ВПЛИВ БАКТЕРІЙ *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* І РЕЧОВИН СТИМУЛЮЮЧОЇ ПРИРОДИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИНИ СОЇ ТА УРАЖЕННЯ НАСІННЯ ПАТОГЕНАМИ

М. П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-7394-0333>

E-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту
захисту рослин НААН

М. Й. ПІКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук, доцент
кафедри фітопатології

<https://orcid.org/0000-0003-0689-604X?lang=ru>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Соя є стратегічною зернобобовою культурою для світового сільського господарства та має важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки багатьох країн. Водночас отриманню високого і якісного урожаю культури перешкоджають біотичні чинники, зокрема збудники хвороб. Їхній контроль здійснюється за допомогою різних методів і способів. Однак за надмірного збільшення об'ємів застосування хімічних засобів захисту ускладнюється екологічна ситуація в агроценозах. Тому актуальним є зменшення пестицидного навантаження в технологіях вирощування культури.

Метою досліджень є проведення оцінки впливу бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи на продуктивність рослини сої та ураження насіння патогенами.

Експерименти проводили в умовах Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий важкосуглинковий. Для досліджень використовували сорт сої Ксеня. Виконання польових досліджень проводили згідно із загальноприйнятими методиками. Посіви сої обприскували впродовж вегетації у такі періоди: справжній трійчастий листок, цвітіння та формування бобів. Для обробки рослин сої використовували препарат на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* з титром 3×10^9 КУО/см³ з нормою витрати 5,0 л/га за застосування у комбінаціях із речовинами стимулюючої дії. За роки досліджень кількість атмосферних опадів (в певні місяці вегетації рослин сої) була вище середньомісячної багаторічної норми. Передзбиральну десикацію посівів не проводили. Фітопатологічну експертизу насіння отриманого з рослин сої за різних варіантів обробок здійснювали згідно з ДСТУ 4138-2002.

У дослідженнях відмічено позитивний вплив препарату на основі *P. fluorescens* і речовин стимулюючої природи на біометричні показники рослин сої і їхню продуктивність. Зокрема, маса 1000 насінин у варіантах з обприскуванням рослин

збільшувалася в межах від 16 до 66 г. Сумісне внесення на посівах сої *P. fluorescens* разом із речовинами групи амонійних солей дигідропірімідину та стимулюючих речовин забезпечувало зростання урожайності насіння сої до 1,1 т/га. Також відмічено зниження інфікування насіння сої збудниками фузаріозу, альтернаріозу та пеніцильозу – грибами *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Alternaria* spp. та *Penicillium expansum* Link. Вивчення імунопротекторної та стимулюючої дії комбінацій біокомплексів є перспективним для розробки екологічно безпечних заходів підвищення урожайності сої та зниження ураження насіння патогенами.

Ключові слова: бактерії, продуктивність рослин, зараженість насіння, гриби

Актуальність.

Соя (*Glycine max* (L) Merrill) є стратегічною зернобобовою культурою для світового сільського господарства. Її насіння – одне із небагатьох повноцінних білкових продуктів рослинного походження з дев'ятьма незамінними амінокислотами (Michelfelder A. J., 2009). Соя відіграє важливу роль у продовольчій безпеці багатьох країн і використовується для кормових, харчових, технічних та інших цілей (Черенков А. В. та ін., 2014).

У різних країнах площі посіву сої упродовж останніх десятиліть динамічно зростають (Бабич А. А., Бабич-Побережна А. А., 2012). Лідерами з її виробництва в основному є країни Південної Америки, зокрема Аргентина, Парагвай та Бразилія (De Maria M. et al., 2020). Україна входить у десятку країн-лідерів (Бербенець О. В., 2019). Водночас отриманню високого і якісного урожаю зерна сої перешкоджають хвороби (Піковський М. Й., Кирик М. М., 2012; Baetsen-Young, A. M., Swinton S. M., Chilvers M. I., 2021; Díaz-Cruz G. A., Cassone B. J., 2021). Їхній контроль здійснюється за допомогою різних методів і способів (Dorrance A. E. et al., 2009; Kurle James, Grau Craig, Oplinger Edward, Mengistu Alemu, 2001; Reznikov S. et al., 2019).

Однак за надмірного збільшення об'ємів застосовування хімічних засобів захисту ускладнюється екологічна ситуація в агроценозах унаслідок порушення природних процесів гармонійного співіснування представників природної біоти. Тому актуальним є питання біологізації захисту рослин (Баранов В. Ф., Махонин В. Л., 2014).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для запобігання, зниження або контролю хвороб рослин можна використовувати різні методи, серед яких часто застосовуються хімічні пестициди, які можуть забруднювати навколишнє середовище. Тому в якості альтернативи для технологій вирощування культур є розробка біологічних засобів (Chandrashekhara K. N. et al., 2012). У різних країнах світу проводяться дослідження впливу мікробів-антагоністів проти збудників хвороб сої. Зокрема, оцінено активність бактерій *Rhizobium japonicum* проти ґрунтових патогенів *Fusarium solani* та *Macrophomina phaseolina* – збудників кореневої гнилі. Встановлено, що фільтрат ризобіальної культури викликав пригнічення радіального росту фітопатогенів *in vitro*. Посів насінням, обробленим бактеріальною культу-

рою (за внесення в ґрунт інфекції *F. solani* та *M. phaseolina*) у польових умовах, значно збільшив схожість насіння та спричинив значне зниження інтенсивності розвитку кореневої гнилі. Ці результати вказують на те, що *R. japonicum* може бути важливим елементом для контролю хвороби (Alani Rakib et al., 2012).

Arfaoui A. зі співавторами (Arfaoui et al., 2018) оцінили бактерії вилучені з ризосферного ґрунту та ризоплани здорових рослин сої й дослідили їхню антигрибну дію проти ізолятів сої *Phytophthora sojae*. Серед перевірених виявлено дев'ять бактерій (належать до *Paenibacillus* та *Streptomyces* sp.), які *in vitro* інгібували гіфальний ріст *P. sojae*. Водночас застосування бактеріального штаму S11 для обробки насіння зменшило розвиток хвороби на 57,1 % та збільшило масу коренів та пагонів відповідно на 140 та 108 % порівняно з контролем (Arfaoui A. et al., 2018).

Також проводяться дослідження потенціалу *Pseudomonas* sp., як агента біоконтролю хвороб сої, викликаних ґрунтовими патогенами. Зокрема *Pseudomonas* sp. CRB пригнічував *in vitro* ріст патогенних грибів (*Sclerotium rolfsii*, *Fusarium oxysporum* та *Rhizoctonia solani*) на 11,1-60,0 %. Водночас ізоляти CRB-16, CRB-44, CRB-86, CRB-102 та CRB-109 є перспективним для розробки біологічного захисту (Susilowati Ari et al., 2013).

Грампозитивна бактерія *Paenibacillus* BRF-1, виявляла сильну протигрибну активність проти збудника бурої стеблової гнилі патогена сої гриба *Phialophora gregata*. Обробка насіння також забезпечувала кращий ріст пагонів рослин (Zhou Keqin et al., 2008).

Проти збудника антракнозу сої (гриб *Colletotrichum dematium* (Pres.

Ex.Fr.) встановлено антагонізм грибів *Trichoderma lignorum* і *Trichoderma viride* та бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus brevis*. Вони інгібували лінійний ріст *C. dematium*, а культуральні фільтрати відповідних біоагентів пригнічували проростання спор патогену. Обприскування рослин сої суспензіями антагоністів або їхніми культуральними фільтратами призводило до значного зниження розвитку хвороби (Jahan Akida et al. 2015). Також є інформація про здатність *Trichoderma* spp. пригнічувати стеблову гниль сої, спричинену *Sclerotinia sclerotiorum* (Zhang Fuli et al., 2016).

В умовах України досліджено ефективність препаратів біологічного походження за вирощування рослин сої. Відзначено, що найбільший вплив на грибні інфекції мали комбінації препаратів триходермін (2 л/т) + гаубсин (1,5 л/т) та фітодоктор (1,0 л/т) + триходермін (2 л/т) (Соломійчук та ін., 2020). Також встановлено позитивний вплив передпосівної інокуляції насіння мікробним препаратом Ризогумін, мікродобривом Реаком, стимулятором росту рослин Біосил за різних варіантів поєднання. Встановлена ефективність застосування розчинів мікродобрива й Біосилу під час вегетації бактеризованих рослин на формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу та врожайність зерна сої (Кабанець, Собко, Мурач, 2017). Це свідчить про важливість дослідження щодо поєднань біокомплексів із препаратами стимулюючої природи для оцінки їхнього впливу на урожайність рослин і ураженість патогенами.

Мета досліджень – провести оцінку впливу бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи на продуктивність рослини сої та ураження насіння патогенами.

Матеріали та методика досліджень.

Дослідження проводили впродовж 2019 – 2020 рр. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Грунт дослідної ділянки – сірий лісовий важкосуглинковий. Його забезпеченість рухомими формами фосфору складає 148,4 мг/кг, калію 185,4 мг/кг та азоту (83,0 мг/кг). Рівноважна щільність ґрунту – 1,46 г/см³. Для досліджень використовували сорт сої Ксеня. Сівбу проводили звичайним рядковим способом. У червні та липні 2019 року опадів випало відповідно 129 та 99 мм, а в серпні – 110 мм, що було вище середньомісячної багаторічної норми. У червні та липні 2020 року вони становили 130 мм на місяць за норми 75-85 мм. У вересні 2020 року атмосферні опади становили 104 мм на місяць, що перевищувало середні багаторічні показники. Десикацію посівів не проводили.

У дослідженнях використовували препарат на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* з титром 3×10^9 КУО/см³ з нормою витрати 5,0 л/га. У комбінаціях поєднували застосування біопрепарату на основі бактерії *P. fluorescens* із бурштиноюватою кислотою (етан-1,2-дикарбоновою кислота $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$). Також досліджували допоміжні речовини: диметилсульфоксид (ДМСО) – хімічна речовина з формулою – $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$, яка є біполярним розчинником і використовується для збільшення транскаінного перенесення діючих речовин; диметиламіноетанол (ДМАЕ), який є імунопротектором і впливає на різні трансмембранні функції.

Виконання польових досліджень проводилося згідно із загальноприйнятими методиками (Трибел С. О. та ін.,

2001). Посіви сої обприскували впродовж вегетації в такі періоди: справжній трійчастий листок, цвітіння та формування бобів. Під час біометричного аналізу рослин визначали кількість сформованих бобів на рослинах, шт., масу 1000 насінин (г) та урожайність, т/га. Фітопатологічну експертизу зерна отриманого з рослин сої за різних варіантів обробок здійснювали згідно з ДСТУ 4138-2002 (Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості, 2003) Морфологічний аналіз патогенів проводили через приготування мікроскопічних препаратів, які аналізували із застосуванням світлової мікроскопії та ідентифікували (Кирик М. М., Піковський М. Й., Азаїкі С., 2015).

Статистичну обробку експериментальних даних виконували з використанням програми Microsoft Office® для Microsoft Windows®.

Результати досліджень.

Як засвідчують отримані нами результати досліджень, обприскування рослин сої біопрепаратом на основі бактерій *P. fluorescens* окремо й у поєднанні з речовинами групи амонійних солей дигідропірімідину та стимулюючих речовин позитивно впливало на продуктивність рослин сої. Так, кількість сформованих бобів за різних схем обприскувань зростала на 0,4-5,9 шт./рослину. Зокрема, у варіантах зі схемами обприскувань *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО, *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО та *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,1 % р-р ксимедона + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО утворювалося найбільше бобів – 11,3-14,2 шт./рослину (табл. 1).

Позитивна динаміка також відмічена щодо маси насіння. Так, маса 1000 насінин у варіантах з обприскуванням рослин збільшувалася в межах від 16 до 66 г. Сумісне застосування *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО забезпечувало формування рослинами насінин, маса 1000 яких становила 152 г; у випадку використання *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО – маса 1000 досягала 165 г та за обприскування *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,1 % р-р ксимедона + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО – 171 г. Це були найвищі показники, у порівнянні з контролем (без обробок).

У кінцевому результаті окреме та сумісне внесення на посівах сої *P. fluorescens* разом із речовинами

групи амонійних солей дигідропіримідину та стимулюючих речовин забезпечувало зростання урожайності насіння сої від 0,3 до 1,1 т/га. Кращий результат відмічено у варіанті із застосуванням препарату на основі *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,1 % розчин ксимедону + 0,2 % розчин янтарної кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО. Водночас урожайність сої становила 2,9 т/га, що на 0,8 та 1,1 більше, ніж у контрольних варіантах (без обробок та із обробкою *P. fluorescens*).

За результатами фітопатологічної експертизи насіння сої, відібраного із різних варіантів досліду, ми виявили його ураження такими мікроміцетами: *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Alternaria spp.* та *Penicillium expansum* Link. Під час пророщування насіння, інфікованого грибом *F. oxysporum*,

1. Продуктивність сої залежно від обробки рослин бактеріями *Pseudomonas fluorescens* у поєднанні із стимулюючими речовинами (сорт Ксеня, середнє за 2019 – 2020 рр.)

Варіанти	Кількість сформованих бобів на 1 рослину, шт.	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га
Контроль 1 (без обробок);	8,3	105	1,8
Контроль 2 <i>P. fluorescens</i> , 5 л/га	8,6	135	2,1
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	8,7	148	2,2
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	12,9	152	2,7
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + похідні дигідропіримідину (амин 1 – 0,5 % р-н + 2 мл ДМСО)	10,4	138	2,4
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + похідні дигідропіримідину (амин 3 – 0,25 % р-н + 2 мл ДМСО)	10,8	121	2,3
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	11,3	165	2,4
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 0,2% р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	14,2	171	2,9
НІР ₀₅	0,1	3,9	0,09

Рис. 1. Симптоми хвороб насіння сої за різного ступеня його ураження: а – фузаріоз; б – альтернаріоз; в – пліснявіння, спричинене *P. expansum*

формувалися слабкі, недорозвинуті, деформовані проростки, які надалі загнівали. Насіння, уражене фузаріозом також могло втрачати здатність до проростання і кривалося білувато-рожевим нальотом (рис. 1а). На поверхні насіння сої, ураженого *Alternaria spp.*, симптоми хвороби спочатку проявлялися у вигляді світлого, пізніше димчасто-сірого – чорного нальоту. У багатьох випадках формувалися

нормальні проростки, але за сильного ураження насіння не проростало (рис. 1б). Гриб *P. expansum* розвивався на насінні у вигляді пліснявого нальоту зелено-сірого кольору (рис. 1в).

Аналіз використання бактерій *P. fluorescens*, а також їхні комбінації разом із речовинами групи амонійних солей дигідропіримідину та стимулюючих речовин засвідчив, що всі вони забезпечували зниження інфікуван-

2. Вплив обробки рослин сої бактеріями *Pseudomonas fluorescens* у поєднанні із стимулюючими речовинами на ураженість насіння грибами (сорт Ксеня, середнє за 2019 – 2020 рр.)

Варіанти дослідів	Уражено насіння грибами, %		
	<i>F. oxysporum</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>P. expansum</i>
Контроль 1 (без обробок)	33,1 ± 3,6	29,6 ± 2,8	14,2 ± 2,4
Контроль 2 <i>P. fluorescens</i> , 5 л/га	11,2 ± 0,5	10,8 ± 0,5	3,2 ± 0,3
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	9,8 ± 0,4	10,6 ± 0,3	3,0 ± 0,4
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	8,9 ± 0,6	9,7 ± 0,5	2,5 ± 0,4
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + похідні дигідропіримідину (амин 1 – 0,5 % р-н + 2 мл ДМСО)	8,9 ± 0,4	9,2 ± 0,3	2,3 ± 0,5
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + похідні дигідропіримідину (амин 3 – 0,25 % р-н + 2 мл ДМСО)	12,2 ± 0,7	9,2 ± 0,5	2,6 ± 0,4
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	10,6 ± 0,5	7,9 ± 0,4	2,1 ± 0,2
<i>P. fluorescens</i> , 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО	8,7 ± 0,4	7,2 ± 0,3	1,8 ± 0,2

ня насіння сої грибами *F. oxysporum*, *Alternaria spp.* та *P. expansum* (табл. 2). Зокрема, кількість насіння, ураженого збудником фузаріозу становила від 8,7 до 12 % (у контролі 33,1 %). Інфекція *Alternaria spp.* виявлялася в 7,2-10,8 % насінин (у контролі 29,6 %). Післязвінним, зумовленим грибом *P. expansum*, було уражено 1,8-3,2 % за різних варіантів обробки посівів сої, тоді як у контролі цей показник становив 14,2 %.

Серед різних варіантів обробки посівів сої, найменша кількість насіння, ураженого патогенами була відмічена із застосуванням *P. fluorescens*, 5 л/га + 0,1 % р-н ксимедона + 0,2 % р-н бурштинової кислоти + 2 мл ДМАЕ + 2 мл ДМСО, що ґрунтується на їхній імунопротекторній і стимулюючій дії.

Висновки і перспективи.

Дослідженнями встановлено, що поєднання бактерій *P. fluorescens* з препаратами стимулюючої природи та різних похідних амонійних солей дигідропірімідину для обприскування рослин сої забезпечувало зростання урожайності насіння сої від 0,8 до 1,1 т/га. Також усі вони призводили до зниження інфікування насіння сої грибами *F. oxysporum*, *Alternaria spp.* та *P. expansum*. Використання комбінацій біокомплексів є перспективним для подальшого їхнього вивчення в якості екологічно безпечних заходів підвищення урожайності сої та зниження ураження насіння патогенами.

References

1. Michelfelder A. J. (2009). Soy: A complete source of protein. American Family Physician. Vol. 79, № 1. P. 43–47.
2. Cherenkov A.V. et al. (2014). Zernobobovi kul'tury: suchasni tekhnolohiyi vyroshchuvannya [Legumes: modern technologies of cultivation]: monohrafiya. Dnipropetrovsk: Akcent. 109 p.
3. Babych A. A., Babych-Poberezhna A. A. (2012). Svitovi ta vitchyznyani tendentsiyi rozmishchennya vyrobnytstva i vykorystannya soyi dlya rozv'yazannya problemy bilka [World and domestic trends in the location of production and use of soybeans to solve the problem of protein]. Kormy i kormovyrobnytstvo. V. 71. S. 12–25.
4. De Maria M., Robinson E. J. Z., Kangile J. R., Kadigi R., Dreoni I., Couto M., Howai N., Peci J., Fiennes S. (2020). Global Soybean Trade. The Geopolitics of a Bean. UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF) Trade, Development and the Environment Hub. <https://doi.org/10.34892/7yn1-k494>
5. Berbenets O. V. (2019). Svitove vyrobnytstvo soyi yak nevycherpnoho dzhерela bilkiv roslynnoho pokhodzhennya ta mistse Ukrainy na svitovomu rynku torhivli neyu [World soybean production as an inexhaustible source of proteins of plant origin and Ukraine 's place in the world market of its trade]. Ahrosvit. № 10. S. 41–45. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.10.41>
6. Pikovskyi M. Y., Kyryk M. M. (2012). Symptomatyka biloyi hnyli soyi [Symptoms of white mold of soybeans]. Karantyn i zachyst roslyn. № 7. S. 2–5.
7. Baetsen-Young A. M., Swinton S. M., Chilvers M. I. (2021). Economic Impact of Fluopyram-Amended Seed Treatments to Reduce Soybean Yield Loss Associated with Sudden Death Syndrome. Plant Disease. Vol.105, № 1. P. 78–86. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-20-0792-RE>
8. Diaz-Cruz G. A., Cassone B. J. (2021). Amplicon Sequencing Reveals Extensive Coinfections of Foliar Pathogens in Soybean. Plant Disease. Vol.105, № 1. P. 127–133. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1165-RE>
9. Dorrance A. E., Robertson A. E., Cianzo S., Giesler L. J., Grau C. R., Draper M. A., Tenuta

- A. U., Anderson T. R. (2009). Integrated management strategies for *Phytophthora sojae* combining host resistance and seed treatments. *Plant Disease*. Vol. 93. P. 875–882.
10. Kurl James, Grau Craig, Oplinger Edward, Mengistu Alemu. (2001). Tillage, Crop Sequence, and Cultivar Effects on Sclerotinia Stem Rot Incidence and Yield in Soybean. *Agronomy Journal*. Vol. 93, № 5. P. 973–982. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.935973x>
11. Reznikov S., De Lisi V., Claps P., González V., Devani M. R., Castagnaro A. P., et al. (2019). Evaluation of the Efficacy and Application Timing of Different Fungicides for Management of Soybean Foliar Diseases in Northwestern Argentina. *Crop Protection*. Vol. 124. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104844>
12. Baranov V. F., Makhonin V. L. (2014). O biologicheskoy zashchite agrofitotsenozov soi ot vrednykh organizmov [About biological protection of soybean agrophytocenoses from harmful organisms]. *Maslichnyye kul'tury*. № 1. S. 152–164.
13. Chandrashekara K. N., Manivannan S., Chandrashekara C., Chakravarthi M. (2012). Chapter: 10. Biological Control of Plant Disease. *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management*. Editors: Vaibhav K. Singh, Yogendra Singh, Akhilesh Singh. Publisher: International Book Distributors. P.147–166.
14. Alani Rakib, Adhab Mustafa, Mahdi Haider, Abood Hadi. (2012). *Rhizobium japonicum* as a Biocontrol Agent of Soybean Root Rot Disease Caused by *Fusarium solani* and *Macrophomina phaseolina*. *Plant Protection Science*. Vol. 48, № 4. P. 149–155. <https://doi.org/10.17221/16/2012-PPS>
15. Arfaoui A., Adam L.R., Bezzahou A. et al. (2018). Isolation and identification of cultivated bacteria associated with soybeans and their biocontrol activity against *Phytophthora sojae*. *BioControl*. Vol. 63. P. 607–617. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-9873-9>
16. Susilowati Ari, Wahyudi Aris, Lestari Yulin, Suwanto Antonius, Wiyono Suryo. (2013). Potential *Pseudomonas* Isolated from Soybean Rhizosphere as Biocontrol against Soilborne Phytopathogenic Fungi. *HAYATI Journal of Biosciences*. Vol.18, № 2. P. 51–56. <https://doi.org/10.4308/hjb.18.2.51>
17. Zhou Keqin, Yamagishi Masumi, Osaki Mitsuru. (2008). *Paenibacillus* BRF-1 has biocontrol ability against *Phialophora gregata* disease and promotes soybean growth. *Soil Science & Plant Nutrition*. № 54. P. 870–875. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2008.00308.x>
18. Jahan Akida, Jahan Nushrat, Hossain Mohammad, Hossain Muhammed. (2015). Biological control of anthracnose of soybean. *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*. Vol. 2, № 3. P. 419–426. <https://doi.org/10.3329/ralf.v2i3.26164>
19. Zhang Fuli, Ge Honglian, Zhang Fan, Guo Ning, Wang Yucheng, Chen Long, Ji Xiue, Li Cheng-Wei. (2016). Biocontrol Potential of *Trichoderma harzianum* isolate T-aloe against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. *Plant Physiology and Biochemistry*. Vol. 100. P. 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.12.017>
20. Solomiychuk M. P., Kordulyan Y. V., Melnyk A. T., Pikovskyi M. Y. (2020). Vplyv biologichnykh kompleksiv ta biostymulyuyuchykh rehovynna rist i rozvytok roslyn soyi v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy [Influence of biological complexes and biostimulating material growth and development of soybean plants in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Peredhirne ta hirs'ke zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. V. 67 (2). S. 182–197.
21. Kabanets V. M., Sobko M. H., Murach O. M. (2017). Funktsionuvannya symbiozu «*Japonicum* – soya» i vrozhaynist' soyi za vplyvu ryzohuminu ta fiziologichno aktyvnykh rehovyn [Functioning of symbiosis "*Japonicum* - soy" and soybean yield under the influence of rhizohumin and physiologically active substances]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. V. 83. S. 58–66.

22. Tribel S. O, Sigareva D. D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. et al. (2001). Metodyka vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s.
23. Nasinnya sil's'kohospodars'kykh kul'tur. Metody vyznachennya yakosti: DSTU 4138-2002 [Seeds of agricultural plants. Methods for seed testing]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 s.
24. Kyryk M. M., Pikovskyi M. Y., Azaiki S. Khvoroby nasinnya sil's'kohospodars'kykh kul'tur [Diseases of seeds of agricultural crops]. Kyiv: CP Kompyrnt. 2015. 340 s.

M. P. Solomiychuk, M. Y. Pikovskyi (2021). THE INFLUENCE OF PSEUDOMONAS FLUORESCENS BACTERIA AND SUBSTANCES OF STIMULATING NATURE ON THE PRODUCTIVITY OF THE SOYBEAN PLANT AND THE DAMAGE OF SEEDS BY PATHOGENS. PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(4):28–36.

<https://doi.org/10.31548/agr2021.04.028>

Abstract. Soybeans are a strategic legume for global agriculture and play an important role in ensuring the food security of many countries. At the same time, biotic factors, in particular pathogens, prevent high and high-quality crop yields. Their control is carried out using various methods and techniques. However, with an excessive increase in the use of chemical pesticides, the ecological situation in agrocenoses becomes more complicated. Therefore, it is important to reduce the pesticide load in crop production technologies.

The aim of the research is to evaluate the influence of *Pseudomonas fluorescens* bacteria and substances of stimulating nature on the productivity of soybean plants and seed damage by pathogens.

The experiments were performed in the conditions of the Ukrainian Plant Quarantine Research Station of the Institute of Plant Protection of NAAS. The soil of the experimental plot is gray forest podzolic heavy loam. Xenia soybean variety was used for research. Field research was performed according to generally accepted methods. Soybean crops were sprayed during the growing season in the following periods: true trifoliate leaf, flowering and bean formation. For the treatment of soybean plants used a preparation based on bacteria *Pseudomonas fluorescens* with a titer of 3×10^9 CFU/cm³ with a rate of 5.0 l/ha when used in combination with substances with stimulant action. Over the years of research, the amount of precipitation (in some months of the growing season of soybean plants) was higher than the average monthly long-term norm. Pre-harvest desiccation of crops was not performed. Phytopathological examination of seeds obtained from soybean plants under different treatments was carried out according to DSTU 4138-2002.

Studies have shown a positive effect of the drug based on *P. fluorescens* and substances of a stimulating nature on the biometric parameters of soybean plants and their productivity. In particular, the weight of 1000 seeds in the variants with spraying of plants increased in the range from 16 to 66 g. There was also a decrease in infection of soybean seeds with pathogens of fusarium wilt, *Alternaria* and penicilliosis - fungi *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Alternaria* spp. and *Penicillium expansum* Link. The study of immunoprotective and stimulating effects of combinations of biocomplexes is promising for the development of environmentally friendly measures to increase soybean yield and reduce seed damage by pathogens.

Keywords: bacteria, plant productivity, seed infestation, fungi.