

**Харина Алла Володимирівна, кандидат біологічних наук, доцент,
ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного
університету імені Тараса Шевченка**

**Плахотний Сергій Анатолійович, кандидат технічних наук,
ТзОВ«Глобал Сойл Солюшен»**

**Слісарчук Микола Віталійович, кандидат сільськогосподарських наук,
с.н.сп., експерт з систем живлення**

**Дія ReSoil liquid на розвиток вірусної інфекції у модельній системі вірус
тютюнової мозаїки – рослини тютюну *Nicotiana tabacum***

Анотація. Досліджено та проаналізовано у модельній системі вірус тютюнової мозаїки – рослини тютюну *Nicotiana tabacum* вплив препарату *ReSoil liquid* як окремо так і в комбінаціях з екстрактами лікарських рослин. Завдяки дії *ReSoil liquid* габітус рослини перевищує контрольний варіант у середньому на варіантах дослідження на 207-215%, а площа фотосинтетичної листової поверхні на 410% і суха речовина на 270-385%. Виявлено у *ReSoil liquid* ефект стимулювання росту рослин, що сприяє прискоренню проходження фаз органогенезу рослинами і є важливим фактором при інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. *ReSoil liquid* з різними комбінаціями екстрактів лікарських рослин знижує кількість вірусних антигенів у досліджуваних рослинах на 43-74%.

Ключові слова: ReSoil liquid, вірус, рослина, патоген, фотосинтетичної листової поверхні, Глобал Сойл Солюшен, екстракти лікарських рослин, стимулювання росту.

Сучасне зростання потреб людства в продукції рослинного походження зумовлює інтенсифікацію агровиробництва і, як наслідок, значне збільшення посівних площ певних сільськогосподарських культур при значній їх концентрації на певній території. Проте всупереч намаганням отримати високий рівень врожаю, існує значна кількість лімітуючи факторів. Антропогенний вплив, екологічні умови, велика кількість патогенів і т.д. – всі ці фактори негативно впливають на ріст і розвиток рослин. Неодноразово спеціалістами різних галузей висловлювалася думка, що із інтенсифікацією сільського господарства, кількість хвороб, здатних уражувати економічно важливі культури неодмінно збільшиться і це призведе до втрат не тільки сировинної бази, а й колосальних фінансових збитків, лєвова частка яких припадає на профілактику нових хвороб рослин та боротьбу з ними [1].

Серед патогенів, які зменшують врожайність рослин і боротьба з якими є найбільш проблемною чільне місце займають збудники хвороб вірусної природи [2]. Найбільш економічно значимими в усьому світі визнані наступні віруси: *Вірус тютюнової мозаїки, Вірус плямистого в'янення томатів, Вірус жовтого скручування листя томатів, Вірус мозаїки огірків, Y -вірус картоплі, X -вірус картоплі, Вірус мозаїки цвітної капусти, Вірус шарки сливи, Вірус мозаїки бромусу* [3]. Слід відмітити, що всі представлені віруси були ідентифіковані на території України і становлять серйозну небезпеку для всіх сільськогосподарських культур.

На сьогодні не існує ефективних прямих методів боротьби з вірусами рослин. В основі взаємодій між вірусами, їхніми переносниками та рослинами лежать складні механізми, розвиток яких залежить від особливостей вірусу,

рослин та умов довкілля (екологічних, кліматичних, агротехнічних), що значно ускладнює процес боротьби з вірусами [4].

У агросфері для боротьби з хвороботворними патогенами, які здатні викликати економічні збитки, незалежно від їхньої природи, широко застосовуються хімічні препарати, а це в свою чергу, спричиняє серйозний вплив на довкілля та людину як кінцевого споживача рослинної продукції. З огляду на незначну кількість зареєстрованих засобів захисту рослин для боротьби з вірусними патогенами та значним забрудненням довкілля у наслідок неконтрольованого застосування їх, постала нагальна потреба у розробці нових екологічних засобів, здатних забезпечити гарні врожаї культур без шкідливого впливу на якість продукції. В цьому плані привертають до себе увагу препарати, здатні стимулювати захисні механізми рослини проти патогенів різної природи. Дослідження різних авторів показали інгібуючий вплив рослинних екстрактів на розвиток вірусної інфекції у рослин [5]. Водночас найбільшу перспективу для підвищення врожайності рослин мають препарати, створенні на основі компонентів з різними видами біологічної активності (ріст-стимулююча, антивірусна, антибактеріальна, тощо).

Метою нашої роботи було дослідження впливу препарату **ReSoil liquid** (ТМ «Глобал Сойл Солюшен») та його комбінацій з екстрактами лікарських рослин на ріст і розвиток рослин тютюну інфікованих вірусом. Повторюваність усіх варіантів дослідження для більшої достовірності 4-ри кратна.

ReSoil liquid – органічний ріст стимулюючий препарат на основі гумінових і фульво кислот, що активізує ростові процеси та сприяє обводненню рослин. Має позитивний досліджений вплив на накопичення цукрів, білків і вуглеводів у плодах. Підвищує стійкість рослин до патогенної інфекції. Володіє фунгіцидним ефектом. При комплексному застосуванні значно підсилює і пришвидшує дію засобів захисту рослин і добрив. Препарат створено з органічної сировини.

Для реалізації поставленої мети була обрана модельна система: Вірус тютюнової мозаїки – рослини тютюну (*Nicotiana tabacum* sv. *Sumsun*). Експериментальна робота була розділена на два етапи. На першому етапі проводили дослідження впливу **ReSoil liquid** на ріст і розвиток рослин за умови вірусної інфекції. На другому порівнювали ефективність комбінацій **ReSoil liquid** і екстрактів лікарських рослин.

Протягом 2020 року у роботі досліджували **ReSoil liquid** і екстракти 3-х лікарських рослин, а саме: деревію (*Achillia millefolium*), лепехи (*Acorus calamus*) і лаванди (*Lavandula angustifolia*) та їх комбінації.

Обробку досліджуваних рослин по варіантах препаратами здійснювали шляхом обризкування листкових пластинок відповідними розчинами. Перша і друга обробка рослин проводились за 2 та 1 тиждень до інфікування вірусом, відповідно. Третє нанесення препаратів відбувалось за 3 дні до інфікування. Проводили також 4-ту обробку через 1 тиждень після інфікування. Інфікування рослин вірусом здійснювали шляхом механічної інокуляції, концентрація вірусу становила 100 мкг/мл.

Дослідний препарат **ReSoil liquid** з екстрактами рослин готували наступним чином: 1,5 мл. рослинного екстракту змішували з 3,5 мл. попередньо розведеного до 10% концентрації **ReSoil liquid** (у різних варіантах досліду це №102 і № 81). Для контролю активності **ReSoil liquid** змішували з дистильованою водою, зберігаючи усі пропорції. Для дослідження накопичення вірусу в рослинах проводили непрямий імуоферментний аналіз.

При проведенні першої серії експериментів симптоми вірусної інфекції на рослинах проявились на 14 день після інфікування. Загалом, спостерігали типову для вірусу тютюнової мозаїки симптоматичну картину, а саме мозаїку (чергування світло-зелених і темнозелених зон) на молодих листках з наступною деформацією листкових пластинок (рис. 1, 2, 3). В умовах даного експерименту не спостерігалось значної різниці у часі прояву та суворості симптоматичної картини у контрольних та оброблених препаратами рослин.

Незважаючи на це, спостерігались певні відмінності у габітусі вірус-інфікованих рослин з різних груп. Як видно з рисунку 4, необроблені (контрольні) рослини значно відстають у рості у порівнянні з рослинами, обробленими **ReSoil liquid**. Слід відмітити, що ефект стимулювання росту рослин більш яскраво виражений у варіанті №81 (**ReSoil liquid**). Завдяки дії **ReSoil liquid** габітус рослини перевищує контрольний варіант у середньому на варіантах дослідження на 207-215%, а площа фотосинтетичної листової поверхні на 410% і суха речовина на 270-385%. Так за розвитком листя на варіанті де рослини оброблені **ReSoil liquid** було відмічено 10-14 листків тоді як на контролі 7-9 листків, тобто чітко відмічено у лабораторних умовах прискорення проходження фаз органогенезу. На рис. 4 най більш насичений колір проявився на варіанті з внесенням **ReSoil liquid** – темнозелене, а на контролі – світлозелене забарвлення листової пластини.



Рис. 1. Симптоми вірусної інфекції на контрольних рослинах



Рис. 2. Симптоми вірусної інфекції на рослинах, оброблених препаратом №80



Рис. 3. Симптоми вірусної інфекції на рослинах, оброблених препаратом №81 (ReSoil liquid).



Рис. 4. Порівняння вірус-інфікованих рослин з різних груп.

На другому етапі досліджень було встановлено, що препарати, отримані на основі **ReSoil liquid** і екстрактів лікарських рослин зменшували концентрацію вірусних антигенів у рослинній тканині, що свідчить про пригнічення розвитку вірусної інфекції. Як видно з представленої діаграми (рис. 5) найбільш ефективно концентрацію вірусу в рослині знижував **ReSoil liquid** з додаванням лаванди. В цьому варіанті кількість вірусних антигенів знижувалась на 74% відсотки у порівнянні з контролем.

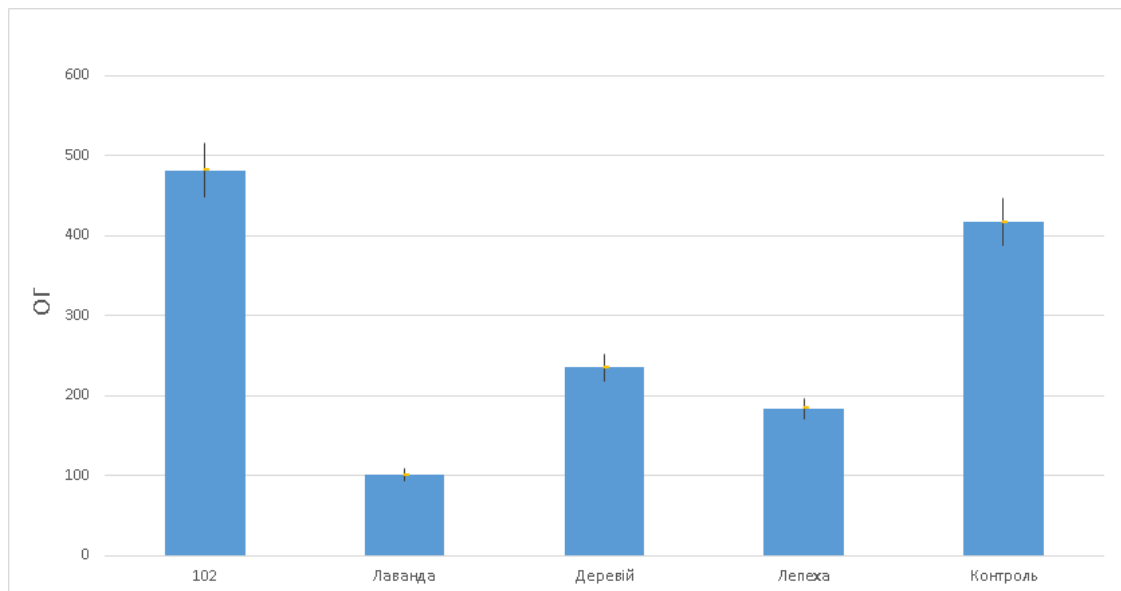


Рис. 5. Концентрація вірусних антигенів у рослинах тютюну, оброблених **ReSoil liquid** різними рослинними екстрактами (за результатами ІФА).

Препарат на основі лепехи продемонстрував 56% ефект зниження концентрації антигенів у рослині. Препарат на основі деревію виявився найменш ефективним і пригнічував розвиток вірусу на 43%. Крім того, спостерігалось незначне збільшення концентрації вірусу в рослинах на варіанті №102 без додавання екстрактів лікарських рослин. Втім додавання екстрактів рослин з антивірусними властивостями нівелює цей ефект – сприяє активному пригніченні розвитку вірусів.

Слід відмітити, що в даній роботі, як і в роботах інших дослідників, стовідсоткового пригнічення вірусної інфекції не вдається досягнути. Проте успішними вважають навіть 30% пригнічення репродукції вірусу, оскільки зниження концентрації вірусу в рослині знижує можливість передачі вірусу іншим рослинам і значно знижує шкодочинний вплив вірусу на рослину. Інтенсивне розмноження вірусу в рослині призводить до псування товарної якості продукції, в той час, як при низьких рівнях реплікації вірусу такий вплив часто відсутній (через відсутність проявів хвороби).

Висновки

1. В Україні відсутній хімічний зареєстрований ефективний препарат з протівірусними властивостями на сільськогосподарських рослинах який є безпечним для довкілля.
2. **ReSoil liquid** поєднує в собі декілька властивостей (зокрема, ріст-стимулюючі і антивірусні) і його впровадження у агро виробництво є виправданим з технічної і екологічної точки зору.
3. **ReSoil liquid** сприяє прискоренню проходження фаз органогенезу рослинами, що є важливим фактором при інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.
4. **ReSoil liquid** з різними комбінаціями екстрактів лікарських рослин знижує кількість вірусних антигенів на 43-74%.

Список літературних джерел

1. Janse J.D. *Phytobacteriology: Principles and Practice*. – Oxfordshire: CABI Publishing, 2006. – 360 p.
2. Cerda R, Avelino J, Gary C, Tixier P, Lechevallier E, Allinne C. (2017) Primary and secondary yield losses caused by pests and diseases: assessment and modeling in coffee. *PLOS ONE*, 12, e0169133
3. Rybicki, E. P. (2015). A Top Ten list for economically important plant viruses. *Archives of virology*, 160(1), 17–20.
4. Aranda, Miguel & Freitas-Ast?a, Juliana. (2017). Ecology and diversity of plant viruses, and epidemiology of plant virus-induced diseases: Virtual issue on viruses. *Annals of Applied Biology*. 171. 1-4. 10.1111/aab.12361.
5. Islam, Waqar & Adnan, Muhammad & Tayyab, Muhammad & Hussain, Mubasher & Ul Islam, Saif. (2018). Phyto-metabolites; An Impregnable Shield against Plant Viruses. *Natural product communications*.

