УДК 632.953:547.458:633.11:581.132

# ВПЛИВ ВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ НА КАТАЛАЗНУ І ФОТОХІМІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЛИСТКІВ ПШЕНИЦІ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН РІЗНОЇ ПРИРОДИ

**Богдан М.М., Гуляєва Г.Б., Коваленко О.Г.**
Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного
Національної академії наук України

Робота присвячена дослідженню фотохімічної активності листків рослин пшениці сорту Зимоярка за умов штучної інокуляції вірусом смугастої мозаїки пшениці (ВСМП) на фоні передпосівної обробки насіння біологічно активними речовинами з антивірусною активністю. Встановлено зміну каталазної активності за інокуляції ВСМП. Виявлено антивірусний ефект досліджуваних речовин за інфікування ВСМП рослин пшениці отриманих з обробкою біологічно активними речовинами. Методом індукції флуоресценції хлорофілу показано пригнічення фотохімічної активності листків пшениці вірус-інфікованих рослин при зниженні активного хлорофілу в антенах світлозбиральних комплексів ФС II. В той же час передпосівна обробка біологічно активними речовинами сприяла поліпшенню фотохімічної активності листків рослин інфікованих ВСМП.

**Ключові слова:** вірус смугастої мозаїки пшениці, *Triticum aestivum* L., глікани, гліколіпіди, тіосульфонати, індукція флуоресценції хлорофілу.

**Постановка проблеми.** Вірусні хвороби рослин є однією з причин зниження продуктивності зернових колосових культур, які щорічно завдають великої шкоди посівам пшениці в Україні. Одним із поширених шкодочинних вірусів є вірус смугастої мозаїки пшениці (ВСМП) (Wheat streak mosaic virus, WSMV), який уражує рослини пшениці, жита, ячменю та інших зернових культур. ВСМП може викликати мозаїку листків, некрози пагонів, інгібування ростових процесів, зменшення вмісту хлорофілу, порушення процесу формування зерна і погіршення його якості, зменшення кількості зерен у колосі та їхньої маси, що призводить до суттєвого зниження врожаю або його повної відсутності [14].

Для захисту рослин від шкодочинного впливу вірусних інфекцій було отримано полімолекулярні комплекси (ПМК), складовими яких є речовини що мають антивірусну активність, зокрема глікани різного походження, гліколіпіди та тіосульфонати основними компонентами цих ПМК є глікани, що окремо і у комплексі з іншими біологічно активними речовинами мають профілактичну і терапевтичну дію на вірусну інфекцію в різних експериментальних системах [6, 7, 10, 11, 19].

У зв'язку із цим метою нашого дослідження було визначення впливу штучної інокуляції ВСМП рослин пшениці м'якої сорту Зимоярка за передпосівної обробки насіння біологічно активними ПМК на каталазну і фотохімічну активність листків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На даний час існують чисельні дослідження стосовно фізіолого-біохімічних особливостей впливу вірусної інфекції різної ітіології на рослини, зокрема вивчалася дія вірусів на ростові процеси, метаболізм, їх взаємодію із трансгенними рослинами [17], стан фотосинтетичного апарату [15, 21], флуоресценцію хлорофілу [5, 16, 21]. Попередніми дослідженнями також встановлений механізм патогенних змін у тканинах рослин, уражених вірусами, які для своєї репродукції індукують синтез специфічних полімераз і використовують ферменти самої рослини, викликаючи зміни активності термінальних оксидаз, зокрема каталази [9]. Показано, що деякі речовини, більшість із них полісахаридної природи, зокрема глюкуронокисломанан з *Tremella mesenterica*, глюкан з *Ganoderma adspersum*, здатні інгібувати вірусну інфекційність в рослинах [6, 10, 11]. Досліджено захисну антивірусну дію глікану *G. adspersum* на інфекційну і репродуктивну активність вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ) та його спроможність до пригнічення репродукції ВТМ за системної вірусної інфекції [6, 12, 18, 23].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Але недостатньо досліджень щодо впливу антивірусних речовин та їх композицій на метаболізм рослини-хазяїна, зокрема на активність фотосинтетичного апарату рослин пшениці за умов механічної інокуляції ВСМП.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили в лабораторних і вегетаційних умовах.

В лабораторних умовах вивчався вплив комплексних антивірусних препаратів полісахаридної природи і їх композицій у вигляді різних типів ПМК на схожість насіння. Об'єктом досліджень були рослини пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) сорту Зимоярка.

В дослідженнях використовували ПМК 1, що містить – глюкан *G.adspersum* та компоненти, що продукуються бактеріями роду *Pseudomonas* із антивірусними, антибактеріальними і протипухлинними властивостями [19, 22], а також ПМК 2, який містить глюкан *G.adspersum* та ліпофільні речовини природного походження – тіосульфонати, що відрізняються за хімічним складом [20].

Вегетаційні дослідження проводили в теплиці Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Було досліджено вплив передпосівної обробки насіння пшениці комплексними антивірусними препаратами інтактних і інфікованих ВСМП (WSMV – *Tritimovirus, Potyviridae*)) на схожість, наростання фітомаси, каталазну й фотохімічну активність листків та продуктивність рослин пшениці за масою 1000 зерен.



© Богдан М.М., Гуляєва Г.Б., Коваленко О.Г., 2015

Інфікували ювенільні рослини у фазі 2-ох справжніх листків. Зараження проводили методом механічної інокуляції листків свіжоприготовленим вірусовмісним матеріалом із попереднім опудрюванням карборундом. Повторність досліду трикратна з кількістю рослин на варіант – по 50 шт.

Для досліджуваних біологічно активних речовин, обраних за стимулюючим ефектом на схожість насіння та наростання фітомаси рослин пшениці, було відібрано оптимальні для передпосівної обробки насіння концентрації, що не перевищували 10 мкг/мл.

Виявлення антигену (АГ) здійснювали за методом імуноферментного аналізу (ІФА) з використанням діагностичних сироваток до ВСМП [1, 4].

Активність ферменту каталази (I.II.I.6) визначали (на 21 добу від початку механічної інокуляції вірусом) титрометричним методом і виражали у кількості $O_2$, що утворюється в результаті дії ферменту за 1 хв на 1 г сирої речовини (мл $O_2 \cdot г^{-1} \cdot хв^{-1}$) [3].

Фотохімічну активність листків (30 діб від інфікування) досліджували біофізичним методом індукції флуорисценції хлорофілу (ІФХ) [8]. Виміри індукційних змін флуоресценції хлорофілу здійснювали за допомогою партативного флуориметра вітчизняного виробництва «Флоротест» [13]. Параметри, що аналізували: $F_0$ (фонова флуоресценція); $F_{pl}$ – «плато» флуоресценції – тимчасове сповільнення; $K_{pl}$ – коефіцієнт «плато»; qF – гасіння флуоресценції; $K_i$ – коефіцієнт індукції хлорофілу, що характеризує ефективність перебігу темнових біохімічних процесів, корелює із активністю рибульозобісфосфаткарбоксилази; $K_t$ – стаціонарний рівень флуоресценції через 4 хв. після початку освітлення [2].

Статистичну обробку робили з використанням програми Statistica 8.0.

**Результати та обговорення.** За фенологічними спостереженнями встановлено, що перші симптоми вірусного захворювання на інфікованих рослинах пшениці з'являлись вже через 12-14 днів після механічної інокуляції вірусом. Виявлено, що передпосівна обробка насіння пшениці комплексними антивірусними препаратами стимулювала схожість насіння і наростання фітомаси рослин, підвищуючи стійкість до ураження ВСМП, що в свою чергу поліпшувало структурні показники врожаю в кінці вегетації, особливо за дії ПМК 1. Наявність вірусного антигену було підтверджено методом ІФА за густиною поглинання продукту реакції АГ-АТ.

Показано, що за передпосівної обробки комплексними антивірусними препаратами суттєво знижувався вміст антигенів, особливо за дії комплексного препарату ПМК 1 у концентрації 2 і 10 мкг/мл на 28 день після зараження.

Визначення каталазної активності показало її зниження за інфікування ВСМП. Відомо, що каталаза (I.II.I.6), як один із компонентів антиоксидантної системи відновлює перекис водню до води, таким чином сприяючи підтриманню стійкості рослинних клітин до стресових чинників. Активність каталази інфікованих рослин по відношенню до неінфікованих зростала в 1,5 разів. Показано, що ураження вірусами на фоні передпосівної обробки комплексними антивірусними препаратами по-різному діяло на ферментативну активність каталази (табл. 1): вона суттєво знижувалась за передпосівної обробки біологічно активним препаратом полісахаридної природи глюканом в обох концентраціях (див табл. 1).

За дії ПМК 1 активність каталази зростала найбільш суттєво до уражених рослин – на 15% в концентрації 2 мкг/мл і на 6% при 10 мкг/мл. За обробки препаратом ПМК 2 (10 мкг/мл) її активність дорівнювала позитивному контролю, а за дії ПМК 2 у концентрації 2 мкг/мл – збільшувалась на 12% проти позитивного контролю. До речі, саме варіанти із найвищою каталазною активністю вирізнялися більшою масою 1000 зерен у кінці вегетації, особливо – ПМК 1 (10 мкг/мл).

Таблиця 1

**Вплив передпосівної обробки біологічно активними речовинами за інфекційного ураження ВСМП на активність каталази рослин пшениці м'якої**

| Варіанти | | Каталаза (I.II.I.6), мл $O_2 \cdot г^{-1} \cdot хв^{-1}$ |
|---|---|---|
| Негативний контроль (без обробки ПМК) | | 2,80±0,14 |
| Позитивний контроль (без обробки ПМК)(+) | | 4,30±0,21 |
| Глюкан (+) | 1* | 0,97±0,05 |
| | 2** | 1,76±0,08 |
| ПМК 1 (+) | 1* | 4,56±0,23 |
| | 2** | 4,93±0,25 |
| ПМК 2 (+) | 1* | 4,30±0,21 |
| | 2** | 4,81±0,23 |

*Примітка: + механічна інокуляція ВСМП; 1* – концентрація ПМК 10 мкг/мл; 2** – концентрація ПМК 2 мкг/мл*

Таблиця 2

**Критичні параметри ІФХ листків пшениці м'якої за дії передпосівної обробки біологічно активними препаратами у різних концентраціях**

| Варіанти | | $F_0$ | $F_{pl}$ | $K_{pl}$ | qF | $K_i$ | $F_t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Негативний контроль (без обробки ПМК) | | 632±25 | 1160±46 | 0,32±0,01 | 2,05±0,08 | 0,67±0,03 | 752±30 |
| Позитивний контроль (без обробки ПМК) (+) | | 648±26 | 1320±52 | 0,38±0,02 | 1,41±0,06 | 0,59±0,02 | 928±37 |
| Глюкан (+) | 1* | 688±28 | 1088±44 | 0,21±0,01 | 1,25±0,05 | 0,56±0,02 | 1096±44 |
| | 2** | 728±29 | 1256±50 | 0,30±0,01 | 2,08±0,08 | 0,68±0,03 | 712±28 |
| ПМК 1 (+) | 1* | 608±24 | 1024±41 | 0,23±0,01 | 1,69±0,07 | 0,63±0,03 | 824±33 |
| | 2** | 648±26 | 1080±43 | 0,22±0,01 | 1,83±0,07 | 0,65±0,03 | 872±35 |
| ПМК 2 (+) | 1* | 616±25 | 1040±42 | 0,23±0,01 | 2,03±0,08 | 0,67±0,03 | 728±29 |
| | 2** | 560±22 | 1032±41 | 0,26±0,01 | 1,28±0,05 | 0,56±0,02 | 936±37 |

*Примітка: + механічна інокуляція ВСМП;1* – концентрація ПМК 10 мкг/мл; 2** – концентрація ПМК 2 мкг/мл*

Оцінювали дію як вірусної інфекції, так і інфікування на фоні передпосівної обробки вище названими біологічно активними препаратами на фотохімічну активність листків біофізичним методом ІФХ. За отриманим масивом цифрових даних розраховували відповідні критичні параметри ІФХ, що є відображенням змін в функціональних ланках фотосинтетичної системи [2, 8].

Дослідженнями показано зростання фонової флуоресценції за вірусного ураження на контролі (табл. 2).

Відомо, що цей показник корелює із вмістом хлорофілу, що не активний у транспорті електронів. Зазвичай, лише невелика частина поглинутого світла – близько 3% відбивається шляхом фонової флуоресценції. В той же час за дії стресових чинників – підвищеної чи пониженої температури, дефіциту живлення, ураження патогенними організмами та ін. ефективність залучення квантів поглинутого світла при їх міграції по пігментній матриці знижується і фонова флуоресценція зростає [2, 8], що свідчить про зниження вмісту активного хлорофілу в антенах світлозбиральних комплексів ФС II, яке спостерігалося нами за дії вірусної інфекції.

Встановлено, що ураження ВСМП за передпосівної обробки досліджуваними біологічно активними препаратами впливала на фотохімічну активність листків пшениці в різному ступені. В умовах інфікування також збільшувались параметри $F_{pl}$ (на 13,8%) (що свідчить про блокування передачі електронів в ЕТЛ), зростала величина $K_{pl}$ (на 18,8%), яка відповідає кількісті Qb – невідновлювальних комплексів (які не беруть участь у лінійному транспорті електронів і є показником стресу) – і стаціонарний рівень флуоресценції $F_t$ (на 23,4%) (див. табл. 2). Такі зміни свідчать як про деградацію хлорофілу в антенах світлозбиральних комплексів, так і про блокування передачі електронів на пул пластохінонів. Варто відмітити, зниження коефіцієнта індукції ($K_i$) на 12%, що корелює із активністю рибульозобісфосфаткарбоксилази, а отже і є відображенням ефективності перебігу темнових реакцій фотосинтезу, що відповідно пригнічувалися. За цих умов також відбувалося зниження ще одного важливого параметра – гасіння флуоресценції (qF), фотохімічна сторона якої залежить від притоку електронів до $Q_A$ та їх відтоку на пул пластохінонів (окисно-відновного стану $Q_A$). Зниження цього параметру відображує пригнічення процесів, що підтримують електронний транспорт та реакції у яких витрачаються АТФ і $НАДФН_2$ (найбільш значні витрати йдуть у біохімічних процесах фіксації вуглецю). Отже, зниження фотохімічного гасіння флуоресценції свідчить про суттєве зростання ступеня відновленості пулу $Q_A$ в хлоропластах, хоча цей показник може бути трохи завищений завдяки нефотохімічному гасінню (тепловій десипації енергії збудження) [8].

Фонова флуоресценція по відношенню до позитивного контролю зростала за обробки глюканом в обох концентраціях, була на рівні контролю за дії ПМК 1 у концентрації 2 мкг/мл й знижувалася за передпосівної обробки ПМК 1 (10 мкг/мл) й ПМК 2 в обох концентраціях.

Зниження показника $F_{pl}$ по відношенню до вірус-інфікованих рослин пшениці відбувалося на всіх варіантах передпосівної обробки, причому, на варіантах ПМК 1 і 2 у концентрації 2 і 10 мкг/мл – його величина була нижче контрольного рівня (у не інфікованих рослин), що свідчить про підвищення ефективності передачі електронів в ЕТЛ. Як ми і очікували, ефективність передачі енергії збудження по ЕТЛ поліпшувалась за рахунок зростання атрагуючої здатності фотохімічних процесів у темряві, що показало зростання величини $K_i$, але не на всіх досліджуваних варіантах. Встановлено, що на варіанті із обробкою глюканом у концентрації 10 мкг/мл і ПМК 2 у концентрації 2 мкг/мл цей показник знижувався, а отже і ефективність перебігу темнових реакцій. На інших варіантах показано неоднакове зростання коефіцієнта індукції. Ближче до величини негативного контролю (не інфікованих рослин) показник $K_i$ був на варіантах із обробкою глюканом (2 мкг/мл) і ПМК 2 (10 мкг/мл). Коефіцієнт індукції зростав по відношенню до вірус-інфікованих рослин на варіантах обробки глюканом у концентрації 2 мкг/мл, ПМК 1 у обох концентраціях і ПМК 2 у концентрації 10 мкг/мл.

Отже, на всіх варіантах, окрім варіанту обробки глюканом (10 мкг/мл) і ПМК 2 (2 мкг/мл) відбувалось підвищення ефективності темнової фотохімії по відношенню до позитивного контролю (див. табл. 2). Варто відмітити, що маса 1000 зерен на цих двох варіантах також була на 8,4% і 6,3% відповідно нижче, ніж на неінфікованому контролі. Маса 1000 зерен за обробки ПМК 1 у обох концентраціях була на рівні неінфікованих рослин, підвищуючись по відношенню до цього показника у вірус-інфікованих рослин на 11,2% (10 мкг/мл) і на 5,0% (у концентрації 2 мкг/мл), а за обробки ПМК 2 у концентрації 10 мкг/мл – дещо зростала по відношенню до уражених рослин пшениці.

Показник гасіння флуоресценції qF мав динаміку подібну до змін коефіцієнта індукції, тобто знижувався на варіанті із обробкою глюканом (10 мкг/мл) і ПМК 2 (2 мкг/мг) та зростав на всіх інших варіантах. Отже за дією на фотохімічну активність вірус-інфікованих листків пшениці досліджувані антивірусні препарати можна розташувати у наступній послідовності (від більш активного до менш активного): глюкан (2 мкг/мл) – ПМК 2 (10 мкг/мл) – ПМК 1 (2 мкг/мл) – ПМК 1 (10 мкг/мл) – ПМК 2 (10 мкг/мл) – глюкан (10 мкг/мл). Причому два останні препарати у використовуваних концентраціях навіть дещо пригнічували фотохімічну активність листків дослідних рослин пшениці сорту Зимоярка.

Порівнявши отримані дані щодо каталазної і фотохімічної активності листків дослідних рослин пшениці, ми не виявили суттєвих кореляційних зав'язків. Але помітили, що зміни в її активності корелювали із вмістом певних полісахаридних складових комплексних антивірусних препаратів (зокрема, глюкану) та обраною для передпосівної обробки насіння їх концентрацією. Але це припущення потребує додаткових досліджень.

**Висновки і пропозиції.** Встановлено, що за передпосівної обробки комплексними антивірусними препаратами суттєво знижувався вміст антигенів, особливо за дії комплексного препарату ПМК 1 (на 28 день після зараження).

Виявлено, що каталазна активність листків дослідних рослин корелювала із вмістом полісахаридних складових комплексних антивірусних

препаратів та обраною для передпосівної обробки насіння їх концентрацією.

Показано інгібуючий вплив штучної інокуляції ВСМП на активність фотосинтетичного апарату, що характеризувався зниженням фотохімічної активності листків пшениці вірус-інфікованих рослин при зниженні активного хлорофілу в антенах світлозбиральних комплексів ФС II.

Встановлено, що за стимулюючою дією на фотохімічну активність вірус-інфікованих листків пшениці досліджувані комплексні антивірусні препарати у відповідних концентраціях можна розташувати у наступній послідовності: глюкан (2 мкг/мл) – ПМК 2 (10 мкг/мл) – ПМК 1 (2 мкг/мл) – ПМК 1 (10 мкг/мл) – ПМК 2 (10 мкг/мл) – глюкан (10 мкг/мл).

Практичний інтерес у цьому напрямку викликають подальші дослідження з уніфікації фітопротекторної дії комплексних антивірусних препаратів для моделювання захисту рослин від інших видів фітопатогенних мікроорганізмів. Цікаво також продовження дослідження антивірусної дії біологічно активних препаратів полісахаридної природи та вдосконалення їх впливу на фізіолого-біохімічні особливості росту і розвитку рослин пшениці.

## Список літератури:


1. Антитела 1. Методы / Под ред. Д. Кэтти. – М.: Мир, 1991. – 196 с.
2. Брайон О. В. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: Методичні вказівки для студентів біологічного факультету / О. В. Брайон, Д. Ю. Корнєєв, О. О. Снєгур, О. І. Китаєв – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. – 15 с.
3. Воскресенская О. Л. Большой практикум по биоэкологии: учеб. пособие / О. Л. Воскресенская, Е. А. Алябышева, М. Г. Половникова. – Йошкар-Ола, Мар. гос. ун-т, Ч. 1. – 2006. – 107 с.
4. Гнутова Р. В. Серология и иммунохимия вирусов растений / Р. В. Гнутова. – М.: Наука, 1993. – 300 с.
5. Кирик М. М. Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / М. М. Кирик, Ю. М. Таранухо, М.П. Таранухо, О. І. Китаєв та ін. // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 10. – С. 26-28.
6. Коваленко О. Г. Глікани *Ganoderna adspersum (Schulzer) Donk* як об'єкти біотехнології: отримання та антифітовірусна активність / О. Г. Коваленко, О. М. Поліщук, С. П. Вассер // Біотехнологія. – 2010. – 3, № 5. – С. 75-82.
7. Коваленко О. Г. Штучні глікан-гліколіпіди комплекси як антивірусні засоби та ефектори мікробних препаратів на основі ризобій / О. Г. Коваленко, В. М. Васильєв, Н. І. Адамчук-Чала, Л. В. Титова, О. В. Карпенко // Доповіді НАН України. – 2015. – № 11.
8. Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д. Ю. Корнеев. – К.: Альтерпрес, 2002. – 191 с.
9. Пиріг О. В. Вплив вірусної інфекції на активність ферментів рослин люпину жовтого за використання біопрепаратів / О. В. Пиріг, В. В. Волкогон, Л. П. Коломієць // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Вип. (15–16). – 2012. – С. 150-160.
10. Підгорський В. С. Можливість використання кормових та пекарських дріжджів для розробки технології отримання біологічно активних гліканів / В. С. Підгорський, О. Г. Коваленко, В. М. Васильєв, В. О. Ісакова // Біотехнологія. – 2010. – № 6. – С. 49-58
11. Підгорський В. С. Формування комплексу глюкуроноксиломанану *Tremella mesenterica Ritz. Fr. (Basidiomycota)* з вірусом тютюнової мозаїки як один із можливих механізмів антивірусної дії полісахариду / В. С. Підгорський, О. Г. Коваленко, П. М. Болтовець, Б. А. Снопок, О. М. Поліщук // Доповіді Національної академії наук України. – 2013. – № 12. – С. 157-164.
12. Поліщук О. М. Пригнічення інфекції ВТМ глюканом *Ganoderma adspersum* в ізольованих протопластах тютюну / О. М. Поліщук, О. Г. Коваленко // Вісник КНУ. – 2012. – 62. – С. 69-72.
13. Портативний флуорометр «Флоротест»: настанова з експлуатації. – Інститут Кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, 2013. – 24 с.
14. Снігур Г. О. Віруси та вірусні хвороби пшениці / Г. О. Снігур, В. П. Поліщук, О. Г. Коваленко // Пропозиція. – 2013. – № 12. – С. 12-14.
15. Таранухо Ю. М. Вірусні хвороби смородини чорної і малини у Лісостепу України та одержання здорового садивного матеріалу: автореф. дис. канд. біол. наук.: спец. 06.01.11 – фітопатологія / Ю. М. Таранухо. – К.: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2010. – 24 с.
16. Чернюк С. О. Вплив вірусу смугастої мозаїки пшениці на параметри індукованої флюоресценції рослин *Triticum aestivum* / С. О. Чернюк, А. Л. Бойко, Д. Ю. Корнєєв, П. М. Маменко // Биополимеры и клетка. – 1999. – Т. 15, № 5. – С. 445-448.
17. Greene A. E. Recombination between a viral RNA and transgenic plant transcripts / A. E. Greene, R. F. Allison // Science. – 1994. – 263. – P. 1423-1425.
18. Kovalenko O. G. Antitumor activity of some complex preparations in the culture of potato cells transformed by Agrobacterium tumefaciens / O. G. Kovalenko, O. N. Polishchuk, V. O. Isakova // Cytology and Genetics. – 2009. – 43, № 3. – P. 164-168.
19. Kovalenko O. G. Complex preparations as means of plants recovery and protection against viral infections / O. G. Kovalenko, A. M. Kirichenko, V. V. Shepelevich, O. V. Karpenko, R. I. Vildanova-Martchyshin, N. S. Scheglova // Вісник КНУ. Біологія. – 2008. – Вип. 51. – С. 35-37.
20. Lubenets V. Development of new antimicrobial compositions of thiosulfonate structure / V. Lubenets, O. Karpenko, M. Ponomarenko, G. Zahoriy, A. Krychovska, V. Novikov // Chemistry & Chemical technology. – 2013. – P. 119-124.
21. Naidu R. A. Studies on peanut green mosaic virus infected peanut (Arachis hypogaea L.) leaves. III-Changes in the polypeptides of photosystem II particles / R. A. Naidu, M. Krishnan, M. V. Nayudu, A. Gnanam // Physiol. and Mol. Plant Path. – 1986. – 29. – P. 53-58.
22. Vasta P. Rhamnolipids biosurfactans as new players in animal and plant defense against microbes / P. Vasta, L. Sanchez, C. Clement, F. Baillieu, S. Dorey // Int. J. Mol. Sci. – 2010. – 11. – P. 5095-5108.
23. Whitham S. A. Global impact: elucidating plant responses to viral infection / S. A. Whitham, C. Yang, M. M. Goodin // Mol. Plant Microbe Interact. – 2006. – 19. – P. 1207-1215.

**Богдан М.М., Гуляева А.Б., Коваленко А.Г.**
Институт микробиологии и вирусологии имени Д.К. Заболотного
Национальной академии наук Украины

# ВЛИЯНИЕ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА КАТАЛАЗНУЮ И ФОТОХИМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

**Аннотация**
Работа посвящена исследованию фотохимической активности листьев растений пшеницы сорта Зимоярка в условиях искусственной инокуляции вирусом полосатой мозаики пшеницы (ВПМП) на фоне предпосевной обработки семян биологически активными веществами с антивирусной активностью. Показано изменение каталазной активности при инокуляции ВПМП. Установлен антивирусный эффект исследуемых веществ при инфицировании ВПМП растений пшеницы, полученных с обработкой биологически активными веществами. Методом индукции флуоресценции хлорофилла показано угнетение фотохимической активности листьев пшеницы вирус-инфицированных растений при снижении активного хлорофилла в антеннах светособирающих комплексов ФС II. В то же время предпосевная обработка биологически активными веществами способствовала улучшению фотохимической активности листьев растений, инфицированных ВПМП.
**Ключевые слова:** вирус полосатой мозаики пшеницы, *Triticum aestivum* L., гликаны, гликолипиды, тиосульфонаты, индукция флуоресценции хлорофилла.

**Bogdan M.M., Gulaeva A.B., Kovalenko O.G.**
Institute of Microbiology and Virology named after D.K. Zabolotny
National Academy of Sciences of Ukraine

# INFLUENCE OF VIRAL INFECTION ON CATALASE AND PHOTO-CHEMICAL ACTIVITY OF WHEAT LEAVES FOR THE ACTIONS OF BIOLOGICALLY-ACTIVE SUBSTANCES OF DIFFERENT NATURE

**Summary**
The work is devoted to research of photochemical activity leaf wheat under action of pre-sowing treatment of seed by biologically active substances of different nature with antiviral activity and with wheat streak mosaic virus (WSMV) artificial inoculation of wheat variety Zymoyarka plants.
The decrease of catalase activity under WSMV inoculation was shown. The anti-virus effect under artificial inoculation of WSMV and pre-sowing treatment biologically active substances of wheat, which have been examined. Inhibition in leafs of photochemical activity by infected WSMV of wheat plants while reducing of active chlorophyll in light-harvesting antenna complex of Photosystem II by method of induction of chlorophyll fluorescence was showed. At the same time presowing biologically active substances helped to improve the photochemical activity of the leaves of plants infected WSMV.
**Keywords:** Wheat streak mosaic virus, *Triticum aestivum* L., glycans, glycolipids, thiosulfate, induction of chlorophyll fluorescence.