

**ПАТОГЕННАЯ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННАЯ МИКРОФЛОРА В ПОЧВАХ ЛЕСОВ  
ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, МЕСТАХ СБОРА ALLIUM URSINUM (L.)**

**Бисултанова Зарина Руслановна (с), Бисултанова Зура Исановна (b),  
Джамбетова Петимат Махмудовна (a)**

- (a) Комплексный научно - исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, лаборатория эколога-генетического мониторинга живых систем, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, [Petimat-ig@rambler.ru](mailto:Petimat-ig@rambler.ru), г.Грозный
- (b) Чеченский государственный университет им.А.А.Кадырова, ст.преподаватель кафедры клеточной биологии, морфологии и микробиологии, [zura\\_sun@mail.ru](mailto:zura_sun@mail.ru), г.Грозный
- (c) Чеченский государственный университет им.А.А.Кадырова, научный сотрудник Центра коллективного пользования, г.Грозный

**Аннотация.** Проведен мониторинг микробного загрязнения почв в местах активного сбора *Allium ursinum* (L.) в лесных массивах в 6 локациях Чеченской Республики. С использованием микробиологических методов выявлено 15 видов патогенной и условно-патогенной микрофлоры человека в почвах лесов. Полученные данные позволяют сделать вывод о необходимости скрининга лесных почв, который является ценным инструментом для оценки экологического и санитарного состояния почвы.

**Ключевые слова.** Микрофлора почв, патогенная микрофлора, условно-патогенные микроорганизмы, мониторинг лесной почвы.

**PREVALENCE OF PATHOGENIC AND OPPORTUNISTIC MICROFLORA IN FOREST SOILS OF THE CHECHEN REPUBLIC**

**Dzhambetova Petimat Makhmudovna (a) Bisultanova Zura Isanovna (b),  
Bisultanova Zarina Ruslanovna (c)**

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Ecological and Genetic Monitoring of Living Systems, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, [Petimat-ig@rambler.ru](mailto:Petimat-ig@rambler.ru), Grozny
- (b) A.A. Kadyrov Chechen State University, Senior Lecturer of the Department of Cell Biology, Morphology and Microbiology, [zura\\_sun@mail.ru](mailto:zura_sun@mail.ru), Grozny
- (c) A.A. Kadyrov Chechen State University, Researcher of the Center for Collective Use, Grozny

**Abstract.** Monitoring of microbial contamination of soils was carried out in places of active collection of *Allium ursinum* (L.) in forest areas in 6 locations of the Chechen Republic. Using microbiological methods, 15 species of pathogenic and opportunistic human microflora were

identified in forest soils. The data obtained allow us to conclude that forest soil screening is necessary, which is a valuable tool for assessing the ecological and sanitary state of the soil.

**Keywords.** Soil microflora, pathogenic microflora, opportunistic microorganisms, monitoring of forest soil.

## ВВЕДЕНИЕ

Леса Чеченской Республики являются землями смешанного использования, которые способствуют отдыху и хозяйственной деятельности людей, выпасу крупного рогатого скота. В последние годы, в связи с развитием туризма, увеличилось количество мест отдыха и время, когда общественные земли используются для отдыха людьми. Кроме того, леса ЧР являются местом активного сбора дикого чеснока (*Allium ursinum* (L.)) и различных лекарственных растений. Однако чрезмерное использование людьми или крупным рогатым скотом может привести к загрязнению лесных почв. Почвы могут служить резервуаром для различных условно-патогенных микроорганизмов, которые создают высокий риск для здоровья человека. В ряде исследований подчеркивалась роль животных в распространении патогенов [7]. Другие исследования указывают на значительную связь между плотностью населения и загрязнением окружающей среды [11]. Однако один экологический резервуар может быть загрязнен различными источниками, передаваемыми несколькими взаимодействующими путями [19]. Учитывая актуальность и частое использование лесных территорий становится очевидным, что в дополнение к необходимости поддержания качества рекреационных вод, также необходимо учитывать качество почв лесов. Тогда как большинство исследований, в основном, сосредоточено на исследовании бактериологического качества воды в водоемах и патогенов сельскохозяйственных почв. Почвенные патогены рассматриваются как одно из биологических загрязнений, которые представляют потенциальную угрозу функционированию почвенных экосистем, здоровью растений, продовольственной безопасности и здоровью человека [6; 10; 22]. Вместе с тем, лесные почвы могут содержать не только сапротрофные микроорганизмы, но и условно-патогенные и патогенные виды микроорганизмов, с которыми человек может легко вступать в контакт. Таким образом, целью данного исследования явился анализ микробного загрязнения лесных почв Чеченской Республики в местах активного сбора медвежьего лука (*Allium ursinum* (L.)).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Почвы отобраны из смешанных лесов четырех районов ЧР: Грозненский, Серноводский, Ножай-Юртовский и Шелковской в местах произрастания дикого чеснока (*Allium ursinum*) (рис. 1). Отбор почвы проводили согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 [8].

Микробиологический анализ и видовая идентификация. Состав почвенных микроорганизмов были изучен методом поверхностного нанесения на твердые питательные среды. Пробы почв заливали стерильной водой до получения разведения 1:1000. Полученные суспензии засеивали на чашки Петри на поверхность плотного агара в трех повторностях. Чашки Петри инкубировали при температуре 25°C в течении 10 суток. Идентификацию бактерий проводили с помощью бактериологического полуавтоматического анализатора Beckman Coulter AutoScan 4 Microscan с использованием тест-систем Микро-Ла-Тест в формате 96-луночных планшетов. Для этого из выращенных бактериальных колоний на чашках Петри готовили рабочие суспензии на 96-луночных планшетах по инструкции производителя.



**Рисунок 1. Места сбора образцов почвы для исследования условно-патогенной микрофлоры.**

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Нами был проведен мониторинг микробного загрязнения почв, отобранных из наиболее распространённых мест сбора *Allium ursinum* (L.) в нескольких районах Чеченской Республики (Ачхой-Мартановский, Грозненский, Ножай-Юртовский, Шелковской) (рис.1). Результаты исследования микрофлоры почвы в шести точках смешанных лесов на территории Чеченской Республики представлены в таблице 1.

В результате проведенного исследования во всех отобранных экологических зонах были обнаружены свидетельства загрязнения патогенными и условно-патогенными микробами, происхождение которых связано с животными и человеком.

В целом было идентифицировано 13 видов, в том числе 4 вида рода *Staphylococcus* семейства *Staphylococcaceae* (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. schleiferi*, *S. sciuri*), 2 вида рода *Cedecea* (*C. davisae* и *C. neteri*) и рода *Enterobacter* (*E. cloacae*) семейства *Enterobacteriaceae*, 2 вида рода *Chryseobacterium* (*C. indologenes*, *C. meningosepticum*), 2 вида рода *Vibrio* семейства *Vibrionaceae* (*V. alginolyticus*, *V. cholerae*), *Proteus vulgaris* семейства *Morganellaceae* и *Yersinia pseudotuberculosis* семейства *Yersiniaceae*.

**Таблица 1.**

**Бактерии, идентифицированные в верхних слоях почв лесов ЧР, местах сбора черемши**

№	Место отбора почв*	Виды микрофлоры, обнаруженные в почвах
1	Шовхал-Берды	<i>Chryseobacterium meningosepticum</i>

		<i>Staphylococcus aureus</i>
2	Трасса «Кавказ» 618 км	<i>Staphylococcus sciuri</i> <i>Chryseobacterium meningosepticum</i> <i>Enterobacter cloacae</i>
3	Бамут	<i>Staphylococcus schleiferi</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Chryseobacterium meningosepticum</i> <i>Vibrio alginolyticus</i>
4	Виноградное	<i>Chryseobacterium meningosepticum</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus schleiferi</i> <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> <i>Cedecea neteri</i> <i>Proteus vulgaris</i>
5	Старая Сунжа	<i>Staphylococcus schleiferi</i> <i>Staphylococcus** sciuri</i> <i>Chryseobacterium meningosepticum</i> <i>Enterobacter cloacae</i>
6	Петропавловский лес	<i>Staphylococcus sciuri</i> <i>Staphylococcus schleiferi</i> <i>Cedecea davisae</i> <i>Chryseobacterium indologenes</i> <i>Vibrio cholerae</i>

\*лес рядом с населенными пунктами в таблице.

\*\* На основании недавнего присвоения бактерии группы *Staphylococcus sciuri* были классифицированы как виды *Mammaliicoccus* (*Mammaliicoccus sciuri*) [Madhaiyan M. 2020].

Выделенные изоляты были сгруппированы в несколько категорий. Категории включали адаптированные к хозяину (*Streptococcus sanguinis*, *S. aureus*, *S. epidermidis*), условно-патогенные и патогенные (*Chryseobacterium indologenes*, *Chryseobacterium meningosepticum*, *Staphylococcus schleiferi*, *Proteus vulgaris*, *Cedecea davisae*, *Cedecea neteri*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Vibrio cholerae*) и экологические (*Mammaliicoccus sciuri*).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Почвы могут служить резервуаром для различных микроорганизмов, в том числе для патогенов. Патогенные бактерии (даже антропозоозы) переносятся в экскрементах и другом биологических материале (моче, слюне и т.д.) человека и животных, которые попадают в поверхностные воды и почву после поверхностного стока и просачиваются/инфильтруются после выпадения осадков, нанося значительный вред здоровью человека [17]. Фекальные патогены, потенциально присутствующие в окружающей среде, могут оказаться большим риском для здоровья человека, особенно для людей с ослабленной иммунной системой. При попадании в окружающую среду они могут сохраняться в течение длительного времени; даже если их концентрация низкая, эти патогены все равно могут считаться вредными для здоровья человека, поскольку некоторые из патогенов имеют низкие инфекционные дозы [19]. Контакт с загрязненной почвой кожным путем, при слу-

чайном попадании в рот может вызывать кишечные инфекции, паразитарные и кожные заболевания, а также обострение аллергии, оказывая глубокое воздействие на качество жизни населения [9].

Из-за многочисленных возможностей прямого контакта с почвой, люди, занимающиеся сбором черемши, имеет высокий риск заражения почвенными патогенами. Лук медвежий (черемша) *Allium ursinum* (L.) - многолетнее травянистое луковичное растение семейства луковые *Alliaceae* [1]. Леса Чеченской Республики являются естественным ареалом медвежьего лука, который как ценное пищевое и лекарственное растение усиленно эксплуатируется по всему ареалу, производятся массовые сезонные сборы луковиц и листьев. Нами был проведен мониторинг микробного загрязнения почв, отобранных из наиболее распространённых мест сбора *Allium ursinum* (L.). В результате проведенного исследования во всех отобранных экологических зонах были обнаружены свидетельства загрязнения патогенными и условно-патогенными микробами, происхождение которых связано с животными и человеком.

В лесных почвах окраины села Виноградное (Грозненский район) обнаружена *Yersinia pseudotuberculosis*, который является энтеропатогенным видом, вызывающим заболевание - иерсиниоз. *Y. pseudotuberculosis* имеет разнообразный спектр хозяев. Это не только патоген человека, но и может поражать домашний скот, а также животных в зоопарках и диких животных. Распространение *Y. enterocolitica* тесно связано со свиньями, что указывает на то, что источником данного микроба могут являться дикие кабаны. На этот источник указывает исследование немецких ученых, которые обнаружили, что у диких кабанов на северо-востоке Германии существуют штаммы *Y. pseudotuberculosis*, которые могут представлять опасность для человека [15].

За исключением почвы из Петропавловского лесопитомника во всех остальных почвах из условно-патогенной микрофлоры были обнаружены представители рода *Chryseobacterium*: *Chryseobacterium meningosepticum* и *Chryseobacterium indologenes*. *Elizabethkingia meningoseptica* (*Chryseobacterium meningosepticum*), ранее известная как *Flavobacterium meningosepticum*, палочковидная грамотрицательная бактерия, широко распространена в природе (например, в воде, растениях и почве). *E. meningoseptica* является редким патогеном, вызывающим неонатальный менингит, пневмонию, бактериемию, сепсис, инфекции мягких тканей и другие инфекции, в первую очередь у пациентов с ослабленным иммунитетом [3]. *Chryseobacterium indologenes* напротив широко распространена в окружающей среде. Эта аэробная грамотрицательная, не образующая спор, неподвижная, с желтой пигментацией бактерия, является клинически значимым микроорганизмом, *Chryseobacterium indologenes* является одним из важнейших возбудителей инфекций у людей, а также важным условно-патогенным микроорганизмом животных, включая домашний скот и птицу, и некоторых водных животных, в том числе краба и *P. sinensis*. Бактерия вызывает серьезные заболевания и повреждения на сельскохозяйственных фермах и обладает множественной лекарственной устойчивостью [21].

Другим распространенным в исследованных почвах видом микроорганизмов явился *Staphylococcus schleiferi*, который известен как ветеринарный патоген. Ранее он наряду с *Staphylococcus coagulans* был классифицирован как подвид семейства *Staphylococcus schleiferi*: подвиды *schleiferi* и *Staphylococcus schleiferi. coagulans*, соответственно. Недавно классифицированы как отдельные виды. Исследования показали, что *S. schleiferi* и *S. coagulans* разошлись и, возможно, адаптировались к разным хозяевам [Sewid АН, Kania

SA. 2024]. *Staphylococcus schleiferi* и *Staphylococcus coagulans* являются условно-патогенными микроорганизмами животных и человека. *S. coagulans*, часто ассоциируется с собаками, тогда как *S. schleiferi* чаще выделяется у людей. Бактерия *S. schleiferi* считается коагулазонегативным патогеном человека, ответственным за инфекции в местах операций и ранах, детский менингит, эндокардит, остеомиелит и бактериемию, связанную с устройством.

Несколько видов идентифицированных бактерий принадлежали семейству Enterobacteriaceae. В образцах почв, отобранных вблизи трассы «Кавказ», определен вид *Enterobacter cloacae* (*E. cloacae*), который является разновидностью условно-патогенного микроорганизма в кишечнике. Малоизученная грамотрицательная бактерия *E. cloacae* довольно распространенный патоген в природе, встречаются в почве, пресных и сточных водах, на растениях, в фекалиях человека и животных. Известно, что *Enterobacter cloacae* вызывает тяжелые инфекции мочевыводящих путей и легких (ИМП) [5].

Как и другие роды семейства Enterobacteriaceae, виды *Cedecsea* широко распространены в водной и почвенной средах, а также связаны с растениями, насекомыми, микробиомом кишечника человека и животными [11]. Род *Cedecsea* включает грамотрицательные, факультативно анаэробные бациллы, которые являются неспорулирующими и ферментативными. В почвах лесного массива вдоль Петропавловского шоссе и окрестностей села Виноградное ЧР были обнаружены два представителя этого рода: *Cedecsea davisae* и *Cedecsea neteri*, которые имеют документально подтвержденную клиническую значимость у человека и в совокупности вызывают такие разнообразные острые инфекции, как пневмония, бактериемия, кожные язвы и язвы полости рта и перитонит, связанный с диализом [18].

Холерный вибрион - неинвазивный кишечный патоген, колонизирующий тонкий кишечник и вырабатывающий холерный токсин, вызывающий тяжелую секреторную диарею с двойным образом жизни, большую часть своего существования проводящий в водной среде. [2; 4]. Чтобы быть успешным патогеном человека, *V. cholerae* эволюционировал, адаптируясь к различным экологическим вызовам, с которыми сталкиваются как при персистенции в окружающей среде, так и при заражении людей-хозяев. У *V. cholerae* две системы биогенеза *pilus* в значительной степени определяют способность организма переходить из водной среды обитания в среду хозяина; они играют разные роли при переходе между двумя условиями жизни [20].

## ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные результаты показывают, что в почвах смешанных лесов в различных районах Чеченской Республики могут встречаться патогенные и условно-патогенные бактерии. На наш взгляд, решающую роль в микробном загрязнении почвы патогенной и условно-патогенной микрофлорой играют выпас крупного рогатого скота, а также отдых и деятельность человека. Полученные данные позволяют сделать предварительное предложение о необходимости скрининга лесных почв, который мог бы стать ценным инструментом для оценки экологического состояния почвы. Признавая, что почвы страдают от загрязнения, это исследование показывает важность мониторинга почв во избежание проблем со здоровьем населения. Здоровая почва является основой здоровья человека [14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Манукян КА, Айрапетова А Ю, Вдовенко-Мартынова НН, Ширшова ТИ. Определение показателей подлинности и доброкачественности лекарственного растительного сырья – листьев лука медвежьего. / Известия Самарского научного центра РАН, vol. 17, №5-2, 2015. С. 601-605.
2. Меньшикова Е. А., Курбатова Е. М., Миронова А. В. Общие представления об экологии холерных вибрионов. //Ветеринарная патология, № 3 (57), 2016, с. 23-30.
3. Aldoghaim FS, Kaabia N, Alyami AM, Alqasim MA et al. Elizabethkingia meningoseptica (Chryseobacterium meningosepticum) bacteraemia: a series of 12 cases at Prince Sultan Military Medical City KSA. New Microbes New Infect. 2019 Oct 25;32:100617. doi: 10.1016/j.nmni.2019.100617.
4. Bina XR, Bina JE. Vibrio cholerae RND efflux systems: mediators of stress responses, colonization and pathogenesis. Front Cell Infect Microbiol. 2023 May 15;13:1203487. doi: 10.3389/fcimb.2023.1203487.
5. Frutos-Grilo E, Kreling V, Hensel A, Campoy S. Host-pathogen interaction: Enterobacter cloacae exerts different adhesion and invasion capacities against different host cell types. PLoS One. 2023 Oct 24;18(10):e0289334. doi: 10.1371/journal.pone.0289334.
6. Harwood V.J., Staley C., Badgley B.D., Borges K., Korajkic A. Microbial source tracking markers for detection of fecal contamination in environmental waters: relationships between pathogens and human health outcomes FEMS Microbiol. Rev., 38 (1) 2014, pp. 1-40
7. Holcomb DA, Knee J, Sumner T, Adriano Z, de Bruijn E, Nalá R, Cumming O, Brown J, Stewart JR. Human fecal contamination of water, soil, and surfaces in households sharing poor-quality sanitation facilities in Maputo, Mozambique. Int J Hyg Environ Health. 2020 May;226:113496. doi: 10.1016/j.ijheh.2020.113496.
8. <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294849/4294849589.htm>
9. Iwu CD, Okoh AI. Preharvest Transmission Routes of Fresh Produce Associated Bacterial Pathogens with Outbreak Potentials: A Review. Int J Environ Res Public Health. 2019 Nov 11;16(22):4407. doi: 10.3390/ijerph16224407.
10. Li M, Chen L, Zhao F, Tang J, Bu Q, Feng Q, Yang L. An innovative risk evaluation method on soil pathogens in urban-rural ecosystem. J Hazard Mater. 2023 Oct 5;459:132286. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.132286.
11. Liu YR, van der Heijden MGA, Riedo J, Sanz-Lazaro C, Eldridge DJ, Bastida F et al. Soil contamination in nearby natural areas mirrors that in urban greenspaces worldwide. Nat Commun. 2023 Mar 27;14(1):1706. doi: 10.1038/s41467-023-37428-6.
12. Liu ZL, Zhou S, Zhang W, Wu S, Chen X, Wang X, Hu H, Chen Q. First report of Cedecea neteri Causing Yellow rot Disease in Pleurotus pulmonarius in China. Plant Dis. 2020 Nov 3. doi: 10.1094/PDIS-09-20-1886-PDN.
13. Madhaiyan M, Wirth JS, Saravanan VS. Phylogenomic analyses of the Staphylococcaceae family suggest the reclassification of five species within the genus Staphylococcus as heterotypic synonyms, the promotion of five subspecies to novel species, the taxonomic reassignment of five Staphylococcus species to Mammaliicoccus gen. nov., and the formal assignment of Nosocomiicoccus to the family Staphylococcaceae. Int J Syst Evol Microbiol. 2020 Nov;70(11):5926-5936. doi: 10.1099/ijsem.0.004498.

14. Münzel T, Hahad O, Daiber A, Landrigan PJ. Soil and water pollution and human health: what should cardiologists worry about? *Cardiovasc Res.* 2023 Mar 31;119(2):440-449. doi: 10.1093/cvr/cvac082.
15. Reinhardt M, Hammerl JA, Kunz K, Barac A, Nöckler K, Hertwig S. *Yersinia pseudotuberculosis* Prevalence and Diversity in Wild Boars in Northeast Germany. *Appl Environ Microbiol.* 2018 Aug 31;84(18):e00675-18. doi: 10.1128/AEM.00675-18.
16. Sewid AH, Kania SA. Distinguishing characteristics of *Staphylococcus schleiferi* and *Staphylococcus coagulans* of human and canine origin. *PLoS One.* 2024 Feb 8;19(2):e0296850. doi: 10.1371/journal.pone.0296850.
17. Shang Z, Wang Y, An M, Chen X, Kulyar MF, Tan Z, Liu S, Li K. The successional trajectory of bacterial and fungal communities in soil are fabricated by yaks' excrement contamination in plateau, China. *Front Microbiol.* 2022 Nov 17;13:1016852. doi: 10.3389/fmicb.2022.1016852.
18. Thompson DK, Sharkady SM. Genomic Insights into Drug Resistance Determinants in *Cedecea neteri*, A Rare Opportunistic Pathogen. *Microorganisms.* 2021 Aug 15;9(8):1741. doi: 10.3390/microorganisms9081741.
19. Valério E, Santos ML, Teixeira P, Matias R, Mendonça J, Ahmed W, Brandão J. Microbial Source Tracking as a Method of Determination of Beach Sand Contamination. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jun 28;19(13):7934. doi: 10.3390/ijerph19137934
20. Weil AA, Becker RL, Harris JB. *Vibrio cholerae* at the Intersection of Immunity and the Microbiome. *mSphere.* 2019 Nov 27;4(6):e00597-19. doi: 10.1128/mSphere.00597-19.
21. Xing Y, Xue M, Xiao Z, Hu X, Zhai J, Zhang C, Jiang N, Fan Y, Meng Y, Zhou Y. Isolation and identification of *Chryseobacterium indologenes* and its pathological changes in *Pelodiscus sinensis*. *J Fish Dis.* 2024 Jan;47(1):e13864. doi: 10.1111/jfd.13864.
22. Xue J, Feng Y. Comparison of microbial source tracking efficacy for detection of cattle fecal contamination by quantitative PCR. *Sci Total Environ.* 2019 Oct 10;686:1104-1112. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.091.