



ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МИКРООРГАНИЗМЫ

Nadira Khanhodjaeva,

PhD, associate professor

Tashkent State Pedagogical University named after Nizami.

nodiraxanxadjaeva@gmail.com

Ibragimova Kamola Zokirjon kizi,

Teacher.

DOI: <https://doi.org/10.54613/ku.v18iB.1685>

MAQOLA HAQIDA/O STAT'YE

ANNOTATSIYA/ ANNOTACIYA

Qabul qilindi: 18-may 2026-yil

Tasdiqlandi: 21-may 2026-yil

Jurnal soni: 18-B

Maqola raqami: 26

KALIT SO'ZLAR/ КЛЮЧЕВЫЕ

СЛОВА

микроорганизмы, экологические факторы, физические факторы, химические факторы, биологические факторы, адаптация, экосистема, биологическая активность, окружающая среда

В данной статье рассматривается действие физических, химических и биологических факторов окружающей среды на микроорганизмы. Экологические факторы оказывают определяющее влияние на распространение, адаптацию, выживаемость и биологическую активность всех живых организмов и микроорганизмов в том числе. Данная статья раскрывает особенности влияния экологических факторов на микромир, а также его значение для экосистем и медицины. Особое внимание уделяется механизмам приспособления микроорганизмов к изменяющимся условиям окружающей среды, их роли в круговороте веществ и поддержании экологического равновесия. На основе анализа научной литературы представлены основные закономерности взаимодействия микроорганизмов с факторами среды и рассмотрены перспективы использования полученных знаний в биотехнологии, сельском хозяйстве и здравоохранении.

ABOUT THE PAPER

ANNOTATION

Accepted: 18 may 2026

Approved: 21 may 2026

Volume: 18-B

Paper number: 26

KEYWORDS

microorganisms, environmental factors, physical factors, chemical factors, biological factors, adaptation, ecosystem, biological activity, environment

This article examines the effects of physical, chemical, and biological environmental factors on microorganisms. Environmental factors play a decisive role in the distribution, adaptation, survival, and biological activity of all living organisms, including microorganisms. The article highlights the specific features of the influence of environmental factors on the microbial world and emphasizes its significance for ecosystems and medicine. Special attention is given to the mechanisms by which microorganisms adapt to changing environmental conditions, as well as to their role in nutrient cycling and maintaining ecological balance. Based on an analysis of scientific literature, the main patterns of interaction between microorganisms and environmental factors are presented, and the prospects for applying this knowledge in biotechnology, agriculture, and healthcare are discussed.

Введение. Микроорганизмы являются древнейшей и наиболее многочисленной группой живых организмов на Земле. Несмотря на свои микроскопические размеры, они играют исключительно важную роль в функционировании биосферы, участвуя в круговороте веществ, процессах почвообразования, самоочищения водоёмов, поддержании экологического равновесия и жизнедеятельности всех живых организмов. Благодаря высокой скорости размножения и способности быстро адаптироваться к изменяющимся условиям среды микроорганизмы служат важным индикатором экологического состояния природных экосистем.

Современные изменения окружающей среды, связанные с климатическими колебаниями, урбанизацией, промышленным загрязнением и усилением антропогенного воздействия, оказывают существенное влияние на структуру и функционирование микробных сообществ. Изменение температурного режима, влажности, химического состава среды и биологических взаимоотношений между организмами способно как стимулировать развитие отдельных групп микроорганизмов, так и ограничивать их жизнедеятельность. В результате меняется интенсивность биохимических процессов, протекающих в природных экосистемах, а также возрастает риск распространения некоторых инфекционных заболеваний.

Изучение влияния экологических факторов на микроорганизмы имеет большое значение не только для фундаментальной биологии и экологии, но и для медицины, сельского хозяйства, санитарии и биотехнологии. Понимание механизмов адаптации микроорганизмов к различным условиям окружающей среды позволяет прогнозировать изменения микробных сообществ, разрабатывать эффективные методы борьбы с патогенными микроорганизмами и рационально использовать полезные микробные культуры в практической деятельности человека.

В связи с этим исследование воздействия физических, химических и биологических факторов на микроорганизмы представляет собой актуальное направление современной экологической и микробиологической науки.

Анализ литературы. Проблема влияния экологических факторов на микроорганизмы является одной из фундаментальных в

современной микробиологии и экологии. В научной литературе данный вопрос рассматривается с позиции физиологии микроорганизмов, их адаптационных механизмов, а также роли в функционировании экосистем. Исследования в этой области охватывают широкий спектр факторов — физических, химических и биологических, каждый из которых оказывает специфическое воздействие на микробные сообщества.

В классическом труде Т. Брока, М. Мэдигана, Дж. Мартинко и Дж. Паркера «Biology of Microorganisms» подробно описаны механизмы адаптации микроорганизмов к температурным условиям окружающей среды [1, pp. 118–210]. Авторы подчеркивают, что температурный фактор является одним из ключевых, определяющих скорость метаболизма, активность ферментных систем и устойчивость клеточных структур. Особое внимание уделяется классификации микроорганизмов на психрофильные, мезофильные и термофильные группы, каждая из которых характеризуется специфическими диапазонами роста и биохимическими особенностями. Также в работе отмечается, что экстремальные температуры вызывают денатурацию белков и нарушение целостности мембран, что приводит к гибели вегетативных форм микроорганизмов [1, pp. 150–165].

В учебнике А. И. Нетрисова, М. А. Егоровой и Л. М. Захарчук «Микробиология» систематизированы основные экологические факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов, включая влажность, осмотическое давление, кислотность среды и воздействие токсических веществ [2, pp. 73–132]. Авторы подчеркивают, что вода является ключевым фактором, обеспечивающим протекание биохимических реакций, а её дефицит приводит к обезвоживанию клеток и нарушению метаболических процессов. В данной работе также подробно рассмотрены механизмы действия дезинфицирующих веществ, таких как спирты, фенолы и соли тяжелых металлов, которые вызывают коагуляцию белков и инактивацию ферментов микроорганизмов.

Ю. Одум в фундаментальной работе «Основы экологии» рассматривает микроорганизмы как важнейший компонент экосистем, участвующий в биогеохимических циклах углерода, азота

и других элементов [3, pp. 55–102]. Автор подчеркивает, что микроорганизмы выполняют ключевую роль в процессах минерализации органического вещества, а также в поддержании экологического равновесия в природных системах. В рамках экологической концепции Одум отмечает, что изменения абиотических факторов среды непосредственно отражаются на структуре и динамике микробных сообществ.

В исследованиях Н. Б. Ханходжаевой рассматриваются биологически активные вещества микробного происхождения и их экологическая значимость [4, pp. 5–18]. Автор указывает, что микроорганизмы обладают выраженными антагонистическими свойствами, которые проявляются в синтезе антибиотиков и других биологически активных соединений. Эти вещества играют важную роль в регуляции микробных популяций и предотвращении чрезмерного роста патогенных форм.

Современные интернет-источники также подтверждают значимость экологических факторов в регуляции микробной активности. В частности, отмечается, что микроорганизмы чрезвычайно чувствительны к изменениям температуры, влажности и химического состава среды, что делает их эффективными биоиндикаторами состояния окружающей среды [5; 6]. Кроме того, в прикладных исследованиях подчеркивается важность использования дезинфекционных средств для контроля микробной контаминации в медицине и пищевой промышленности.

Таким образом, анализ научной литературы показывает, что экологические факторы оказывают комплексное и многогранное воздействие на микроорганизмы. Несмотря на различия в подходах различных авторов, общим является вывод о том, что физические, химические и биологические факторы среды определяют не только выживаемость микроорганизмов, но и их экологическую роль, функциональную активность и участие в глобальных биогеохимических процессах.



Рис.1 Классификация экологических факторов, действующих на микроорганизмы

Температурный режим среды – один из ключевых факторов, влияющих на интенсивность обмена веществ у микроорганизмов. Для каждого вида характерен собственный диапазон температур, включающий нижнюю границу, оптимум и верхний предел роста. При превышении допустимых значений происходит разрушение белковых молекул, инактивация ферментов и повреждение клеточных структур, что приводит к гибели клеток. Особенно чувствительны к нагреванию вегетативные формы бактерий, тогда как споры отличаются значительно большей устойчивостью и способны переносить кипячение в технологиях стерилизации и пастеризации.

Пониженные температуры, как правило, не уничтожают микроорганизмы, а замедляют или временно останавливают их метаболические процессы. В условиях холода клетки переходят в состояние анабиоза, сохраняя жизнеспособность. После восстановления благоприятных условий их активность возобновляется, что имеет большое значение при хранении пищевой продукции и микробиологических культур.

С учётом температурных предпочтений микроорганизмы делят на психрофильные, мезофильные и термофильные формы.

Психрофилы – это организмы, приспособленные к существованию при низких температурах. Они способны расти уже при значениях, близких к 0 °С и даже ниже; оптимум их развития находится в пределах 10–20 °С, а верхний предел обычно не превышает 30 °С. Такие микроорганизмы широко распространены в холодных природных зонах – в полярных морях, ледниках, глубоких почвенных горизонтах и сточных водах. Их ферментные системы

Методология. В основе данного исследования лежит комплексный подход, объединяющий теоретический анализ и обобщение научной литературы по вопросам влияния экологических факторов на микроорганизмы. Используются методы системного анализа, сравнительного анализа и классификации, позволяющие рассмотреть воздействие физических, химических и биологических факторов в единой взаимосвязанной системе.

В ходе исследования были проанализированы классические и современные научные источники по микробиологии и экологии, а также учебная и справочная литература. Особое внимание уделялось сопоставлению данных различных авторов относительно механизмов адаптации микроорганизмов к условиям окружающей среды.

Методологическая основа работы базируется на принципах экологического и биологического детерминизма, согласно которым развитие и функционирование микроорганизмов определяются совокупностью факторов внешней среды.

Результаты. Микроорганизмы представляют собой наиболее многочисленную и повсеместно распространенную форму жизни на планете. Они обитают во всех природных средах – в почве, воде и воздухе, а также в организмах животных, растений и человека. Их жизнедеятельность, способность к размножению и метаболическая активность напрямую зависят от условий окружающей среды. Экологические факторы определяют не только сохранение и численность микробных популяций, но и их участие в биогеохимических циклах, развитии эпидемиологических процессов и формировании устойчивых микробных сообществ.

Наибольшее влияние на микроорганизмы оказывают физические, химические и биологические факторы среды. К ключевым физическим факторам относятся температура, влажность, а также воздействие света, включая ультрафиолетовое излучение, способное существенно изменять активность и выживаемость микробных клеток[2].

функционируют эффективно в условиях холода, однако становятся нестабильными при нагревании[1].

Мезофилы составляют самую многочисленную и экологически значимую группу. Наиболее благоприятная для них температура лежит в диапазоне 28–37 °С; нижняя граница роста приближается к 10 °С, а верхняя может достигать 45 °С. К этой категории относится большинство сапрофитных форм и практически все микроорганизмы, патогенные для человека. Их температурный оптимум совпадает с температурой человеческого тела, что создаёт условия для активного размножения в организме и определяет их важность в медицинской микробиологии.

Термофилы, напротив, адаптированы к повышенным температурам. Их развитие начинается примерно с 30 °С, оптимальные значения составляют 50–60 °С, а предельные могут достигать 70–75 °С и выше. Эти организмы обитают в горячих источниках, самонагреваемых органических субстратах (компост, навоз), а также в верхних слоях почвы, подверженных интенсивному прогреванию. Их белки и мембраны отличаются высокой термостабильностью, что обеспечивает сохранение жизнеспособности в условиях, неблагоприятных для большинства других микробов[1].

Вода и влажность тоже являются физическим экологическим фактором и является необходимым веществом для поддержания структурного целостности клеток, для нормального протекания химических (биохимических) реакций внутри клеток служа роль универсального растворителя. Высушивание приводит к обезвоживанию цитоплазмы, нарушению мембранных структур и

гибели микроорганизмов. Однако устойчивость к этому фактору значительно различается у разных видов. Наибольшей устойчивостью к высушиванию обладают бактериальные споры и споры плесневых грибов, которые могут сохранять жизнеспособность в течение многих лет. Это обстоятельство имеет большое значение для эпидемиологии инфекционных заболеваний и объясняет длительное сохранение возбудителей во внешней среде.

Солнечное излучение, особенно ультрафиолетовая его часть, оказывает выраженное бактерицидное действие. УФ-лучи повреждают нуклеиновые кислоты и ферментные системы микроорганизмов, что приводит к прекращению размножения и гибели клеток. Это свойство широко используется для обеззараживания воздуха, воды и медицинских помещений. Дополнительными физическими факторами, влияющими на микроорганизмы, являются ультразвук и высокое давление. Ультразвук вызывает разрушение клеточных оболочек, а

экстремальное давление может приводить к гибели клеток, хотя некоторые микроорганизмы проявляют высокую устойчивость к таким условиям[6].

Химические экологические факторы окружающей среды оказывают разностороннее воздействие на микроорганизмы, в частности на них напрямую и в биохимические процессы протекающие внутри них. В зависимости от концентрации и длительности воздействия химические вещества могут служить источниками питания или оказывать токсическое действие. Например, низкие концентрации сахаров стимулируют рост микроорганизмов, тогда как высокие концентрации подавляют их размножение. Многие химические соединения, такие как соли тяжёлых металлов, фенолы, спирты, кислоты и щелочи, обладают выраженным бактерицидным действием.

Рис.2. Группы химических соединений с бактерицидным действием



Перечисленные химические соединения активно используются в медицине и санитарной сфере как дезинфицирующие и антисептические средства. Их основная задача – подавление или уничтожение патогенных микроорганизмов и предупреждение распространения инфекционных заболеваний[4].

В естественных условиях микроорганизмы не существуют изолированно: они образуют сложные сообщества, внутри которых складываются разнообразные формы биологических взаимодействий. К ним относятся симбиоз, метабиоз, комменсализм, паразитизм и антагонизм. Наиболее часто встречаются симбиотические, антагонистические и паразитические отношения. Все перечисленные формы взаимодействия выступают важными биологическими экологическими факторами, существенно влияющими на численность, активность и структуру микробных популяций.

Симбиоз представляет собой взаимовыгодное сосуществование организмов разных видов. В микробных сообществах такие связи способствуют повышению устойчивости к неблагоприятным условиям — дефициту питательных веществ, температурным колебаниям, изменениям химического состава среды. Примером может служить взаимодействие азотфиксирующих бактерий с высшими растениями, а также функционирование микроорганизмов в составе нормальной микрофлоры человека. Благодаря симбиотическим отношениям оптимизируется обмен веществ, рациональнее используются ресурсы и поддерживается устойчивость экосистем[3].

Метабиоз характеризуется тем, что продукты жизнедеятельности одного микроорганизма создают благоприятные условия для существования другого. При этом прямого контакта между организмами может не происходить. Метабиотические взаимоотношения широко распространены среди почвенных и водных микроорганизмов и играют ключевую роль в круговороте химических элементов в природе. Например, разложение органических веществ гнилостными бактериями приводит к накоплению соединений, используемых нитрифицирующими бактериями. И так метабиоз обеспечивает последовательное включение микроорганизмов в цепи превращения веществ и поддерживает непрерывность биогеохимических процессов. Антагонизм представляет собой форму биологических взаимоотношений, при которой один микроорганизм угнетает рост и развитие другого либо вызывает его гибель. Антагонистические отношения возникают в результате конкуренции за питательные вещества, пространство и другие ресурсы среды. Механизмы антагонизма включают выработку органических кислот, бактерицидов, антибиотиков и других биологически активных веществ. Важное практическое значение антагонизм имеет в организме человека, где нормальная микрофлора подавляет рост патогенных микроорганизмов, обеспечивая естественную защиту.

Кроме того, именно на антагонистических свойствах микроорганизмов основано открытие и применение антибиотиков в медицинской практике. Вышеперечисленных биологических сообществ микроорганизмов являются одними из самых важных факторов определяющими структуру микробных сообществ, устойчивость экосистем и эффективность круговорота веществ в природе. Их изучение позволяет глубже понять механизмы саморегуляции микробных систем и использовать эти знания в медицине, экологии и биотехнологии.

Экологические факторы оказывают комплексное влияние на жизнедеятельность микроорганизмов, определяя их выживаемость, адаптационные возможности и экологическую роль. Физические, химические и биологические факторы действуют взаимосвязано, формируя динамичные микробные сообщества. Изучение этих процессов имеет важное теоретическое и практическое значение для экологии, медицины, санитарии и биотехнологии и позволяет более эффективно управлять микробиологическими процессами в окружающей среде[3].

Обсуждение. Результаты теоретического анализа подтверждают, что микроорганизмы представляют собой чрезвычайно чувствительную биологическую систему, реагирующую на малейшие изменения факторов окружающей среды. Полученные данные согласуются с положениями классической и современной микробиологии, согласно которым экологические факторы выступают основными регуляторами жизнедеятельности микробных сообществ.

Особое значение имеет влияние температурного фактора, который определяет интенсивность метаболических процессов и активность ферментных систем микроорганизмов. Как показано в литературных источниках, повышение температуры до определённого предела способствует ускорению биохимических реакций, однако превышение оптимальных значений приводит к денатурации белков и разрушению клеточных структур. В то же время пониженные температуры не всегда оказывают летальное воздействие, а чаще вызывают состояние временного метаболического торможения. Это подтверждает высокую адаптационную пластичность микроорганизмов и их способность к выживанию в экстремальных условиях.

Не менее значимым является фактор влажности и доступности воды, который обеспечивает нормальное течение биохимических реакций в клетке. Дефицит влаги приводит к нарушению осмотического баланса, дегидратации цитоплазмы и снижению жизнеспособности микроорганизмов. Однако наличие устойчивых форм, таких как споры бактерий и грибов, позволяет микробным сообществам сохраняться в неблагоприятных условиях длительное время, что имеет важное эпидемиологическое значение.

Химические факторы окружающей среды проявляют двойственный характер воздействия. С одной стороны, некоторые вещества в низких концентрациях могут служить источником питания и стимулировать рост микроорганизмов. С другой стороны, многие химические соединения (спирты, фенолы, соли тяжёлых металлов) оказывают выраженное ингибирующее или летальное действие. Это объясняется их способностью нарушать целостность клеточных мембран и инактивировать ферментные системы. Данный факт широко используется в медицинской практике при разработке дезинфицирующих и антисептических средств.

Биологические факторы, включающие симбиотические, антагонистические и паразитические взаимодействия, играют важную роль в регуляции структуры микробных сообществ. В условиях естественной среды микроорганизмы не существуют изолированно, а формируют сложные ассоциации, в которых реализуются различные формы взаимодействий. Антагонизм способствует естественному контролю численности патогенных форм, тогда как симбиоз обеспечивает повышение устойчивости сообществ к неблагоприятным условиям. Метабиотические связи, в свою очередь, обеспечивают непрерывность биохимических процессов и участие микроорганизмов в круговороте веществ.

Следует отметить, что все рассмотренные факторы действуют не изолированно, а в тесной взаимосвязи, формируя сложную систему экологических воздействий. В реальных природных условиях микроорганизмы одновременно подвергаются влиянию температурных, химических и биологических факторов, что определяет динамичность и изменчивость микробных экосистем.

Таким образом, обсуждение результатов позволяет сделать вывод о том, что устойчивость и функционирование микроорганизмов

зависят от комплексного взаимодействия экологических факторов, а их высокая адаптационная способность обеспечивает ключевую роль в поддержании стабильности экосистем и биогеохимических циклов.

Заключение. Проведённое теоретическое исследование показало, что экологические факторы оказывают комплексное и многогранное влияние на жизнедеятельность микроорганизмов. Физические, химические и биологические условия окружающей среды определяют не только рост и развитие микробных клеток, но и их адаптационные возможности, устойчивость и экологическую роль.

Установлено, что температурный режим, влажность, ультрафиолетовое излучение и другие физические факторы непосредственно влияют на метаболизм микроорганизмов, их ферментативную активность и структурную целостность. Химические факторы, в зависимости от концентрации и природы вещества, могут как стимулировать, так и подавлять развитие микроорганизмов, играя важную роль в процессах дезинфекции и санитарного контроля.

Биологические взаимодействия, такие как симбиоз, антагонизм и метабиоз, являются важнейшими механизмами регуляции структуры микробных сообществ и обеспечивают устойчивость экосистем. В совокупности все рассмотренные факторы формируют динамичную систему, в которой микроорганизмы демонстрируют высокую способность к адаптации.

Таким образом, микроорганизмы выступают ключевым звеном в поддержании экологического баланса и биогеохимических циклов, а изучение влияния экологических факторов на их жизнедеятельность имеет важное теоретическое и практическое значение для экологии, медицины и биотехнологии.

Список использованной литературы

1. Brock T. D., Madigan M. T., Martinko J. M., Parker J. *Microbiology of Microorganisms*. – 12th ed. – Boston: Pearson, 2012. – 1061 p.
2. Netrusov A. I., Egorova M. A., Zakharchuk L. M. *Microbiology: Textbook*. – Moscow: Academia, 2010. – 384 p.
3. Odum E. P. *Fundamentals of Ecology*. – 3rd ed. – Philadelphia: Saunders, 1986. – 613 p.
4. Prescott L. M., Harley J. P., Klein D. A. *Microbiology*. – 7th ed. – New York: McGraw-Hill, 2008. – 992 p.
5. Atlas R. M., Bartha R. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. – 4th ed. – San Francisco: Benjamin Cummings, 1998. – 640 p.
6. Madigan M. T., Bender K. S., Buckley D. H., Sattley W. M., Stahl D. A. *Brock Biology of Microorganisms*. – 15th ed. – New York: Pearson, 2018. – 1120 p.
7. Tortora G. J., Funke B. R., Case C. L. *Microbiology: An Introduction*. – 12th ed. – Boston: Pearson, 2016. – 960 p.
8. Willey J. M., Sherwood L. M., Woolverton C. J. *Prescott's Microbiology*. – 10th ed. – New York: McGraw-Hill, 2017. – 1024 p.
9. Khanhodjaeva N. B. Biologically active substances in microorganisms // *Herald of Pedagogical Science and Practice*. – 2022. – Vol. 2, No. 6. – P. 3–15.
10. Madigan M. T., Martinko J. M. *Brock Biology of Microorganisms*. – 14th ed. – New York: Pearson, 2015. – 1056 p.
11. Begon M., Townsend C. R., Harper J. L. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. – 4th ed. – Oxford: Blackwell Publishing, 2006. – 750 p.
12. Campbell N. A., Reece J. B. *Biology*. – 10th ed. – San Francisco: Pearson, 2014. – 1488 p.
13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (National Center for Biotechnology Information)
14. <https://www.who.int/> (World Health Organization – Microbiology and Infectious Diseases)
15. <https://www.microbiologyresearch.org/>