Научная статья
УДК 579.6: 577.19
doi:10.35694/YARCX.2025.70.2.002

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ И БИОСТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ *COLEUS AMBOINICUS*

Аделя Саметовна Баймухамбетова[1], Павел Борисович Федосеев[2], Марина Вячеславовна Степанова[3]
[1, 2, 3]Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия
[1]baimukhambetova.mail@gmail.com, ORCID 0000-0001-5788-6242
[2]pasheska.lipa@mail.ru
[3]stepanova-matina@bk.ru, ORCID 0000-0002-0041-1091

Реферат. В последние десятилетия интерес к лекарственным растениям в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности значительно возрос благодаря богатому содержанию в них биологически активных соединений (БАВ), обладающих широким спектром фармакологических свойств. Растения семейства *Lamiaceae* привлекают особое внимание благодаря имеющимся противовоспалительной и антимикробной активностям. Среди перспективных представителей этого семейства выделяется колеус ароматный (*Coleus amboinicus*), также известный как *Plectranthus amboinicus*, который представляет собой ценный объект для изучения химического состава и биологических свойств. Цель исследования – изучение биологической активности экстрактов шпороцветника ароматного (*Coleus amboinicus*) для выявления возможности их использования в биотехнологии. Для исследования готовили водный, водно-изопропиловый и водно-глицериновый экстракты. Оценку антимикробной активности полученных экстрактов шпороцветника ароматного проводили диск-диффузным методом, биостимулирующее действие определяли влиянием предпосевной обработки семян на морфометрические показатели растений тест-культур. Наибольшую чувствительность микроорганизмы проявляют по отношению к водному первичному экстракту *Coleus amboinicus* и 50% концентрации. Зоны подавления первичного экстракта составили 24,5 и 25,5 мм для *S. aureus* и *E. coli* соответственно. Средней чувствительностью эти микроорганизмы обладают к водно-изопропиловому и водно-глицериновому экстрактам. Зоны подавления при концентрации первичного водно-изопропилового экстракта составили 21 и 21,5 мм для *S. aureus* и *E. coli* соответственно. Получены результаты биостимулирующей активности экстрактов. Средние показатели разницы роста всходов семян с добавлением водного экстракта и контрольными образцами составили 1,8 см для *S. alba* и 1,6 см – для *R. raphanistrum*, что может свидетельствовать о его положительном влиянии на рост микрозелени.

Ключевые слова: *шпороцветник ароматный (Coleus amboinicus), экстракт, антимикробная активность, горчица белая (Sinapis alba), редька полевая (Raphanus raphanistrum), Staphylococcus aureus, Escherichia coli, биометрические показатели*

ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND BIOSTIMULATING PROPERTIES OF *COLEUS AMBOINICUS* EXTRACTS

Adelya S. Baimukhambetova[1], Pavel B. Fedoseev[2], Marina V. Stepanova[3]
[1, 2, 3]Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
[1]baimukhambetova.mail@gmail.com, ORCID 0000-0001-5788-6242
[2]pasheska.lipa@mail.ru
[3]stepanova-matina@bk.ru, ORCID 0000-0002-0041-1091

Abstract. In recent decades, interest in medicinal plants in the pharmaceutical, cosmetic and food industries has increased significantly due to their rich content of biologically active compounds (BAS) with a wide range of pharmacological properties. Plants of the *Lamiaceae* family attract special attention due to their anti-inflammatory and antimicrobial activities. *Coleus amboinicus*, also known as *Plectranthus amboinicus*, stands out among the promising representatives of this family, which is a valuable object for studying chemical composition and biological properties. The aim of the study was to study the biological activity of extracts of the aromatic spurfoil (*Coleus amboinicus*) to identify the possibility of their use in

biotechnology. Aqueous, aqueous isopropyl, and aqueous glycerol extracts were prepared for the study. The antimicrobial activity of the obtained extracts of the aromatic spurf was evaluated by the disk-diffuse method, the biostimulating effect was determined by the influence of pre-sowing seed treatment on the morphometric parameters of plants of test crops. The microorganisms show the greatest sensitivity to the aqueous primary extract of *Coleus amboinicus* and 50% concentration. The inhibition zones of the primary extract were 24.5 and 25.5 mm for *S. aureus* and *E. coli*, respectively. These microorganisms have an average sensitivity to aqueous-isopropyl and hydroglyceric extracts. The inhibition zones at the concentration of the primary aqueous-isopropyl extract were 21 and 21.5 mm for *S. aureus* and *E. coli*, respectively. The results of biostimulating activity of extracts were obtained. Average growth differences between seedlings with the addition of aqueous extract and control samples were 1.8 cm for *S. alba* and 1.6 cm for *R. raphanistrum*, which may indicate its positive effect on microgreens growth.

Keywords: *Coleus amboinicus, extract, antimicrobial activity, wild mustard (Sinapis alba), wild radish (Raphanus raphanistrum), Staphylococcus aureus, Escherichia coli, biometric indicators*

Введение. Шпороцветник ароматный, или *Coleus amboinicus* – это многолетнее травянистое растение из рода Колеус, семейства Яснотковые. Данный вид растений произрастает в Азии. Его также можно найти в Африке. Различные источники заявляют о его распространении в Австралию [1; 2]. Шпороцветник обладает рядом полезных для человека свойств. Его фитонцидное действие можно широко применять в промышленности, например, фармацевтике, хотя на данный момент оно и не находится в Реестре лекарственных средств РФ.

Более того, из-за ухода зарубежных поставщиков растительных экстрактов в последние несколько лет шпороцветник ароматный может служить хорошим сырьём для замены недостающих ингредиентов в фармацевтической, косметической и аграрной промышленностях [3].

Цель работы – изучение биологической активности экстрактов шпороцветника ароматного (*Coleus amboinicus*) для выявления возможности их использования в биотехнологии.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи: оценить антимикробную активность экстрактов в отношении штаммов бактерий и грибов; изучить влияние экстрактов на прорастание семян и параметры начального роста тест-растения.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали экстракты растений. Растения были выращены в гидропонной установке на базе Российского биотехнологического университета. Получено 3 типа экстракта данного растения: водный, водно-изопропиловый с концентрацией растворителя 70% и водно-глицериновый с концентрацией растворителя 50%. Для извлечения биологически активных веществ из *Coleus amboinicus* был применён метод мацерации – настаивания измельчённого растительного сырья при комнатной температуре. Для этого экстракты настаивались в течение 7 дней при температуре 25°С в тёмном помещении. Соотношение сырья и жидкости для всех 3-х экстрактов составило 1:10. Метод мацерации позволяет сохранить термолабильные соединения и воспроизводит условия домашнего применения лекарственного растения, что важно для оценки его реального терапевтического потенциала [4]. Также перед проведением опыта водно-изопропиловый экстракт подвергался выпариванию спирта на водной бане при температуре 78°С.

Оценку антимикробной активности полученных экстрактов шпороцветника ароматного проводили диск-диффузным методом. Проведение опыта основывалось на МУК 4.2 1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Методические указания» [5]. Выбор данного способа проверки противомикробных свойств экстрактов основывался на высокой воспроизводимости метода и его гибкости.

Использование данного метода оценки антимикробных свойств экстрактов шпороцветника ароматного основывалось на ранее проведённых исследованиях, которые подтвердили способность его экстрактов подавлять развитие различных микроорганизмов. Для проведения данного опыта было предложено проверить свойства экстрактов на примере *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. При ослаблении иммунной системы золотистый стафилококк вызывает ряд неблагоприятных заболеваний кожи, такие как фурункулы, карбункулы и т.д. В крайне тяжёлых случаях вызывает сепсис. Также возможно развитие пневмонии и пищевых отравлений с дальнейшими последствиями. Кишечная палочка, в свою очередь, тоже вызывает инфекции желудочно-кишечного тракта. Она является инициатором менингита, пневмонии и других заболеваний [2]. Именно поэтому для улучшения действия различных лекарств, лечебных кремов и мазей можно применять полезные в промышленности свойства *Coleus amboinicus*. Богатое флавоноидами, дубильными веществами, сапонинами и алкалоида-

ми растение смогло бы усилить антимикробное действие препаратов.

Для каждого микроорганизма было отобрано 3 чашки Петри, в каждую из которых вместе с микроорганизмами помещались капли растворов экстрактов шпороцветника в различных концентрациях. Для проверки антимикробного действия шпороцветника были предложены 3 различные концентрации растворов: 0,5%, 5% и 50%. Таким образом, в каждую чашку Петри после посева микроорганизмов помещали 5 бумажных дисков, которые затем пропитывали в 0,5%, 5%, 50% растворах каждого из экстрактов, первичных экстрактах и их растворителях. Такой схемой воспользовались для всех образцов, кроме чашек с добавлением водного экстракта, так как его растворителем являлась обычная вода.

Опыт, основанный на диск-диффузном методе, проводили в трёх повторностях. Таким образом, общее количество чашек Петри составило 18 штук: три – с *S. aureus* и водным экстрактом *C. amboinicus*, три – с *S. aureus* и водно-спиртовым экстрактом *C. amboinicus*, три – с *S. aureus* и водно-глицериновым экстрактом *C. amboinicus*, три – с *E. coli* и водным экстрактом *C. amboinicus,* три – *с E. coli* и водно-спиртовым экстрактом *C. amboinicus*, три – с *E. coli* и водно-глицериновым экстрактом *C. amboinicus*. Затем культуры помещали в термостат при температуре 38°С на 2 дня.

Биостимулирующие свойства шпороцветника ароматного проверялись путём замачивания на специальных минеральных ковриках в 3-х испытуемых экстрактах, которые затем помещали в пластиковые контейнеры. После этого в каждый контейнер добавляли семена тест-растений: горчица белая (*Sinapis alba*) и редька полевая (*Raphanus raphanistrum*). Для удобства проведения опыта все контейнеры с микрозеленью обозначались буквами: А – контрольный образец *Raphanus raphanistrum subsp. sativus* с добавлением дистиллированной воды, Б – образец *R. raphanistrum* с добавлением водного экстракта *C. amboinicus*, В – образец *R. raphanistrum* с добавлением водно-спиртового экстракта *C. amboinicus*, Г – образец *R. raphanistrum* с добавлением водно-глицеринового экстракта *C. amboinicus*, Д – контрольный образец *Sinapis alba* с добавлением дистиллированной воды, Е – образец *S. alba* с добавлением водного экстракта *C. amboinicus,* Ж – образец *S. alba* с добавлением водно-спиртового экстракта *C. amboinicus,* З – образец *S. alba* с добавлением водно-глицеринового экстракта *C. amboinicus.*

Результаты исследований. Оценку антимикробной активности проводили с помощью

Таблица 1 – Результаты диск-диффузного метода *S. aureus*

Наименование экстракта	Радиус зоны подавления культуры (мм)				
	Первичный Экстракт	50% концентрация	5% концентрация	0,5% концентрация	Растворитель
Водный	24,5±0,03	19,5±0,21	6,0±0,25	0	–
Водно-изопропиловый	21±0,12	17,0±0,50	6,0±0,10	0	16±1,13
Водно-глицериновый	15,5±0,25	15,0±0,01	0	0	0

Таблица 2 – Результаты диск-диффузного метода *E. coli*

Наименование экстракта	Радиус зоны подавления культуры (мм)				
	Первичный Экстракт	50% концентрация	5% концентрация	0,5% концентрация	Растворитель
Водный	25,5±0,20	18,0±0,32	3,5±0,10	0	–
Водно-изопропиловый	21,5±0,24	16,5±0,22	7,5±0,03	0	15,5±1,00
Водно-глицериновый	16,5±1,12	13,5±0,15	0,5±0,24	0	0

клинических рекомендаций Межрегиональной ассоциации по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии [6]. Зоны подавления измерялись линейкой. Результаты исследований отображены в таблицах 1 и 2.

Наиболее сильным антимикробным действием, по итогам исследования, обладал водный экстракт. Максимальная зона подавления составила 24,5 мм для *S. aureus*. Для *E. coli* максимальное значение оказалось 25,5 мм. Данные результаты показывают, что эти микроорганизмы обладают высокой чувствительностью к водному экстракту шпороцветника ароматного. Водно-изопропиловый экстракт показал средние значения антисептических свойств по сравнению с двумя другими экстрактами. Его замеры составили 21 мм для *S. aureus*. Для *E. coli* замеры показали значение 21,5 мм. Такие результаты можно ассоциировать со средней чувствительностью данных микроорганизмов к спиртовому экстракту шпороцветника. Водно-глицериновый экстракт показал наименее выраженные результаты. Самые большие зоны подавления при его использовании составили 15,5 мм и 16,5 мм для *S. aureus* и *E. coli* соответственно, что можно также отнести к средней чувствительности микроорганизмов.

Важно заметить, что все исследуемые экстракты *Coleus amboinicus* проявили наиболее сильный эффект при самых высоких концентрациях. Более того, водно-изопропиловый и водно-глицериновый экстракты показали лучшие результаты по сравнению со своими растворителями. Для детального представления результатов было предложено сравнить полученные значения с помощью гистограмм (рис. 1 и 2).

Благодаря представленным гистограммам можно заметить положительно возрастающую антисептическую способность всех 3-х экстрактов

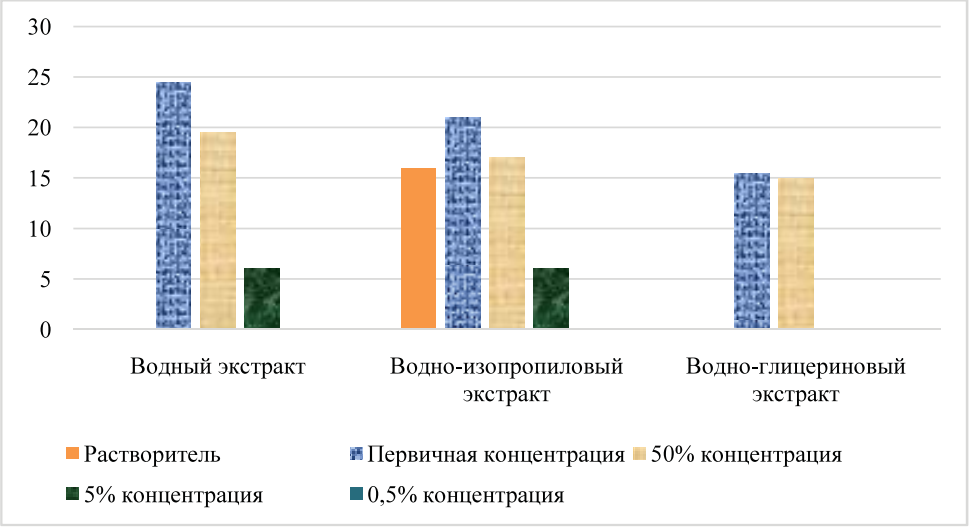

Рисунок 1 – Сравнительный анализ антибактериальной активности экстрактов *C. amboinicus* по отношению к *S. aureus*

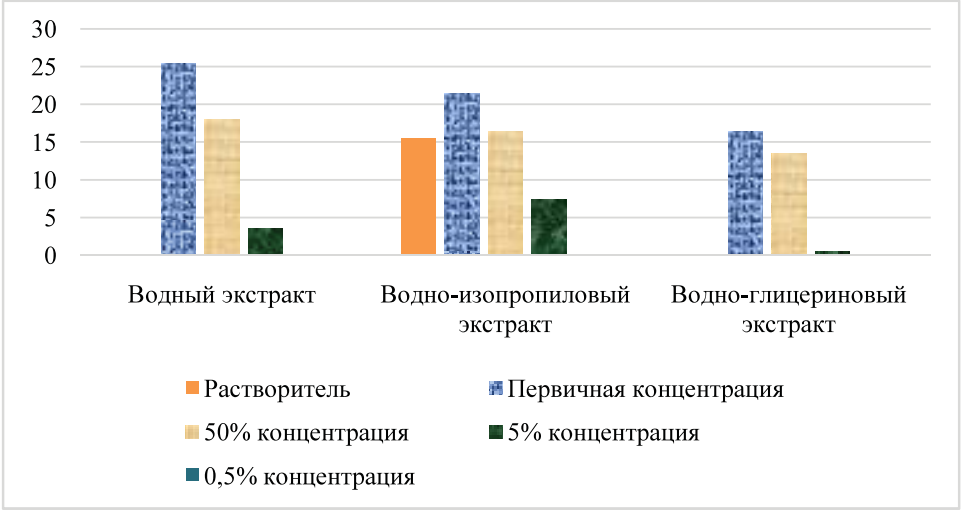

Рисунок 2 – Сравнительный анализ антибактериальной активности экстрактов *C. amboinicus* в отношении *E. coli*

Таблица 3 – Результаты всходов микрозелени

Показатель	Результаты исследования							
	R. raphanistrum				*S. alba*			
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Рост побега (точка 1), см	1,1	3,2	–	–	1,8	3,5	–	–
Рост побега (точка 2), см	3,2	4,9	–	–	2,5	4,5	–	–
Рост побега (точка 3), см	2,2	3,2	–	–	2,3	4	–	–
Масса всходов, г	6,1	5,5	–	–	10,2	15,3	–	–
Густота и дружность всходов	1	1	0	0	1	2	0	0

C. amboinicus от степени их концентрации в дистиллированной воде. Все испытуемые экстракты показывают наименьшие результаты при концентрации 0,5%, наибольшие – при первичных концентрациях.

Предпосевная обработка показала, что наибольший положительный эффект оказал водный экстракт шпороцветника в отношении горчицы белой (табл. 3).

Наблюдались достаточно густые, компактно произрастающие всходы, однако темпы роста ростков различались. Основная масса растения находилась на высоте 4 см. Вес составил 15,3 г. Данные показатели являются хорошими результатами роста за период 7 дней. Особенно хорошо можно проследить разницу в росте в сравнении с образцами, выросшими лишь с использованием дистиллированной воды, где средний рост всходов составил 2,2 см, а масса – 10,2 г. Для более детального сравнения показателей роста образцов создана гистограмма (рис. 3).

Как видно из гистограммы (рис. 3), водный экстракт *Coleus amboinicus* положительно влияет на рост микрозелени. Средние показатели разницы роста всходов составили 1,8 см для *Sinapsis alba* и 1,6 см – для *Raphanus raphanistrum subsp. sativus*, что может свидетельствовать о положительном влиянии этого экстракта на рост микрозелени.

Важно заметить, что образцы, к которым добавлялся водный экстракт, показали значительно большую резистентность к плесени. Такой вывод можно сделать в отношении обоих растений. Всходы без добавления экстракта значительно поражались плесенью. Можно говорить о том, что вещества, входящие в состав водного экстракта, положительно повлияли на проявление его антисептических свойств.

Однако, хотя и всходы дайкона с добавлением водного экстракта шпороцветника ароматного оказались более высокими, чем контрольные всходы, их вес и дружность показали худшие результаты. Можно говорить о том, что *Sinapis alba* – вид растений, более восприимчивый к биологически активным веществам шпороцветника.

В ходе проведения опыта было обнаружено, что водно-изопропиловый и водно-глицериновый экстракты не дали всходов микрозелени. Такому результату могли способствовать неподходящие pH экстрактов, осмолярность, различная растворимость веществ в этих растворителях, повреждение изопропиловым спиртом и глицерином экстрагированных биологически активных веществ, а также повышенная токсичность этих экстрактов за счёт слишком высокой концентрации химических соединений шпороцветника ароматного в них.

Выводы. Все экстракты *Coleus amboinicus* можно успешно использовать в промышленности

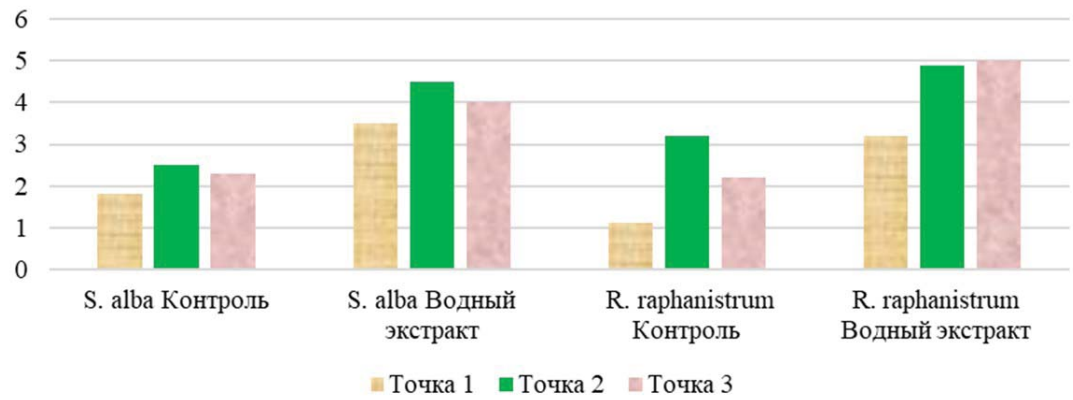

Рисунок 3 – Сравнения показателей роста *S. alba* и *R. raphanistrum*

с предпочтением в сторону именно водного. Такой экстракт будет оказывать наибольшее антисептическое действие по сравнению с двумя другими, хотя и все образцы могут проявлять положительный эффект в борьбе с микроорганизмами.

Водный экстракт шпороцветника обладает наибольшей эффективностью по этому показателю, что показывают наибольшие зоны подавления при использовании первичных и 50% концентрациях по сравнению с остальными двумя экстрактами. Таким образом, у *S. aureus* и *E. coli* наибольшая чувствительность наблюдается именно к водному экстракту данного растения. Водно-изопропиловый и водно-глицериновые экстракты в целом также демонстрируют достаточно хорошие показатели антисептических свойств. Чувствительность испытуемых микроорганизмов оказалась средней.

Благодаря полученным данным также можно сделать вывод о том, что водный экстракт *Coleus amboinicus* может быть использован в качестве биостимулятора для более эффективного выращивания микрозелени. Такой экстракт оказывает синергическое действие на всходы. Он ускоряет их рост и проявляет высокую антисептическую активность по отношению к плесени, которая в обычных условиях может значительно повлиять на конечное состояние растений.

Список источников

1. Ślusarczyk S., Cieślak A., Yanza Y. R. [et al.] Phytochemical Profile and Antioxidant Activities of *Coleus amboinicus* Lour. Cultivated in Indonesia and Poland // Molecules. 2021. Vol. 26, Is. 10. P. 2915. DOI 10.3390/molecules26102915.

2. Chiu Y.-J., Huang T.-H., Chiu C.-S. [et al.] Analgesic and Antiinflammatory Activities of the Aqueous Extract from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Both *In Vitro* and *In Vivo* // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2012. Vol. 2012, Is. 1. ID 508137. DOI 10.1155/2012/508137.

3. Arumugam G., Swamy M. K., Sinniah U. R. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Significance // Molecules. 2016. Vol. 21, Is. 4. P. 369. DOI 10.3390/molecules21040369.

4. Nephali L., Piater L. A., Dubery I. A. [et al.] Biostimulants for Plant Growth and Mitigation of Abiotic Stresses: A Metabolomics Perspective // Metabolites. 2020. № 10 (12). P. 505. DOI 10.3390/metabo10120505.

5. Семина Н. А., Сидоренко С. В., Резван С. П. [и др.] Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: метод. указания. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 91 с.

6. Белобородов Б. В., Гусаров В. Г., Дехнич А. В. [и др.] Диагностика и антимикробная терапия инфекций, вызванных полирезистентными микроорганизмами: методические рекомендации // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020. Т. 17, № 1. С. 52–83. DOI 10.21292/2078-5658-2020-17-1-52-83.

References

1. Ślusarczyk S., Cieślak A., Yanza Y. R. [et al.] Phytochemical Profile and Antioxidant Activities of *Coleus amboinicus* Lour. Cultivated in Indonesia and Poland // Molecules. 2021. Vol. 26, Is. 10. P. 2915. DOI 10.3390/molecules26102915.

2. Chiu Y.-J., Huang T.-H., Chiu C.-S. [et al.] Analgesic and Antiinflammatory Activities of the Aqueous Extract from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Both *In Vitro* and *In Vivo* // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2012. Vol. 2012, Is. 1. ID 508137. DOI 10.1155/2012/508137.

3. Arumugam G., Swamy M. K., Sinniah U. R. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Significance // Molecules. 2016. Vol. 21, Is. 4. P. 369. DOI 10.3390/molecules21040369.

4. Nephali L., Piater L. A., Dubery I. A. [et al.] Biostimulants for Plant Growth and Mitigation of Abiotic Stresses: A Metabolomics Perspective // Metabolites. 2020. № 10 (12). P. 505. DOI 10.3390/metabo10120505.

5. Semina N. A., Sidorenko S. V., Rezvan S. P. [i dr.] Opredelenie chuvstvitel'nosti mikroorganizmov k antibakterial'nym preparatam: metod. ukazaniya. M. : Federal'nyj centr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. 91 s.

6. Beloborodov B. V., Gusarov V. G., Dekhnich A. V. [i dr.] Diagnostika i antimikrobnaya terapiya infekcij, vyzvannyh polirezistentnymi mikroorganizmami: metodicheskie rekomendacii // Vestnik anesteziologii i reanimatologii. 2020. T. 17, № 1. S. 52–83. DOI 10.21292/2078-5658-2020-17-1-52-83.

Сведения об авторах

Аделя Саметовна Баймухамбетова – кандидат химических наук, доцент кафедры биоэкологии и биологической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», spin-код:6924-2105.

Павел Борисович Федосеев – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)».
Марина Вячеславовна Степанова – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биоэкологии и биологической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», spin-код: 1521-3593.

Information about the authors
Adelya S. Baimukhambetova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Bioecology and Biological Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", spin-code: 6924-2105.
Pavel B. Fedoseev – student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University".
Marina V. Stepanova – Doctor of Biological Sciences, Docent, Head of the Department of Bioecology and Biological Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", spin-code: 1521-3593.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.