

УДК 631.461(479.24)

Р34

**ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ  
В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ В ПОЧВАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО  
СКЛОНА МАЛОГО КАВКАЗА АЗЕРБАЙДЖАНА**

**MICROORGANISMS QUANTITY DYNAMICS  
OF AGROPHYTOCENOSIS ON THE NORTH-EASTERN  
SLOPE OF THE LESSER CAUCASUS IN AZERBAIJAN**

©Мустафаев З. Х.,

*Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,  
Баку, Азербайджан, zakirakademik@mail.ru*

©Mustafaev Z.,

*Institute Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,  
Baku, Azerbaijan, zakirakademik@mail.ru*

*Аннотация.* Представлены данные по динамике микроорганизмов в зависимости от географического расположения, приведена геолого–геоморфологическая и почвенно–климатическая характеристика Гянджа–Газахского массива Малого Кавказа.

Произведен учет численности аэробных и анаэробных diaзотрофов в ризоценозе в зависимости от сезонной динамики.

В ризоценозах растений с типом фотосинтеза  $C_3$  и  $C_4$ , возделываемых на различных типах почв Гянджа–Газахской наклонной равнины, растение  $C_4$  (кукуруза) характеризуется более высокой численностью diaзотрофов, чем растение  $C_3$  (озимая пшеница), и значительным таксономическим разнообразием.

*Abstract.* Presented data on the dynamics of microorganisms depending on geographical location, geological–geomorphological and soil–climatic characteristics of the Ganja–Qazakh Massif of the Lesser Caucasus are presented.

The number of aerobic and anaerobic diazotrophs in the rhizocenosis has been recorded depending on the seasonal dynamics.

In the rhizocenosis of plants with the type of photosynthesis of  $C_3$  and  $C_4$  cultivated on different types of soils of the Ganja–Qazakh inclined plain, the  $C_4$  (maize) plant is characterized by a higher diazotrophic number than the  $C_3$  (winter wheat) plant and a significant taxonomic diversity.

*Ключевые слова:* агрофитоценоз, ризоценоз, микроорганизм, diaзотроф.

*Keywords:* agrophytocenosis, rhizocenosis, microorganism, diazotroph.

*Введение*

Важнейшим направлением научных исследований и разработок, на которых должны быть сосредоточены основные усилия, является системное изучение почвообразовательных процессов, как в естественных, так и в агрофитоценозах различных сельскохозяйственных культур, для обоснования систем ведения хозяйства, наиболее соответствующих типам природной среды, для проведения экологической оценки, бонитировки почв и т. д., поскольку почва является результирующей многих факторов– геологических, атмосферных и биологических. Вместе с тем, через посредство почвенного звена осуществляется многообразное взаимодействие в сложной системе: атмосфера — горная порода — растения — животные — микроорганизмы — почва.

С усилением интенсификации сельскохозяйственного производства усложняются взаимосвязи в системе: почва — растения — окружающая среда и для наиболее эффективных путей оптимизации обстановки необходимы знания об изменениях свойства почвы, почвенных процессов и их режимов.

В связи с этим, представляет значительный интерес изучение почвенных микроорганизмов, как свободноживущих, так и ассоциативных diaзотрофов, играющих основную роль в обеспечении минерального питания (особенно азотом) сельскохозяйственных растений и в целом увеличения плодородия почв.

Целью данной работы стала оценка биологической активности ризоценозов сельскохозяйственных культур в некоторых типах почв, сформированных в Гянджа–Газахской наклонной равнине Азербайджана.

Изучена динамика изменения численности diaзотрофов в ризоценозе кукурузы (C<sub>3</sub>), озимой пшеницы и люцерны (C<sub>4</sub>).

#### *Расположение района исследования, краткая географическая характеристика*

Объектом исследования стали: серо–бурые, серо–коричневые (каштановые), сероземно–луговые, горно–серо–коричневые почвы Гянджа–Газахской наклонной равнины, расположенная от предгорной зоны северо–восточного склона Малого Кавказа до правого побережья р. Кура, граничащей на западе р. Инджасу и Арменией, на юге Шахдаг и Муровдагскими хребтами, на востоке протягиваясь до долины Гарачай, включая в себя отличающимися по своим геологическим и геоморфологическим свойствам административные районы Газахский, Акстафинский, Таузский, Кедабекский, Шамкирский, Дашкесанский, Самухский, Геранбойский и Гейгельский [1].

В орографическом отношении предгорная зона расположена между 400–700 м над уровнем моря узкой полосой и характеризуется средне и сильно расчлененной поверхностью. Данная зона расположена между базисом эрозии 200–400 м, где имеются благоприятные условия формированию эрозионно–денудационного рельефа. Склоны водоразделов расчленены балками (Рисунок).

Северо–восточный склон Малого Кавказа представлен кристаллическими известняками, осадочными породами и мергелями, элювии и делювии которых широко распространены в бассейне рек Гянджачай, Шамкирчай, Гошгарчай–Газах и Таузского районов, а также Агильджачая Кедабекского района. На территории распространены вулканические и осадочные породы Юрского периода Мезозоя, а также отложения третичного и четвертичного периодов Кайнозоя [2].

Шихлинский Э. М. [3] по климатическому районированию на северо–восточном склоне Малого Кавказа выделил 3 климатического пояса (субальпийский, горно–лесной и сухостепной), где определил следующие типы климата:

на наклонной равнине правобережья р. Куры — умеренно–теплый климат полупустынь и сухих степей с сухой зимой;

на низкогорьях и частично среднегорьях (400–1500 м) — умеренно–теплый климат с сухой зимой, где годовое количество осадков составляет 50–75% испаряемости.

Величина годовой суммарной радиации в зоне низко и среднегорья составляет 125–130 ккал/см<sup>2</sup>.

Начиная с высоты 400–500 м на каждые 100 м, происходит понижение суммарной радиации на 0,8 ккал/см<sup>2</sup>, а радиационный баланс понижается на 1 ккал/см<sup>2</sup>.

В зоне сухих степей годовое значение радиационного баланса составляет 45,3–49,7 ккал/см<sup>2</sup>, в среднегорьях лесной зоны 39,0–40,0 ккал/см<sup>2</sup> [3].

На предгорных равнинах среднегодовая температура воздуха составляет 12–13 °С, постепенно уменьшаясь с увеличением гипсометрического уровня и в зависимости от экспозиций и уклона склонов, на низко– и среднегорьях изменяется от 11–13 °С.

Средняя температура января в предгорной зоне составляет  $-0,7-(+1,5)^\circ\text{C}$ , в среднегорье (1000–2000 м) —  $2-6^\circ\text{C}$ .

Толщина снежного покрова в предгорьях (300–600 м) неустойчива и максимум составляет 15–20 см, на высоте 1200–1400 м — 20 см, а выше 1500 м характеризуется более высокой толщиной.



Рисунок. Географическое расположение Гянджа–Газахской наклонной равнины Азербайджана

В питании рек участвуют снеговые, дождевые, подземные и воды источников. Годовое питание водами источников составляет 45–46%, снеговое и ледниковое питание 35–36%, дождевое питание 14–18%, которые в течении года распределены крайне неравномерно. Наибольший объем стока 50–75% приходится на весенне–летние (март–июнь), а наименьшее (10–15%) в зимние периоды [4].

Почвенный покров Малого Кавказа, классификация и систематика почв подробно описана в работах Салаева М. М. [5], где автор указывает на повсеместное распространение на Малом Кавказе высокоглинистых элювий материнской породы, в соответствии специфичностью гидротермической системы.

#### *Объем и методы исследования*

Количественный учет азотфиксирующих бактерий, принадлежащих различным таксономическим группам, проводили согласно общепринятым методам.

Общую численность аэробных диазотрофов учитывали на среде Эшби (г/л дистиллированной воды):

$\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 0,2;  $\text{MgSO}_4$  — 0,2;  $\text{NaCl}$  — 0,2;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  — 0,1;  $\text{CaCO}_3$  — 5; сахароза — 5; агар — 20 [6]; *Azotobacter* — на среде (г/л); манит — 10,0;  $\text{H}_2\text{HPO}_4$  — 0,04;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,16;  $\text{NaCl}$  — 0,2;  $\text{MgSO}_4$  — 0,2;  $\text{CaCl}_2$  — 0,1; (в мг/л) —  $\text{FeSO}_4$  — 2,5;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  — 2,3;  $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$  — 0,1;  $\text{CaSO}_4$  — 1,2;  $\text{MnCl}_2$  — 0,09;  $\text{NaMoO}_4$  — 2,5;  $\text{ZnSO}_4$  — 2,1; pH — 7,2.

Beijeriuckia — на среде (г/л):  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 1,0;  $\text{MgSO}_4$  — 0,5; глюкоза — 20,0; агар — 20:1000; pH среды — 5,0 [7].

Azospirillum sp. На среде (г/л):  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 0,1;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,4;  $\text{MgSO}_4$  — 0,2; NaCl — 0,1;  $\text{CaCl}_2$  — 0,02;  $\text{FeCl}_3$  — 0,01;  $\text{NaMoO}_4$  — 0,002; яблочная кислота — 5,0; раствор 5% бромтимолблау — 5 мл; агар — 3–5; pH — 6,8.

Общую численность бактерии рода *Clostridium* учитывали на среде КСМ, на которой хорошо развиваются как сахаролитические, так и протеолитические, следующего состава (г/л) дистиллированной воды); дрожжевой экстракт — 3; мясной экстракт — 10; пептон — 10; крахмал — 1; сахароза — 5; цистеин — 5,0;  $\text{CH}_3\text{COOW}$  — 3; агар — 0,5; pH — 6,8 [8].

Исследования проводились в 2015–2017 гг.

### Результаты и их обсуждение

Многие вопросы взаимодействия растений с почвой и микроорганизмами недостаточно выяснены. Между тем установление закономерностей влияния отдельных агрофитоценозов на биологическую активность и состав почвенных микроорганизмов раскрывает возможности путем определенного чередования культур, что в свою очередь позволяет управлять развитием и численностью микроорганизмов в целях повышения плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур [9–10].

Амплитуду количественных колебаний таксономических структур комплекса почвенных микроорганизмов определяют не только факторы внешней среды, но и антропогенные, в том числе флористический состав возделываемых культур.

Адаптивное земледелие предполагает изменение стратегий интенсификации сельскохозяйственного производства, т. е. наиболее полное использование природных факторов, что вызывается не только тем, что техногенные факторы исчерпали свои возможности и экологические требования ставят определенные хотя и временные ограничения использования традиционной, технически ориентированной стратегии интенсификации. При этом в условиях адаптивного земледелия проблема использования потенциальной возможности полезных микроорганизмов теснейшим образом связана с повышением плодородия и продуктивностью сельскохозяйственных культур, особое значение где приобретают почвенные diaзотрофы в различных типах почв и экологических нишах.

Результаты изучения численности аэробных и анаэробных diaзотрофов представлены в Таблицах 1 и 2. Из анализа которых следует, что свободноживущие diaзотрофы в ризоценозе растений в различных типах почв Гянджа–Газахской наклонной равнины, составляют миллионы и десятки миллионов клеток в 1 г.

В ризосфере растений во все фазы развития количество азотфиксирующих бактерий, как правило, было выше, чем в почве без растений, и их соотношение в этих почвах составляло, в основном, 2–4 млн/г.

Численность diaзотрофов в ризоценозах изменяется по фазам развития растений и достигает максимального количества в период колошения или цветения растений.

Высокая биологическая активность ризоценозов влечет за собою снижение парциального давления кислорода, что вызывает активизацию размножения анаэробных diaзотрофов. Следует отметить, что численность diaзотрофов в ризоценозе растений в зависимости от типов почв различна. Так, максимальное количество diaзотрофов в ризоценозе озимой пшеницы наблюдается на серо–бурых, серо–коричневых (каштановых) и сероземно–луговых почвах, составляя соответственно 22605, 15540 и 17430 тыс в июне, а в ризоценозе кукурузы — на горно–серо–коричневых почвах, составляя 18450 тыс.

Наименьшая численность аэробных бактерий на пшенице приходится на июль — к фазе полной спелости, составляя в серо-бурых почвах 6340 тыс экз., в серо-коричневых — 3234 тыс экз., в сероземно-луговых — 9656 тыс экз., а в горно серо-коричневых почвах — 4056 тыс экз.

Таблица 1.

ЧИСЛЕННОСТЬ АЭРОБНЫХ ДИАЗОТРОФОВ В РИЗОЦЕНОЗЕ РАСТЕНИЙ

(тыс, в 1 г. сухой почвы или 1 г. сухих корней) среднее за 3 года

Типы почв	Вариант	Сроки анализов					
		май		июнь		июль	
		ризосфера	ризоплана	ризосфера	ризоплана	ризосфера	ризоплана
Серо-бурая	Пшеница	11245	13646	17236	22605	6340	7445
	Кукуруза	9667	10636	18430	25224	27540	21250
	Люцерна	8636	117	14456	15330	5660	5744
Серо-коричневая (каштановая)	Пшеница	8233	10546	13630	15540	3234	3860
	Кукуруза	6846	7674	17430	20330	19632	21356
	Люцерна	5846	7240	8556	10550	3740	4436
Сероземно-луговая	Пшеница	10560	12540	14230	17430	9656	11320
	Кукуруза	11630	15665	17460	18860	18636	22450
	Люцерна	7450	8665	10660	12460	8456	7376
Горно-серо-коричневая	Пшеница	8227	9660	11734	15130	5886	4956
	Кукуруза	6846	9144	15320	18450	16170	18850
	Люцерна	5545	7750	9754	10340	4780	5556

Таблица 2.

ЧИСЛЕННОСТЬ АНАЭРОБНЫХ ДИАЗОТРОФОВ (P. CLOSTRIDIUM)

В РИЗОЦЕНОЗЕ РАСТЕНИЙ

(тыс, в 1 г. сухой почвы или 1 г. сухих корней) среднее за 3 года

Типы почв	Вариант	Сроки анализов					
		май		июнь		июль	
		ризосфера	ризоплана	ризосфера	ризоплана	ризосфера	ризоплана
Серо-бурая	Пшеница	23650	19420	35070	22450	26560	17470
	Кукуруза	17340	12430	29740	17430	22370	12450
	Люцерна	15700	9445	18230	11520	14756	7360
Серо-коричневая (каштановая)	Пшеница	19320	17450	24746	21450	13466	11540
	Кукуруза	14540	10330	17667	12270	10630	12360
	Люцерна	12450	9546	10370	7740	11546	6845
Сероземно-луговая	Пшеница	24370	16430	38360	29330	33680	27680
	Кукуруза	32660	25240	41540	33450	37740	35443
	Люцерна	19450	11290	27550	19650	20280	13350
Горно-серо-коричневая	Пшеница	15760	11430	27650	19431	17740	13440
	Кукуруза	17340	18900	30230	22550	32450	13320
	Люцерна	13540	8855	12550	7870	11460	4555

Количество анаэробных бактерий значительно превосходят количество аэробных. При этом их наибольшее количество зафиксировано в июне.

Под пшеницей на серо-бурых почвах эти показатели соответствуют 24746, на сероземно-луговых — 38360, а на горно-коричневых почвах — 27650 тыс; под кукурузой — 29740, 17667, 41540 и 30230 тыс (соответственно по типам почв).

### Выводы

Из проведенных исследований следует заключить, что в ризоценозах растений с типом фотосинтеза С<sub>3</sub> и С<sub>4</sub>, возделываемых на различных типах почв Гянджа–Газахской наклонной равнины, растение С<sub>4</sub> (кукуруза) характеризуется более высокой численностью diaзотрофов, чем растение С<sub>3</sub> (озимая пшеница), и значительным таксономическим разнообразием.

### Список литературы:

1. Антонов Б. И. Малый Кавказ // Геология СССР. Т. XLVII. Азербайджанская ССР. Геологическое описание. Баку: изд-во АН Азерб. ССР, 1959. С. 192-250.
2. Азизбеков Ш. А. Геология и петрография северо-восточной части Малого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, 1947.
3. Шихлинский Э. М. Климат Азербайджана. Баку, 1968. 341 с.
4. Мамедов М. Гидрография Азербайджана. Баку, 2002. 266 с. (на азерб. яз.)
5. Салаев М. Э. Почвы Малого Кавказа. Баку: изд-во АН Азербайджанской ССР. 1966, 326 с.
6. Звягинцев Д. Г. Современные проблемы почвенной микробиологии // «Микроорганизмы в сельском хозяйстве»: тез. докл. III всесоюз. науч. конф., (Москва, 23-25 дек. 1986) / редкол.: Звягинцев Д. Г. (отв. ред.) и др. М.: Изд-во МГУ, 1986. С. 5-6.
7. Becking J. Studies on nitrogen-fixing bacterial of the genus *Beijerinckia* // *Plant u. Soil*. 1961. V. 14. №1. P. 49-81.
8. Stepen M., Pedrosa F. Physiological studies with *Azospirillum* spp. // *Assoc N<sub>2</sub>- Fix. Eds. P. B. Vose, A. P. Ruschel. CRC Press Boca Raton FL*, 1981. P. 7-13.
9. Возняковская Ю. М. Характер взаимоотношения между растениями и соответствующими им микроорганизмами // *Агрономическая микробиология*. СПб.: Колос, 1976. С. 144-190.
10. Мишустин Е. Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов. М.: Наука, 1972. 106 с.

### References:

1. Antonov, B. I. (1959). Small Caucasus. *Geology of the USSR. 47. Azerbaijan SSR. Geological description. Baku, Academy of Sciences of Azerbaijan. SSR*, 192-250. (in Russian)
2. Azizbekov, Sh. A. (1947). Geology and petrography of the north-eastern part of the Caucasus. Baku, Academy of Sciences of Azerbaijan. SSR. (in Russian)
3. Shikhlinisky, E. M. (1968). The climate of Azerbaijan, Baku, 341. (in Russian)
4. Mamedov, M. (2002). Hydrography of Azerbaijan, Baku, 266. (in Azeri)
5. Salaev, M. E. (1966). Soils of the Lesser Caucasus. Baku, Academy of Sciences of Azerbaijan SSR, 326. (in Russian)
6. Zvyagintsev, D. G. (1986). Modern problems of soil microbiology. *Tez.dok.3 Vsesoyuz. nauch. konf. M., December 23-25, Moscow State University*, 5-6. (in Russian)
7. Becking, J. (1961). Studies on nitrogen-fixing bacterial of the genus *Beijerinckia*. *Plant u. Soil*, 14, (1), 49-81
8. Stepen, M., & Pedrosa, F. (1981). Physiological studies with *Azospirillum* spp. *Assoc Fix. Eds. P. B. Vose A. P. Ruschel. CRC Press Boca Raton FL*, 7-13
9. Voznyakovskaya, Yu. M. (1976). The nature of the relationship between plants and their corresponding microorganisms. *Agronomical microbiology. St. Petersburg, Kolos*, 144-190. (in Russian)
10. Mishustin, Ye. N. (1972). Association of soil microorganisms. Moscow, Nauka, 106. (in Russian)

Работа поступила  
в редакцию 18.01.2018 г.

Принята к публикации  
25.01.2018 г.

---

*Ссылка для цитирования:*

Мустафаев З. Х. Динамика численности микроорганизмов в агрофитоценозах в почвах северо-восточного склона Малого Кавказа Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №2. С. 162-168. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/mustafayev> (дата обращения 15.02.2018).

*Cite as (APA):*

Mustafaev, Z. (2018). Microorganisms quantity dynamics of agrophytocenosis on the north-eastern slope of the Lesser Caucasus in Azerbaijan. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (2), 162-168