

УДК 631.8:632.3:635.64

Формування мікробіоти ризосфери і підвищення продуктивності рослин томатів за дії біодобрих

Ю. КОЛОМІЄЦЬ, канд.біол.наук,

І. ГРИГОРЮК, докт.біол.наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Л.БУЦЕНКО, канд.біол.наук

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

FORMATION OF THE RHIZOSPHERE MICROBIOTA AND INCREASE THE PRODUCTIVITY OF TOMATO PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF BIO-FERTILIZERS

Yuliia v. KOLOMIETS (National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev)

Ivan p. GRIGORYUK (National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev)

Ilyudmyla m. BUTSENKO (Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev).

Abstract. Bio-fertilizers based on nitrogen-fixing bacteria *Bacillus subtilis* and humate potassium exhibit a stimulating effect on the number of microorganisms of the rhizosphere of agronomically important groups of tomato variety Chaika. Processing seeds bio-fertilizers reduces passage of the basic stages of organogenesis tomato plants in the seedling period, accelerates the rate of formation of true leaves and flowers of the amount pledged. It was used of bio-fertilizers Agro Buck Plus, Rost Kotsentrat (Velez-BIO, Ltd. LNG) and Ekstrasol (LLC Bisolbi-Inter) leads to an increase in dry matter content, total sugar, vitamin C, reduction of nitrate content and increase the nutritional quality of tomato fruits.

Key words: bio-fertilizers, tomato, microbial groups, productivity.

Анотація. Біодобрива на основі азотфікуючих бактерій *Bacillus subtilis* і гумату калію виявляють стимулюючий вплив на кількість мікроорганізмів агрономічно важливих груп

*Рецензент: д.б.н., професор, академік НААН
В.П. Федоренко, Інститут захисту рослин НААН України

ризосфери рослин томата сорту Чайка. Обробка насіння біодобривами скорочує проходження основних етапів органогенезу рослин томата у період розсади, прискорює швидкість утворення справжніх листків та кількість закладених квіток. Застосування біодобрих Агро-Бак Плюс, Рост Концентрат (Велес-БІО, ТОВ СПГ) і Екстрасол (ТОВ Бісолбі-Інтер) зумовлює зниження вмісту нітратів та підвищення вмісту сухої речовини, сумарних цукрів, вітаміну С та харчової якості плодів томатів.

Ключові слова: біодобрива, томат, мікробні угруповання, продуктивність.

Мікроорганізми в комплексі з природними і антропогенними чинниками регулюють біологічну активність ґрунту. Одним з елементів біологізації сучасного землеробства є застосування біодобрих, основу яких складають живі культури і продукти метаболізму мікроорганізмів. Вони екологічно безпечні, оскільки створені на основі мікроорганізмів і виділені з природних об'єктів [9].





Біодобрива відзначаються комплексною дією, стимулюють системи життєдіяльності рослин, виявляють фосфатазну активність, фіксують азот атмосфери, покращують фітосанітарні умови вирощування і гальмують розвиток фітопатогенних мікроорганізмів, що особливо важливо для отримання цінного посадкового матеріалу та вирощування овочевої продукції [4]. Їхня дія сприяє зростанню кількості мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп в ризосфері ґрунту, що підвищують продуктивність і якість плодів томатів [1].

Мікроорганізми ризосфери, що зумовлюють ріст і розвиток рослин, виділені в окрему групу ґрунтових мікроорганізмів – PGPR (*plant growth-promoting rhizobacteria*). Ризобії, псевдомонаси, бацили і мікоризні гриби найвідоміші колонізатори ризосфери, які постачають рослини необхідними поживними речовинами [2]. Бактерії роду *Bacillus* виділяються з внутрішніх частин здорових рослин (коренів, стебла, насіння, бульб), продукують антибіотики, сідерофори, літичні ферменти, токсини, фітогормони і вітаміни та фіксують азот атмосфери. Важливою особливістю бацил в ризосфері, на коренях і в середині рослин є їх висока конкурентоспроможність за умов колонізації відповідних частин рослин та утворення бактеріально-рослинних асоціацій. Наявні властивості важливі для найперспективніших штамів з метою створення біодобрив з комплексом господарсько-цінних властивостей [3, 10].

Як регулятори росту і адаптогени, які підвищують стійкість рослин проти несприятливих умов навколишнього середовища, застосовують гумінові добрива [3]. Їхні екологічні функції на овочевих культурах забезпечують достовірне підвищення схожості насіння, ступеня приживлюваності розсади, стійкості проти заморозків, посухи і хвороб, збільшення об'єму кореневої системи, кількості зав'язей, врожайності та якості продукції [3, 5].

Фізіологічно активні форми гумінових речовин необхідні для регуляції метаболізму ґрунтової мікрофлори, що спричиняє поліпшення мінерального живлення рослин. В ґрунтах, куди вносили гумати, збільшується кількість мікроорганізмів і ферментативна активність ґрунту за рахунок посилення рухливості сполук фосфору, утворення нітритів, фотохімічної фіксації азоту й доступності рослинам органічного азоту ґрунту, прискорення надходження аміачних і амідних форм азоту, фосфору, заліза, кальцію та алюмінію [5].

Мета досліджень – вивчити вплив біодобрив (мікробіологічних і природних похідних гумінових речовин) на мікробіологічний пейзаж ризосфери, розвиток та продуктивність рослин томата.

Рослини томата сорту Чайка вирощували в умовах науково-дослідного поля «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України. У роботі досліджували біодобрива: Агро-Бак Плюс, яке містить бактерії *Bacillus subtilis* M4, титр 1×10^8 КУО/г препарату; Екстрасол – штам ризосферних, азотфіксуючих бактерій *Bacillus subtilis* Ч-13, титр 1×10^8 КУО/мл³; Рост Концентрат – 12 – 14 % гумату калію, мікро- й макроелементи, природні стимулятори, вітаміни, антибіотики та біологічно активні речовини: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Co, Mo та B. Біодобрива застосовували для передпосівної обробки насіння (1 год), а також упродовж вегетації для обприскування рослин томата у фазі 3 – 4 листків і за видимих симптомів грибного ураження в концентраціях, які рекомендовано виробником.

Для визначення кількості фізіологічних груп мікроорганізмів використовували наважки ґрунту по 10 г, з яких готували суспензії відповідних 10-кратних розведень. Кількість амоніфікуючих і спороутворюючих бактерій визначали за умов висіву розведень досліджуваної суспензії на м'ясо-пептонний агар. Загальну кількість мікроорганізмів, здатних використовувати мінеральні форми азоту, та стрептоміцетів виявляли на крохмально-аміачному агарі. Кількість олігонітрофільних і азотфіксувальних мікроорганізмів визначали на середовищі Ешбі. Кількість педо- та оліготрофних мікроорганізмів виявляли на ґрунтовому та голодному агарі. Облік кількості целюлозоруйнівних мікроорганізмів здійснювали на середовищі Гетченсона, фосфатмобілізуєчих бактерій – глюкозо-аспарагіновому середовищі з додаванням $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Кількість мікроміцетів враховували шляхом висіву ґрунтової суспензії на середовище Чапека з додаванням стрептоміцину. Чисельність мікроорганізмів виявляли за кількістю колонієутворюючих одиниць в 1 г абсолютно сухого ґрунту (КУО/г) [8].

Біометричні показники та урожай рослин оцінювали за загальноприйнятими методиками [6]. Вміст сухої речовини в дозрілих плодах томатів визначали гравіметричним методом (ГОСТ 13586.5-93), цукрів – за Бертраном (ГОСТ 8756.13-87), вітаміну С (аскорбінової кислоти) – Муррі (ГОСТ 24556-89), загальної кислотності – титруванням витяжки розчином лугу (ГОСТ 25555.0-82), нітратів – потенціометрично за допомогою іонселективного електрода (ГОСТ 29270-95), цукрово-кислотний коефіцієнт – співвідношенням цукрів та кислотності плодів [7].

Ступінь ураження хворобами оцінювали за формулою [7]:

$$C = \frac{\Sigma(a \cdot b)}{p \cdot k} \times 100\%$$

де С – ступінь ураження хворобами, %; а – кількість уражених рослин по кожному балу, шт.; б – бал ураження;

від 40 тис. до 21,6 млн КУО/г ґрунту. Це свідчить про наявність високої кількості кореневих виділень та їхнє збагачення речовинами білкової природи, які є субстратами для росту амоніфікаторів.

Застосування біодобрив у фазі 4 листочків стимулювало збільшення кількості амоніфікуючих, целюлозоруйнівних, педотрофних і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів в 1,1–7,5 раза порівняно з контролем. Кількість фосфатмобілізуючих, амоніфікуючих і азотфіксуючих мікроорганізмів в ризосфері рослин томата максимально збільшувалася за умов використання біодобрива Агро-Бак Плюс, яка становила 56,3 й 30,5 млн КУО/г ґрунту, що в 1,2 – 2,7 раза перевищує кількість бактерій в контрольному варіанті.

Мікроскопічні гриби є потенційною загрозою розвитку хвороб культурних рослин. Внесення біодобрив Агро-Бак Плюс, Рост Концентрат і Екстрасол зумовлювало незначне

Таблиця 1

Кількість мікроорганізмів у ризосфері рослин томата сорту Чайка за дії біодобрив

Мікроорганізми, КУО/г ґрунту	Контроль	Агро-Бак Плюс	Рост-Концентрат	Екстрасол
Фаза 4 листків				
Педотрофні, N • 10 ⁶	20,8±1,5	150,2±1,3	120,4±2,3	100,3±1,5
Фосфатмобілізувальні, N•10 ⁶	20,8±1,4	56,3±1,7	48,2±1,7	50,3±2,3
Целюлозоруйнівні, N • 10 ⁵	17,6±1,7	40,3±1,4	28,4±1,7	24,2±1,5
Амоніфікувальні, N • 10 ⁶	25,3±2,3	30,5±1,3	30,3±2,3	30,5±1,7
Олігонітрофільні, азотфіксувальні, N • 10 ⁶	21,6±1,7	70,3±1,7	50,4±1,3	60,5±1,3
Мікроміцети, N • 10 ³	40,3±1,3	20,2±1,4	30,4±1,7	30,6±2,3
Стрептоміцети, N • 10 ⁵	14,3±2,0	40,3±1,5	21,4±1,3	29,4±2,3
Фаза квітання-плодоношення				
Педотрофні, N • 10 ⁶	22,6±1,9	200,4±2,3	170,6±2,3	150,3±1,5
Фосфатмобілізувальні, N•10 ⁶	22,8±1,7	74,4±2,3	66,2±1,4	68,6±1,3
Целюлозоруйнівні, N • 10 ⁵	19,8±1,4	88,2±1,7	68,3±1,7	74,3±1,5
Амоніфікувальні, N • 10 ⁶	20,7±2,0	110,3±1,3	100,6±2,3	104,6±1,3
Олігонітрофільні, азотфіксувальні, N • 10 ⁶	24,3±1,5	143,6±1,4	103,2±1,4	132,6±1,5
Мікроміцети, N • 10 ³	45,4±1,7	21,4±1,3	32,3±1,7	30,5±1,5
Стрептоміцети, N • 10 ⁵	22,8±1,4	55,6±1,4	24,5±1,7	35,2±1,5

p – вищий бал шкали обліку; k – загальна кількість облікових рослин, шт.; Σ – сума множників (a • b).

Застосування біодобрив спричиняє зміни кількості представників основних еколого-функціональних груп мікроорганізмів ризосфери рослин томата, які беруть участь у трансформації сполук азоту, фосфору та вуглецю (табл.1). Польовий ґрунт у контролі відзначався значною кількістю амоніфікуючих мікроорганізмів – до 25,3 млн КУО/г ґрунту, чисельність інших коливалася



Таблиця 2

Вплив біодобрих на біометричні показники, урожайність і товарність плодів рослин томата сорту Чайка за перший місяць плодоношення

Показник	Контроль	Агро-Бак Плюс	Рост-Концентрат	Екстрасол
Довжина стебла, см	29,0±0,8	32,5±0,6	33,2±0,4	32,8±0,6
Середня довжина перших трьох міжвузлів, см	3,7±0,2	4,6±0,3	4,6±0,2	4,3±0,4
Площа листків, м ²	0,068±0,01	0,084±0,02	0,095±0,01	0,089±0,01
Середня довжина листків, см	14,4±0,4	15,4±0,4	15,7±0,2	15,3±0,4
Кількість, шт./рослину: китиць	7,13±1,2	7,40±0,8	7,66±1,4	7,26±1,2
квіток	41,4±1,4	45,2±1,1	46,6±1,4	50,6±1,2
плодів	34,8±1,6	39,8±1,2	44,2±1,2	38,6±1,4
Середня кількість на китиці, шт. квіток	5,81±0,9	6,11±0,8	6,08±0,6	6,97±1,1
плодів	4,88±1,1	5,38±1,3	5,77±0,8	5,32±0,9
Ступінь зав'язування плодів, %	84,1	88,1	94,8	86,3
Урожай плодів томатів, кг/м ²	2,26±0,12	2,79±0,10	3,96±0,14	3,75±0,12
Товарність, %	83,3	90,5	97,7	93,8

зниження кількості мікроміцетів й фітотоксичності ґрунту. Стрептоміцети є однією з головних таксономічних груп мікроорганізмів, які задіяні в утворенні гумусу. Застосування біодобрих спричиняло зростання їхньої кількості в 1,5 – 2,8 раза порівняно з контролем.

У фазі квітування-плодоношення нами виявлено значну стимулюючу дію біодобрих на кількість мікроорганізмів у ризосфері рослин, яка була в 1,2–8,5 раза вищою, ніж у контролі. Зростання кількості мікроорганізмів у кореневій зоні рослин за умов внесення біодобрих пов'язано з безпосередньою їхньою дією на мікробіоту, стимуляцією процесів розвитку рослин, кількості кореневих ексудатів та різноманітності групи олігонітрофілів на поверхні коренів упродовж онтогенезу [1].

Обробка біодобривами підвищувала посівні якості насіння томатів. Так, у середньому на контролі енергія проростання становила 30 %, в дослідних варіантах 34 – 44, схожість 84 і 86 – 94 % [6]. Установлено, що насіння томата з високою схожістю стійкіше проти несприятливих умов проростання, які менше пошкоджуються хворобами та шкідниками. Насіння перших термінів проростання забезпечує значніше виживання рослин [3].

Крім інтенсивності проростання нами вивчено ефективність впливу біодобрих на ріст і розвиток розсади рослин томатів. Біодобрива помітно стимулювали ріст коренів і пагонів. Висота рослин томатів в контролі без застосування біодобрих становила 29 ± 0,5 см. Найвираженіший вплив

на висоту рослин (33,2 ± 1,2 см) виявлений нами за умов використання біодобрива Рост Концентрат на основі похідних гумінових речовин природного походження (табл. 2). Застосування біодобрих в технології вирощування томатів стимулювало формування вегетативної маси і площі листків, довжину міжвузля та діаметр стебла. Площа окремого листка і загальна листкова поверхня рослини допомагає оцінити його фотосинтетичний потенціал й функціональну активність, що безпосередньо пов'язано з формоутворюючими процесами, які визначають ріст та розвиток рослин. У контролі площа листків для сорту томата Чайка становила 0,068 м². Максимальне збільшення площі листків на 28,42 % відбувалось за дії біодобрива Рост Концентрат, що пов'язано з наявністю в його складі мікроелементів В, Zn, Со, які ефективно забезпечували формування листкової пластинки. Стає очевидним, що перевагою застосування гуматовмісних препаратів на овочевих культурах є збалансоване надходження елементів мінерального живлення та ефективне їхнє використання в клітинах шляхом інтенсифікації й синхронізації обмінних процесів, підвищення процесів росту і розвитку, вмісту кількості цукрів, білків та вітамінів.

Обробка насіння, розсади і вегетуючих рослин у фазі квітування біодобривами прискорювало на 1 – 3 добу появу ранніх й дружних сходів,

2 – 4 доби утворення 3-х і 5-х листків, 3 – 5 діб появу бутонів і квітування томата, завдяки активному накопи-

ченню в листках сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти, азоту, хлорофілів та каротиноїдів. Зав'язування бутонів у варіанті з використанням біодобрива Рост-Концентрат відбувалося у розсадний період на 44 – 45 добу, Агро-Бак Плюс та Екстрасол – 46 – 49 добу. Використані біодобрива сприяли більш ранньому початку фази квітання рослин, яка розпочиналася на 57 добу, що на 3 – 4 доби раніше за контроль. Найкоротший період від сходів до фази плодоутворення відмічено у варіанті з Рост-Концентратом, який становив 80 – 82 доби. Тривалість періоду від вступу рослин у фазу квітання до плодоутворення становив 24 – 25 днів у всіх варіантах дослідження. Таким чином, біодобрива не впливали на швидкість утворення плодів, а лише прискорювали настання фази квітання. Зміна фаз розвитку в овочевих культур також пов'язана з накопиченням фітогормонів, похідними яких є продукти обміну речовин мікрофлори ґрунтів [2]. Протягом періоду вегетації найбільша кількість китиць утворювалась за умов використання біодобрива Рост-Концентрат. Раніше встановлено високу ефективність застосування на овочевих культурах гумінових речовин, які забезпечують пролонговане живлення рослин, прискорення процесів росту і розвитку, плодоношення та дозрівання [5].

За дії біодобрив із рістрегулюючими властивостями на розвиток рослин томатів інтегральним показником ефективності їхнього використання є урожайність, яка дає змогу встановити доцільність застосування біологічно активних речовин у виробництві [2]. Нами показано, що біодобрива прискорюють темпи розвитку, чим спричиняють підвищення врожаю рослин томатів. За перший місяць плодоношення з рослин, які оброблено біодобривами, одержано вищий врожай, ніж у контрольному варіанті. Так, підвищення врожаю сорту томата Чайка за 30 днів плодоношення в результаті застосування біодобрив становило в середньому від 23,4 до 25,1 %. Такий ефект пояснюється прискоренням процесів квітання і зав'язування плодів. За літературними даними [3], застосування біодобрив на основі ризосферних бактерій *Vasillus* підвищує в середньому урожай плодів томатів за сезон на

22 % за рахунок збільшення кількості зав'язей і плодів на рослині. Порівняно з мінеральними добривами, які також зумовлюють підвищення врожаю, бактеріальні – значно дешевші, нешкідливі і безпечніші. Продукція, вирощена за їхнього застосування, економічніша у виробництві та екологічно чистіша.

Субстрат, добрива, заходи догляду, сорти, гібриди культур і умови мікроклімату забезпечують формування якісних показників овочевої продукції, у тому числі сухої речовини й цукрів, які важливі в енергетичному, харчовому та смаковому відношенні [3]. Нами проведено біохімічну



оцінку якості плодів томатів за умов використання біодобрив з метою з'ясування їхньої поживної цінності. Наявні біодобрива підвищували накопичення в плодах томатів вмісту сухої речовини, вітаміну С і сумарних цукрів, водночас вони не виявляли суттєвого впливу на кількість органічних кислот у плодах (табл. 3). Для оцінки смакових і харчових властивостей нами розраховано цукрово-кислотний коефіцієнт, який коливався в межах від 6,82 до 7,00 балів. Залишкові кількості нітратів у плодах томатів становили 1,75 – 1,8 мг/кг сирої маси і не перевищували допустимо граничні концентрації, які встановлено "Медико-біологічними вимогами та санітарними нормами якості продуктової сировини і харчових продуктів", що внесені до Державного стандарту України.

Водночас нами визначено ступінь ураження рослин сорту томата Чайка під час вегетації грибними і бактеріальними хворобами за умов використання біодобрив. Візуальні ознаки ураження проявлялись на рослинах сорту томата Чайка у всіх досліджуваних варіантах. Першою ознакою ураження було в'янення, хлоротичність нижніх листків і потемніння судин у нижній частині стебла рослин. Некроз судин виявлявся у верхній частині стебла і на черешках рослин. Ступінь ураження рослин в контролі стано-



Таблиця 3

Акумуляція вмісту біохімічних показників у плодах рослин сорту томата Чайка за дії біодобрив

Показник	Контроль	Агро-Бак Плюс	Рост-Концентрат	Екстрасол
Суша речовина, %	5,01±0,06	6,12±0,03	6,43±0,05	6,24±0,05
Нітрати, мг/кг сирової маси	1,90±0,01	1,75±0,08	1,78±0,03	1,80±0,04
Сума цукрів, %	7,20±0,04	7,35±0,04	7,40±0,03	7,30±0,03
Органічні кислоти, %	1,07±0,03	1,05±0,05	1,06±0,02	1,07±0,04
Смаковий індекс, бали	6,73±0,07	7,00±0,04	6,98±0,08	6,82±0,04
Вітамін С, мг/%	52,8±0,08	54,2±0,08	56,6±0,08	53,6±0,08
β-каротин, мг %	1,63±0,05	1,65±0,05	1,66±0,05	1,65±0,03

вив 19,97 %. За дії досліджуваних біодобрив характерним було підвищення імунітету томатів до хвороб, що супроводжувалося зниженням ступеня ураження листків та стебла до 16,73 – 18,50 %. Істотне зниження ураження томатів за умов застосування біодобрив Агро-Бак-Плюс, Рост-Концентрат і Екстрасол зумовлене їхніми бактерицидними та імуномодулюючими властивостями. З'ясовано, що ендоефітні бактерії *Bacillus subtilis* проявляють антагоністичну активність проти широкого спектра фітопатогенних бактерій і грибів, продукують фізіологічно активні речовини й формують системну індуквану стійкість рослин проти патогенів [11].

Висновки

За умов обробки рослин томата сорту Чайка біодобривами на основі азотфіксувальних бактерій *Bacillus sub-*

tilis і гумату встановлено збільшення в 1,1–7,5 раза кількості амоніфікуючих, целюлозоруйнівних, педотрофних та фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів порівняно з контролем, що спричиняє оптимізацію процесів трансформації органічних та неорганічних сполук. Обробка насіння біодобривами скорочувала періоди проходження етапів органогенезу у період розсади, прискорювала швидкість утворення справжніх листків і кількість закладених квіток рослин. За умов внесення біодобрива Рост-Концентрат визначено максимальне значення показників росту стебла (33,2 ± 1,2 см), площі листків (0,095 м²), кількість китиць (7,66 шт.) та зав'язування плодів томата (94,8 %). Застосування біодобрив зумовило зниження вмісту нітратів, підвищення вмісту сухої речовини, сумарних цукрів, вітаміну С, поліпшення харчової якості та цінності плодів томатів.

Література

1. **Аутко А.А., Суховицкая Л.А., Сафронова Г. В.** и др. Микробные препараты как факторы регулирования численности агрономически ценных микроорганизмов в почве и ризосфере овощных культур // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Чернівці: Чернігівський ЦНТЕІ, 2008. – Вип. 8 – С. 7–16.
2. **Иутинская Г.А., Пономаренко С.П.** Биорегуляция микробно-растительных систем. – К.: «НІЧЛАВА», 2010. – 472с.
3. **Біотехнологія ризосфери овочевих рослин [монографія] / За ред. В.П. Патики.** – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К». – 2015. – 266с.
4. **Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М.** та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. – К.: Аграрна наука, 2010. – 464с.
5. **Жолобова И.С.** Влияние биогуматов на почвенную биоту // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №114 (10). – URL <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/74.pdf>
6. **Коломієць Ю.В., Григорюк І.П., Буценко Л.М.** Передпосівна обробка насіння біодобривами як засіб стимуляції росту та фізіолого-біохімічних процесів у рослинах сортів помідора // Наукові доповіді НУБіП України. – 2016. – №5 (26). – URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7245/7024>
7. **Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І.** Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. – Х.: Основа, 2001. – 369с.
8. **Звягинцев Д.Г.** Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 303с.
9. **Чайковська В.В., Чабанюк Я.В., Шерстобоева О.В.** Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства // Мікробіологія і біотехнологія. – 2007. – №1. – С. 75–81.
10. **Шерстобоева О.В., Шустерук Т.З., Демянюк О.С.** Біологічний моніторинг ґрунтів як складова екологічного моніторингу агроєкосистем // Агроєкологічний журнал. – 2007. – №3. – С. 45–49.
11. **Perez-García A., Romero D., Vicente A.** Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture // Current Opinion in Biotechnology. – 2011. – Vol. 22. – P. 187–193.