

УДК 631.46  
AGRIS F01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/07>

## БИОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АПСХЕРОНА

©*Манаfoва Ф. А.*, канд. биол. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН  
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

©*Асланова Г. Г.*, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,  
г. Баку, Азербайджан

## BIOCHEMICAL STUDY OF SOILS OF THE SOUTHWESTERN PART OF ABSHERON

©*Manafova F.*, Ph.D., Institute Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,  
Baku, Azerbaijan

©*Aslanova G.*, Institute Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS, Baku, Azerbaijan

*Аннотация.* В статье приводятся материалы по определению направления процессов почвообразования, представляющие собой совокупность разнообразных химических, физических и биологических явлений, протекающих в почвах и обуславливающих тот или иной состав и свойства почвенной массы. Различия между почвами определяются разнообразием растительности, микроорганизмов и почвенной фауны, которые служат источником ферментов.

*Abstract.* This article presents data designating the direction of pedogenic processes, which are combination of various chemical, physical and biological phenomena occurring in soils and determining a particular composition and properties of the soil mass. The differences between soils are defined by the diversity of vegetation, microorganisms and soil fauna, which serves as a source of enzymes.

*Ключевые слова:* почвообразование, ферментная активность, структура почвенного покрова.

*Keywords:* pedogenesis, enzyme activity, structure of soil cover.

Почвенная микробиология к настоящему времени развилась в одну из сложнейших комплексных областей современной биологии. В сферу ее интересов включаются одновременно и детальное изучение природных сред обитания почвенных микроорганизмов, их распространение, качественный и количественный состав, особенности обмена веществ и участие в круговороте элементов в биосфере, взаимодействие друг с другом и с абиогенными факторами макро- и микроокружения. В этой связи важное значение при исследовании биологических свойств выделенных нами СПП с позиций экологического системного подхода имеет место изучение численности и активности в них микроорганизмов и почвенных ферментов [1].

Ферментный потенциал почвы — это ее функциональная характеристика, обусловленная взаимодействующими конкретными факторами почвообразования. Среди них материнская порода определяет естественный химический состав почвы.

### *Характеристика объекта исследования*

Гобустан, небольшой геоморфологический район, расположенный на юго-западе Апшеронского полуострова преимущественно с инверсионным низкогорным рельефом. Внешние края синклинальных плато, уступом высотой 150–180 м круто, местами ступенчато обрываются и переходят к плоским котловинам, долинам и оврагам. На размытых сводах антиклиналей широко развиты грязевые вулканы. Местами в долинах и котловинах развиты золотые формы рельефа (бугристые пески). Западная часть Апшерона представляет собой низкогорье и характеризуется относительно древним приподнятым и интенсивно расчлененным рельефом. Современный рельеф переработан позднейшими эрозионно-денудационными процессами. Глубина расчленения поверхности достигает 200–300 м. Грязевые вулканы развиты слабо.

### *Анализ и обсуждение*

Поступая в почву из различных источников и стабилизируясь, ферменты становятся обязательным компонентом почвы и обуславливают ее уникальное свойство — ферментативную активность. Формированию такого подхода к почве способствовали работы И. В. Тюрина, М. М. Кононовой, Н. А. Красильникова, Д. С. Орлова, Д. Г. Звягинцева, В. Ф. Купревича и др. по биохимии гумуса, по физиологически-активным соединениям и ферментам почв [2, 3]

Метаболизм живых организмов, превращения органических и минеральных веществ в почве создают своеобразную биохимическую обстановку в ней.

Ферменты в почвах играют важную биогеохимическую роль. Тем самым ферменты участвуют в осуществлении важнейших биогеоценологических функций почвы – функции катализатора биохимических процессов и функции трансформатора веществ и энергии, находящихся в биогеоценозе или поступающих в него. Формирование ферментного потенциала почвы, так же как и формирование самой почвы, представляет собой сложный процесс, обуславливаемый взаимодействием экологических факторов почвообразования.

Процессы превращения веществ микроорганизмами осуществляются при участии разнообразных групп ферментов, поскольку они являются биологическими катализаторами превращений органического вещества почвы. Почвенные ферменты продуцируются главным образом комплексом почвенных микроорганизмов, однако значительный вклад может быть сделан растениями и почвенными животными. Как правило, молекулы ферментов связаны с различными биотическими и абиотическими компонентами почвы. Последние включают коллоидальные гуминовые вещества и частицы ила. Так для каждого вида ферментативной активности в почве характерен определенный оптимум pH. Оптимальные значения pH для уреаз, протеаз, дегидрогеназ, полифенолоксидаз и каталаз находится в диапазоне от 6,3 до 7,2, оптимальными для фосфатазной и инвертазной активностей были значения pH в диапазоне 4,2–4,5 [4]. Было показано, что устойчивость различных ферментов к изменениям pH сильно зависит от типа почвы. Различия между почвами определяются разнообразием растительности, микроорганизмов и почвенной фауны. Повышение содержания некоторых микроэлементов в почвах, вызывает отрицательное воздействие на свойства почв и почвенную биоту. Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами, как это происходит на Апшероне в результате загрязнения почв сырой нефтью или же в результате выхлопных газов автотранспорта, приводит к ингибированию активности почвенных ферментов. Активность кислой фосфатазы наиболее сильно ингибировали ионы Hg, As, V, Mo (в среднем более чем на 50%). Подавляют ферментативную активность и другие микроэлементы, в том

числе Cu, Ag, Cd, Zn, Mn, Sn, Ni, Pb, Fe, Cr, Al, V, Se. Степень ингибирования зависит от типа почв. При этом обнаружено, что многие металлы при высокой концентрации подавляют активность ряда почвенных ферментов, а при более низкой концентрации стимулируют активность. Активность ферментов может быть показателем микробных процессов и, следовательно, изменений во фракциях органического вещества почв. Было установлено, что для характеристики почвы применимы фосфатазная, сахаразная и уреазная активность, и кроме того, скорости минерализации азота и дыхания в почвы [9].

Представляет интерес, особенно в связи с проблемами засоления почв Апшерона, влияние свойств засоленных почв или высокой концентрации ионов на почвенные ферменты. Установлено, что по мере возрастания засоленности почвы уменьшалась активность: амидазы, уреазы, кислой фосфатазы, щелочной фосфатазы, дегидрогеназы, каталазы и др. Степень ингибирования варьировала в зависимости от вида фермента и от вида и количества соли. Засоленность почвы вызывала значительное подавление дегидрогеназной активности. Прямая связь между активностью ферментов и плодородием почв позволяет использовать их активность для диагностики почвы в свете их эволюционного развития и экологического состояния [10, 11].

Для оценки экобиологического состояния почвенных разностей исследуемых почв на Апшероне были использованы шкалы активностей ключевых ферментов почв, предложенные Д. Г. Звягинцевым [3].

Биохимическая активность почвенного покрова СПП определена по 5-бальной шкале: очень слабая; слабая; средняя; высокая; очень высокая. Эта шкала ориентировочно дает возможность судить об актуальном биологическом состоянии почвенных разностей в сравнительном аспекте (Таблица 1).

Таблица 1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
 ПОЧВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ СПП АПШЕРОНА

Наименование СПП	Показатели*							Активность
	Продукция $\text{CO}_2$ , мг $\text{CO}_2/10$ г сут	Каталаза, $\text{O}_2$ см <sup>3</sup> /г мин	Дегидрогеназа, мг ТТФ/10 г сут	Фосфатаза, мг $\text{P}_2\text{O}_5$ / 10 г час	Уреаза, мг N $\text{NH}_3/10$ г сут	Протеаза, мг альбумина/10 г ч	Инвертаза, мг глюкозы/г сут	
Луковично-собирающий	18,5–20,7	17–22	19,0–20,7	8,1–10,3	45–54	2,4–2,8	62–69	Очень высокая
Радиально-округлый	17,5–19,7	15–18	16–18,7	6,1–8,3	41–49	2,3–2,9	52–58	Высокая
Древовидно-концентрический	11–12	3,8–5,1	7,0–8,3	1,5–2,2	12–17	1,2–1,3	16–18,5	Средняя
Древовидный вулканического происхождения	12,3–13,5	3,9–5,3	7,1–8,4	1,6–1,9	13–16	1,0–1,2	15–17	Средняя
Древовидный	12–13	4,0–5,5	7,2–8,5	1,6–2,1	14–18	1,1–1,3	17–19	Средняя
Радиально-центростремительный	3,7–3,9	1,5–2,8	3,5–4,9	0,7–0,9	4,5–5,7	0,75–0,95	6,6–8,5	Слабая
Радиально-центробежный	3,9–4,1	1,5–2,4	3,5–4,7	0,7–0,8	4,7–5,9	0,7–0,8	6,6–7,9	Слабая

Наименование СПП	Показатели*							Активность
	Продукцирование $CO_2$ , мг $CO_2/10$ г сут	Каталаза, $O_2$ см <sup>3</sup> /г мин	Дегидрогеназа, мг ТТФ/ 10 г сут	Фосфатаза, мг $P_2O_5$ / 10 г час	Уреаза, мг N $NH_3/10$ г сут	Протеаза, мг альбумина/ 10 г ч	Инвертаза, мг глюкозы/г сут	
Древовидно– дихотомический	3,5–3,9	1,2–2,4	3,1–4,5	0,6–0,9	4,4–5,7	0,6–0,65	6,4–7,1	Слабая
Луковично- рассеивающий	3,3–3,6	1,2–2,2	3,1–4,4	0,6–0,7	4,3–5,4	0,6–0,52	6,0–7,5	Слабая
Древовидно- радиальный	3,5–3,7	1,2–2,1	3,2–4,5	0,6–0,8	4,2–5,5	0,6–0,55	6,1–7,7	Слабая
Древовидно- равнинной части	3–4	0,9	2,1	0,4–0,5	2,3	0,3–0,5	4,5–4,9	Очень слабая

Примечание: \* — в слое почвы 0–15 см

Для экобиологической оценки выделенных почвенных разностей различных структур почвенного покрова (СПП) юго-запада Апшерона изучена активность в них ряда оксидоредуктазных и гидролитических ферментов. Оксидоредуктазные и гидролитические ферменты осуществляют важнейшие функции в почве. Среди оксидоредуктазных ферментов важную роль в почвах играют каталаза и дегидрогеназа. Почвы, как правило, проявляют высокую каталазную активность. Каталаза широко представлена в клетках растений и микроорганизмов. Этот фермент катализирует реакции разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород. Перекись водорода образуется в процессе дыхания микроорганизмов в почве и в результате различных биохимических реакций окисления органических веществ. Роль каталазы в почве заключается в том, что она разрушает ядовитую для организмов перекись водорода. В почве сравнительно активно действуют дегидрогеназы углеводов и органических кислот. Дегидрогеназы катализируют реакции отщепления водорода, т. е., дегидрирование органических веществ и выполняют роль промежуточных переносчиков водорода. В почве субстратами дегидрирования могут быть различные углеводы, органические кислоты, аминокислоты, спирты и гуминовые вещества. Среди гидролитических ферментов важная роль в почве принадлежит таким ферментам, как амилаза и целлюлаза. Они расщепляют сложные эфиры, глюкозидные, пептидные и некоторые другие связи в органических соединениях. Участвуя в реакциях гидролитического распада высокомолекулярных органических соединений, они играют важную роль в обогащении почвы подвижными и доступными растениям и микроорганизмам питательными веществами. Так, амилаза осуществляет гидролиз крахмала, который входит в состав органических остатков, попадающих в почву, с образованием декстринов и мальтозы. А целлюлаза катализирует гидролиз  $\delta$ -1,4-глюконовых связей в целлюлозе [5].

В составе растительных остатков и микробных тел в почву поступает значительное количество белковых веществ, аминокислот и других азотсодержащих органических соединений. В дальнейшем превращении этих соединений большую роль играют присутствующие в почве протеолитические ферменты.

В результате последовательного протеолитического расщепления до аминокислот и их последующего распада с выделением аммиака азот белковых веществ превращается в доступную для высших растений форму. Это явление, в целом, известно как процесс

аммонификации, а ферменты, осуществляющие этот процесс — протеазы. Эти ферменты обуславливают динамику азота, играют важную роль в жизни почвы [3, 10].

Другим представителем протеолитических ферментов в почве является уреаса. Этот фермент катализирует гидролиз мочевины. Конечными продуктами является аммиак и углекислый газ. Продукт гидролиза мочевины — аммиак служит непосредственным источником азотного питания для высших растений. Одним из важнейших почвенных ферментов, участвующих в превращении фосфорных соединений является фосфатаза. Это большая группа ферментов, катализирующих гидролиз разнообразных фосфорорганических соединений, которые составляют важную часть фосфора почвы (от 20% до 80%) и представлены нуклеиновыми соединениями. Анализ полученных данных (Таблицы 1, 2) позволяет со всей определенностью говорить о широком варьировании ферментативной (биохимической) активности почвенных разностей в зависимости от типа СПП.

Таблица 2

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРО-БУРЫХ И СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ (КАШТАНОВЫХ) ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АПШЕРОНА

Наименование почвы	Содержание		Биологическая активность			Итоговый балл
	Гумус, т/га (0–20 см)	Азот, т/га (0–20 см)	Продукция $\text{CO}_2$ , мг $\text{CO}_2/10 \text{ г}$ сут	Численность гетеротрофных микроорганизмов, тип	Дегидрогеназа, мг ТТФ/ 10 г сут	
Серо-бурые солонцеватые орошаемые	33,7	3,0	17,7–18,3	$1,5–1,8 \times 10^7$	15,3–16,5	100
Серо-коричневые обыкновенные	60	4,3	21,2–24,5	$4,5–5,1 \times 10^7$	19,0–20,5	155
Серо-коричневые светлые	34,6	2,4	19,8–20,1	$2,1–2,6 \times 10^7$	16,4–17,1	103
Серо-бурые неполноразвитые орошаемые	30,8	3,0	16,3–17,0	$1,2–1,9 \times 10^7$	13,9–15,1	98
Серо-бурые солончаковато-солонцеватые	28,3	2,5	14,9–15,5	$0,8–1,1 \times 10^6$	10,1–12,5	95
Серо-бурые неполноразвитые	21,61	2,1	18,5–20,7	$0,6–0,8 \times 10^5$	19–20,7	79
Серо-бурые заболоченные	31	2,6	13,2–14,5	$0,5–0,6 \times 10^5$	8,2–9,1	76
Серо-бурые слаборазвитые	16,5	1,4	17,5–19,7	$0,5–0,6 \times 10^6$	7,2–8,3	71
Серо-бурые слаборазвитые, орошаемые	17	1,9	12,1–13,7	$0,8–1,3 \times 10^5$	6,9–9,2	64

Наиболее высокой ферментативной активностью обладали радиально-округлый, луковично-собирающий, а также древовидный вулканического происхождения, древовидный типы СПП. Активность всех исследуемых ферментов, а также продукция  $\text{CO}_2$  в почвенных разностях этих СПП была наиболее высокой. Это в основном серо-коричневые обыкновенные, серо-коричневые обыкновенные гипсоносные, серо-бурые глубинно-засоленные подтипы почв. Наиболее слабой ферментативной активностью характеризовались почвенные разности СПП древовидной равнинной части Апшерона. В первую очередь такое широкое варьирование в ферментативной активностью определяется физико-химическими параметрами самих почвенных разностей, в том числе степени засоления, содержания гумуса, емкостью поглощения и др. Как правило, почвы незасоленные, с высоким содержанием гумуса, высокой степени емкости поглощения отличаются сравнительно высокими активностями почвенных ферментов. А это в свою очередь показатель высокой скорости вещественно-

энергетического обмена в почвенных разностях с высоким уровнем активности почвенных ферментов [5–7].

В Таблице 2 показаны результаты экологической оценки почв юго-западной части Апшерона. Как видно, наиболее высоким итоговым баллом (155) характеризуются серо-коричневые обыкновенные и серо-коричневые светлые (103) почвы. Эти почвы характеризуются более высоким уровнем плодородия, чем эталонные серо-бурые солонцеватые орошаемые. Худшими свойствами по сравнению с эталонным типом почв характеризуются все другие подтипы серо-бурых почв. Их средневзвешенные баллы бонитета колеблются в пределах 64-98.

Биологические свойства почв, а именно численность гетеротрофной микрофлоры, активность фермента дегидрогеназы и интенсивность продуцирования углекислого газа коррелирует с их физико-химическими свойствами. Наиболее высокой биологической активностью характеризовались серо-коричневые обыкновенные и серо-коричневые светлые почвы. Биологическая активность этих почв была выше, чем в эталонной-серо-бурой солонцеватой орошаемой почве, и существенно выше, чем в других типах серо-бурых почв [8].

#### *Выводы*

Структура почв на Апшероне определяет темп и направление физико-химических и биологических процессов в них и влияет на характер роста и развития растений.

Установлена определенная зависимость физико-химических и биологических свойств почвы от ее структуры, генезиса и факторов окружающей среды.

Наиболее высокая биологическая активность — в серо-коричневых обыкновенных и серо-коричневых светлых почвах.

#### *Список литературы:*

1. Самедов П. А., Баббекова Л. А., Алиева Б., Мамедзаде В. Т. Сравнительная характеристика биологических процессов серо-бурых почв естественных и антропогенных ландшафтов Апшеронского полуострова // Биоразнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: Материалы межд. конф. Горно-Алтайск. 2008. С. 116-120.
2. Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1951. 391 с.
3. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. Т. 6. С. 48-54.
4. Чундерова А. И. Активность полифенолоксидазы и пероксидазы в дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. 1970. №7. С. 22.
5. Исмаилов Н. М., Наджафова С. И. Устойчивость ландшафтов Азербайджана вдоль экспортных трубопроводов (ЗМЭТ и СМЭТ) к загрязнению сырой нефтью. М.: ИНФРА-М., 2017. 154 с. <https://doi.org/10.12737/22313>
6. Манафова Ф. А., Гасанова К. М., Асланова Г. Г. Влияние биоэкологических факторов на структуру почвенного покрова Апшерона (Азербайджан) // Почвы в биосфере: всерос. науч. конф. с междунар. участием, 10-14 сентября 2018 г. Томск, 2018. Ч. 1. С. 304-308.

7. Манаfoва Ф. А., Бабаева Р. Ф. Влияние различных экологических факторов природной среды на структуру почвенного покрова Апшерона // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №6. С. 153-169.

8. Манаfoва Ф. А. Экологическая оценка структур почвенного покрова Апшерона: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Баку. 2006. 19 с.

9. Hartenstein R. Soil macroinvertebrates, aldehyde oxidase, catalase, cellulase and peroxidase // Soil biology and biochemistry. 1982. V. 14. №4. P. 387-391. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(82\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0038-0717(82)90010-4)

10. Verstraete W., Voets J. P. Soil microbial and biochemical characteristics in relation to soil management and fertility // Soil Biology and Biochemistry. 1977. V. 9. №4. P. 253-258. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(77\)90031-1](https://doi.org/10.1016/0038-0717(77)90031-1)

11. Frankenberger Jr W. T., Bingham F. T. Influence of salinity on soil enzyme activities // Soil Science Society of America Journal. 1982. V. 46. №6. P. 1173-1177. <https://doi.org/10.2136/sssaj1982.03615995004600060011x>

#### References:

1. Samedov, P. A., Babbekova, L. A., Alieva, B., & Mamedzade, V. T. (2008). Sravnitel'naya kharakteristika biologicheskikh protsessov sero-burykh pochv estestvennykh i antropogennykh landshaftov Absheronского полуострова. In *Bioraznoobrazie, problemy ekologii gornogo Altaya i sopredel'nykh regionov: nastoyashchee, proshloe, budushchee: Materialy mezhd. konf. Gorno-Altaysk*, 116-120. (in Russian).

2. Kononova, M. M. (1951). Problema pochvennogo gumusa i sovremennye zadachi ego izucheniya. Moscow. (in Russian).

3. Zvyagintsev, D. G. (1978). Biologicheskaya aktivnost' pochv i shkaly dlya otsenki nekotorykh ee pokazatelei. *Pochvovedenie*, (6), 48-54. (in Russian).

4. Chunderova, A. I. (1970). Aktivnost' polifenoloksidazy i peroksidazy v dernovo-podzolistykh pochvakh. *Pochvovedenie*, (7), 22. (in Russian).

5. Ismailov, N., & Nadzhafova, S. (2017). Stability of landscapes of Azerbaijan along the export pipeline (WREP and SMET) to contamination with crude oil. (in Russian). <https://doi.org/10.12737/22313>

6. Mанаfova, F. A., Gasanova, K. M., & Aslanova, G. G. (2018). Vliyanie bioekologicheskikh faktorov na strukturu pochvennogo pokrova Absheron (Azerbaijan). In *Pochvy v biosfere: vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, 10-14 sentyabrya 2018 g.*, Tomsk, Ch. 1. 304-308. (in Russian).

7. Mанаfova, F., & Babayeva, R. (2018). Various ecological factors influence of the natural environment on the structure of the Absheron soil cover. *Bulletin of Science and Practice*, 4(6), 153-169. (in Russian).

8. Mанаfova, F. A. (2006). Ekologicheskaya otsenka struktur pochvennogo pokrova Absheron: authoref. Ph.D. diss. Baku, 19.

9. Hartenstein, R. (1982). Soil macroinvertebrates, aldehyde oxidase, catalase, cellulase and peroxidase. *Soil biology and biochemistry*, 14(4), 387-391. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(82\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0038-0717(82)90010-4)

10. Verstraete, W., & Voets, J. P. (1977). Soil microbial and biochemical characteristics in relation to soil management and fertility. *Soil Biology and Biochemistry*, 9(4), 253-258. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(77\)90031-1](https://doi.org/10.1016/0038-0717(77)90031-1)

11. Frankenberger Jr, W., & Bingham, F. T. (1982). Influence of salinity on soil enzyme activities. *Soil Science Society of America Journal*, 46(6), 1173-1177. <https://doi.org/10.2136/sssaj1982.03615995004600060011x>

*Работа поступила  
в редакцию 17.09.2021 г.*

*Принята к публикации  
24.09.2021 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Манаfoва Ф. А., Асланова Г. Г. Биохимическое исследование почв юго-западной части Апшерона // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №10. С. 57-64. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/07>

*Cite as (APA):*

Manafova, F., & Aslanova, G. (2021). Biochemical Study of Soils of the Southwestern Part of Absheron. *Bulletin of Science and Practice*, 7(10), 57-64. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/07>