

prac II Mizhnarodnoyi naukovo-praktichnoyi konferen-ciyi "Klimatichni zmini ta silske gospodarstvo. Vikliki dlya agrarnoyi nauki ta osviti", DU NMC "Agroosvita". 490 p.

5. Moiseev Yu, Chuhlyayev I., Rodina N. (1998). Tehnologii budushhego v selskom hozyajstve. [Future technologies in agriculture.] *Mezhdunarodnyj selskohozyajstvennyj zhurnal*. № 1. P. 56–62.

6. Burbela M. (1995). Suchasni agroekologichni i socialni aspekti himizaciyi silskogo gospodarstva. [Modern agroecological and social aspects of chemicalization of agriculture] *Propoziciya*. № 1. P. 17–18; № 2. P. 11–38; № 3. P. 18.

7. Sajko V.F. (2004). Suchasni tehnologiyi viroshuvannya konkurentospromozhnogo zerna. [Modern technologies for growing competitive grain] *Zb. nauk. pr. NNC "Institut zemlerobstva UAAN"*. Kiyiv, Spec. vip. P. 26–31.

8. Gathala M.K. (2014). Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice-maize systems. *Evidence from Bangladesh. Field Crops Research*. R. 85–98.

9. Dosphehov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta. [Field Experience Methodology] Moskva : Agropromizdat, P. 351.

УДК 579.26

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.16>

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БАКТЕРИЙ РОДА *CLOSTRIDIUM*

ШАФИЕВА М.Р. – кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник

<https://orcid.org/0000-0002-5919-0860>

Институт физиологии Национальной академии наук Азербайджана

КЕРИМОВ А.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-8549-1547>

ГБУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»

Постановка проблемы. Микробиологическая активность бактерии рода *Clostridium* очень высока, что и определяет её роль в экосистемах. Эти бактерии фиксируют свободный молекулярный азот атмосферы, обогащают биоценоз органических веществ и играют активную роль в превращении биогенных веществ. Они регулируют активность биоценоза, повышая фотосинтетическую продуктивность растений, участвует в превращении органических веществ, обеспечивая биогеохимический цикл.

Одним из важных вопросов является изучение закономерностей развития бактерии рода *Clostridium* как научной основы охраны природы. В этом понимании среди многочисленных групп других микроорганизмов бактерии рода *Clostridium* играют особую роль. При этом бактерии, относящиеся к этому роду, имеют индивидуальные биологические особенности.

Обобщенный их мониторинг, направленный на разработку биологических информационных систем, важен для защиты здоровья людей и создания условий оздоровления внешней среды и производства экологически чистой продукции.

Бактерии рода *Clostridium* ассимилируют неорганические и органические вещества, синтезируют многие питательные вещества. Эти бактерии являются одним из важнейших биологических факторов в природе. Бактерии играют решающую роль в формировании разнообразных биоценозов, участвуя в процессе биосинтеза и разложения органических веществ, регулировании энергетического обмена и превращения веществ.

Анализ последних исследований и публикаций. Целенаправленное изучение биоразноо-

бразия природного мира – это осознанная необходимость сохранения генофонда, разработка научной базы данных для его эффективного использования [1; 4].

Микробиологические исследования имеют большое значение для формирования, функционирования и расширения информационной базы о биологических системах и генетических ресурсах Азербайджана. Таким образом, необходимо сформировать научно-методические основы и изучить важные особенности для осуществления комплексного мониторинга экологических процессов.

Бактерии рода *Clostridium* занимают особое место в мире микроорганизмов [3; 5]. Виды бактерии рода *Clostridium*, как и все живые существа, растут, размножаются и эволюционируют, наблюдается увеличение количества известных видов бактерий в пределах рода, также известны разные штаммы бактерий рода *Clostridium*.

Несмотря на внутренние противоречия компонентов экосистемы, видовой состав бактерий рода *Clostridium* остается стабильным с точки зрения закономерностей динамики развития [2; 6]. Их биологическая продуктивность характеризуется пищевой цепью и её составом. Уникальность этих бактерии в живой природе создает благоприятные условия для непрерывного продолжения микробиологических процессов [1; 7].

Они играют важную роль в формировании микрофлоры почвы и в повышении ее плодородия. Поэтому изучение идентификации, классификация и систематика видового состава бактерий рода *Clostridium* является одним из актуальных научных приоритетов [4; 7].

Материалы и методика исследования. Объектом научного исследования являются основные известные виды бактерий рода *Clostridium*, которые широко представлены в природе и распространены в почве, воздухе, воде [1; 3].

Результаты исследований. Следует отметить, что изучаемые виды бактерий рода *Clostridium* преимущественно подвергались исследованию традиционно принятыми методами. Однако из-за высокой специфичности этих бактерий в процессе исследования, кроме общих методов, необходимо

использовать специальные, которые позволяют достичь конкретных результатов.

Использование метода «анализа стабильности» является перспективным подходом к экологической оценке и мониторингу микроорганизмов. Были использованы морфологические и культуральные описания бактерий [6; 7]. Установлено, что бактерии рода *Clostridium* различаются по биохимическим показателям и делятся на четыре разные группы. Бактерии первой группы рода *Clostridium* характеризуются рядом биохимических показателей (табл. 1).

Таблица 1 – Биохимические показатели бактерии рода *Clostridium*

Первая группа бактерий рода <i>Clostridium</i>	Способность гидролиза веществ					
	мальтоза	рафиноза	лактоза	рибоза	желатин	нитрат
<i>C. butyricum</i>	+	+	+	+	-	x
<i>C. beyerincki</i>	+	+	+	-	-	-
<i>C. oetolicum</i>	+	+	+	+	-	+
<i>C. rectum</i>	+	+	+	-	-	+
<i>C. pasteurianum</i>	+	-	+	b	-	b
<i>C. rubrum</i>	+	+	+	b	b	-
<i>C. pasteurianum</i>	+	+	-	-	-	-
<i>C. perfringens</i>	-	-	-	-	-	-

Примечание: b – непостоянный признак

Бактерии первой группы *Clostridium* способны метаболизировать многие неорганические и органические вещества, однако они не гидролизуют желатин [5; 7]. Бактерии рода *Clostridium*, как и другие микроорганизмы, обладают способностью гидролизовать многие органические вещества [2; 6]. В научных исследованиях изучалось влияние органических и неорганических веществ на бактерии первой группы *Clostridium*. Эти многоатомные органические и неорганические вещества

по-разному влияют на жизнеспособность бактерий первой группы [3; 5].

Как и у всех живых организмов, жизнедеятельность бактерии рода *Clostridium* зависит от питательных веществ и их метаболизма. Было установлено, что они по-разному влияют на жизнеспособность. Бактерии первой группы *Clostridium* оказались более зависимы от питательной среды. При этом они характеризуются рядом биохимических показателей (табл. 2).

Таблица 2 – Биохимические показатели бактерий рода *Clostridium*

Показатели	Бактерии второй группы рода <i>Clostridium</i>							
	<i>C. butyricum</i>	<i>C. beyerincki</i>	<i>C. oetolicum</i>	<i>C. rectum</i>	<i>C. euleum</i>	<i>C. fanax</i>	<i>C. pasteurianum</i>	<i>C. perfringens</i>
образование H ₂ S	-	-	-	+	-	+	-	+
лецитиназа в среде яичный желток + кровь	-	-	-	-	-	-	-	-
гемолит кровяного агара	-	+	-	-	-	-	-	-
в среде нитрата	b	-	+	+	-	-	-	-

Примечание: b – непостоянный признак

Бактерии второй группы рода *Clostridium* занимают особое место в живой природе [3; 7]. Они образуют фермент лецитиназу, гидролизуют желатин, а их споры являются субтерминальными [2; 1]. Нами изучено влияние химических веществ на бактерии второй группы рода *Clostridium*. Эти вещества по-разному влияют на жизнеспособность бактерий и различаются по биохимическим показателям (табл. 3).

Известно, что существует специфическая связь между микробиологическими свойствами бактерий

рода *Clostridium* второй группы с питательными веществами. Биохимические показатели бактерий второй группы рода *Clostridium* были оценены за средой обитания и свойствами. Изучены арабиноза, фруктоза, галактоза, глюкоза, лактоза, мальтоза, сахароза, фруктоза, рибоза и другие углеводсодержащие вещества и их влияние на биохимические показатели бактерий второй группы рода *Clostridium* группы рода *Clostridium*. Микробиологические характеристики второй группы бактерий

Таблица 3 – Влияние углеводсодержащих веществ на биохимические показатели бактерии второй группы рода *Clostridium*

Вещества	Бактерии рода <i>Clostridium</i>										
	<i>C. ghoni</i>	<i>C. bifermentans</i>	<i>C. sordellii</i>	<i>C. lituseburensense</i>	<i>C. limosum</i>	<i>C. subterminale</i>	<i>C. manganoti</i>	<i>C. sporogenes</i>	<i>C. botulinum</i>	<i>C. asetoibutylicum</i>	<i>C. histolyticum</i>
арабиноза	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
фруктоза	-	x	x	+	-	-	-	+	+	+	-
галактоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
лактоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
мальтоза	-	+	+	+	-	-	-	x	x	x	-
рибоза	-	x	x	x	-	-	-	-	x	-	-
сахароза	-	-	-	+	-	-	-	x	x	x-	-
трегалоза	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-
ксилоза	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-

рода *Clostridium* отличаются от представителей других групп.

Результаты исследований демонстрируют, что бактерии второй группы рода *Clostridium* очень медленно гидролизуют вещества. Было

установлено, что углеводы по-разному влияют на вторую группу бактерий, они способны окислять различные виды углеводов. Их влияние на биохимические показатели бактерий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Некоторые биохимические показатели бактерий рода *Clostridium*

Вещества	Бактерии рода <i>Clostridium</i>										
	<i>C. ghoni</i>	<i>C. bifermentans</i>	<i>C. sordellii</i>	<i>C. lituseburensense</i>	<i>C. limosum</i>	<i>C. subterminale</i>	<i>C. manganoti</i>	<i>C. sporogenes</i>	<i>C. botulinum</i>	<i>C. asetoibutinim</i>	<i>C. septicum</i>
H ₂ S	+	x	x	-	+	+	+	+	-	-	+
иреаза	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
желатин	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
казеин	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
нитрат	-	x	x	-	+	-	-	-	-	-	-
карбинол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
аситометил	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
токсины	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+
патогенность	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
гемолиз	-	+		+	+	+	-	+	-	+	+

Из-за этой характерной биологической особенности они перерабатывают большее количество органических веществ в результате физиологических процессов, что делает их одним из важнейших биологических факторов в природе. Они играют решающую роль в микробиологической трансформации. Некоторые бактерии второй группы рода *Clostridium* образуют H₂S, ацетилметилкарбинол и токсины, растворяют желатин, гидролизуют казеин, вызывают снижение нитратов и гемолиз крови.

Бактерии третьей группы рода *Clostridium* отличаются в большей степени по своим биологическим свойствам. Они регулируют поддержание динамического баланса окружающей среды и определяют

эффективность использования природных ресурсов. Они имеют большое значение в формировании микрофлоры почвы и повышении её плодородия. Бактерии третьей группы рода *Clostridium* отличаются по биологическим свойствам. Они гидролизуют различные органикохимические вещества. Но к питательным веществам они относятся по-разному.

Бактерии третьей группы рода *Clostridium* расщепляют различные виды углеводов, гидролизуют и окисляют сложные органические вещества в отличие от других микроорганизмов (табл. 5).

Бактерии четвертой группы рода *Clostridium* не разлагают желатин, не гидролизуют казеин и образуют лецитиназы.

Таблица 5 – Некоторые биохимические показатели бактерий рода *Clostridium*

Вещества	Бактерии рода <i>Clostridium</i>								
	<i>C. sphenoides</i>	<i>C. indolis</i>	<i>C. scatologenes</i>	<i>C. malenominatum</i>	<i>C. tertium</i>	<i>C. sartagoforum</i>	<i>C. cellobioparum</i>	<i>C. thermosaccha</i>	<i>C. pseudotetanicum</i>
образование лецитиназы	-	-	-	-	-	-	-	-	-
образование H ₂ S	+	+	+	+	-	-	-	-	-
восстановление нитратов	x	+	-	+	x	-	-	-	-
восстановление ацетилметилкарбинола	-	+	-	-	-	-	x	-	-
восстановление токсинов	-	-	-	-	-	-	-	-	-
патогенность	-	-	-	-	-	-	-	-	-
гемоллиз крови	-	-	c	-	-	-	-	-	-
желатин	-	-	-	-	-	-	-	-	-
казеин	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Споры бактерий этой группы являются терминальными, расщепляют желатин, образуют лецитиназы, индол и токсины переобразуют в молоко. Нами установлено, что бактерии рода *Clostridium* подвижны, они движутся благодаря перитриксальным ресничкам, однако некоторые виды непод-

вижны. Бактерии рода *Clostridium* образуют споры и различаются овальной, сферической, выпуклой и другими формами. Бактерии являются грамположительными (*Gram+*) и гемоавтотрофными. Бактерии рода *Clostridium* обладают сильной биохимической активностью (табл. 6).

Таблица 6 – Основные биохимические признаки бактерий рода *Clostridium*

Вещества	Бактерии рода <i>Clostridium</i>					
	<i>C. cadaveris</i>	<i>C. lentoput-rescens</i>	<i>C. putrificum</i>	<i>C. oceanicum</i>	<i>C. tetani</i>	<i>C. putrefaciens</i>
переваренное молоко	+	x	+	+	x	-
образование индол	+	+	+	+	-	-
гидролиз казеина	+	+	-	-	x	-
брожение мальтозы	+	-	+	+	-	+
брожение глюкозы	-	-	-	+	-	-
образование H ₂ S	-	-	-	-	-	-
образование токсинов	+	+	+	+	x	-
патогенность	-	-	-	-	+	-
гемоллиз крови	-	-	-	-	+	-
образование лецитиназы	c	-	+	+	+	+
форма споры	O	C	O	O	C	O

Примечание: «O» – овальная, «C» – сферическая, «c» – слабая реакция. «+» – положительные штаммы, «-» – отрицательные штаммы, «x» – 75-80% положительных штаммов.

Некоторые виды обладают сахаролитическими свойствами, другие проявляют протеолитические свойства, хотя эти особенности не обнаружены у многих бактерий рода *Clostridium*. Установлено, что многие виды бактерий рода *Clostridium* метаболизируют сахар, многоатомные спирты, аминокислоты, органические кислоты, пурины и другие органические соединения путём ферментации.

Бактерии рода *Clostridium* являются фиксаторами азота, но не разрушают сульфатов. Виды и

штаммы бактерий рода *Clostridium* являются анаэробами, штаммы бактерий преимущественно не образуют фермент каталазу, однако в некоторых случаях этот фермент образуется в небольших количествах. Количество Q + S в клеточной ДНК бактерий рода *Clostridium* составляет 23–43 (мол. %) молекулы [5; 7]. Споры бактерий рода *Clostridium* терминальные и субтерминальные.

Выводы. Фактическая и потенциальная биологическая активность бактерий рода *Clostridium*

высока, в следствии чего они играют важную роль в формировании экологического баланса. Бактерии рода *Clostridium* активно участвуют в обмене энергии и веществ, в биосинтетических природных процессах в целом.

Классификация бактерий рода *Clostridium* может включать четыре группы:

1. Иногда гидролизующие желатин и образующие субтерминальные споры.
2. Гидролизующие желатин и образующие терминальные споры.
3. Не гидролизующие желатин и образующие терминальные споры.
4. Гидролизующие желатин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Колешко О.И. Микробиология Минск : Изд. Высшая школа, 1977. 271 с.
2. Шлегель Г. Общая микробиология. М. : Мир, 1987. 567 с.
3. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. Пер. с англ. Петровой Т.А., Позмоговой И.Н.; Ред. Работнова И.Л. М. : Мир, 1978. 313 с.
4. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий Л. : Издательство Ленинградского университета, 1989. 248 с.
5. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология Изд. 8-е, испр. и доп. М. : Юрайт, 2014. 445 с.

6. Хоулт Дж., Криг Н. и другие (ред.). Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Том 1. М. : Мир, 1997. 432 с.

7. Хоулт Дж. Краткий определитель бактерий Берги. Москва : Мир. 1980. 496 с.

REFERENCES:

1. Koleshko O.I. (1997) Mikrobiologiya [Microbiology], Minsk : Izd. Vysshchaya shkola. 271 [in Russian].
2. Shchlegel G. (1987). Obshchaya mikrobiologiya. [General microbiology], Moskva. : Mir. 567 [in Russian].
3. Pert S. Dzh. (1978). Osnovy kultivirovaniya mikroorganizmov i kletok. [The basics of the cultivation of microorganisms and cells], Per. s angl. Petrovoy T.A. Pozmogovoy I.N., Red. Rabotnova I.L. Moskva. : Mir. 313 [in Russian].
4. Gromov B.V., Pavlenko G.V. (1989). Ekologiya bakteriy [Bacteria ecology], Leningrad : Izdatelstvo Leningradskogo universiteta. 248 [in Russian].
5. Emtsev V.T., Mishustin E.N. (2014). Mikrobiologiya [Microbiology], Izd. 8-e. ispr. i dop. M. : Yurayt. 445 [in Russian].
6. Khoult Dzh., Krig N. i dr. (red.). (1997). Opredelitel bakteriy Berdzh. [Bergey Bacterial Identifier], V 2-kh t. Tom 1. M. : Mir. 432 [in Russian].
7. Khoult Dzh. (1980). Kratki opredelitel bakteriy Bergi. [Bergey bacterium determinant is brief], Moskva : Mir. 496 [in Russian].