

Г.Н. Бисенова^{1*}, З.С. Сармурзина¹, К.Б. Ракишев², К.Д. Закарья³,
А.К. Ракишева²

¹Республиканская коллекция микроорганизмов, Астана, Казахстан

²ТОО «Енбек», Шортандинский район, Акмолинская область, Казахстан

³ТОО «Biotix», Астана, Казахстан

*Автор для корреспонденции: bisenova84@mail.ru

Разработка биосубстрата как стимулятора роста для выращивания органических видов сельскохозяйственных культур

Аннотация. Загрязнение окружающей среды, энергоёмкость производства минеральных удобрений, последствия глобализации экономики привели к поиску альтернативных систем ведения сельского хозяйства, ориентированных на биологизацию земледелия, разработку экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе применения современных форм органических и бактериальных удобрений. Комплексным решением проблемы поддержания баланса питательных веществ в почве является использование биоорганических удобрений, улучшающих агрофизические свойства почвы, обогащающих ее макро- и микроэлементами, сочетающих способность улучшать минеральное питание растений, фиксацию атмосферного азота, а также стимулировать рост и развитие растений.

В данной работе исследовано ростстимулирующее влияние биосубстрата на семенах органических сельскохозяйственных видах таких культур, как пшеница, чечевица, горох и гречиха. Объектом исследований являлся биосубстрат, состоящий из биопрепарата (*Saccharomyces cerevisiae* Z4 Y-RKM 0843, *Lactobacillus casei* 12/2С В-RKM 0844, *Streptomyces collinus* P1 Ас-RKM 0845) и навозных стоков крупного рогатого скота. При исследовании установлено ростстимулирующее влияние биосубстрата на всхожесть семян и их ростовые показатели. 10%- и 50%-ый растворы биосубстрата улучшали всхожесть и прорастание семян растений по сравнению с 25%-ым раствором. Данный биосубстрат можно рекомендовать как экологически безопасный стимулятор роста при выращивании органических видов сельскохозяйственных растений.

Таким образом, применение биоорганического удобрения на основе ростстимулирующих микроорганизмов при выращивании сельскохозяйственных культур позволяет снизить химическую нагрузку на экосистемы, а также приводит к повышению урожайности и получению экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: органические сельскохозяйственные культуры, биосубстрат, ростстимулирующая активность, всхожесть, прорастание семян.

DOI: 10.32523/2616-7034-2022-141-4-37-44

Введение

Экологическое земледелие предполагает широкое применение органических удобрений, биопрепаратов, природных мелиорантов, энерго- и ресурсосберегающих технологий возделывания, направленных на сохранение естественного плодородия почв, природных экосистем, получение экологически чистой продукции и является перспективной формой хозяйствования [1-4].

В странах с развитой экономикой большое внимание уделяется экологически органическому земледелию, которое предусматривает ограничение или полный отказ от использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений (пестицидов), оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду и накапливающихся в остаточных количествах в сельскохозяйственной продукции.

Для формирования высокого и качественного урожая сельскохозяйственных культур сельскохозяйственные товаропроизводители предпочитают использовать биоудобрения и биопрепараты. Удобрения наполняют почву дополнительным структурирующим материалом. Биопрепараты, содержащие живые культуры специально отобранных полезных микроорганизмов с заданными контролируемыми свойствами [5-10], обеспечивают повышение эффективности функционирования деятельности микрофлоры корнеобитаемой зоны почвы, ризосферы и корневых систем растений [11-14].

Таким образом, целью данного исследования являлось изучение эффективности применения разработанного биосубстрата для оценки ростстимулирующей активности семян, таких сельскохозяйственных культур, как пшеница, чечевица, горох, гречиха.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлся биосубстрат, состоящий из биопрепарата (*Saccharomyces cerevisiae* Z4 Y-RKM 0843, *Lactobacillus casei* 12/2C B-RKM 0844, *Streptomyces collinus* P1 Ac-RKM 0845) и навозных стоков, полученных от молочной фермы ТОО «Енбек» (Шортандинский район, Акмолинская область, РК).

Исследуемые культуры выращивали в жидких питательных средах (МРС и Сабуро бульон) на шейкере Innova 44-R, 2008 (США) при соответствующей температуре. Для получения жидкой фракции навозные стоки центрифугировали на центрифуге при 4 000 об/30 мин. Биопрепарат разводили в жидкой навозной фракции для получения 10 %-, 25 %- и 50 %-го водного раствора биосубстрата, который в дальнейшем использовали для оценки ростстимулирующей активности. В качестве испытуемых семян для изучения ростстимулирующей активности биосубстрата были использованы семена органических сельскохозяйственных культур: пшеница, гречиха, горох и чечевица. После суточного замачивания семена по 5 штук раскладывали на увлажненную фильтровальную бумагу в чашках Петри. Все чашки ежедневно увлажняли равным количеством биосубстрата по 5 мл. В контроле использовали водопроводную воду. Эксперимент проводили в течение 14 дней, учитывали количество проросших семян в опыте и контроле [15-16].

Обсуждение и результаты исследования

Известно, что многие бактерии в результате своей деятельности продуцируют метаболиты. Многие из них являются биологически активными веществами и положительно влияют на прорастание семян и формирование проростков большинства злаковых культур, овощных растений и технических культур [14-15].

По данным ряда российских и зарубежных ученых, биокомпосты способствуют улучшению агрофизических свойств почвы, обогащают ее макро- и микроэлементами. Таким образом, разработанный и созданный биосубстрат на основе биопрепарата и биокомпоста в качестве биоудобрения можно считать актуальным направлением в сельском хозяйстве, так как он улучшает и обогащает почву всеми необходимыми биологически активными свойствами и веществами.

Разработанный биосубстрат был проверен на ростстимулирующую активность. Ростстимулирующая активность биосубстрата была исследована на семенах зерновых (пшеница), бобовых (горох, чечевица), гречишных (гречиха) культур.

При изучении ростстимулирующей активности семян были использованы 10%-й, 25%-й и 50%-й раствор биосубстрата.

Анализ результатов исследования показал, что обработка семян органических сельскохозяйственных видов культур испытуемым биосубстратом оказала существенное влияние

на показатели качества семян – энергию прорастания и всхожесть. По результатам исследований семян на чашках установлено, что 10%-й раствор биосубстрата благоприятно влияет на всхожесть семян пшеницы, гречихи и чечевицы. При обработке семян пшеницы и гречихи раствором биосубстрата всхожесть семян повысилась на 100% по сравнению с контролем (80%). При обработке семян чечевицы раствором биосубстрата всхожесть семян составила 80%, так же как в контроле (80%). Однако при обработке семян гороха процент всхожести снизился в сравнении с контролем и составил 20% (рисунок 1).

При обработке семян пшеницы 25%-ым раствором биосубстрата всхожесть составила 20%, то есть меньше, чем в контроле (80%). При обработке семян чечевицы, гороха и гречихи всхожесть составила 40% в сравнении с контролем (80%).

При применении 50%-го раствора биосубстрата на семенах гречихи и пшеницы всхожесть семян составила 80%, на семенах чечевицы всхожесть составила 60%, на семенах гороха процент всхожести составил 20%, тогда как в контроле процент всхожести составил 80%.

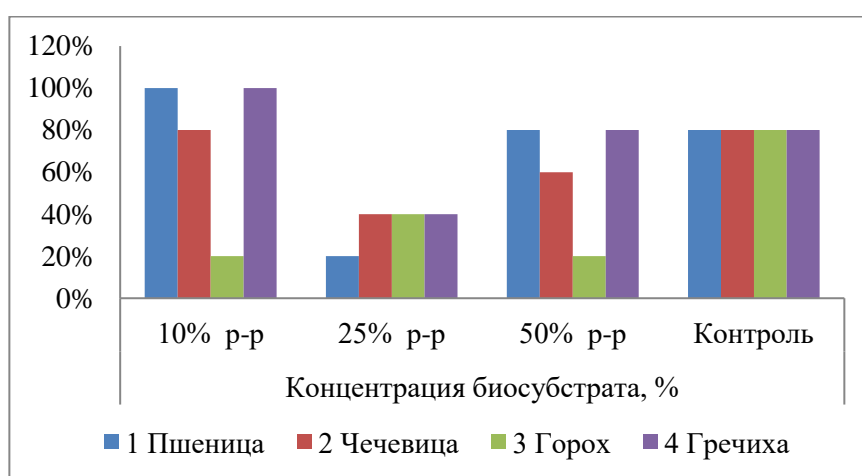


Рисунок 1. Процент всхожести и прорастания семян, обработанных биосубстратом

Таким образом, результаты исследований показали неоднозначность влияния различных растворов биосубстрата (10%, 25%, 50%) на всхожесть и прорастание семян органических видов сельскохозяйственных культур. 10%- и 50%-ый растворы биосубстрата показали ростстимулирующий эффект уже на самых ранних стадиях развития растений, начиная с прорастания семян. 25%-ый раствор биосубстрата не оказывал ростстимулирующего действия на прорастание и всхожесть семян.

На рисунках 2 и 3 показаны первый и четырнадцатый день обработки семян пшеницы биосубстратом.

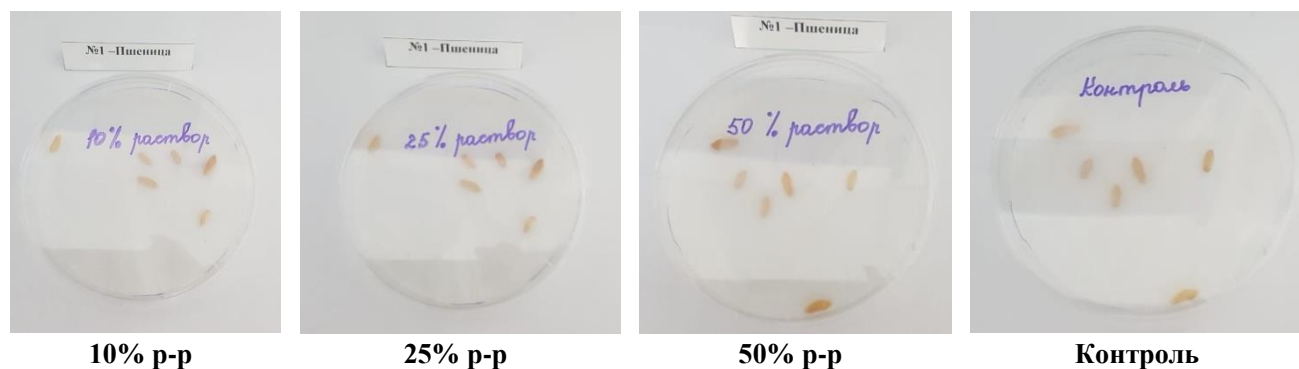


Рисунок 2. Обработка семян пшеницы биосубстратом (1-й день эксперимента)

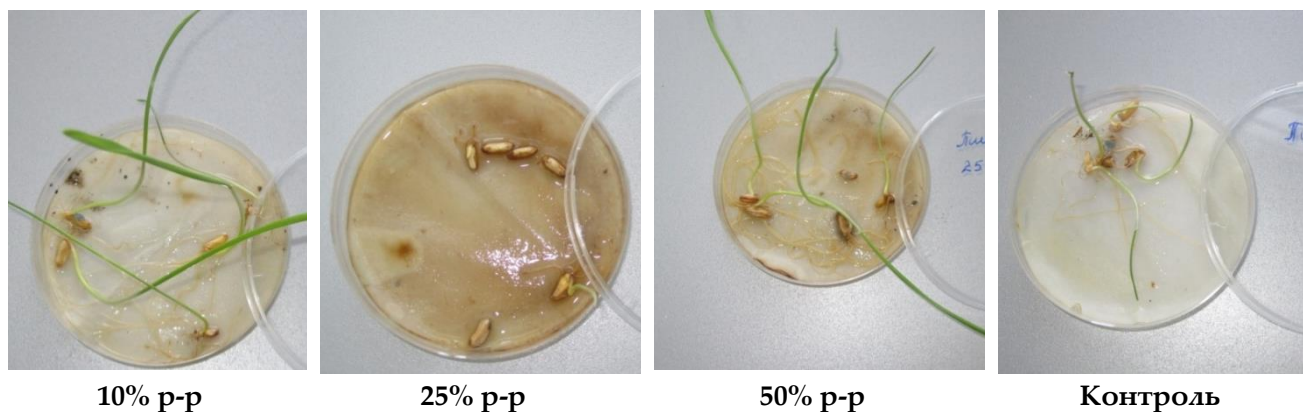


Рисунок 3. Обработка семян пшеницы биосубстратом (14-й день эксперимента)

Заключение исследования

Из вышесказанного было установлено, что 10%- и 50%-ый раствор биосубстрата улучшают всхожесть и прорастание семян сельскохозяйственных культур по сравнению с 25%-ым раствором биосубстрата. Таким образом, биосубстрат разной концентрации (10%, 25%, 50%) может оказывать как стимулирующий, так и ингибирующий эффект на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы, чечевицы, гороха и гречихи. В данном случае 25%-ый раствор биосубстрата оказывал ингибирующее действие на всхожесть семян, а 10%- и 50%-ый растворы биосубстрата проявили ростстимулирующую активность.

Таким образом, данный биосубстрат перспективен для повышения плодородия почв, стимулирования роста семян и растений, способствующих повышению урожая в сельском хозяйстве, служит альтернативным замещением минеральных удобрений и получению экологически чистой органической сельскохозяйственной продукции.

Финансирование. Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта APP-PSC-II-18/001P «Внедрение зеленой технологии по производству биосубстратов для выращивания органических сельскохозяйственных культур (пшеница, чечевица, горох, нут, лен, рапс и другие), соответствующих европейским стандартам органического земледелия, с реализацией на экспорт и сопутствующей безотходной технологией производства подстильного материала для молочно-товарных ферм», финансируемого в рамках Проекта «Стимулирование продуктивных инноваций», поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан.

Список литературы

1. Han *et al.* Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management: a global metaanalysis // *Scientific Reports*. – 2016. – Vol. 6. – P. 27199. DOI: doi.org/10.1038/srep27199.
2. Luo *et al.* Organic amendments increase crop yields by improving microbemediated soil functioning of agroecosystems: a meta-analysis // *Soil Biol. Biochem.* – 2018. – Vol. 124(1). – P. 105-115. DOI: doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.06.002.
3. Vallverd-Queralt A., Medina-Remyn A., Casals-Ribes I., Lamuela-Raventos R.M. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? // *Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 130, Issue 1. – P. 222-227. DOI: doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.017.
4. Oliveira A. B. *et al.* The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development // *PLoS ONE*. – 2013. – Vol. 8, Issue 2. – P. e56354. DOI: doi.org/10.1371/journal.pone.0056354.

5. Hardy B. *et al.* The Long-Term Effect of Biochar on Soil Microbial Abundance, Activity and Community Structure Is Overwritten by Land Management. // *Front. Environ. Sci.* – 2019. – Vol. 7. – P. 10. DOI: doi.org/10.3389/fenvs.2019.00110.
6. Garcia-Jaramillo M. An examination of the role of biochar and biochar water-extractable substances on the sorption of ionizable herbicides in rice paddy soils // *Sci. Total Environ.* – 2020. – Vol. 706. – P. 135682. DOI: doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135682.
7. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 10-15 с.
8. Lehmann J., Stephen J. Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation // *Sci. Technol.* – 2015. – Vol. 2. – P. 976. DOI: doi.org/10.4324/9781849770552.
9. Wang J. *et al.* Biochar stability in soil: Meta-analysis of decomposition and priming effects // *GCB Bioenergy.* – 2016. – Vol. 8. – P. 512-523. DOI: doi.org/10.1111/gcbb.12266.
10. El-Naggar A. *et al.* Influence of soil properties and feedstocks on biochar potential for carbon mineralization and improvement of infertile soils // *Geoderma.* – 2018. – Vol. 332. – P. 100-108. DOI: doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.06.017.
11. Cassan F., Diaz-Zorita M. *Azospirillum* sp. in current agriculture: from the laboratory to the field // *Soil Biol. Biochem.* – 2016. – Vol. 103. – P. 117-130. DOI: doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.08.020.
12. Santos M.S. *et al.* Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture // *AMB Express.* – 2019. – Vol. 9(1). – P. 205. DOI: doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0.
13. Silva E.R. Can co-inoculation of *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* alleviate adverse effects of drought stress on soybean (*Glycine max* L. Merrill)? // *Arch. Microbiol.* – 2019. – V.201. – P. 325-335. DOI: doi.org/10.1007/s00203-018-01617-5.
14. Rondina A.B. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates // *Biol. Fert. Soils.* – 2020. – Vol. 56. – P. 537-549. DOI: doi.org/10.1007/s00374-020-01453-0.
15. Негрусов Ф.И., Егорова М.А. Практикум по микробиологии. – Москва: Изд-во «Академия», 2005. – 608 с.
16. Егоров Н.С. Практикум по микробиологии. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 307 с.

Г.Н. Бисенова¹, З.С. Сармурзина¹, К.Б. Ракишев², К.Д. Закарья³, А.К. Ракишева²

¹Микроорганизмдердің республикалық коллекциясы, Астана, Қазақстан

²ЖШС «Еңбек», Шортанды ауданы, Ақмола облысы, Қазақстан

³ЖШС «Биомикс», Астана, Қазақстан

Ауыл шаруашылығы дақылдарының органикалық түрлерін өсіру үшін өсу стимуляторы ретінде биосубстратты әзірлеу

Аңдатпа. Қоршаған ортаның ластануы, минералдық тыңайтқыштар өндірісінің энергия сыйымдылығы, экономиканың жаһандануының салдары егіншілікті биологияландыруға, органикалық және бактериялық тыңайтқыштардың қазіргі заманғы нысандарын қолдану негізінде ауыл шаруашылығы дақылдарын өсірудің экологиялық қауіпсіз технологияларын әзірлеуге бағдарланған ауыл шаруашылығын жүргізудің баламалы жүйелерін іздеуге әкелді.

Топырақтағы қоректік заттардың тепе-теңдігін сақтау мәселесінің кешенді шешімі өсімдіктердің минералды қоректенуін жақсарту, атмосфералық азотты бекіту, сонымен қатар өсімдіктердің өсуі мен дамуын ынталандыру қабілетін біріктіретін биоорганикалық тыңайтқыштарды қолдану болып табылады. Бұл жұмыста бидай, жасымық, бұршақ және

қарақұмық сияқты дақылдардың органикалық ауылшаруашылық түрлерінің тұқымдарына биосубстраттың өсуін ынталандыратын әсері зерттелді. Зерттеу нысаны биологиялықөнімнен (*Saccharomyces cerevisiae* Z4 Y-RKM 0843, *Lactobacillus casei* 12/2C B-RKM 0844, *Streptomyces collinus* P1 Ac-RKM 0845) және ірі қара малдың тезек ағындарынан тұратын биосубстрат болды. Зертханалық зерттеу биосубстраттың тұқымның өнуіне және олардың өсу көрсеткіштеріне өсуін ынталандыратын әсерін анықтады. Атап айтқанда, 10% және 50% биосубстрат ерітіндісі 25% ерітіндіге қарағанда ауылшаруашылық өсімдіктерінің тұқымдарының өнуін жақсартты. Бұл биосубстратты ауылшаруашылық өсімдіктерінің органикалық түрлерін өсіру кезінде экологиялық таза өсу стимуляторы ретінде ұсынуға болады.

Осылайша, әр түрлі дақылдарды өсіру кезінде өсу стимуляторлары негізінде биоорганикалық тыңайтқышты қолдану экожүйелерге химиялық жүктемені азайтуға мүмкіндік береді, сонымен қатар экологиялық таза ауылшаруашылық өнімдерінің өнімділігі мен сапасын арттыруға әкеледі.

Түйін сөздер: органикалық дақылдар, биосубстрат, өсу белсенділігі, өнгіштігі, тұқымның өнуі.

G.N. Bissenova¹, Z.S. Sarmurzina¹, K.B. Rakishev², K.D. Zakarya³, A.K. Rakisheva²

¹Republican collection of microorganisms, Astana, Kazakhstan

²LLP «Enbek», Shortandinsky district, Akmola region, Kazakhstan

³LLP «Biomix», Astana, Kazakhstan

Development of a biosubstrate as a growth stimulator for growing organic types of agricultural crops

Abstract. Environmental pollution, the energy intensity of the production of mineral fertilizers, and the consequences of the globalization of the economy have led to the search for alternative farming systems focused on the biologization of agriculture, the development of environmentally friendly technologies for the cultivation of agricultural crops based on the use of modern forms of organic and bacterial fertilizers.

A comprehensive solution to the problem of maintaining the balance of nutrients in the soil is the use of bioorganic fertilizers that combine the ability to improve the mineral nutrition of plants, fixation of atmospheric nitrogen, as well as stimulate the growth and development of plants. In this paper, the growth-stimulating effect of biosubstrate on seeds of organic agricultural crops such as wheat, lentils, peas, and buckwheat is investigated. The object of research was a biosubstrate consisting of a biopreparation (*Saccharomyces cerevisiae* Z4 YRKM 0843, *Lactobacillus casei* 12/2C B-RKM 0844, *Streptomyces collinus* P1 Ac-RKM 0845) and cattle manure effluents. During laboratory research, the growth-stimulating effect of the biosubstrate on seed germination and their growth indicators was established. Namely, a 10% and 50% solution of the biosubstrate improved the germination and germination of seeds of agricultural plants more than a 25% solution. This biosubstrate can be recommended as an environmentally safe growth stimulator when growing organic types of agricultural plants.

Thus, the use of bio-organic fertilizers based on growth-stimulating microorganisms in the cultivation of various crops reduces the chemical load on ecosystems and also leads to an increase in yields and the quality of environmentally friendly agricultural products.

Keywords: organic agricultural crops, biosubstrate, growth-stimulating activity, germination, seed germination.

References

1. Han et al. Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management: a global metaanalysis, *Scientific Reports*, 6, 27199 (2016).
2. Luo et al. Organic amendments increase crop yields by improving microbemediated soil functioning of agroecosystems: a meta-analysis, *Soil Biol. Biochem*, 124(1), 105-115 (2018).
3. Vallverd-Queralt A., Medina-Remyn A., Casals-Ribes I., Lamuela-Raventos R.M. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food Chemistry*, 130(1), 222-227 (2012).
4. Oliveira A.B. et al. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development, *PLoS ONE*, 8(2), e56354 (2013).
5. Hardy B. et al. The Long-Term Effect of Biochar on Soil Microbial Abundance, Activity and Community Structure Is Overwritten by Land Management, *Front. Environ. Sci.*, 7, 10 (2019).
6. Гарсна-Jaramillo M. An examination of the role of biochar and biochar water-extractable substances on the sorption of ionizable herbicides in rice paddy soils, *Sci. Total Environ*, 706, 135682 (2020).
7. Minaeva O.M., Akimova E.E., Zyubanov T.I., Tereshchenko N.N. Biopreparaty dlya zashchity rastenij: ocenka kachestva i effektivnosti [Biologicals for plant protection: quality and effectiveness assessment] (Tomsk: Izdatel'skij Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018, 10-15 s.) [Tomsk: Publishing House, 2018, 10-15 p.]. [in Russian].
8. Lehmann J., Stephen J. Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation, *Sci. Technol.*, 2, 976 (2015).
9. Wang J. et al. Biochar stability in soil: Meta-analysis of decomposition and priming effects, *GCB Bioenergy*, 8, 512-523 (2016).
10. El-Naggar A. et al. Influence of soil properties and feedstocks on biochar potential for carbon mineralization and improvement of infertile soils, *Geoderma*, 332, 100-108 (2018).
11. Cassan F., Diaz-Zorita M. *Azospirillum* sp. in current agriculture: from the laboratory to the field, *Soil Biol. Biochem.*, 103, 117-130 (2016).
12. Santos M.S. et al. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture, *AMB Express*, 9(1), 205 (2019).
13. Silva E.R. Can co-inoculation of *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* alleviate adverse effects of drought stress on soybean (*Glycine max* L. Merrill)? *Arch. Microbiol.*, 201, 325-335 (2019).
14. Rondina A.B. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates, *Biol. Fert. Soils*, 56, 537-549 (2020).
15. Netrusov F.I., Egorova M.A. Praktikum po mikrobiologii [Workshop on Microbiology] (Moskva: Akademiya, 2005, 608 s.) [in Russian].
16. Egorov N.S. Praktikum po mikrobiologii [Workshop on Microbiology] (Moskva, 1976, 307 s.) [in Russian].

Сведения об авторах:

Бисенова Г.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Республиканская коллекция микроорганизмов, ул. Валиханова 13/1, Астана, Казахстан.

Сармурзина З.С. – кандидат биологических наук, генеральный директор, Республиканская коллекция микроорганизмов, ул. Валиханова 13/1, Астана, Казахстан.

Ракишев К.Б. – директор ТОО «Енбек» Шортандинского района, Акмолинской области, Казахстан.

Закарья К.Д. – доктор биологических наук, профессор, научный консультант ТОО «Biomix», ул. Валиханова 13/1, Астана, Казахстан.

Ракишева А.К. – эколог ТОО «Енбек» Шортандинского района, Акмолинской области, Казахстан.

Bissenova G.N. – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Republican Collection of Microorganisms, 13/1 Valikhanov str., Astana, Kazakhstan.

Sarmurzina Z.S. – Candidate of Biological Sciences, General Director of the Republican collection of microorganisms, 13/1 Valikhanov str., Astana, Kazakhstan.

Rakishev K.B. – Director of LLP «Enbek», Shortandy District, Akmola Region, Kazakhstan.

Zakarya K.D. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Scientific Consultant of LLP «Biomix», 13/1 Valikhanov str., Astana, Kazakhstan.

Rakischeva A.K. – ecologist at LLP «Enbek», Shortandy District, Akmola region, Kazakhstan.