УДК 581.1:631.86/87:632.38

# ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ РОСЛИН ЛЮПИНУ ЖОВТОГО ПРИ ДІЇ ВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ

***В. В. Волкогон,*** *доктор сільськогосподарських наук;*
***Л. П. Коломієць,*** *кандидат біологічних наук;*
***О. В. Пиріг***
*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України*

*Встановлено зменшення показників фотосинтетичного апарату рослин Lupinus luteus L. при вірусному ураженні та послаблення негативного впливу вірусної інфекції в разі використання мікробних препаратів: ризобофіт, ризогумін, хетомік.*

***Ключові слова:*** *фотосинтетичний апарат, люпин жовтий, вірусна інфекція, біопрепарати.*

Підвищення урожайності сільськогосподарських культур у рослинництві залежить як від факторів впливу на фотосинтез, так і на весь комплекс фізіологічних процесів (кореневе живлення, водообмін, ростові процеси тощо) з якими фотосинтез тісно пов'язаний.

Асиміляція мінеральних елементів з грунту тісно поєднана з процесом фотосинтезу і є основою для формування врожаю сільськогосподарських культур. Враховуючи, що частка органічної речовини, яка утворюється саме в процесі фотосинтезу, становить біля 95 % від маси усіх сухих речовин у рослинному організмі, важливість формування добре розвиненого фотосинтетичного апарату, оптимального за об'ємом, динамікою й інтенсивністю функціонування, не викликає сумніву [1].

Проте існує багато факторів, які негативно впливають на формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин, знижуючи при цьому їх продуктивність. Серед них й інфекційні хвороби, зокрема вірусні [2].

Сьогодні немає надійних заходів боротьби з вірусними хворобами, вони мають суто профілактичний характер в зв'язку з особливостями біології збудників. Ведеться пошук шляхів зменшення шкодочинності вірусних інфекцій. Існують дані щодо ефективності речовин біологічного походження, за рахунок яких пригнічується розвиток вірусних захворювань, серед них і продукти життєдіяльності мікроорганізмів (у тому числі тих, які є основою біопрепаратів).

Метою наших досліджень було дослідити особливості впливу вірусної інфекції на формування фотосинтетичного апарату рослин люпину жовтого сорту Прогресивний при застосуванні мікробних препаратів.

Впродовж двох років досліджень (2010–2011 рр.) порівнювали показники площі листкової поверхні, вмісту хлорофілу *a* і *b* та урожайності зеленої маси здорових рослин люпину та уражених вірусом жовтої мозаїки квасолі за передпосівної обробки насіння біопрепаратами в умовах польового дрібноділянкового досліду на чорноземі вилугуваному ($pH_{сол.}$ 5,2; вміст гумусу – 3,01 %; азот, що легко гідролізується, – 109 мг на 1 кг ґрунту; вміст рухомих форм фосфору ($P_2O_5$) – 168 мг на 1 кг ґрунту (за Кирсановим); вміст обмінного калію (за Кирсановим) – 58 мг на 1 кг ґрунту). Норма висіву насіння 90–110 кг/га з міжряддями 45 см. Агротехніка загальноприйнята для зони Полісся.

*Схема досліду*: **1.** Контроль (обробка насіння водою); **2.** Ризобофіт (*Rhizobium lupini* штам 367а); **3.** Ризогумін (*Rhizobium lupini* штам 367а); **4**. Хетомік (*Chaetomium cochliodes* 3250). Препарати застосовували з розрахунку 200–300 тис. бактеріальних клітин (ризобофіт, ризогумін) та 150 тис. сумкоспор гриба (хетомік) на насінину. Площа облікової ділянки 10 $м^2$, повторення чотириразове.

Облік рослин люпину жовтого, уражених вірусом жовтої мозаїки квасолі, проводили згідно з існуючими методичними рекомендаціями [3], ідентифікацію вірусу при використанні комплексу діагностичних методів: симптоматологічних, рослин-індикаторів, імуноло-

гічних, електронної мікроскопії.

Площу листкової поверхні рослин люпину жовтого визначали методом "висічок", вміст хлорофілу *a* і *b* у листках рослин – спектрофотометрично. Облік урожайності люпину та статистичну обробку експерементальних данних проводили за Б. О. Доспєховим [4].

В посівах люпину жовтого сорту Прогресивний, починаючи з фази розетки, виявляли рослини з симптомами, характерними для ураження вірусом жовтої мозаїки квасолі (*Bean yellow mosaic virus,* родина *Potyviridae,* рід *Potyvirus,* ВЖМК). Першою ознакою хвороби є вузьколистість молодих листків. У подальшому різної міри вузьколистість супроводжується деформацією листкової пластинки, на листках з'являються темно-зелені пухирчасті плями різної величини.

Комплексний вірусологічний аналіз рослин люпину жовтого з типовими ознаками вузьколистості виявив присутність ВЖМК, при електронно-мікроскопічному дослідженні у нативних препаратах соку листя уражених рослин були відмічені вірусні частки, відповідні за морфологією і розмірами (довжина – 750 нм, діаметр – 15 нм) ВЖМК (рис. 1).

Поширення вузьколистості в посівах люпину жовтого сорту Прогресивний впродовж вегетаційного періоду збільшувалося від 18,0 % (фаза розетки) до 83,5 % (фаза блискучих бобів).

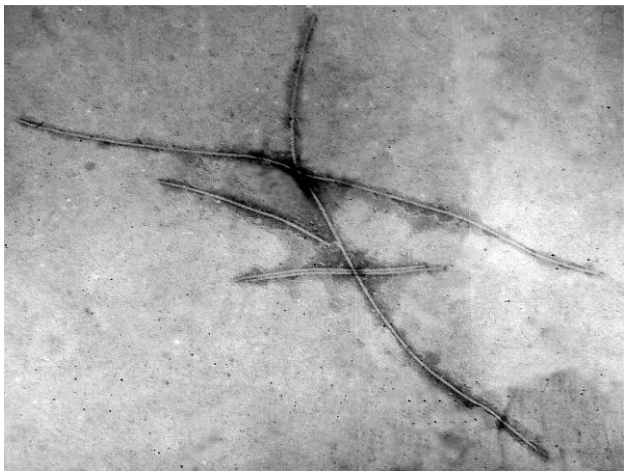

***Рис. 1. Вірус жовтої мозаїки квасолі (інструментальне збільшення – 20 000).***

Формування врожаю в результаті фотосинтетичної діяльності рослин у посівах визначається розмірами асиміляційної поверхні листя [1]. Ураження вузьколистістю зумовило зменшення асиміляційної поверхні на 20 % порівняно зі здоровими рослинами (у контрольному варіанті). Причиною зменшення площі листкової поверхні є звуження листкової пластинки та її деформація, крім того, уражені ділянки листків менші здорових за товщиною внаслідок послабленого розвитку і укорочення палісадних клітин.

Передпосівна обробка насіння люпину мікробними препаратами сприяла збільшенню площі листкової поверхні у здорових та уражених ВЖМК рослин. Інфіковані рослини при застосуванні біопрепаратів формували більшу листкову поверхню порівняно з ураженими рослинами в контролі: у варіанті з ризобофітом – на 41,6 %, ризогуміном – на 69,1 %, хетоміком – на 50,0 % (рис. 2).

Виникнення мозаїчних симптомів у рослин люпину відображає патологічні зміни, які відбуваються у хлоропластах. Ураження хлоропластів залежить як від прямої дії вірусу при проникненні в них у ранні періоди розвитку, так і від загальних порушень в обміні речовин інфікованих рослин.

Інтенсивність фотосинтезу визначається формуванням хлоропластів, що стосується і структури органоїдів та стану в них пігментів. Встановлено, що в основі будови хлоропластів усіх фотосинтезуючих організмів лежить пластинчаста (ламелярна) структура – подвійна ліпопротеїдна мембрана, яка включає молекули пігментів (існує тісний зв'язок між струк-

турними особливостями і функціональними властивостями). Висока активність фотохімічної реакції досягається як спектральними властивостями хлорофілу, так і за рахунок упорядкованого розташування молекул пігмента на ламелі та визначеної орієнтації частини його молекул, що полегшує поглинання світлової енергії і перенесення її до активного центру. Хлоропласти здорових рослин за оптимальних умов вирощування мають характерну форму і розміри, сформовані грани заповнюють об'єм органоїдів.

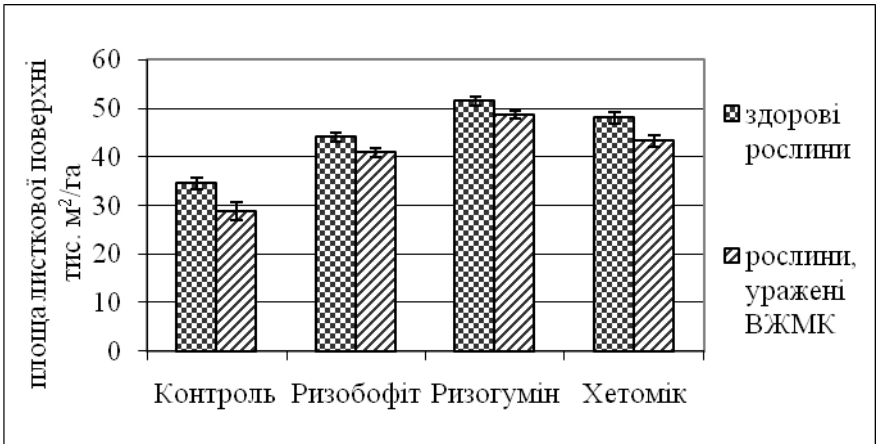


***Рис. 2. Площа листкової поверхні здорових та уражених ВЖМК рослин люпину жовтого сорту Прогресивний при використанні біопрепаратів (фаза цвітіння).***

В ультратонких зрізах листків інфікованих ВЖМК рослин люпину у фазі цвітіння спостерігалися морфологічні зміни пластид – порушення форми, руйнування структури гран. На відміну від здорових рослин пластиди клітин уражених рослин характеризуються меншими розмірами і більш віддаленим розташуванням від клітинної оболонки. Також при дії вірусної інфекції простежується інтенсивне утворення крохмальних зерен внаслідок затримки відтоку вуглеводів (рис. 3а), що пригнічує процес фотосинтезу і є ознакою передчасного старіння пластид [5]. У клітинах з аномальними хлоропластами можна побачити скупчення вірусоспецифічних включень (структур Едвардсона) (рис. 3 б).

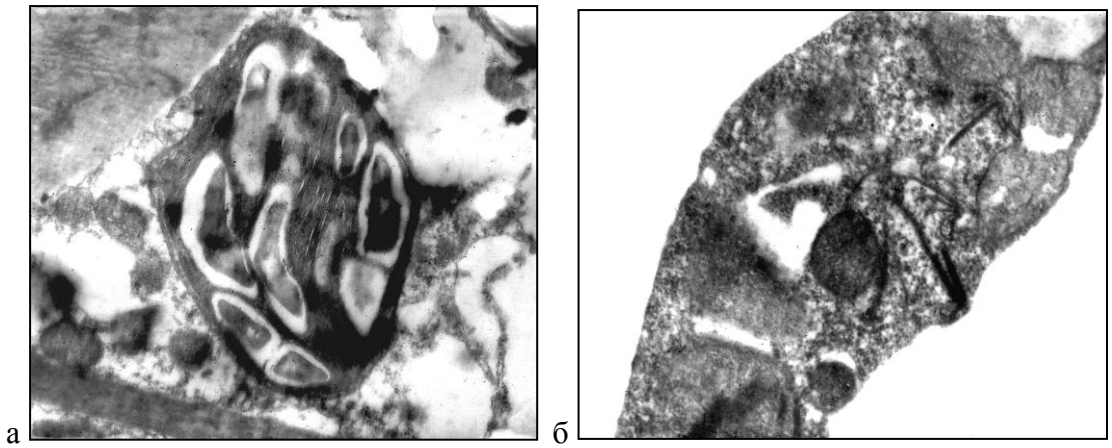


***Рис. 3. Ультраструктура клітин листків люпину жовтого, уражених вузьколистістю.***

*а – зміна форми та структури пластиди, інструментальне збільшення – 12000;*
*б – вірус-індуковані включення (структури Едвардсона), інструментальне збільшення – 22000.*

Морфологічні зміни пластид у період вірусного патогенезу супроводжуються зниженням їх функціональної активності. Відомо, що в уражених клітинах стадія руйнування хлоропластів співпадає зі стадією зниження вмісту хлорофілових пігментів у тканині. Причиною

зниження вмісту хлорофілу при вірусній інфекції є руйнування структури, в яку хлорофіл входить як складова тилакоїдів гран, а також порушення процесів його біосинтезу.

В наших дослідженнях у листках рослин люпину з симптомами вузьколистості у фазі цвітіння спостерігали за зниженням показників вмісту хлорофілу *a* на 24,3 %, хлорофілу *b* на 33,6 % порівняно зі здоровими рослинами. Сумарний вміст хлорофілу в інфікованих рослин становив 101,32 мг /100 г листкової маси, що на 27 % менше, ніж у здорових (табл. 1). Використання біопрепаратів сприяло підвищенню вмісту хлорофілу в листках як здорових, так і уражених рослин. Показники суми хлорофілів в уражених рослин при використанні ризобофіту, ризогуміну та хетоміка достовірно перевищували показники уражених рослин контролю (без інокуляції) на 17,4; 25,0 та 21,7 %, відповідно.

***1. Вміст хлорофілу a і b в листках здорових та уражених ВЖМК рослин люпину при дії мікробних препаратів (фаза цвітіння)***

| Варіант досліду | Хлорофіл, мг/100 г листкової маси | | | *a*/*b* |
|---|---|---|---|---|
| | *a* | *b* | *a* + *b* | |
| | Показники здорових рослин | | | |
| Контроль | 93,04 ± 0,13 | 35,41 ± 0,32 | 128,46 ± 0,22 | 2,63 |
| Ризобофіт | 96,60 ± 0,10 | 37,73 ± 0,20 | 134,34 ± 0,21 | 2,65 |
| Ризогумін | 102,68 ± 0,93 | 41,71 ± 0,54 | 144,39 ± 0,47 | 2,46 |
| Хетомік | 103,51 ± 0,70 | 34,39 ± 0,48 | 137,90 ± 0,25 | 3,01 |
| | Показники уражених рослин | | | |
| Контроль | 74,83 ± 0,11 | 26,49 ± 0,08 | 101,32 ± 0,18 | 2,82 |
| Ризобофіт | 89,94 ± 0,08 | 28,70 ± 0,15 | 118,64 ± 0,22 | 3,13 |
| Ризогумін | 94,20 ± 0,04 | 32,02 ± 0,25 | 126,22 ± 0,24 | 2,94 |
| Хетомік | 95,82 ± 0,17 | 27,09 ± 0,54 | 122,91 ± 0,39 | 3,53 |

Загальний приріст вмісту хлорофілів відбувається переважно за рахунок збільшення вмісту хлорофілу *a,* про що свідчить співвідношення хлорофіл *a*/хлорофіл *b*, яке для фотосинтезуючих рослин переважно є на рівні 3:1. Зменшення цього співвідношення відображає погіршення фізіологічного стану рослин незалежно від природи стресу.

Застосування біопрепаратів дало змогу збільшити вміст хлорофілу *a* у листках рослин люпину, уражених вузьколистістю, на 20,2–28,0 % та сприяло збільшенню співвідношення хлорофілів *a*/*b* в уражених рослинах до 2,94–3,54, тимчасом як у контрольному варіанті (уражені рослини без інокуляції) цей показник становив 2,82.

Зменшення площі листкової поверхні та зниження вмісту хлорофілу в рослинах при ураженні ВЖМК безпосередньо позначилося на урожайності зеленої маси люпину жовтого – її зниження становило 14 % (табл. 2).

***2. Урожайність зеленої маси здорових та уражених ВЖМК рослин люпину жовтого сорту Прогресивний при дії різних біопрепаратів (середні дані за 2010–2011 рр.)***

| Варіант досліду | Урожайність зеленої маси, т/га | | Приріст до контролю | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | здорові | | уражені | |
| | здорові | уражені | т/га | % | т/га | % |
| Контроль | 25,5 | 22,4 | - | - | - | - |
| Ризобофіт | 33,2 | 27,9 | 7,7 | 30,2 | 5,5 | 24,5 |
| Ризогумін | 36,7 | 30,5 | 11,2 | 44,0 | 8,1 | 36,1 |
| Хетомік | 33,5 | 29,3 | 8,0 | 31,4 | 7,0 | 31,0 |
| $НІР_{5\,\%}$ | 0,8 | 1,05 | | | | |

Передпосівна інокуляція мікробними препаратами позитивно вплинула на показники урожайності зеленої маси здорових та уражених рослин люпину жовтого. У середньому за два роки досліджень застосування біопрепаратів: ризобофіту, ризогуміну та хетоміка забез-

печило підвищення урожайності зеленої маси уражених ВЖМК рослин люпину на 5,5; 8,1 і 7,0 т/га (24,5; 36,1 та 31,0 % відповідно варіантам досліду) порівняно до контролю.

Отже, встановлено позитивний вплив мікробних препаратів на формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин люпину жовтого при ураженні вірусом жовтої мозаїки квасолі. Застосування біопрепаратів сприяло збільшенню площі листкової поверхні, підвищенню вмісту хлорофілу та забезпечило значний приріст врожаю зеленої маси люпину жовтого ураженого вузьколистістю.

## Бібліографічний список


1. *Рубин Б. А.* Курс физиологии растений / *Рубин Б. А.* – М.: Высш. шк., 1963. – 598 с.
2. *Мэтьюз Р.* Вирусы растений: пер. с англ. / Под ред. *Атабекова И. Г.* – М.: Мир, 1973. – 600 с.
3. *Трибель С. О.* Прогноз розвитку шкідників, хвороб і бур`янів, оцінка фітосанітарного стану агроценозів / *С. О. Трибель* // Довідник із захисту рослин. – К.: Урожай, 1999. – С. 59–75.
4. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. *Бужоряну В. В.* Ультраструктура растительной клетки при вирусной инфекции / *Бужоряну В. В., Матиенко Б. Т.* – Кишинев, 1986. – 153 с.