Дата публикации: 01.09.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_25
УДК 613.1(470.63)

Publication date: 01.09.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_25
UDC 613.1(470.63)

АНАЛИЗ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ОЦЕНКА ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ ФИТОАЭРОТЕРАПИИ

В.Ф. Репс[1,2], К.Г. Репс[1]

[1]Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», г. Пятигорск, Россия

[2]Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пятигорск, Россия

Аннотация. Литературный аналитический обзор посвящен вопросам системной оценки рекреационного потенциала лесных насаждений для научного обоснования диверсификации оздоровительных услуг в структуре реабилитации и профилактики различных заболеваний и возможности использования природной фитоаэронизации в санаторно-курортном комплексе. Особое внимание уделено роли лесных насаждений и других факторов окружающей среды в образовании и стабильности отрицательных аэроионов в приземном слое атмосферы, а также анализу влияния лесных прогулок на формирование неспецифической резистентности к стрессорным нагрузкам.

Ключевые слова: лесные насаждения, природные лечебные курортные факторы, аэроионизация, профилактика, реабилитация.

ANALYSIS OF THE RECREATIONAL POTENTIAL OF FOREST PLANTATIONS AND EVALUATION OF THE THERAPEUTIC AND PREVENTIVE PROPERTIES OF INDIVIDUAL COMPONENTS OF NATURAL PHYTOAEROTHERAPY

V.F. Reps[1,2], K.G. Reps[1]

[1]Pyatigorsk State Research Institute of Balneology – branch of the FSBI “Federal Scientific and Clinical Center for Medical Rehabilitation and Balneology of the FMBA”, Pyatigorsk, Russia

[2]Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia

Annotation. The literature analytical review is devoted to the issues of a systematic assessment of the recreational potential of forest plantations for the scientific justification of the expansion of health services in the structure of rehabilitation and prevention of various diseases and the possibility of using natural phytoaeronization in the sanatorium-resort complex. Special attention is paid to the role of forest plantations and other environmental factors in the formation and stability of negative air ions in the surface layer of the atmosphere, as well as to the analysis of the influence of forest walks on the nonspecific resistance to stress loads.

Keywords: forest plantations, natural therapeutic resort factors, aeroionization, prevention, rehabilitation.

Введение. Профилактика респираторных заболеваний, повышение неспецифической резистентности к инфекциям, вызывающим заболевания дыхательной системы, актуально в связи с переходом к технологиям здоровьесбережения за счёт рационального использования природных лечебных ресурсов.

В связи с этим необходима системная оценка рекреационного потенциала курортных факторов, в первую очередь – лесных насаждений, находящихся в зоне

размещения санаторно-курортных комплексов. При этом важен анализ механизмов взаимного влияния отдельных компонентов природных лечебных факторов в зависимости от изменяющихся факторов окружающей среды, сезонности, климата и ландшафта [1-3].

В настоящее время актуально расширение рекомендаций по климатолечению, природной фитоаэротерапии и ландшафтотерапии в структуре медицинских технологий профилактического и восстановительного лечения профессионально обусловленных заболеваний у контингентов, обслуживаемых ФМБА России.

Цель исследования: анализ рекреационного потенциала лесных насаждений и лечебно-профилактических свойств отдельных компонентов климатотерапии для разработки перспективных направлений развития санаторно-курортных комплексов.

Методы и организация исследования. Проведен анализ научных публикаций по данным электронных баз PubMed, Web of Science, e-Library с учетом критериев оценки роли лесных насаждений в образовании отрицательных аэроионов, механизма действия отдельных компонентов курортных лечебных факторов в структуре климатотерапии. Условием поиска были предусмотрены фильтры электронных публикаций, которые включали полный текст, мета-анализ, рандомизированные контролируемые исследования аэронизации приземного слоя атмосферы и влияния на нее факторов окружающей среды (температуры, сезонности).

Использованы следующие ключевые слова для идентификации публикаций на русском и английском языках: лесные насаждения, отрицательные аэроионы, природные курортные факторы, профилактическое и восстановительное лечение с использованием лесных насаждений, improvement of negative air ions concentration by plants, the response of negative air ions to environmental factors, negative air ions and their effects on human health.

Результаты исследования и их обсуждение. Отрицательные аэроионы (ОАИ), наряду с фитонцидами, являются одними из основных компонентов природной аэрофитотерапии [3, 5]. Образование отрицательно заряженных ионов воздуха сложный процесс и зависит от многих факторов, в том числе от состава антропогенного аэрозоля природного и антропогенного происхождения. По структуре атмосферные отрицательные ионы также включают дополнительные ионы, такие как OH^-, NO_2^-, HCO_3^- и их водные кластеры [5].

При анализе распределения ОАИ в приземном слое атмосферы в научных исследованиях на территории Китая отмечается, что концентрация положительных и отрицательных ионов увеличивается в зависимости от расстояния от почвенной поверхности. При анализе результатов по 21 пробным площадкам показано, что наибольшая концентрация положительных и отрицательных ионов регистрируется на расстоянии 1,5 м от Земли. После множественных сравнений было установлено, что приземная растительность (газоны) оказывают слабые влияния на концентрацию в воздухе ОАИ по сравнению с лесными насаждениями [5].

Лесные насаждения в природе и городской среде являются основным непрерывным природным источником ОАИ. Значительно различается влияние на концентрацию ОАИ различных пород лесных насаждений, морфологической структуры леса, возраста деревьев, соотношения деревьев и кустарников. Так, были определены очевидные различия в концентрации ОАИ при различных режимах озеленения, которые характеризуются высотой деревьев над кустарниками, кустарниками над газонами и газонами над землей [6-7].

Пространственно-временные закономерности влияния отдельных факторов на концентрацию ОАИ в течение года зависит от места отбора проб в лесах и на открытых пространствах. Согласно результатам исследований 15 лесопарков в Шанхае, отмечено, что при анализе годовой динамики концентраций отрицательно заряженных аэроионов регистрируются пиковые значения с июня по октябрь и минимальные значения с

декабря по январь. Концентрации ОАИ были самыми высокими летом и осенью, средними весной и самыми низкими зимой. Для открытых пространств общее количество взвешенных частиц в структуре аэрозоля было доминирующим определяющим фактором влияния на концентрацию ОАИ летом, а температура воздуха и влажность воздуха были доминирующими определяющими факторами влияния на их концентрацию весной [6].

Синергетический механизм леса как основного стабильного источника образования ОАИ относительно сложен и не может быть представлен простой линейной зависимостью. Широко признано, что образование отрицательного иона воздуха регулируется фотосинтезом растений. Однако их количественная взаимосвязь редко подтверждалась. В недавнем исследовании по влиянию интенсивности фотосинтеза на образование ОАИ были измерены характеристики, связанные с фотосинтезом растений (включая фотосинтез, зависящий от площади листа, скорость транспирации, проводимости устьиц, скорости переноса фотосинтетических электронов), и показано, что концентрация ОАИ в лесу зависит от площади листа [8].

КУИ – коэффициенты униполярности ионов (соотношение концентраций положительных и отрицательных ионов) – хвойных и широколиственных лесных насаждений схожи и на 70,7% выше, чем значения КУИ на открытых пространствах (газоны). Было показано, что КУИ имеет значимую положительную корреляцию с концентрацией отрицательных ионов в воздухе, а также значимую положительную корреляцию с «листовым индексом» лесной экосистемы, и не зависит от диаметра и высоты деревьев преобладающей породы лесного сообщества. Установлено, что концентрация ОАИ наиболее высока на стадии листообразования [5].

Влияние условий окружающей среды на образование ОАИ очень изменчиво и многомерно, поскольку между переменными существует очень сложная нелинейная связь. Метеорологические и климатические факторы, влияющие на ОАИ, сложны и изменчивы, а также ограничены множеством других факторов окружающей среды, таких как лесной покров, воздушный поток, адсорбция частиц аэрозоля и ландшафт.

В сезонной динамике концентрация ОАИ в целом выше летом и осенью, чем зимой и весной. Сезонные изменения в разных регионах не вполне постоянны, что может быть вызвано различиями в их географическом расположении и погоде в наблюдаемых районах. Влияние метеорологических факторов на концентрацию ОАИ очень сложное. Например, было обнаружено, что концентрация ОАИ низкая в солнечные дни с продолжительным световым днем и высокая в дни со слабым ветром или грозой; в туманные дни концентрация ОАИ в городе низкая, а в лесу высокая. Скорость ветра влияет на концентрацию ОАИ, влияя на скорость миграции ОАИ. Солнечный свет влияет на концентрацию ОАИ, влияя на скорость и интенсивность фотосинтеза. При совместном воздействии нескольких метеорологических факторов концентрация ОАИ может сильно колебаться [5, 9].

Было обнаружено, что температура является всеобъемлющим фактором, влияющим на концентрацию ОАИ, но на нее также влияют влажность воздуха, скорость диффузии газовых загрязнителей и интенсивность фотосинтеза растений. В исследовании Sichen Tao с соавторами (2023) анализируются результаты спутниковых биогеофизических параметров климата, топографии, качества воздуха, растительности и антропогенной нагрузки с целью использования этих данных для оценки и ежедневного мониторирования уровня ОАИ и их анализа с помощью модели Random Forest.

Регистрируется, что среди разных сезонов лето и зима имеют самые высокие и самые низкие значения ОАИ соответственно [10].

Относительная влажность может влиять на ионизацию воздуха и регулировать образование ОАИ за счет изменения степени раскрытия устьиц листьев растений [7].

В зависимости от обследуемого региона могут отличаться суточные и сезонные колебания концентрации ОАИ. Так, ряд современных исследователей обнаружили, что суточная динамика концентрации ОАИ показывает бимодальную кривую. Пиковые концентрации обычно приходились на раннее утро (5:00-7:00) и вторую половину дня (15:00-17:00), а самые низкие концентрации обычно приходились на полдень (11:00-13:00). В месячном масштабе концентрации ОАИ были относительно высокими в феврале и августе и низкими в мае и декабре, а в сезонном масштабе концентрация ОАИ летом была значительно выше, чем в другие сезоны. Осенью отмечалось вторая по величине концентрация ОАИ. Не было никакой существенной разницы в концентрации ОАИ между зимой и весной [11].

Отрицательные аэроионы не только являются важным показателем для измерения чистоты воздуха, но и играют важную роль в нормализации психологических и физиологических функций человеческого организма. Следует отметить, что в последние годы опубликовано большое количество работ китайских и японских ученых по оценке ОАИ как основного компонента рекреационного потенциала лесных насаждений в структуре первичной профилактики и реабилитационного лечения различных заболеваний [11-13].

Учеными Китая и Японии в течение нескольких лет были проведены систематические исследования по изучению динамики концентрации ОАИ в атмосфере [9, 14] и их лечебно-профилактических эффектах. Заслуживает внимание работа по оценке влияния природной терапии в лесных насаждениях на повышение функций иммунной системы на взрослых добровольцах (старше 18 лет). В качестве контроля были группы, проживающие в городе и не получавшие «лесотерапию». Программы лесной терапии были разделены на программы квартирного (фитотерапия комнатными растениями) и сеансового типа (на природном ландшафте). Репрезентативными показателями для оценки эффектов влияния на иммунную функцию были количество NK-клеток, цитотоксическая активность NK-клеток и цитотоксические эффекторные молекулы. В большинстве исследований сообщалось об улучшении этих показателей по сравнению со значениями после терапии со значениями до проведения «лесотерапии». Также отмечается, что, несмотря на полученные положительные результаты влияния сеансов «лесотерапии» на иммунную систему человека, необходимы дополнительные исследования [15].

В Японии с 2004 года проводятся серии исследований по изучению влияния лесной среды (лесные купания/Синрин-йоку) на здоровье человека. Исследовательской группой Qing Li (2022) вводится понятие «Лесная медицина». «Лесная медицина» с их точки зрения – новая междисциплинарная наука, относящаяся к категориям нетрадиционной медицины, медицины окружающей среды и профилактической медицины, изучающая влияние лесной среды на здоровье человека. В Японии прогулки по лесу, которые в зарубежной научной литературе называют «купание в лесу» («forest bathing»), получили название «Синрин-йоку» (Shinrin-yoku/Forest bathing). Синрин в переводе с японского означает «лес», а йоку – «баня», т.е. нахождение в лесной атмосфере или восприятие леса через наши чувства. Это не зарядка, не пеший туризм и не бег трусцой, а просто нахождение на природе, в лесу в течение определенного промежутка времени [16-17].

В работах отмечается, что «Синрин-йоку» увеличивает активность естественных киллеров (NK-клеток) в крови человека, количество NK-клеток и внутриклеточные уровни противораковых белков, что свидетельствует о профилактическом эффекте онкологических заболеваний, а также снижает кровяное давление и частоту сердечных сокращений, оказывая профилактическое действие при гипертонии и сердечно-сосудистых заболеваниях. Отмечается что после сеансов «Синрин-йоку» регистрируется понижение уровня гормонов стресса, таких как адреналин и

норадреналин в моче, а также уменьшение содержания кортизола в слюне/сыворотке крови и, как следствие, снижение уровня тревоги [17-19].

Этиология тяжелого депрессивного расстройства, нарушение ритма сна и бодрствования в последнее десятилетие отнесена к патофизиологии серотониновой системы [20]. В исследовании группы Л.А. Морояну (2022) показано, что прогулки в лесопарке (лесное купание/синрин-йоку) значительно увеличивали концентрацию серотонина в сыворотке крови у мужчин среднего возраста по сравнению с показаниями у группы добровольцев, совершающих прогулки в городской местности [21].

Хотя основные исследования по оценке рекреационного потенциала прогулок в хвойных и лиственных лесных насаждениях в последние годы активно проводятся в Японии (лесные купания/синрин-йоку) и направлены на борьбу со стрессом, для укрепления здоровья и/или профилактики различных заболеваний, в настоящее время этот опыт активно распространяется по всему миру.

Заключение. По результатам аналитического обзора литературы последних лет следует отметить, что рекомендуется использовать количество или активность NK-клеток как интегральный показатель для оценки воздействия «лесной терапии» на иммунную систему человека, а также считается, что цитотоксическая активность Т-клеток служит показателем эффективности природной фитоаэротерапии.

Увеличение образования отрицательных аэроинов в лесных насаждениях в природной и городской среде на территории санаторно-курортных комплексов будет способствовать повышению неспецифической резистентности организма человека к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Санаторно-курортное лечение, основанное на применении природных лечебных факторов (с элементами природной фитоэротерапии – прогулки определенной продолжительности в лесопарковой зоне санаторно-курортных комплексов) в сочетании с другими немедикаментозными методами лечения обладает высокой эффективностью, экономической и экологической целесообразностью, расширенными показаниями для широкого спектра профессионально обусловленных заболеваний у контингентов, обслуживаемых ФМБА России.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kudrinskaya, T. V. Studying the Ionization of Atmospheric Surface Layer in Different Geophysical Conditions / T. V. Kudrinskaya, G. V. Kupovykh, A. A. Redin // Russ. Meteorol. Hydrol. – 2018. – Vol.43. – pp. 258-263.
2. Репс, В. Ф. Анализ механизмов действия отдельных компонентов природных курортных факторов в структуре климатотерапии на среднегорных курортах региона Кавминвод / В. Ф. Репс, К. Г. Репс // Курортная медицина. – 2022. – № 4. – С. 5-9. [In English] Reps V.F., Reps K.G. Analysis of action mechanisms of individual components of natural resort factors in the structure of climate therapy in the mid-mountain resorts of the Caucasian mineral water region. *Resort Medicine*, 2022, no. 4, pp. 5-9.
3. Deng, L. The basic roles of indoor plants in human health and comfort / L. Deng, Q. Deng // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2018. – Vol. 25. – pp. 36087-36101.
4. Jiang, S.-Y. Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement / S.-Y. Jiang, Ma A., S. Ramachandran // Int J Mol Sci. – 2018. – Vol. 19(10). – P. 2966.
5. Improvement of negative air ions concentration by plant communities / Qin J., Wang L. M., Gao K. [et al] // Journal of Huazhong Agricultural University. – 2008. – Vol. 27. – pp. 303-308. (in Chinese)
6. The spatial-temporal pattern and influencing factors of negative air ions in urban forests, Shanghai, China / Liang H., Chen X., Yin J. [et al] // Journal of Forestry Research. – 2014. – Vol. 25. – pp. 847-856.

7. Modeling the response of negative air ions to environmental factors using multiple linear regression and random forest / Shi G.-Y., Zhou Y., Sang Y.-Q. [et al] // Ecological Informatics. – 2021. – Vol. 66. – P. 101464
8. Plant stomatal conductance determined transpiration and photosynthesis both contribute to the enhanced negative air ion (NAI) / Zhang Z., Tao S., Zhou B. [et al] // Ecological Indicators. – 2021. – Vol. 130. – P.108114.
9. Study on the change of negative air ion concentration and its influencing factors at different spatiotemporal scales / Wang H., Wang B., Niu X. [et al] // Global Ecology and Conservation. – 2020. – Vol. 23. – P. 01008.
10. Negative Air Ion (NAI) Dynamics over Zhejiang Province, China, Based on Multivariate Remote Sensing Products / Tao S., Sun Z. , Lin X. [et al] // Remote Sens. – 2023. –Vol. 15(3). – P. 738.
11. Temporal dynamics of negative air ion concentration and its relationship with environmental factors: Results from long-term on-site monitoring / Li A., Li Q., Zhou B. [et al] // Science of The Total Environment. – 2022. – Vol. 832. – P. 155057.
12. Solar-induced chlorophyll fluorescence intensity has a significant correlation with negative air ion release in forest canopy / Shi G., Huang H., Sang Y. [et al] // Atmos. Environ. – 2021. – Vol. 269. – P. 118873.
13. Li, Q. Effect of forest bathing trips on human immune function / Q. Li // Environ Health Prev Med. – 2010. – Vol. 15(1). – pp. 9-17.
14. Cao, J. Characteristics of Air Anion Distribution in Beach and Forest Environment and the Correlation between Air Anion and the Environmental Factors / J. Cao, B. Zhang, Y. Zhang, E. Sciences // Ecol. Environ. Sci. – 2017. – Vol. 26. – pp. 1375-1383.
15. The Effects of Forest Therapy on Immune Function / Chae Y., Lee S., Jo Y. [et al] // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – Vol. 18(16). – P. 8440.
16. Li, Q. Effects of forest environment (Shinrin-yoku/Forest bathing) on health promotion and disease prevention – the Establishment of «Forest Medicine» / Q. Li // Environmental Health and Preventive Medicine. – 2022. – Vol. 27. – P. 43.
17.. Effects of forest bathing (shinrin-yoku) on serotonin in serum, depressive symptoms and subjective sleep quality in middle-aged males / Li Q., Ochiai H., Ochiai T. [et al] // Environmental Health and Preventive Medicine. – 2022. – Vol. 27.
18. A day trip to a forest park increases human natural killer activity and the expression of anti-cancer proteins in male subjects / Li Q., Kobayashi M., Inagaki H. [et al] // J Biol Regul Homeost Agents. – 2010. – Vol. 24. – pp. 157-165.
19. Effects of Forest Bathing on Cardiovascular and Metabolic Parameters in Middle-Aged Males / Li Q., Kobayashi M., Kumeda S. [et al.] // Evid Based Complement Alternat Med. – 2016. – P.2587381.
20. The relationship between sleep efficiency and clinical symptoms is mediated by brain function in major depressive disorder / Zhu D. M., Zhang C., Yang Y. [et al] // J Affect Disord. – 2020. – Vol. 266. – pp. 327-337.
21. Clinical Study of Serum Serotonin as a Screening Marker for Anxiety and Depression in Patients with Type 2 Diabetes / Moroianu L. A., Cecilia C., Ardeleanu V. [et al] // Medicina (Kaunas). – 2022. – Vol. 58(5). – P. 652.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Валентина Федоровна Репс – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории Пятигорского государственного научно-исследовательского института курортологии филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства» (Пятигорского ГНИИК ФФГБУ ФНКЦ МРиК ФМБА России; профессор кафедры терапевтических дисциплин Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» МЗ РФ, Пятигорск, e-mail: v.reps@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4878-6797.

Кирилл Григорьевич Репс – младший научный сотрудник лаборатории изучения лечебных курортных факторов Пятигорского государственного научно-исследовательского института курортологии филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства» (Пятигорского ГНИИК ФФГБУ ФНКЦ МРиК ФМБА России), Пятигорск, e-mail: kirillreps@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8557-3809.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Valentina Fedorovna Reps – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Experimental Laboratory, Pyatigorsk State Research Institute of Balneology – branch of the FSBI "Federal Scientific and Clinical Center for Medical Rehabilitation and Balneology of the FMBA"; Professor of the Department of Therapeutic Disciplines, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, e-mail: v.reps@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4878-6797.
Kirill Grigoryevich Reps – Junior Researcher, Laboratory for the Study of Therapeutic Resort Factors, Pyatigorsk State Research Institute of Balneology – branch of the FSBI "Federal Scientific and Clinical Center for Medical Rehabilitation and Balneology of the FMBA", Pyatigorsk, e-mail: kirillreps@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8557-3809.

Для цитирования: Репс, В. Ф. Анализ рекреационного потенциала лесных насаждений и оценка лечебно-профилактических свойств отдельных компонентов природной фитоаэротерапии / В. Ф. Репс, К. Г. Репс // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_25

For citation: Reps V.F., Reps K.G. Analysis of the recreational potential of forest plantations and evaluation of the therapeutic and preventive properties of individual components of natural phytoaerotherapy. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_25