

УДК 631.5:631.4

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16>

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОДЕСТРУКТОРІВ У СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Сидякіна О.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Основним джерелом органічних речовин ґрунту слугують стерня, солом, стебла зернових, технічних та інших сільськогосподарських культур, а в садівництві – опале листя. Засоби хімізації, які застосовують у сучасних агротехнологіях, пригнічують діяльність корисної мікрофлори, погіршують родючість ґрунтів та уповільнюють розкладення рослинних решток, на яких зберігаються фітопатогенні гриби й бактерії, що здатні проникати в рослини й уражати їх різноманітними хворобами. Синергізм мікроорганізмів, ферментів-деструкторів і біологічно активних речовин, що входять до складу біодеструкторів, сприяє прискореному розкладенню рослинних решток.

Біодеструктор «Екостерн» у лабораторних умовах ННЦ «Інститут землеробства НААН» більше, ніж удвічі, збільшував целюлозоруйнівну активність ґрунту й забезпечив високу ефективність за обробки ним стебел кукурудзи. При цьому не спостерігали посилення викиду в атмосферу вуглекислого газу, що може мати місце під час мінералізації органічних речовин. Високу ефективність цього біодеструктора доведено й у садових агроценозах, зокрема в системі захисту черешні від кокомікозу.

Обробка стерні злакових культур біодеструктором «Філазоніт МЦ» покращувала мікробіологічну активність темно-сірого опідзоленого ґрунту, а в композиції з мінеральними добривами підвищувала вміст у ґрунті рухомих елементів живлення та сприяла формуванню максимальної врожайності бульб картоплі столової.

На чорноземі типовому найвищі показники біологічної активності ґрунту, потенційної активності нітрифікації, максимальну чисельність амоніфікаторів, бактерій, що засвоюють мінеральний азот, та азотфіксаторів у прикореневій системі рослин забезпечила суміш біодеструкторів «Вермістим-Д» і «П-3» у співвідношенні 5 : 1.

Обробка стерні ячменю ярого та гороху «Біодеструктором стерні» сприяла збільшенню в чорноземі південному загальної кількості бактерій, грибів целюлозоруйнівної дії та азотфіксаторів. При цьому спостерігали нейтралізацію реакції середовища й підвищення вмісту в ґрунті рухомих елементів живлення. Оптимізація поживного режиму забезпечила збільшення врожайності зерна пшениці озимої на 0,45–0,67 т/га залежно від попередника. Високу ефективність «Біодеструктора стерні» в композиції з аміачною селітрою визначено й на дерново-карбонатному ґрунті за вирощування льону олійного.

Ключові слова: біодеструктор, рослинні рештки, бактерії, гриби, елементи живлення, біологічна активність ґрунту, урожайність.

Sydiakina O.V. Efficiency of biodestructors in modern agrotechnologies

The main source of soil organic matter is stubble, straw, stalks of cereals, industrial and other crops, and in horticulture – fallen leaves. Chemicals used in modern agricultural technologies inhibit the activity of beneficial microflora, impair soil fertility and slow down the decomposition of plant residues, which store phytopathogenic fungi and bacteria that can penetrate plants and infect them with various diseases. The synergy of microorganisms, destructive enzymes and biologically active substances that are part of biodestructors, promotes accelerated decomposition of plant residues.

The biodestructor Ecostern in the laboratory of the NSC Institute of Agriculture NAAS more than doubled, increased the cellulose-destructive activity of the soil and provided high efficiency in the treatment of corn stalks. No increase in carbon dioxide emissions, which may occur during the mineralization of organic matter, was observed. The high efficiency of this biodestructor has been proven in garden agrocenoses, in particular in the system of protection of cherries from coccomycosis.

Treatment of cereal stubble with biodestructor Filazonit MC improved the microbiological activity of dark gray podzolic soil, and in the composition with mineral fertilizers increased the content of mobile nutrients in the soil and contributed to the formation of maximum yield of table potato tubers.

On typical chernozem, the highest indicators of soil biological activity, potential nitrification activity, maximum number of ammonifiers, bacteria that absorb mineral nitrogen, and nitrogen fixers in the root system of plants provided a mixture of biodestructors Vermistim-D and P-3 at a ratio of 5 to 1.

Treatment of spring barley and pea stubble with Stubble biodestructor contributed to an increase in the total number of bacteria, fungi of cellulose-destructive action and nitrogen fixers in the southern chernozem. At the same time, neutralization of the reaction of the medium and increase of the content of mobile nutrients in the soil were observed. The optimization of the nutrient regime provided an increase in the grain yield of winter wheat by 0.45–0.67 t/ha, depending on the forecrop. High efficiency of Stubble biodestructor in the combination with ammonium nitrate was recorded also on sod-carbonate soil under oilseed flax cultivation.

Key words: biodestructor, plant remains, bacteria, fungi, nutrients, biological activity of soil, yield.

Постановка проблеми. Екологічна проблема забруднення біосфери органічними поллютантами дедалі загострюється. Органічні забруднювачі володіють токсичними q мутагенними властивостями, стійкістю до розкладення, здатністю до міграції на великі відстані від джерела їх викиду та акумуляції в наземних і водних екосистемах [1, с. 11; 2, с. 116; 3, с. 3799]. Це визначає дуже важливу роль досліджень з розробки методів детоксикації органічних сполук. Перспективним у цьому напрямі є використання біохімічної діяльності корисних мікроорганізмів, що вже дало змогу розробити ефективні методи очистки стічних вод, морської води, забруднених нафтою ґрунтів [4, с. 60].

Важливу роль відіграють біодеструктори й у землеробській галузі. Джерелом поповнення ґрунту органічною речовиною, елементами живлення для рослин і ґрунтової біоти є рослинні рештки, що залишаються на полях після збирання врожаю. До них відносяться стерня, солома, стебла зернових, технічних та інших сільськогосподарських культур. Розкладення рослинних решток залежить насамперед від їх загальної біомаси та кліматичних умов, зокрема вологості й температури [5, с. 184; 6, с. 26; 7, с. 21].

Засоби хімізації, які застосовують у сучасних агротехнологіях, пригнічують діяльність корисної мікрофлори й уповільнюють процеси розкладення рослинних решток. При цьому спостерігається накопичення в ґрунті лігніну та фенолів, які гальмують ріст і розвиток культурних рослин, уповільнюють процеси мінералізації органічних речовин і погіршують родючість ґрунту. Окрім цього, фітопатогенні гриби й бактерії, які зберігаються на рослинних рештках, проникають у рослини, викликають цілу низку захворювань і, у кінцевому підсумку, призводять до зниження врожайності. Дія біодеструкторів якраз і спрямована на прискорене розкладення рослинних решток і перетворення їх на гумусові речовини, тобто на покращення родючості ґрунту та, як наслідок, збільшення врожайності вирощуваних культур [8, с. 69; 9, с. 464; 10, с. 28; 11, с. 106].

Отже, установлення ефективності використання біодеструкторів, визначення їх екологічної безпечності й впливу на процеси ґрунтоутворення є актуальним завданням сучасної агрономічної галузі та становить науковий інтерес для широкого кола дослідників.

Постановка завдання. Мета статті – огляд літератури щодо ефективності біодеструкторів у сучасних агротехнологіях.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запорукою одержання високих і сталих урожаїв є оптимальне забезпечення рослин усіма необхідними чинниками й насамперед забезпечення оптимального поживного середовища, що можливо лише на родючих ґрунтах. Значення біодеструкторів у цьому випадку важко

переоцінити. До їх складу входять мікроорганізми, ферменти-деструктори, біологічно активні речовини, синергізм яких проявляється в прискоренні розкладення рослинних решток. За природних умов перетворення рослинних решток на елементи живлення в доступних для рослин формах може тривати впродовж декількох років. Дослідженнями встановлено, що приблизно за шість місяців розкладається лише 20–25% соломи пшениці, а за півтора року – близько 50% [12, с. 24]. Застосування біодеструкторів значною мірою прискорює цей процес.

Умовно деструктори можна класифікувати на живі та неживі [13, с. 40] (рис. 1).

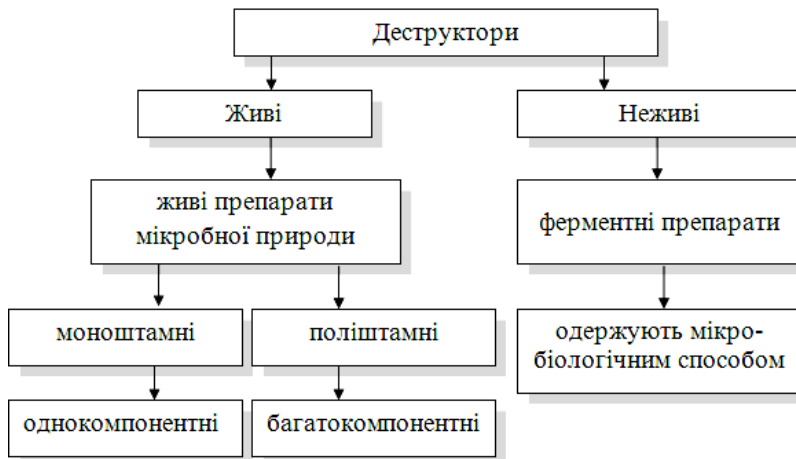


Рис. 1. Класифікація деструкторів

Механізм дії деструкторів можна розподілити на чотири етапи:

1 – ферменти, що входять до складу біодеструкторів, одразу включаються в процес розкладення стерні та забезпечують мікроорганізми елементами живлення;

2 – корисні мікроорганізми інтенсивно розмножуються як у ґрунті, так і на рослинних рештках, витісняють патогени та залежно від штаму беруть участь у процесах амоніфікації, нітрифікації, фіксації атмосферного азоту, збагаченні ґрунту біологічно активними речовинами або посилюють мобілізацію фосфору й калію;

3 – складові елементи біодеструкторів запобігають утворенню шкідливих для рослин з'єднань, сполук лігніну та фенолів, які утворюються в процесі гуміфікації;

4 – використання біодеструкторів запобігає розвитку хвороб на посівах вирощуваних культур, що знижує витрати на фунгіцидні обробки. Неконтрольоване залишення рослинних решток на полі призводить до розвитку й поширення хвороб на рослинах наступної культури сівозміни, адже патогенні мікроорганізми здатні зберігатися в ґрунті й на рослинних рештках більше року [14; 15, с. 19; 16, с. 24].

Ефективність біодеструктора «Екостерн» від ПП «БТУ-Центр» вивчали в лабораторних умовах ННЦ «Інститут землеробства НААН». Результати 30-добового витримання пластин целюлози в контакт з ґрунтом без обробки (контроль) і з обробкою біодеструктором показали, що целюлозоруйнівна активність у контролі становила 25%, а у варіанті з Екостерном – 54%, тобто зросла більше ніж

удвічі. Цей показник у варіантах «стебла кукурудзи» та «стебла кукурудзи + Екостерн» виявився значно нижчим, хоча ефективна дія біодеструктора була беззаперечною [8, с. 69].

Процес мінералізації органічних речовин завершується утворенням вуглекислого газу, води й неорганічних сполук. Застосування біодеструкторів активізує процеси мінералізації, а тому постають питання: «Чи не призведе використання біодеструкторів до посилення викидів вуглекислого газу в атмосферу?», «Чи не загрожує використання біодеструкторів екологічній безпеці довкілля?» Для відповіді на ці питання науковці ННЦ «Інститут землеробства НААН» в умовах лабораторних досліджень вивчали інтенсивність дихання сірого лісового ґрунту та ґрунту зі стеблами кукурудзи за дії біодеструктора «Екостерн». Значної різниці в інтенсивності дихання (емісії вуглекислого газу) за варіантами дослідження встановлено не було, тобто за дії біодеструктора посилення викиду в атмосферу вуглекислого газу не спостерігали [8, с. 70–71].

Ефективність різних норм біодеструктора «Філазоніт МЦ», призначеного для обробки стерні злакових культур, вивчали за вирощування ранніх сортів картоплі столової Дніпрянка й Розара на темно-сірому опідзоленому ґрунті. За результатами трирічних досліджень встановлено позитивний вплив біодеструктора стерні на мікробіологічну активність ґрунту. У варіантах дослідження з його застосуванням інтенсивність розкладення целюлози, відповідно до шкали оцінки біологічної активності ґрунту за Д.Г. Звягінцевим, була сильною й перевищувала 50%. Максимальну врожайність бульб обох вирощуваних у досліді сортів картоплі визначено за норми біодеструктора 10 л/га на фоні внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{100}K_{160}$ без стерні. Додаткове використання соломи в нормі 5 т/га дещо знижувало врожайність бульб картоплі [17, с. 75]. За результатами цих же досліджень встановлено, що використання біодеструктора по фоні мінеральних добрив $N_{120}P_{100}K_{160}$ із унесенням соломи підвищувало вміст у ґрунті мінерального азоту, рухомого фосфору й обмінного калію порівняно із цим же варіантом дослідження, але без унесення соломи [18, с. 133]. Застосування філазоніту МЦ по фоні мінеральних добрив $N_{120}P_{100}K_{160}$ як із використанням соломи, так і без неї сприяло накопиченню рослинами картоплі максимальної кількості сполук калію [19, с. 116].

Ефективність біодеструкторів «Вермистим-Д», «П-3» та їх сумішей вивчали на чорноземі типовому АФ «Колос» Сквирського району Київської області. Після збирання пшениці озимої солому подрібнювали, обприскували біодеструкторами та заробляли в ґрунт на глибину 8–12 см. За результатами досліджень визначено, що застосування суміші біодеструкторів вермистиму-Д і П-3 у співвідношенні 5 : 1 забезпечило найвищі показники біологічної активності ґрунту ($129,5 \pm 3,5$ моль CO_2) і потенційної активності нітрифікації ($9,6 \pm 1,1$ мкг азоту/100 г ґрунту), максимальну чисельність амоніфікаторів, бактерій, що засвоюють мінеральний азот, та азотфіксаторів у прикореневій системі рослин (16,67; 128 і 187,3 млн/г ґрунту). Порівняння окремої дії біодеструкторів, узятих на вивчення, показало, що деякою перевагою характеризувався препарат П-3. Біодеструктури та їх композиція позитивно позначилися на агрохімічних властивостях чорнозему типового, зокрема на вмісті в ньому сполук легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору та калію [20, с. 98].

Покращення мікробіологічних та агрохімічних показників ґрунту за використання «Біодеструктора стерні» після збирання ячменю ярого встановлено й на чорноземі південному дослідного поля Миколаївського НАУ. Обробка стерні біодеструктором сприяла збільшенню загальної кількості бактерій, кількості грибів

целюлозоруйнівної дії та азотфіксаторів. Окрім цього, спостерігали нейтралізацію реакції ґрунтового розчину [21, с. 62–63]. Застосування «Біодеструктора стерні» підвищувало вміст у ґрунті нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію, що сприяло оптимізації фону живлення пшениці озимої сорту Кольчуга та збільшенню врожайності зерна в середньому за 5 років досліджень на 0,45 т/га у варіанті вирощування після ячменю ярого та на 0,67 т/га – після гороху [22, с. 22–23; 23, с. 232].

Активізацію розкладення рослинних решток пшениці озимої за дії «Біодеструктора стерні» (2,5 л/га) у композиції з аміачною селітрою (20 кг/га) встановлено в дослідженнях, проведених на дерново-карбонатному ґрунті (Мале Полісся) за вирощування льону олійного сорту Надійний. У варіанті досліду з використанням біодеструктора визначено більшу густоту сходів і кращу збереженість стеблостою впродовж вегетації. Рослини льону олійного за використання біодеструктора вирізнялися краще розвинутою кореневою системою, більшою висотою та темно-зеленим забарвленням. Оптимальний розвиток рослин забезпечив формування й вищої продуктивності. Так, урожайність насіння льону олійного за використання біодеструктора на 0,13 т/га перевищила варіант удобрення аміачною селітрою й на 0,21 т/га – контрольний варіант досліду. Максимальну масу 1000 насінин також сформовано рослинами льону олійного на ділянці досліду з використанням біодеструктора [24, с. 172–173].

Високу ефективність біодеструкторів доведено й у садових агроценозах, зокрема в системі захисту черешні від кокомікозу. Польові та лабораторні дослідження із цього напрямку проводили на базі МДСС імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН. За вирощування сортів черешні Ділема та Червнева рання вивчали ефективність біодеструктора «Екостерн» окремо (2 л/га) та в композиції з карбамідом (1 л/га + 25 кг/га). Найвищою технічною ефективністю (79,5%) у боротьбі з кокомікозом характеризувався варіант досліду із застосуванням біодеструктора в нормі 2 л/га. За результатами досліджень встановлено, що внаслідок мінералізації опалого листя маса субстрату, де зимує збудник хвороби, зменшувалася, тому навесні інтенсивність поширення кокомікозу суттєво знижувалася. Активність деструкції опалого листя у варіанті з екостерном у 1,4 рази перевищувала еталонний варіант досліду із застосуванням лише карбаміду. Окрім зменшення маси субстрату, у досліді за дії біодеструктора спостерігали порушення репродуктивної функції патогену, обмежене формування плодових тіл – головних органів первинної інфекції [25, с. 128–129].

Висновки і пропозиції. Актуальним завданням на сучасному етапі розвитку землеробської галузі є дослідження біологічної активності ґрунтів. Розуміння мікробіологічних процесів дасть змогу виявити закономірності трансформації органічної речовини, наслідки антропогенних впливів на ґрунти та шляхи їх усунення. Одним із таких заходів є використання в сучасних агротехнологіях біодеструкторів для ефективного розкладення рослинних решток. Застосування біологічних препаратів за рахунок ефективної дії мікроорганізмів, ферментів і біологічно активних речовин прискорює процеси перетворення нерозкладених органічних речовин на доступні для рослин елементи живлення, запобігає розвитку й поширенню хвороб, покращує мікробіологічні й агрохімічні властивості ґрунтів. Оптимізація кислотно-лужного балансу та поживного середовища для рослин, у свою чергу, дає змогу підвищити продуктивний потенціал сільськогосподарських культур і досягти високого економічного ефекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Особливості забруднення деякими стійкими органічними поллютантами морського середовища Північно-західної частини Чорного моря / Ю.М. Деньга, В.І. Михайленко, Ю.В. Олейнік, Т.А. Сафранов. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2020. Вип. 23. С. 8–20.
2. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния / А.Г. Баландина, Р.И. Хангильдин, И.Г. Ибрагимов, В.А. Мартяшева. *Башкирский химический журнал*. 2015. Т. 22. № 1. С. 115–126.
3. Meta-analysis of environmental contamination by alkylphenols (Review) / A. Bergé, M. Cladière, J. Gasperi, Coursimault, B. Tassin, R. Moilleron. *Envir. Sci. Pollut. Res.* 2012. Vol. 19. № 9. P. 3798–3819.
4. Горшкова О.Г. Оцінка патогенних властивостей бактерій-деструкторів важкоокиснювальних органічних сполук. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2020. № 1. С. 60–68.
5. Мілігула О.М., Прокопенко Л.А. Вплив мікробіологічного препарату Байкал на деструкцію поживних решток. *Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового розвитку держави* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2014. С. 184–186.
6. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Фітосанітарний стан та врожайність гібридів соняшника за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 26–32.
7. Домарацький Є., Базалій В., Козлова О., Домарацький О. Ефективність використання деструкторів целюлози для оптимізації факторів життя рослин соняшника. *Техніка і технології АПК*. 2020. № 1 (114). С. 18–21.
8. Екологічна доцільність застосування біодеструктора «Екостерн» в інтенсивному землеробстві / С.Г. Корсун, І.І. Клименко, Г.В. Давидюк, Н.І. Довбаш, Л.І. Шкарівська. *Землеробство*. 2017. Вип. 1. С. 69–73.
9. Болоховський В. Відроджуємо родючість ґрунту. *Агроном*. 2013. № 3. С. 464–465.
10. Мариноха П. Микробиологическое оздоровление почв. *Агроном*. 2010. № 3. С. 28–29.
11. Сергеева Ю.О. Вплив деструкторів стерні на розкладання післязливних решток пшениці озимої за різних способів заробляння їх у ґрунту в умовах Південного Степу. *Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро, 2017. С. 106–108.
12. Кушнар'єв А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора «Стернифаг». *Техніка і технології АПК*. 2012. № 12. С. 24–27.
13. Бобровний Е.В., Харченко А.Г. Готово ли растениеводство Украины к наступлению новых бактериальных болезней? *Техніка і технології АПК*. 2011. № 5 (20). С. 40–42.
14. Биодеструктор стерни увеличивает ваш урожай. Биодеструктор применение на кукурузе, пшенице и ячмене, горохе и гречке. URL: <https://agropolex.com/bio-destruktor-sterni-uvlichivaet-urozhaj.html>.
15. Нагорна О. Біодеструктор стерні – запорука родючості ґрунтів. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 5. С. 19–20.
16. Кушнар'єв А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора «Стернифаг». *Техніка і технології АПК*. 2012. № 12. С. 24–27.
17. Гуменюк О.В. Вплив біодеструктора на мікробіологічну активність ґрунту та врожайність картоплі столової. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 11. С. 73–75.
18. Гуменюк О.В. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за використання біодеструктора стерні. *Вісник Харківського національного аграрного*

університету імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». 2013. № 1. С. 129–134.

19. Бикін А.В., Гуменюк О.В. Вплив мінеральних добрив та біодеструктора на калійне живлення рослин картоплі столової. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 18. С. 115–117.

20. Центило Л., Сендецький В. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2014. № 2 (1). С. 93–99.

21. Мікробіологічна активність ґрунту після ячменю ярого при використанні біодеструктора стерні / В.В. Гамаюнова, О.А. Коваленко, А.В. Панфілова, В.В. Болоховський. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія «Екологія»*. 2011. Т. 150. Вип. 138. С. 61–63.

22. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В., Дробітько А.В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 18–25.

23. Панфілова А., Гамаюнова В. Вплив біодеструктора стерні на поживний режим ґрунту. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія»*. 2019. № 23. С. 229–233.

24. Куліш О. Вплив біодеструктора стерні на врожайність насіння льону олійного в зоні малого Полісся України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2014. Вип. 18 (2). С. 169–174.

25. Нагорна Л.В. Ефективність біодеструкторів проти кокомікозу черешні (*Cerasus avium Moench.*). *Садівництво*. 2020. Вип. 75. С. 127–131.

УДК 635.757:631.5(292.485)(477)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.17>

ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ АГРОЦЕНОЗІВ ФЕНХЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Строяновський В.С. – к.с.-г.н., докторант, доцент кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства, Подільський державний аграрно-технічний університет

Стаття присвячена визначенню площі листового апарату й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного залежно від агротехнічних факторів при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. Площу листової поверхні визначали за допомогою ліцензійного програмного забезпечення *Gust AreaS 2.1*, розробленого у ФГОУ ВПО «Самарская ГСХА». Фотосинтетичний потенціал визначали за формулами як показник добутку площі листової поверхні з тривалістю її ефективної роботи за методикою А.А. Нічипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, И.П. Власова. У результаті проведених досліджень встановлено, що оптимальні параметри асиміляційної поверхні рослин фенхелю звичайного були в межах 31,5–33,3 тис. м²/га при сівбі за рівня термічного режиму ґрунту 6–8⁰С на трьох варіантах: ширині міжрядь 15 см, нормі висіву 1,5 і 2 млн с/га та ширині міжрядь 45 см і нормі висіву 1 млн с/га, а максимальні значення фотосинте-