Calendula officinalis L.) na vidminnist, odnoridnist i stabilnist Kyiv.* – 8 s. [Elektronic resource] available at: <http://sops.gov.ua/uploads/files/documents/Metodiki/63.pdf> (in Ukrainian).
8. Porada O.A. (2007). *Metodyka formuvannia ta vedennia kolektsii likarskykh roslyn* [Methods of forming and maintaining collections of medicinal plants]. Poltava: PDAA Publ., 50 p. (in Ukrainian).
9. Khalafyan A.A. (2007). *Statistica 6. Statisticheskyy analiz dannykh* [Statistica 6. Statistical analysis of the data] Moskva: Binom-Press Publ., 512 p. (in Russian).
10. Melnychuk R.V.; edit. Nikolaienko S.M. (2015). *Oznaky dekoratyvnosti zrazkiv kolektsii rodu Calendula L. Doslidnoi stantsii likarskykh roslyn* [Signs collection of decorative designs genus *Calendula L.* experimental station of medicinal plants]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy* [Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine], Seriya «Ahronomiia» [Series «Agronomics»] Kyev: VTsNUBiP Ukrainy Publ., Iss. 210, Part. 1, pp. 319–327 (in Ukrainian).

УДК 578.85/86

## ВІРУСНІ ХВОРОБИ КАКТУСІВ (*CACTACEAE* JUSS.)

Т.П. Мудрак<sup>1</sup>, Г.В. Коротєва<sup>2</sup>, В.П. Поліщук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут продовольчих ресурсів НААН

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
ННЦ «Інститут біології»

Наведено основні біологічні характеристики вірусів, що уражують рослини родини *Cactaceae* Juss., їх географічне поширення та історію відкриття деяких видів. Описано генетичні відмінності деяких азійських та європейських ізолятів потексвірусів та особливості розвитку моно- та коінфекції у різних видів кактусів. Розглянуто практичне значення кактусових для квітникарської галузі та наведено приклади використання (у медицині та фармацевтичній промисловості) біологічно активних речовин, виділених з цих рослин. Обґрунтовано, що окрім вжиття агротехнічних заходів, обов'язковою ланкою системи захисту від вірусних хвороб кактусів має бути своєчасне застосування сучасних методів їх діагностики та встановлення різноманіття вірусів, що циркулюють в колекціях наукових установ.

**Ключові слова:** віруси кактусів, X-вірус кактуса.

Родина *Cactaceae* Juss., згідно із класифікацією (Mizrahi et al., 1997), налічує близько 220 родів та 3000 видів рослин. Кактуси з моменту свого відкриття у XV ст. завоювали велику популярність серед ботаніків, колекціонерів та садівників завдяки

незвичному і декоративному зовнішньому вигляду.

Вченими було доведено, що кактуси також мають безліч корисних властивостей. Завдяки високому вмісту алкалоїдів та інших біологічно активних речовин кактуси широко застосовуються в медицині та фармацевтичній промисловості (Апоор А.

Shetty et al., 2012). У офіційній медицині кактуси використовують для лікування серцево-судинних, невралгічних захворювань. Наприклад, екстракт пелюсток і стебел селеніцереуса (*Selenicereus grandiflorus*) має спазмолітичну дію і підсилює кровопостачання. Сік опунції звичайної (*Opuntia vulgaris*) проявляє в'язучу дію за розладів кишечника. Слизовий сік деяких видів опунції допомагає у разі хвороб печінки, а витяжка з коріння має сечогінні властивості. Британські фармакологи вказують на кровоспинну і ранозагоювальну дію препаратів опунції, а також рекомендують їх для лікування аденоми передміхурової залози. Екстракт рослин *O. streptacantha* може знижувати рівень ліпідів і вміст цукру в крові, що надає змогу використовувати його під час лікування діабету. Увагу психіатрів і психотерапевтів, як і раніше, привертає алкалоїд мескалін, що міститься в *Lophophora williamsii*, як можливий засіб для лікування психічних розладів. Крім психотропної дії, у цієї рослини виявлено антисептичні, протизапальні й тонізуючі властивості.

Значне різноманіття кактусів, їх різко відмінні еколого-біологічні особливості спричиняють низку труднощів, насамперед щодо вирощування цих рослин у захищеному ґрунті.

Оскільки рослини кактусів часто розмножуються вегетативно і роками розміщуються в одному приміщенні, вони можуть бути резервуарами для різноманітних патогенів. Серед різноманіття захворювань кактусів особливе занепокоєння викликають ті, що мають вірусну природу. Зниження декоративності та якості рослин кактусових, що вирощуються в промислових масштабах, унаслідок вірусного ураження може зробити культуру нерентабельною та скоротити видовий склад колекцій. Незважаючи що роботи із вивчення вірусів кактусів з'явилися ще в 50-х роках минулого століття, ця проблема ще й досі містить безліч «білих плям» і є актуальним предметом наукових досліджень.

Вперше симптоми вірусного ураження кактусів були описані у 1955 р. (Amelunxen,

1955). Було виділено та охарактеризовано X-вірус кактуса (*Cactus virus X, CVX*). Цей вірус належить до родини *Alphaflexiviridae* роду *Potexvirus*. Віріони *CVX* – гнучкі, без оболонки, як правило, звивисті, з модальною довжиною 520 нм і діаметром 13 нм, мають центральний канал. Пізніше було доведено, що геномом вірусу є молекула лінійної одноланцюгової РНК позитивної полярності, 5'-кінець якої кеповано, а на 3'-кінці розміщується полі-(А) послідовність (Milicic et al., 1966). Геном складається з 6614 нтд і має сім відкритих рамок зчитування (ORF). Організація геному *CVX* є аналогічною до інших потексвірусів: у ORF 1 закодовано інформацію про вірусну репліказу з метилтрансферазним, геліказним і полімеразним мотивами. Дві відкриті рамки зчитування (ORF 6 і ORF 7) розташовуються окремо – всередині ORF 1. Три відкриті рамки зчитування, що перебиваються (ORF 2, 3 і 4), утворюють потрійний блок генів, характерний для потексвірусів, і кодуєть білки з молекулярною масою 25, 12 і 7 кД відповідно. Ці білки є необхідними для транспорту вірусу між клітинами; а ORF 5 кодує білок оболонки з молекулярною масою 24 кД.

Перебіг захворювання, обумовленого *CVX*, у рослин *Opuntia vulgaris*, *Austrocyllindropuntia cylindrica*, *Pereskia saccharosa*, *Schlumbergera bridgesii*, *Epiphyllum* sp., *Cereus* sp., *Echinopsis* sp., *Zygocactus* sp., *Ferocactus acanthodes*, *Echinocereus procumbens* часто буває безсимптомним (Lastra et al., 1976). Крім кактусів, вірус здатний уражувати рослини родин *Amaranthaceae*, *Caryophyllaceae* та *Chenopodiaceae*.

Як правило, за ураження кактусів вірусами симптомів інфекції не спостерігається (Bercks, 1971), проте іноді можуть виникати чіткі зовнішні ознаки ураження. Так, у 1974 р. у процесі встановлення *CVX*-інфекції у рослині *Ferocactus acanthodes* у Сан-Бернардіно (штат Каліфорнія, США) була відмічена поява на стеблах рослин симптомів у вигляді кілець, некрозів, системної крапчастості та деформації стебел. Було встановлено, що інфікування *CVX* ягідного кактуса *Ferocactus* sp. може спри-

чиняти деформацію тканин, сформованих після ураження, та карликовість (Attathom et al., 1978). Ураження кактусів *Oputina ficus-indica* CVX у Тайвані зумовлювало появу невеликих хлоротичних плям на стеблі та уповільнення росту рослин (Chessin, 2002).

Унаслідок зараження кактусів CVX відбувається утворення великих спірале- або веретеноподібних включень, переважно у зовнішніх шарах клітин інфікованих рослин. Такі включення легко відрізнити від кристалічних і сферичних включень оксалату кальцію, виявлених в епідермальних шарах стебла *Opuntia* sp. За ураження CVX може спостерігатися поява включень, подібних до перерваних веретен, спіралей, кілець, ниток, багатогранників та X-тіл (Бойко та ін., 1972). Такі включення можуть мати діагностичне значення за відсутності у рослин зовнішніх симптомів ураження (Attathom et al., 1978).

З рослин *Zygocactus* sp. було виділено ізолят вірусу B1, який був морфологічно і серологічно подібний до вірусу кактуса, описаного раніше (Brandes et al., 1959). Пізніше вчені запропонували живити назву «X-вірус кактусу» для всіх ниткуватих вірусів кактусів, подібних до X-вірусу картоплі — (*Potato virus X*, PVX) (Brandes et al., 1962).

У 1966 р. було визначено, що ізоляти CVX проявляли різну вірулентність у рослинах (Milicic et al., 1966). Вченими також було встановлено, що досліджені ізоляти CVX були подібні за морфологією, але відрізнялися серологічно. Так, ізолят B1, виділений із *Zygocactus* sp., і чотири ізоляти з *Opuntia* sp. були серологічно спорідненими. Поряд із тим ізолят K11 з рослини *Schlumbergera bridgesii* та ізолят CC10 з *Opuntia* sp., виявлені у США, мали лише віддалену серологічну спорідненість з іншими ізолятами CVX. Тому була висловлена думка, що штами CVX B1, K11 і CC10 слід розглядати як окремі види вірусів: X-вірус опунції (*Opuntia virus X*, OpVX), X-вірус шлюмбергери (*Schlumbergera virus X*, SchVX) та X-вірус зигокактуса (*Zygocactus virus X*, ZyVX) (Milicic et al., 1966).

Перше повідомлення про OpVX датується 1962 р. Вірус був ідентифікований у рослин *Opuntia basilaris* (Chessin et al., 1962). Перебіг захворювання, зумовленого OpVX, у рослин *Opuntia vulgaris* та *Austrocylindropuntia cylindrica* часто буває безсимптомним (Duarte et al., 2008). Проте за експериментального ураження рослин *Opuntia* виникають місцеві некротичні реакції на їх стеблах.

Пізніше з гібрида різдвяного кактуса (*Zygocactus X Schlumbergera*) без видимих симптомів ураження виділили вірус зигокактуса (*Zygocactus virus*, ZyV), який серологічно відрізнявся від CVX (Casper et al., 1969).

У 1972 р. було встановлено інший потексвірус — ZyVX, ізольований з рослин *Zygocactus truncatus* у Міссулі (штат Монтана, США). У рослин *Zygocactus truncatus* симптоми ураження проявлялися у вигляді почервоніння пагонів (Giri, 1983). Цей вірус відрізнявся від B1 ізоляту CVX і ZyV за колом рослин-хазяїв і був віддалено серологічно споріднений з PVX і CVX, за винятком ZyV (Giri, 1983). Наразі не існує даних щодо нуклеотидних послідовностей ZyVX або ZyV, тому таксономічний статус цих двох вірусів залишається остаточно не визначеним. Слід зауважити, що ZyV у більш пізніх роботах фігурує під назвою SchVX (Casper et al., 1969). Також цей вірус був виявлений у Європі та Бразилії (Sanchez et al., 2015).

За порівняння повних нуклеотидних послідовностей OpVX (AY366209), ZyV (AY366208) та SchVX (AY366207) було встановлено, що вони значно відрізняються один від одного (<67% ідентичності) і не можуть бути різними штамми одного виду (Koenig et al., 2004). Було вирішено зберегти назви, прикріплені до послідовностей, і у майбутньому розглядати їх як п'ять споріднених видів у межах роду.

У Тайвані 2007 р. у зразках рослин п'ятаї (*Hylocereus* sp.) було встановлено наявність антигенів CVX. Проте під час проведення ПЛР-аналізу був отриманий неспецифічний фрагмент розміром 150 п.н., а не очікуваний фрагмент кДНК CVX

(Lu, 2007). Подальші дослідження дали змогу отримати подібний фрагмент для *ZyVX*. З пітайї було отримано і охарактеризовано вірусний ізолят, що отримав назву *ZyVX-P39* (Мао et al., 2007). Інший зразок пітайї, який також тестували на наявність *CVX*, окрім фрагмента кДНК *CVX*, дав несподіваний продукт зворотно-транскрипційної полімеразної ланцюгової реакції (ЗТ-ПЛР) — 300 п.н. (Lu, 2007). Результати секвестрування засвідчили, що цей фрагмент кДНК не відповідав нуклеотидним послідовностям геному *CVX* або *ZyVX*, але послідовність мала високу подібність до інших потексвірусів. Згідно з критеріями роду *Potexvirus* P37, ізолят був визначений як X-вірус пітайї (*Pitaya virus X*, *PiVX*).

Отже, нині відомо п'ять вірусів з роду *Potexvirus* родини *Alphaflexiviridae*, які уражують кактуси: *Cactus virus X*, *Opuntia virus X*, *Schlumbergera virus X*, *Zygocactus virus X* та *Pitaya virus X* (Adams et al., 2004).

Останнім часом з'являються повідомлення не лише про моноінфекцію кактусів, спричинену одним вірусом, але і про випадки змішаної інфекції *CVX*, *OpVX*, *SchVX* і *ZyVX* за різних комбінацій. Зокрема, в Бразилії за змішаної інфекції у кактусових (*OpVX* + *CVX* — у *Opuntia tuna*; *CVX* + *PiVX* — у *Hylocereus undatus* та *SchVX* + *CVX* — у *Schlumbergera truncate*) були зареєстровані симптоми мозаїки і хлоротичні плями (Duarte et al., 2008). Отже, зовнішні прояви вірусної інфекції у кактусів можуть залежати не лише від умов навколишнього природного середовища, а й від наявності змішаної інфекції.

У США 1961 р. було виявлено новий вірус кактусів (Milbrath, 1961). Першим і єдиним ізометричним вірусом, який виявили у видах родини кактусових, є вірус кактуса сагуаро (*Saguaro cactus virus*, *SgCV*), що належить до роду *Carmovirus* родини *Tombusviridae*. Вірус кактуса сагуаро спочатку був виділений з кактусів, що вирощувалися в захищеному ґрунті (Milbrath, 1972), а в 1965 р. — з дикорослих кактусів *Carnegiea gigantea* у штаті Арізона, США (Bourque et al., 1998), а саме, 52 осо-

бини зі 131 кількості відібраних рослин, тобто 40% були інфіковані *SgCV*. Цей вірус має такі характеристики: віріони без оболонки, мають ізометричний тип симетрії. Діаметр вірусної частки становить 32 нм. Геном — лінійна одноланцюгова молекула РНК позитивної полярності, довжиною 3879 нтд (Weng et al., 1997). Вона містить п'ять відкритих рамок зчитування: P26, P37, P6, P9 і P86, розташованих у напрямку — від 3'-кінця до 5'-кінця, що відповідно кодує п'ять основних поліпептидів масою 26, 37, 6, 9 і 86 кД. Білки масою 6 і 9 кД є білками руху, 26 і 86 — відповідають за реплікацію вірусу, а білок масою 37 кД є капсидним. Здебільшого віріони накопичуються у відростках, квітах та плодах кактусів. У природних умовах уражуються рослини *Carnegiea gigantea* та *Chamaecereus sylvestrii*. Перебіг захворювання, як правило, безсимптомний.

Окрім потексвірусів та кармовірусів, описано чотири тобамовіруси, що здатні уражувати кактуси. Вірус опунції Саммонса (*Sammons Opuntia tobamovirus*, *SOV*) став першим тобамовірусом, виявленим у кактусах. Цей вірус було виявлено 1961 р. у рослинах *Opuntia engelmannii*, штат Арізона (Sammons, 1961). Він належить до роду *Tobamovirus*, родини *Virgaviridae*. Віріони мають паличкоподібну форму, без оболонки, довжиною 317 нм і діаметром 18 нм. Перебіг розвитку інфекції, спричинений цим вірусом, у *Opuntia engelmannii* та деяких інших видах *Opuntia* — безсимптомний. Хоча амінокислотний склад капсидного білка досліджено, нуклеотидна послідовність цього вірусу досі не встановлена (Gibbs, 1977).

Високопатогенний штам вірусу тютюнової мозаїки (*Tobacco mosaic virus*, *TMV*) був виділений з дикорослого кактуса *Opuntia basilaris* у штаті Арізона (Giri et al., 1975). Отримана антисироватка до цього вірусу позитивно прореагувала із звичайним штамом *TMV*. Реакція рослин-індикаторів на ураження цим вірусом була такою: жовта плямистість — *Nicotiana sylvestris* і системна інфекція — *Chenopodium quinoa*, а у виду *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana tabacum*

«*Xanthi-nc*» та *Datura stramonium* цей патоген викликав розвиток локальних уражень, подібно до штаму U-1 BTM. За допомогою методу біологічного тестування було встановлено, що цей вірус є новим штамом *TMV*, а саме — штамом вірусу тютюнової мозаїки, який уражує кактус *Opuntia basilaris* (*Beavertail cactus strain of TMV*).

У 2006 р. у Корей було виявлено вірус помірної крапчастості кактусів (*Cactus mild mottle virus, CMMoV*). Вірус було виділено з рослини *Gymnocalycium mihanovichii*, прищепленої на *Hylocereus trigonus* (Min et al., 2006). Усі інфіковані екземпляри мали різні симптоми: прищепка — мозаїку, а підщепка — кільцеву плямистість вздовж стебла. За допомогою імуноблотингу було продемонстровано, що цей вірус не є серологічно спорідненим із *SOV*. Було визначено повну нуклеотидну послідовність геному *CMMoV*. Під час проведення філогенетичного аналізу генів, що кодують вірусну репліказу і транспортний білок *CMMoV*, було продемонстровано зв'язок цього вірусу з тобамовірусами, що інфікують огірки. Пізніше за результатами дослідження гена капсидного білка було встановлено тісний зв'язок *CMMoV* з тобамовірусами хрестоцвітих і пасльонових (Min et al., 2009). Нині *CMMoV* відносять до неklasифікованих представників роду *Tobamovirus* родини *Virgaviridae*. Єдиний штам вірусу *CMMoV-Kr* знайдено у Корей.

У 2011 р. з рослини *Aporcactus flagelliformis* вчені (Kim et al., 2012) виділили некроз-асоційований вірус апорокактуса плетеподібного (*Rattail cactus necrosis-associated virus, RCNaV*). Він спричинив некротичні ушкодження рослин. Геном вірусу був повністю секвестрований. Встановлено, що вірус належить до неklasифікованих представників роду *Tobamovirus*.

Незважаючи що вірус кактуса 2 (*Cactus virus 2, CV-2*) було вперше описано ще у 1959 р. (Brandes and Wetter, 1959), однак і натеper деякі властивості цього вірусу залишаються неохарактеризованими. *CV-2* належить до роду *Carlavirus* родини *Betaflexiviridae*. За своїми характеристиками вірус подібний до типових представників

роду (Fauquet et al., 2005). Довжина віріонів становить 650 нм, діаметр — 12 нм. Геном представлено однією лінійною молекулою РНК позитивної полярності. Перебіг ураження, зумовленого *CV-2*, є безсимптомним, проте іноді симптоми можуть проявлятися залежно від сезону.

Крім вірусів, що мають геном РНК позитивної полярності, кактуси також уражуються двома видами роду *Tospovirus*: вірусом некротичної плямистості бальзаміну (*Impatiens necrotic spot virus, INSV*) (Hausbeck et al., 1991) і вірусом плямистого зів'янення томатів (*Tomato spotted wilt virus, TSWV*) (Blockley et al., 2001).

У 1991 р. під час огляду теплиць в штаті Пенсільванія (США) у зразках кактусів *Schlumbergera truncata* з помірними симптомами вірусного ураження (хлороз, темно-зелені плями, некрози та спотворення стебла) або за їх візуальної відсутності було виявлено два штами *TSWV* (Hausbeck et al., 1991).

Віріони *TSWV* мають округлу форму, ізометричного типу симетрії, без помітних капсомерів, з ліпідною оболонкою, діаметром 85 нм. Геном представлено лінійною одноланцюговою РНК негативної полярності, що складається з трьох сегментів: S (2,9 тис. пар основ), M (5,4) і L (8,9 тис. пар основ). Сегменти M і S є амбісенсиовими. Вірус має широке коло рослин-хазяїв, уражує більш ніж 900 видів рослин. Передається механічно інокуляцією, щепленням, за допомогою векторів — комах (персистентно), зокрема *Thrips tabaci*, *T. setosus*, *T. parvi*, *Frankliniella schultzei*, *F. occidentalis*, *F. fusca* і *Scirtothrips dorsalis*; *Thysanoptera*. Розповсюджений у всьому світі.

У лютому 2001 р. у Великій Британії було описано інфікування рослин *Opuntia* sp. вірусами з роду *Tospovirus* (Blockley et al., 2001). У близько 80% 15-місячних рослин *Opuntia microdasys* var. *albata* спостерігалася поява маленьких (2–4 мм) та великих (1–2 см) некрозів на стеблах. Оскільки розплідник, де вирощувалися кактуси, був уражений квітковими трипсами (*Frankliniella occidentalis*), зразки рослин *Opuntia microdasys* var. *albata* були переві-

рені методом ELISA на наявність антигенів тосповірусів (*TSWV* і *INSV*), які передаються цим вектором. Крім того, ураження кактусів *INSV* було підтверджене з допомогою RT-PCR за використання *INSV*-специфічних праймерів.

Віріони *INSV* — ізометричні, мають оболонку, становлять 85 нм у діаметрі, округлі, без помітних капсомерів. Симптоми інфекції кактусових, зумовленої *INSV*, подібні до тих, що виникають за ураження *TSWV*. В інфікованих рослин спостерігається затримка росту, чорні або коричневі плями на стеблах. Передається вірус за допомогою вектора *Frankliniella occidentalis*, часто разом із *TSWV*.

У 2012 р. у Мексиці було описано появу вірусоподібних симптомів у рослин *Opuntia ficus-indica*: потовщення стебла та мозаїка. У подальшому з кладодій опунції були виділені частки у формі гнучких ниток довжиною 900–1700 нм. Виділений інфекційний агент за результатами біологічного тестування, електронної мікроскопії, аналізу наявності 2-л форм РНК та ЗТ-ПЛР було ідентифіковано як фітопатогенний вірус. Проте цей вірус не належав до відомих вірусів кактусових з родів *Tobamovirus*, *Potyvirus* та *Potexvirus* (Suaste-Dzul et al., 2012).

Отже, на сьогодні відомо 13 різновидів вірусів, що уражують рослини родини *Cactaceae* Juss.: п'ять — із роду *Potexvirus* (*CVX*, *OpVX*, *SchVX*, *ZyVX* і *PiVX*), чотири — *Tobamovirus* (*SOV*, *TMV*, *CMMoV* і *RCNaV*), по одному — із роду *Carlavirus* (*CV-2*) та *Carmovirus* (*SgCV*) і два — із роду *Tospovirus* (*TSWV* і *INSV*). Серед вірусів, що уражують кактусові, найбільш дослідженими є потексвіруси.

Залишаються нез'ясованими чинники формування аномалій (кристатних та мон-

строзних форм) у різних видів кактусів, чим може бути вірусна інфекція (Cai et al., 2002). Так, частки, подібні до вірусних, були ідентифіковані у екземплярах з «відьмовими метлами» рослини *Opuntia tuna*, хоча раніше вважали, що монстрозність (надмірне формування пагонів) у цієї рослини спричинено мікоплазмою — *Spiroplasma* sp. (Casper et al., 1970).

Вірусні захворювання є серйозною загрозою у вирощуванні лікарських рослин, оскільки завдають їм подвійної шкоди: зумовлюють істотне зменшення врожайів через пригнічений розвиток уражених рослин, а також значні зміни вмісту та складу біологічно активних речовин, що своєю чергою призводить до погіршення якості, тобто фармакологічної цінності сировини (Мищенко та ін., 2009).

## ВИСНОВКИ

Слід наголосити, що на сьогодні, на жаль, досі не запропоновано ефективних засобів боротьби з вірусними інфекціями. Іноді, нехтуючи санітарно-епідемічними нормами, колекціонери не вилучають вірус-інфіковані рослини, що спричиняє зниження якості всієї колекції. До того ж вегетативне розмноження кактусів, що здійснюється без вірусологічного нагляду, може призвести до неконтрольованого поширення інфекції і, як наслідок, до збільшення в колекціях уражених вірусами особин. Проте цінність колекції кактусів визначається не лише її видовим складом, але й утриманням у ній рослин, вільних від вірусних патогенів. Саме тому своєчасне виявлення вірусів та постійний контроль стану популяцій цих культур є обов'язковою ланкою системи їх захисту від патогенів наведеної групи.