

14. Дослідження впливу кормової добавки гумату натрію на стерлядь за садкового способу вирощування / Polishchuk N. V. та ін. *Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів»*. 2021. Том 12, № 4. С. 56–66.
15. Гаріян, Л. В. Використання солей гумінових кислот для виведення важких металів з організму риб. *Біологія тварин*. 2016. № 4, т. 18. С. 127–127.
16. Курант В. З., Хоменчук В. О., Бияк В. Я. Шляхи проникнення та вміст важких металів в організмі риб (огляд). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2011. № 2, т. 47. С. 262–269.
17. Eisler R. Compendium of trace metals and marine biota. Vol. 1 Plants and Invertebrates. Amsterdam, 2009. P. 503.
18. Янович Н. Є., Янович Д. О. Роль мікроелементів у життєдіяльності ставкових риб. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2014. № 2, т. 16. С. 345–372.
19. Shoab M. Wazir, Ibrahim Ghobrial. Copper deficiency, a new triad: anemia, leucopenia, and myeloneuropathy. *J. Community Hosp. Intern. Med. Perspect*. 2017. Vol 7, № 4. P. 265–268.
20. Накопичення важких металів в організмі прісноводних риб водного басейну Добротвірської теплоелектростанції / Врублевська Т. та ін., *Вісник Львівського університету. Серія хімічна*. 2017. № 1, т. 58. С. 225–230.
21. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб: монография. Санкт-Петербург : ГосНИИОРХ, 2021. 372 с.
22. Власов В. А., Завьялов А. П., Есавкин Ю. И. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения. Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2010.
23. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : Издательский дом ВНИРО, 2006. 360 с.

УДК 631.95

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.56>

ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Скок С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Високий рівень врожайності залежить від технології вирощування сільськогосподарських культур. Традиційні методи виробництва сільськогосподарської продукції дозволяють збільшити валовий збір рослинництва до 20 % та спричиняють порушення стійкості агроєкосистем, посилення проблем безпечного харчування людини та екологічної безпеки навколишнього середовища. Для зменшення пестицидного навантаження на ґрунти та збільшення економічної ефективності аграрного виробництва необхідності набуває екологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур на основі використання біологічних мікробних препаратів, стимуляторів росту рослин, впровадження

науково обґрунтованої структури посівних площ і сівозмін, застосування усіх видів органічних добрив.

Встановлено, що протягом останніх 25 років спостерігається негативна тенденція збільшення використання хімічних методів захисту рослин на 11,7 %. Частка застосування біологічних засобів у сільськогосподарському виробництві становить 4 %.

Площа обробки біологічними препаратами у Херсонській області протягом останніх 3 років збільшилася на 26 тис. га. Частка їх склала лише 4 % від загальних обсягів використання засобів захисту сільськогосподарських культур в господарствах. Встановлено, що найвища стимулююча дія біологічних засобів захисту рослин спостерігається при високих показниках природної родючості ґрунтів. В умовах глобального потепління та інтенсивного використання земельних ресурсів зменшився вміст гумусу та поживних речовин на 43 % площі сільськогосподарських земель, порушилося функціонування ризосферної мікробіоти, за участі якої відбувається розкладання рослинних решток, перетворення їх у перегній та гумус. Встановлено, що для активізації мікробіологічної діяльності ґрунту та покращення умов ґрунтоутворення в агроекосистемах необхідним є використання біологічних препаратів, таких як ризобіот, ризогумін, діазофіт, діазобактерин, азобактерин, ризобразин, поліміксобактерин, альбобактерин, агробактерин, фосфоентерин, які сприяють адаптації сільськогосподарських культур до несприятливих погодних умов.

Для зменшення наслідків нераціонального землекористування, негативного впливу глобальних кліматичних змін та збільшення економічної ефективності сільського господарства запропоновано формування інноваційної стратегії менеджменту аграрних підприємств, перехід на систему біологічного та цифрового землеробства із застосуванням геоінформаційних технологій.

Ключові слова: аграрне виробництво, деградація ґрунтів, біологічне землеробство, біологічні препарати, еколого-економічна ефективність.

Skok S.V. Use of biological technologies of agricultural crop growing for increase the environmental and economic efficiency of agricultural production

A high level of productivity depends from the technology of growing agricultural crops. Traditional methods of production of agricultural products allow to increase the gross harvest of crops by up to 20 % and lead to disruption of the stability of agroecosystems, increasing problems of safe human nutrition, ecological safety of the environment. In order to reduce the pesticide load on the soil and increase the economic efficiency of agricultural production, it is necessary to use biological technologies for growing agricultural crops based on the use of biological microbial preparations, plant growth stimulators, the introduction of a scientifically based structure of sown areas and crop rotation, and the use of all types of organic fertilizers.

Over the past 25 years there has been a negative tendency of an increase in the share of application of chemical methods for plant protection by 11.7 % with a small share of treatment with biological preparations within 4 %.

Over the past 3 years the area of crop treatment with biological formulations in Kherson region has increased by 26 thous. ha. However, the share of application of them make only 4 % out of the total volumes of preparations for crop protection in the farms. The highest stimulating effect of biological formulations for plant protection is observed under high indexes of natural soil fertility evaluated with the grading scale. In the conditions of global warming and intensive use of land resources, the content of humus and nutrients has decreased by 43% of the area of agricultural land, the functioning of the rhizosphere microbiota, which participates in the processes of decomposition of plant residues, their transformation into humus and humus, has been disrupted.

According to this there is necessity of activation of microbiological soil activity on the basis of application of biological preparations, such as ryzobofit, ryzohumin, diazofit, diazobakteryn, azobakteryn, ryzobrazyn, polimiksobakteryn, albobakteryn, ahrobakteryn, fosfoenteryn, which improve conditions for soil formation in agro-ecosystems.

In order to reduce the consequences of irrational land use, the negative impact of global climate changes and increase the economic efficiency of agriculture, the formation of a new management strategy of agricultural enterprises and the transition to a system of biological and digital agriculture with the use of geo-information technologies are proposed.

Key words: agricultural production, soil degradation, biological farming, biological preparations, ecological and economic efficiency.

Постановка проблеми. Збільшення виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції з мінімальним негативним впливом на компоненти навколишнього середовища є одним із пріоритетних завдань сучасного землеробства.

Високий рівень врожайності залежить від технології вирощування сільськогосподарських культур. Традиційні методи виробництва сільськогосподарської продукції, які ґрунтуються на внесенні мінеральних добрив та пестицидів дозволяють збільшити валовий збір рослинництва до 20 %. Однак внаслідок інтенсивного та систематичного використання хімічних засобів, збільшуються масштаби їх негативного впливу, які порівнюються до масштабів глобальних екологічних проблем. Із загальної кількості хімічних препаратів лише 5–20 % витрачається за цільовим призначенням, решта 80 % розсіюється в навколишньому середовищі, акумулюється у ґрунтах, включається у систему глобальної циркуляції хімічних речовин та трофічні ланцюги живлення [1]. У зв'язку із негативною дією антропогенних чинників, які спричиняють порушення стійкості агроєкосистем, посилення проблем безпечного харчування людини, екологічної безпеки навколишнього середовища необхідності набуває перехід землеробства на сучасні біологічні технології вирощування сільськогосподарських культур.

Біологізація системи ведення сільського господарства передбачає використання біологічних мікробних препаратів, стимуляторів росту рослин, впровадження науково обґрунтованої структури посівних площ і сівозмін, насадження стійких до несприятливих погодних умов сортів сільськогосподарських культур, застосування усіх видів органічних добрив. Орієнтація аграрного виробництва на біологічні методи захисту рослин сприятиме зменшенню антропогенного навантаження на агроценози, відновленню родючості ґрунтів, отриманню високого рівня врожайності сільськогосподарських культур, рентабельності сільськогосподарського виробництва, екологічно безпечної продукції рослинництва.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва важливим фактором для ефективного вирощування сільськогосподарських культур та забезпечення продовольчої безпеки є використання біологічних препаратів, які сприяють покращенню фізіологічних процесів рослин та накопиченню органічних речовин у ґрунті.

У наукових дослідженнях Ткачука В. І. [2] акцентована увага на відтворенні родючості ґрунту та виробництві якісної продукції за рахунок екологізації сільськогосподарського виробництва із впровадженням технологій помірної хімізації, створення раціональної структури посівних площ, науково-обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур. Встановлено, що біологічне землеробство сприяє продуктивності агрофітоценозу і економічній ефективності за наявності сприятливих агрофізичних, фізико-хімічних і агрохімічних умов ґрунту, бездефіцитного балансу органічної речовини та біогенних елементів. Біологічні методи вирощування зернових культур підвищують рентабельність аграрного виробництва на 12 % більше ніж традиційні методи [3].

За визначенням Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху (IFOAM) біологічне землеробство має майбутню перспективу для стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи високі економічні, соціальні та екологічні ефекти. У зв'язку із тим, що на сьогодні відсутня єдина наукова думка щодо повного переходу на біологічне землеробство зарубіжні та вітчизні вчені пропонують поєднувати альтернативне землеробство із традиційним, комплексно використовувати біологічні препарати та хімічні засоби виробництва [4, 5].

Постановка завдання – визначити роль біологічних технологій вирощування сільськогосподарських культур у підвищенні еколого-економічної ефективності аграрного виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження. Високоєфективне сучасне аграрне виробництво, яке направлене на збільшення частки випуску сільськогосподарської продукції високої якості потребує переходу на біологічні та інтегровані методи захисту у рослинництві, відмову від агресивних хімічних методів, які негативно впливають на навколишнє середовище та здоров'я людини.

В Україні створені правові, організаційні та економічні передумови для впровадження екологічно безпечних методів захисту рослин. Однак використання біологічних препаратів на сьогодні є мінімальним (рисунок 1).

Протягом останніх 25 років спостерігається негативна тенденція збільшення частки використання хімічних методів захисту рослин на 11,7 %. Частка обробки сільськогосподарських культур біологічними препаратами склала 4 %.

Найвищий показник використання біологічного методу захисту сільськогосподарських культур спостерігався у Черкаській області 8,7 %, Київській 7,7 %, Чернівецькій 6,4 %, Полтавській області 6,2 %. Частка біологічних препаратів у Волинській, Житомирській, Рівненській, Херсонській, Хмельницькій, Чернігівській областях була вищою за середній загальнодержавний показник, що становило 4–5 %.

Протягом останніх 3 років площа обробки біологічними препаратами у Херсонській області збільшилася на 26 тис. га. Хоча частка їх складає лише 4 % від загальних обсягів використання препаратів захисту сільськогосподарських культур в господарствах. Враховуючи величину обробки хімічними засобами захисту рослин у сільськогосподарському виробництві (94,7 %) доцільності набуває їх комплексне поєднання із біологічними препаратами, що сприятиме зниженню пестицидного навантаження на ґрунти, покращенню фітосанітарного стану посівів, отриманню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції [4]. Широке впровадження біологічних препаратів у сільськогосподарське виробництво залежить від якісних показників ґрунту. Найвища стимулююча дія біологічних засобів захисту рослин спостерігається за високих показників природної родючості ґрунтів [5].

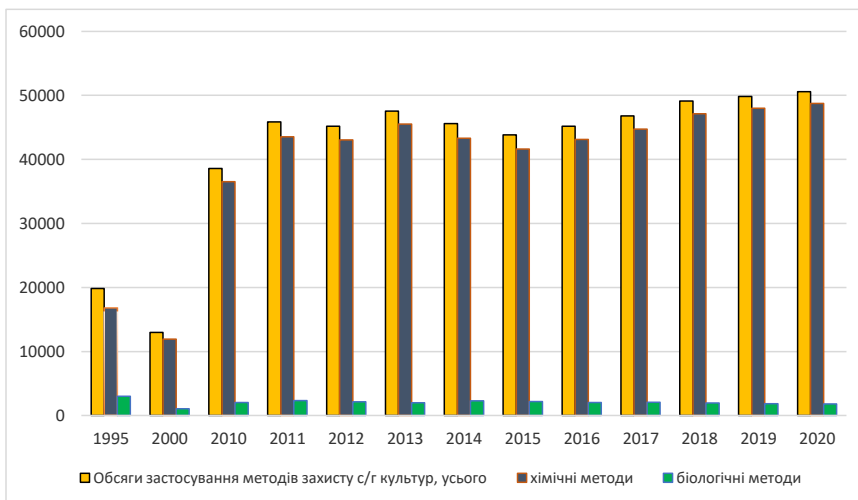


Рис. 1. Динаміка використання хімічного та біологічного методів захисту сільськогосподарських культур

Невід'ємною складовою ефективного застосування біологічних препаратів у сільськогосподарському виробництві є оцінка поточного стану родючості ґрунтів за вмістом органічної речовини та макроелементів [6]. На сьогодні в умовах посиленого антропогенного навантаження, глобальних змін кліматичних умов, використання застарілих методів обробки сільськогосподарських земель спостерігаються деградаційні процеси у вигляді зменшення вмісту органічної речовини, поживних елементів, розвитку водної та вітрової ерозій, що спричиняють зменшення врожайності сільськогосподарських культур та погіршення якості продукції рослинництва (таблиця 1).

За останнє десятиліття відбулося зростання темпів деградації ґрунтів. Згідно даних ФАО, 46 % світових земельних ресурсів є деградованими. Найбільшим проявом деградації ґрунтів є зменшення вмісту гумусу та поживних речовин, внаслідок чого порушується функціонування ризосферної мікробіоти, яка бере участь у процесах розкладання рослинних решток, перетворення їх у перегній та гумус [6, 7] (таблиця 2).

Таблиця 1

Класифікація процесів деградації орних земель України [8]

Процес деградації	Площа поширення, %
Втрата гумусу та поживних речовин	43,0
Переуцільнення	39,0
Запливання та кіркоутворення	38,0
Водна ерозія	17,0
Підкислення	14,0
Заболочування	14,0
Забруднення радіонуклідами	11,1
Вітрова ерозія, втрата верхнього шару ґрунту	11,0
Забруднення пестицидами та іншими органічними речовинами	9,3
Забруднення важкими металами	8
Засолення, підлуження	4,1
Водна ерозія, утворення ярів	3,0
Побічна дія водної ерозії (замулення водоймищ)	3,0
Зниження рівня денної поверхні	0,35
Деформація земної поверхні вітром	0,35
Аридизація ґрунту	0,21

На кожний 1 га малородючого ґрунту припадає 2,5–3,0 т мікробної маси, високородючого – до 16 т. Основна кількість мікробіоценозу міститься у верхньому шарі 5–15 см, який найбільше піддається впливу ерозійним процесам [5].

Відповідно до цього необхідним постає активізація мікробіологічної діяльності ґрунту на основі використання біологічних препаратів, таких як ризобіфіт, ризогумін, діазофіт, діазобактерин, азотобактерин, ризобразин, поліміксобактерин, альбобактерин, агробактерин, фосфоентерин, які покращують умови ґрунтоутворення в агрокосистемах. Механізм їх дії полягає у ферментативній фіксації атмосферного азоту та ферментативному засвоєнні важкорозчинних фосфатів, які забезпечують інтенсивний розвиток кореневої системи рослин та адаптацію сільськогосподарських культур до несприятливих погодних умов.

Таблиця 2

Якісні показники ґрунтів України [8]

Природна зона	Втрати гумусу		ґрунти з низьким і середнім вмістом поживних речовин		ґрунти з рН < 5,5, %	Ерозія ґрунтів, %		Засолені ґрунти, %	Солонцюваті ґрунти, %	Деградовані і малопродуктивні ґрунти, %	Перезволожені і заболочені ґрунти, %
	% до 1982 р.	сучасні темпи, т/га	P ₂ O ₅	K ₂ O		водної	вітрової				
Степ	22,1	0,55	52,7	21,2	1,9	41,5	7,4	5,2	8,6	17,9	4,2
Лісо-степ	24,6	0,65	56,5	33,3	18,7	22,7	1,2	4,0	3,6	11,7	6,8
Полісся	22,0	0,75	44,5	60,9	45,1	10,4	0,8	1,7	0,1	18,5	25,4
Україна	23,6	0,65	52,8	31,2	16,1	28,9	4,0	4,1	5,4	15,7	8,9

При обробці рослин біопрепаратами підвищується їх стійкість до хвороб, покращується їх загальний імунний стан, інтенсивність онтогенезу та фотосинтезу, збільшується енергія проростання насіння, створюються сприятливі умови для формування стеблостою, генеративних органів [9, 10].

Ефективність сільськогосподарського виробництва визначається природно-кліматичними умовами, які мають значну просторово-часову динаміку метеорологічних елементів. Аграрна галузь економіки має високий рівень ризику, пов'язаного із залежністю врожайності сільськогосподарських культур від клімату. Зміна кліматичних показників та екстремальні погодні умови сприяють фінансовим збиткам та зниженню економічної ефективності сільськогосподарського виробництва. За даними Міжнародної фінансової корпорації (IFC) встановлено, що протягом останніх 20 років природні катаклізми призвели до втрати більше 2 млрд доларів в агросекторі [11]. В умовах глобального потепління суб'єкти агробізнесу змушені залучати додаткові матеріальні ресурси для обробки земель та фінансові витрати на внесення поживних речовин до ґрунту, що сприяє збільшенню собівартості сільськогосподарського виробництва та зниженню рівня його рентабельності. Збільшення обсягів валового виробництва продукції рослинництва за рахунок інтенсивного використання земельних ресурсів погіршує фінансові результати сільськогосподарських підприємств.

ґрунти Степової зони України є вразливими до глобального потепління. Негайні зміни клімату на фоні підвищення температури повітря призвели до посилення процесів деградації ґрунтів, внаслідок чого розширилися площі посівів зернових та технічних культур, збільшився рівень розораності Степової зони, знизилася ефективність використання сільськогосподарських земель, продуктивність агроландшафтів та врожайність сільськогосподарських культур [12, 13]. Тому для зменшення наслідків нерационального землекористування та збільшення економічної ефективності сільського господарства доцільності набуває вдосконалення механізму управління сільськогосподарським виробництвом на основі формування нової стратегії менеджменту аграрних підприємств, направленої на прогнозування

погодних умов, якісного стану навколишнього середовища та розробку методів адаптації підприємства до мінливих екологічних факторів (рисунк 2).

Для забезпечення високих врожаїв та зниження залежності сільського господарства від абіотичних умов навколишнього середовища необхідно переходити на біологічне землеробство, що дозволить вирощувати по два врожаї сільськогосподарських культур з мінімальним антропогенним навантаженням на якісний стан ґрунтів.

Одним із ефективних біологічних, екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур є використання мікро-макро добрив,



Рис. 2. Напрями підвищення еколого-економічної ефективності сільськогосподарського виробництва

мікробних стимуляторів росту, засобів захисту рослин, які характеризуються відсутністю канцерогенних, мутагенних та токсичних властивостей, мають широкий спектр позитивного впливу на ростові процеси рослин, прискорення процесу фотосинтезу, підвищення ефективності живлення та стійкості посівів до абіотичних умов навколишнього середовища.

За рахунок системи біологічного захисту покращується фосфорне та азотне живлення рослин, зменшуються норми внесення фосфорних, азотних добрив, підвищується використання поживних речовин рослинами на 35 % та врожайність бобових, технічних культур від 2 до 18 ц/га [14]. Біологічні технології в умовах глобальних кліматичних змін відновлюють родючість порушених ґрунтів, їх стійкість до антропогенних забруднень та покращують якість продукції рослинництва.

Певною перспективою для розвитку аграрного бізнесу є перехід на систему точного (цифрового) землеробства із застосуванням геоінформаційних технологій, які акумулюють інформацію про якісний стан ґрунтів, рівень врожайності сільськогосподарських культур, кількість внесення добрив, меліорантів і засобів захисту рослин. Така інноваційна стратегія менеджменту сільськогосподарського виробництва сприятиме раціональному використанні природних ресурсів, зниженню негативного впливу кліматичних умов на рівень врожайності сільськогосподарських культур до 80 %, зростанню прибутку до 75 доларів на гектар.

Висновки. Глобальне потепління, інтенсивне використання земельних ресурсів та застарілих методів обробки сільськогосподарських земель призвели до деградаційних процесів ґрунту, зменшення вмісту органічної речовини, поживних елементів, розвитку водної та вітрової ерозій, зменшення врожайності сільськогосподарських культур та погіршення якості продукції рослинництва. Встановлено, що на економічну ефективність сільськогосподарського виробництва впливають природно-кліматичні умови, які мають значну просторово-часову динаміку метеорологічних елементів. Внаслідок підвищення температури повітря розширилися площі посівів зернових та технічних культур, збільшився рівень розораності Степової зони, знизилася продуктивність агроландшафтів. Для зменшення екологічних наслідків нераціонального землекористування, відновлення родючості порушених ґрунтів, підвищення їх стійкості до антропогенних забруднень та збільшення економічної ефективності сільського господарства запропоновано формування нової стратегії менеджменту аграрних підприємств та перехід аграрного виробництва на біологічне землеробство, яке покращить фосфорне та азотне живлення рослин, зменшить норми внесення фосфорних, азотних добрив, підвищить використання поживних речовин рослинами на 35 % та врожайність бобових, технічних культур до 18 ц/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві / Писаренко П.В та інші. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 187–195.
2. Ткачук В.І. Екологізація виробництва як пріоритет процесу диверсифікації аграрних підприємств. *Ефективна економіка*. 2014. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2899>
3. Новохацький М., Таргоня В., Бондаренко О. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2018. Вип. 22. С. 132–140. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2018_22_19.
4. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення / Маченко Т.Ю. та інші. 2020. № 5. С. 135–142.

5. Домарацький Є.О. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшника. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 1(71). doi: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.018>
6. Перович Л., Перович Л., Мартинюк Т. Репрезентативність визначення індексу природної родючості ґрунту. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2021. № 1 (4), 164–172.
7. Breus D. S., Evtusenko O.V., Skok S.V., Rutta O.V. Method of forecasting the agro-ecological state of soils on the example of the south of Ukraine 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Vol. 20. Book 5.1, P. 523–528. DOI: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.06
8. Позняк С. П. Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів: навч. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 272 с.
9. Алмашова В. С., Скок С. В. Ефективність використання біологічних та рістрегулюючих препаратів для вирощування сільськогосподарських культур у зоні Південного Степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2022. Випуск 1 (47). С. 11–17.
10. Zhang, H., Sun, X., & Dai, M. Improving crop drought resistance with plant growth regulators and rhizobacteria: Mechanisms, applications, and perspectives. *Plant Comm*. 2022. Vol. 3. doi: <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2021.100228>
11. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / С. М. Степаненко та ін. Одеса: Екологія, 2011. 696 с.
12. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Strachuk N.V. Geomodelling of Destruction of Soils of Ukrainian Steppe Due to Water Erosion. *Journal of Ecological Engineering*. 2019. Vol. 20, Iss. 8. P. 192–198.
13. Breus D. S., Skok S.V. Spatial modelling of agro-ecological condition of soils in steppe zone of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*. 2021. 48 (3). P. 627–633.
14. Пархомиць М.К., Пуцентейло П.Р., Уніят Л.М. Поняття, суть інновацій та технологічні уклади інноваційного розвитку агропромислового бізнесу. *Інноваційна економіка*. 2019. № 5–6. С. 41–46.