

ORCID *0000-0002-2490-8940

Изучение подтипов серо-бурых почв Апшеронского полуострова по потенциалу биогенности и биохимической активности

Гасанова Ульвия О., докторант;
Научный руководитель: Исмаилов Нариман М., профессор
Одлар Юрду

Аннотация. Статья посвящена исследованию подтипов серо-бурых почв с учетом их биогенности и биохимической активности. Чтобы понять каким образом это происходит и какие факторы на это влияют, проведены исследования микробиологической активности серо-бурых почв Апшеронского полуострова в различных экотопах, заложены разрезы и отобраны образцы в разных точках.

Ключевые слова: Апшеронский полуостров, серо-бурые почвы, биогенность, отбор проб, микробиологический анализ.

Введение: Наиболее показательным для оценки почвенного плодородия и самоочищающей способности почв считают групповой состав микроорганизмов, связанных с циклом превращения азота, а также целлюлозоразлагающих микроорганизмов. [Звягинцев Д.Г.,1987; Григориади А.С.,2010]. Устанавливаются определенные закономерности в распределении разных групп микроорганизмов в почвах разных типов. Наличие большого количества микроорганизмов, участвующих в процессах азотфиксации, нитрификации, разрушения целлюлозы, говорит о плодородии почв. [Аристовская Т.В.,1988; Берестецкий О.А. и др.,1984; Войнова-Райкова и др., 1986; Туев Н.А.,1989; Тиханович И.А., Круглов Ю.В.,2006]

Одним из приоритетных загрязнителей серо-бурых почв Апшеронского п-ва является нефть и нефтепродукты. Последствия зависят от параметров загрязнения: состава и свойств нефти и нефтепродуктов, концентрации в почве, продолжительности загрязнения, а также от эколого-географического положения почвы, определяющего скорость трансформации нефти в почве, и эколого-генетических свойств почвы, определяющих ее устойчивость к химическому загрязнению [Алиев С.А., Гаджиев Д.А. ,1977;Исмаилов Н.М., 1988; Хазиев Ф.Х., Фатхиев Ф.Ф.,1981;Хазиев и др., 1988; Звягинцев Д.Г., Гусев В.С. ;Киреева Н.А., Галимзянова Н.Ф.,1995; Киреева и др., 1998; Киреева Н.А. и др.,2000;Трофимов и др., 2000; Пиковский Ю.И. и др., 2003; Колесников и др., 2006, 2006а; Назаров А.В., и др.,2010;Лисовицкая О., Можарова Н,2013]

Цель исследований: Изучить подтипы серо-бурых почв Апшеронского полуострова по потенциалу биогенности и биохимической активности и каким образом они влияют на плодородие почвы.

Материалы и методы: Нами проведены исследования по выявлению биогенности основных подтипов серо-бурых почв Апшеронского п-ва. Отбор почвенных проб проводили с горизонтов 0-20см. Пробы почв отбирали методом конверта на площади около 100м². В лабораторных условиях в почвенных пробах определяли общую численность микроорганизмов (на мясо-пептонном агаре) и целлюлолитическую активность методом обрастания комочков. Результаты, представленные в табл. 2. показывают различие в биогенностиисследуемыхпочв в зависимости от физико-химических особенностей, представленных в табл.2. Серо-бурые солончаковато-солонцеватые почвы характеризовались более высокой численностью микроорганизмов и целлюлолитической активностью по сравнению с другими подтипами почв. Обнаруживается прямая корреляция между биогенностью почв и такими физико-химическими показателями почв как содержание и запасов в них гумуса, общего азота, емкости поглощения, степенью илистости и др.(табл.2).

Исследованиями многих авторов установлено, что активность почвенных ферментов может служить дополнительным диагностическим показателем почвенного плодородия и его изменения в результате антропогенного воздействия [Звягинцев Д.Г.,1978; BurnsR.G.,1977]. Использование ферментативной активности в качестве диагностического показателя способны низкая ошибка опытов (не более 5-8%) и высокая устойчивость ферментов при хранении образцов [Галстян А.Ш.,1982; Казеев К.Ш. и др.,2004].

Результаты наших исследований на почвенные ферменты вразличных подтипов серо-бурой почвы представлены в табл.1.

Табл. 1. **Некоторые диагностические показатели серо-бурых почв Апшеронского п-ва** (Морфогенетические профили почв Азербайджана, 2004)

Показатели	Типы почв		
	Серо-бурые солончаковато-солонцеватые	Серо-бурые неполноразвитые	Серо-бурые примитивные
Распространение	Преимущественно в средней и западной части территории	В восточной равнинной части территории	В комплексе с неполноразвитыми разностями
Степень илистости,%	32-40	15-25	2-5
Водопрочные агрегаты(>0,25мм),%	40-55	25-30	5-10
Содержание гумуса,%	0,84-1,60	0,79-1,14	0,52-0,74
Запас гумуса,т/га (0-50см)	47-91	32-51	20-23

Содержание азота, %	0,08-0,13	0,07-0,11	0,04-0,05
Запас азота (0-50см)	3,6-6,0	1,5-1,7	2,9-5,4
Емкость поглощения(мг-экв)	22,5-30,4	13,6-21,0	9,4-15,7
Поглощенный натрий, %	9,1-17,8	7,7-11,8	4,7-9,6
Влажность почв, %	7-18	10-15	7-9
СО ₂ почвенного воздуха (об.%)	0,12-40	0,10-0,31	0,07-0,19

Табл. 2. Биогенность различных типов серо-бурых почв Апшеронского п-ва

№пп	Тип почв	Общая численность микроорганизмов, КОЕ, тыс.на1 г. почвы		Целлюлозолитическая активность, (обрастание почвенных комочков)	
		Май,2017	Октябрь, 2017	Май,2017	Октябрь, 2017
1	Серо-бурые солончаковатосолонцеватные	2842	2882	24	26
2	Серо-бурые неполноразвитые	2212	2255	15	17
3	Серо-бурые примитивные	1126	1148	11	12

Табл. 3. Ферментативная активность различных типов серо-бурых почв Апшеронского п-ва

Тип почв	Горизонт, см	Активность ферментов почв		
		Каталаза, мл 0,1 КМпО ₄	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы	Дегидрогеназа, мг ТФФ
Серо-бурые солончаковатосолонцеватные	0-10	0,09	122	3,8
	10-20	0,09	42	3,6
Серо-бурые неполноразвитые	0-10	0,07	112	3,4
	10-20	0,05	32	3,2
Серо-бурые примитивные	0-10	0,06	99	3,1
	10-20	0,04	25	3,0

Результаты и их обсуждение: Из данных табл.3 видно, что по активности почвенных ферментов во всех трех исследованных нами подтипах серо-бурых почв сильно различались. Активность почвенных ферментов коррелирует с численностью микроорганизмов и ЦРМ в различных подтипах серо-бурых почв: несмотря на высокий уровень в почве поглощенного натрия в серо-бурых солончаковато-солонцеватых почвах по сравнению с другими подтипами серо-бурых почв (9,1-17,8) наиболее высокая активность почвенных ферментов, также как и по микробиологическим показателям характерна для этих почв. Это может быть связано с тем, что сравнительно с другими подтипами почв серо-бурые солончаковато-солонцеватые почвы характеризуются более высоким содержанием гумуса и его запасов, степенью илистости и др. физикохимическими показателями, которые в определенной степени могут нивелировать наличие поглощенного натрия.

Таким образом, основные подтипы серо-бурых почв Апшеронского п-ва по потенциалу биогенности и биохимической активности можно расположить в следующий ряд:

Серо-бурые солончаковатосолонцеватные>Серо-бурые неполноразвитые>Серо-бурые примитивные

Нами проведены исследование микробиологической активности серо-бурых почв Апшеронского п-ва в различных экотопах.

Весной 2017г. (15 мая) были заложены разрезы и отобраны почвенные образцы в разных точках. Отборы почв для биологических анализов проводили в точках, расположение разрезов отражены на рис.8. Численность микроорганизмов определяли в почвенном покрове, которые были отнесены к агрогенным, целинным и техногенным. Агрогенные почвы отбирали в точках, расположенных на территории жилых построек, поселков: Маштаги, Шувелян, Бильгя, Бузовна, Нардаран, Джорат: точки отбора №4,5,9,10,12,15,18,20 (всего 8 проб); целинные типы почв отбирали в зонах расположения садов (маслиновая роща, Джейран-Батан точки №1,2,3,6,7,8,11,14,17,19,21 (всего 11 проб); техногенные почвы были выделены в зонах расположения НГДУ (Сабунчи, Сураханы, Биби-Эйбат, Раманы с точек № 13,15а,16,22 (всего 4 пробы) (табл.4).

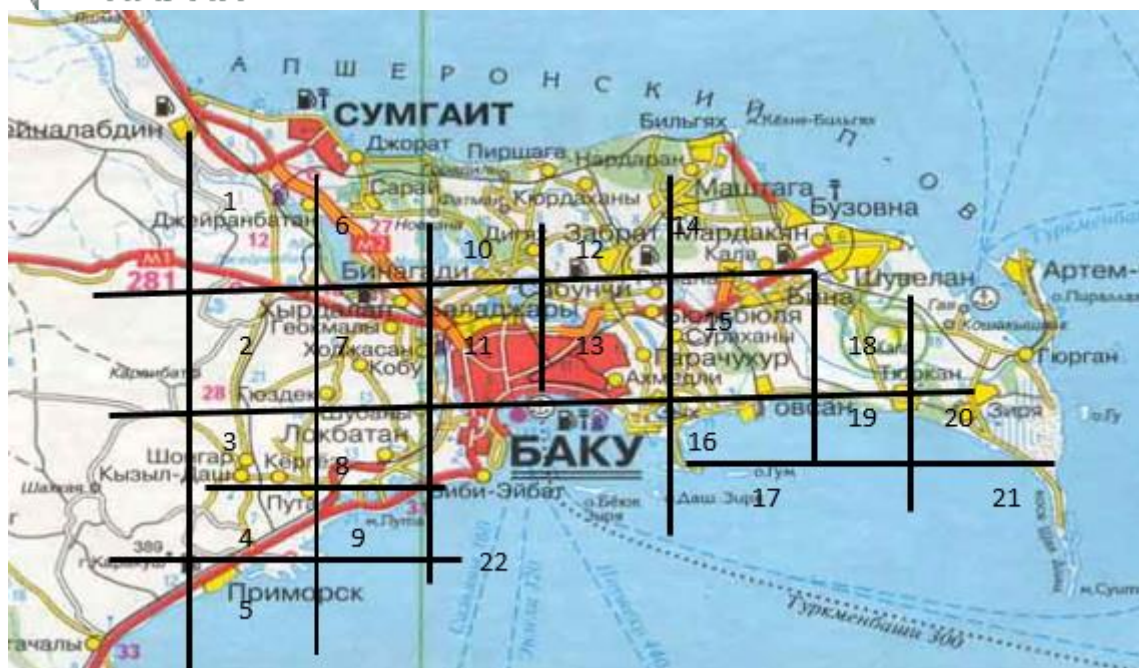


Рис. 1. Апшеронский п-ов. Сетка точек отбора проб для микробиологического анализа

23 разреза были заложены на территориях, которые охватывают все различные экотопы — целинные, агрогенные и техногенные на всей территории Апшеронского п-ва (табл.4).

Табл. 4. Точки отбора почв из различных экотопов на территории Апшеронского п-ва

Номера разрезов	Место отбора почв	Характер почв
1	Джейранбатанское водохранилище	Целинные
2	Территория, прилегающая к поселку Карымбат	Целинные
3	Вблизи к поселку Шонгар	Целинные
4	Вблизи поселка Кызыл-даш	Агрогенные
5	Вблизи поселка Сараи	Агрогенные
6	Вблизи поселка Говсаны	Целинные
7	Территория Хырдалан	Целинные
8	Территория Ходжасан-Кобу	Целинные
9	Территория Шубаны	Агрогенные
10	Территория Фатмаи	Агрогенные
11	Территория Баладжары,	Целинные
12	Территория Кюрдаханы	Агрогенные
13	Территория Сабунчи,	Техногенные
14	Территория Маштага	Целинные
15	Территория Мардакяны	Агрогенные
16	Территория Сураханы,	Техногенные
17	Территория Говсаны	Целинные
18	Территория Шувелян	Агрогенные
19	Территория Кала,	Целинные
20	Территория Гюрган	Агрогенные
21	Территория Зыря	Целинные
22	Территория Биби-Эйбат	Техногенные
15 а	Территория Раманы	Техногенные

Из каждого разреза бралось три прикопки. Образцы в разрезах отбирались по двум глубинам: 0-20 см, 20 - 40см. Затем земля помещались в стеклянные стаканы и доставлялись в лабораторию. В каждом из почвенных проб проводили микробиологические и биохимические исследования. Анализировали биогенность этих почв- общую численность в них микроорганизмов, численность целлюлозоразлагающих, актиномицетов и дыхательную активность. Результаты представлены в табл. 5.

Табл. 5. Биогенность серо-бурых почв различных биотопов

Характер почв	Биогенность почв
---------------	------------------

№ раз-реза		Общее кол-во м-ов, титр	ЦРМ, тыс.КОЕ/г почвы	Актиноми-цеты, тыс./г.почвы	Интенсивность дыха-ния, CO ₂ /г/кг почвы	Фитоток-сич-ность, % прорас-тания
1	Целинные	1,9.10 ⁸	29,6	2819,1	0,54	98
2	Целинные	2.1.10 ⁸	27,3	2717,5	0,51	93
3	Целинные	2.3.10 ⁸	28,5	2629,2	0,57	96
6	Целинные	2.2.10 ⁸	25,6	2513,5	0,54	97
7	Целинные	2.1.10 ⁸	27,7	2647,5	0,53	98
8	Целинные	2.4.10 ⁸	23,8	2458,5	0,46	98
11	Целинные	2.3.10 ⁸	29,9	2512,3	0,48	93
14	Целинные	2.0.10 ⁸	27,6	2782,5	0,43	96
17	Целинные	1,7.10 ⁸	28,6	2726,4	0,51	97
19	Целинные	1,8.10 ⁸	26,6	2592,5	0,50	98
21	Целинные	1,9.10 ⁸	28,1	2881,5	0,49	98
4	Агрогенные	2.0.10 ⁸	17,6	1859,9	0,57	92
5	Агрогенные	2.3.10 ⁸	16,3	1729,1	0,66	93
9	Агрогенные	2.9.10 ⁸	18,5	1373,3	0,67	97
10	Агрогенные	2.2.10 ⁸	20,7	1471,2	0,71	96
12	Агрогенные	2.4.10 ⁸	21,2	1274,7	0,68	95
15	Агрогенные	2.7.10 ⁸	18,6	1912,5	0,64	93
18	Агрогенные	2.7.10 ⁸	19,9	1481,8	0,69	96
20	Агрогенные	2.5.10 ⁸	15,6	1924,1	0,68	97
13	Техногенные	1,1.10 ⁸	1,5	567,1	0,22	23
15а	Техногенные	1,4.10 ⁸	1,3	543,8	0,25	24
16	Техногенные	1,6.10 ⁸	1,2	521,8	0,29	18
22	Техногенные	2.10 ⁸	1,7	437,5	0,24	14

Численность ЦРМ в серо-бурой почве различных экотопов составило:

- в целинных почвах 17,1-22,8x10³ почвы, в процентном отношении к общей массе бактерий их содержание составило 65,8-67,8%;

в агрогенных почвах их среднее содержание составило 12,5-18,3.10³ гр. почвы, в процентном отношении к общей массе бактерий их содержание составило 62,1-58,8%;

- в техногенных почвах численность ЦРМ составило всего 1,1-2,7.10³ гр. почвы, в процентном отношении к общей массе бактерий содержание этой группы микроорганизмов составило лишь 12,3-18,6%.

Большая численность актиномицетов в целинных почвах по сравнению с агрогенными может свидетельствовать о более медленном разложении целлюлозы в почвах этих экотопов. Значительное снижение численности актиномицетов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов в нефтезагрязненных почвах (техногенные экотипы почв) свидетельствует не только о негативном воздействии нефтяных углеводородов на эти группы микроорганизмов, но также может быть свидетельством низкого содержания в этих почвах целлюлозосодержащих материалов. В конечном итоге низкая дыхательная активность нефтезагрязненных почв свидетельствует о низкой биологической активности этих почв. Причиной резкого снижения «дыхания» в техногенных почвах являются низкое содержание гумуса и питательных элементов. Превышение целлюлозоразлагающей активности в целинных почвах по сравнению с почвами агрогенных может свидетельствовать о лучших условиях для формирования естественного плодородия в целинных почвах.

Достоверно установленное во всех вариантах превышение целлюлозоразлагающей активности на целинных участках по сравнению с агрогенными типами.

Как правило, в почвах агрогенных (сады, скверы, парки, большая степень биогенности, численность микроорганизмов высока, в микробной структуре больше видового разнообразия, в том числе ЦРМ, а меньше всего эти показатели в техногенных почвах (где практически вся растительность погибла в результате загрязнения). Антропогенные глубоко преобразованные почвогрунты, наиболее распространенные на территории Апшеронского п-ва, формируются за счет урбанизации на культурном слое или на сыпанных, намывных и перемешанных грунтах. Глубина преобразования профиля превышает 40 см. Эти почво-грунты подразделяются на 2 подтипа почв: физически преобразованные, в которых произошла физико-механическая перестройка почв (районы расположения агрогенных типов почв- Билья, Нардаран, масляновая роцца и др.), и химическая преобразованные, в которых произошли значительные хеомогенные изменения свойств и строения профиля за счет интенсивного химического загрязнения (почвенный покров в районах расположения НГДУ – Балаханы, Сураханы, Сабунчи, Биби-Эйбат и др.). Почвы первого подтипа (собственно урбаноземы) занимают селитебные участки, пустыри; почвы второго подтипа (индустриземы) распространены в районах НГДУ, а также промышленных предприятий, вблизи крупных автомобильных и железных дорог.

С помощью фитотеста (всхожести семян овса) выделены зоны на территории Апшеронского п-ва благоприятного роста фитоценозов и зоны угнетения (табл.). Зоны угнетения расположены на территориях, занятые под НГДУ (Раманы, Биби-Эйбат и др.- степень фитотоксичности в пределах 60-70%). Зоны благоприятного роста фитоценозов расположены в других точках Апшеронского п-ва. В общем и целом, анализ полученных результатов позволяет выявить общую закономерность

роста биогенности и снижения фитотоксичности серо-бурых почв по мере продвижения к северу от г.Баку в сторону северного приморья (Бильгя, Пиршаги, Мардакяны и др.), а также при продвижении от западной части п-ва к восточной части (рис.2).



Рис. 2. Роста биогенности и снижения фитотоксичности серо-бурых почв Апшеронского п-ва

В почвах Джейранбатанского водохранилища содержание гумуса составило до 2,4%, что определяется поступлением растительных остатков (территория представляют собой фитоценоз многолетних эфемероидов), органического вещества растительного происхождения с твердыми отходами жизнедеятельности крупного рогатого скота (навоз), в сочетании с плохой аэрацией почв, малым количеством осадков в течении всего лета.

Гасымовым Н.С. и др., [1999] было изучено распространение актиномицетов в нефтезагрязненных почвах Апшеронского п-ва. Агаевой А.А. [2006] были исследованы закономерности распространения микроорганизмов в нефтезагрязненных почвах Апшерона. Показано, что в чистых почвах по сравнению с почвами, отобранных непосредственно вблизи с нефтяными вышками численности нокардий и проактиномицетов было меньше. Вместе с тем в работе не указывается степень загрязнения почв, загрязненных нефтью.

Выводы: Приведение результатов микробиологических исследований в различных зонах позволяет охарактеризовать «состояние здоровья почвы» в виде оценки активности почвенной микрофлоры. Для почв Апшеронского п-ва показатели целлюлозоразлагающей активности являются весьма существенным оценочным показателем, отражающим интенсивность разложения растительных остатков (табл.7).

Табл.7.Целлюлозоразлагающая активность почвы в зависимости от экотопа в слое почвы 0–20 см, % (17 октября 2017г.)

Вариант опыта	Убыль в массе, г	Убыль в массе, %
Агрогенные (плантации маслины и ба- дама-пос.Бильгя)	1,1	10
	1,2	13
	1,4	14
Техногенные –территория НГДУ Биби-Эй- бат –степень загрязнения-6,8%	0,1	1
	-	-
	0,3	3
Целинные (территория Джейранбатан- ского водохранилища)	1,3	12
	1,2	10
	1,5	15

Время, дни	Территория «Джейранбатан- ского водохранилища»	Убыль массы полотна, %	
		Агрогенные почвы (террито- рия поселка Сарай)	Территория НГДУ Сураханы
30 суток	26.52 ± 2.36	21.81 ± 2.13	10.22 ± 4.91
60 суток	57.00 ± 10.61	42.81 ± 8.46	15.15 ± 4.05

Согласно предложенной Д.В. Звягинцевым [1978] шкалы оценки биологической активности почв по интенсивности разрушения клетчатки, полученные нами данные соответствует градации «очень слабая» (меньше 10%) для нефтезагрязненных почв, и слабая – для агрогенных и целинных почвенных экотопов. На подобный результат могло повлиять отсутствие

осадков за период исследования для Апшеронского п-ва - количество дней с высокой температурой за все летние месяцы. Это подтверждается показателями влажности пахотного слоя почв (рис. 3). Как видно, влажность пахотного слоя почвы в целинных почвах находилась на уровне 26..28 %, на агрогенном участке – 22..24 %, затем она постепенно снижалась до 11..13% соответственно в нефтезагрязненной почве.

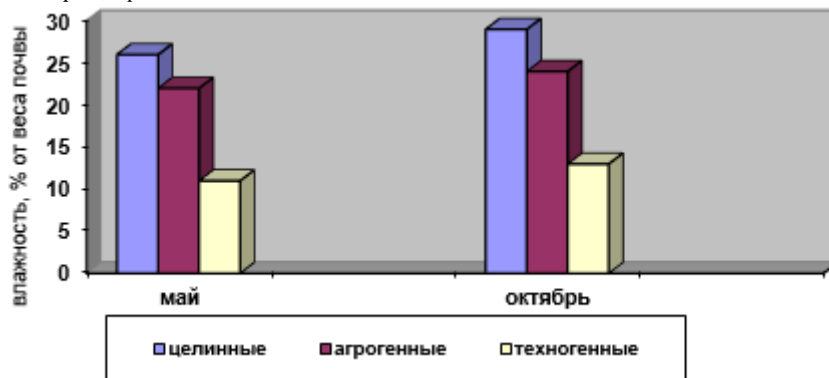


Рис. 3. Динамика влажности почвы в слое 0..20 см в различных почвенных экотопах Апшеронского п-ва

При этом достоверно установлено превышение целлюлозоразлагающей активности на целинных участках по сравнению с результативностью на техногенных и агрогенных участках. Это свидетельствует о том, что антропогенный фактор оказывает ингибирующее воздействие на микробиоту серо-бурых почв. При этом необходимо принимать во внимание, что прямое следствие механической обработки агрогенных почв – изменение аэрации, влажности и других условий, а косвенное – перераспределение по слоям почвы органического вещества – источника пищи и энергетического материала для биоты [Мельяев И.Г., Шрамко Н.В., 2006], что формирует «нестабильную» среду с широким диапазоном колебания и нестабильности микробиологических процессов, в том числе активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Водно-физические свойства почвы на целинных экотопах в большей степени определялись отсутствием растительного покрова и проведением культивации, которые нивелировали влияние приемов обработки почвы в агрогенных экотопах. В результате во всех почвах целинных экотопов были сформированы благоприятные условия по влажности, температуре (с учетом региональных почвенно-климатических условий) и плотности почвы для трансформации органических соединений. Таким образом, в агрогенных почвах неблагоприятные почвенно-климатические условия (малое содержание гумуса, зона полупустынь, неблагоприятный водно-температурный фактор и др.) накладываются на частое механическое воздействие на почвенный покров, дестабилизирующее состояние органического вещества почвы.

Превышение целлюлозоразлагающей активности на целинном участке по сравнению с территорией агрогенных и техногенных позволяет говорить о более благоприятных условиях для формирования естественного плодородия под влиянием только лишь природных факторов воздействия.

В исследуемых серо-бурых почвах численность бактерий варьировала от 120 до 1520 кл/гр. почвы. Максимальный рост ЦРБ был отмечен в пробах №2 (агрогенные почвы - плантации маслины и бадама-пос. Бильгя) и №3 (целинные (территория Джейранбатанского водохранилища).

Литература:

1. Аьайева А.А. Нефтя чирклянмянин тясириндян торпагларда микроорганизмлярин дяринликдян вя фясилляр цэря дяйишмяси // Ботаника Институтунун Елми Ясырляри. 2006. XXVI-йи тьлд.-с.223-225.
2. Azərbaycan Respublikası Ekoloji atlas // Bakı-2009.- s.100-103
3. Алиев С.А., Гаджиев Д.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв // Изв. АН АзССР Сер. биол. наук. 1977. № 2. -С. 46-19.
4. Аристовская Т.В. Микробиологические аспекты плодородия почв // Почвоведение. 1988. № 9.-С. 53–69.
5. Биологические основы плодородия почв. М.: Колос, 1984. -287 с.
6. Войнова-Ройкова Ж., Ранков В., Ампова Г. Микроорганизмы и плодородие. М.: Агропромиздат, 1986.-120с.
7. Галандаров Ч.С. Почвенно-экологические условия и вопросы прогноза почвенных ресурсов Апшеронского п-ва. /Автореф....дисс.канд.с/х наук. Баку, 1989, 21с.
8. Гасанов В.Г., Галандаров Ч.С. Почвенная карта Апшеронского п-ва 1:50000 масштаба. Баку, 1987. (фонд Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана)
9. Гасымов Н.С., Бабайева Т.Я., Яшмядова Ф.Р. Абшеронун нефля чирклянмиш торпагларында йайылмыш актиномисетляр // БДУ-хяярляр. 1999, №2.-с.75-79.
10. Галстян А.Ш. Об устойчивости ферментов почв // Почвоведение. 1982. №4. -С. 108-110.
11. Григориади А.С. Оценка эффективности применения биопрепаратов и фитомелиорантов в биоремедиации нефтезагрязненных почв // Дисс...к.б.н. Уфа, 2010.-227с.
12. Громакова Н.В., Бибик О.А. Сравнительная оценка плодородия почвенного покрова различной антропогенной нагруженности // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2011, № 2.- С.23-26.
13. Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология. М.: МГУ, 2003. -464с.
14. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. №6. -С. 48-54.

15. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1987.- 256 с.
16. Исмаилов Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. — с.42-56.
17. Казеев К.Ш., Колесни ков С.И, Вальков В.Ф. Биология почв Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004.- 350 с.
18. Кахраманова Ш.Ш. Техногенное загрязнение почв Апшерона. //Академический Вестник УралНИИпроект РА-АСН.-2012. №1.- С. 25-30.
19. Киреева Н.А., Галимзянова Н.Ф. Влияние загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами на численность и видовой состав микромицетов // Почвоведение. 1995. № 2. С. 211-216.
20. Киреева Н.А., Новоселова Е.И., Хазиев Ф.Х. Активность карбогидраз в нефтезагрязненных почвах//Почвоведение. 1998. № 12. -С.1444-1448.
21. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Влияние нефтяного загрязнения на целлюлазную активность почв // Почвоведение. 2000. № 6. С. 748-753.
22. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростиздат, 2006а. - 385 с.
23. Лисовицкая О., Можарова Н. Влияние углеводородного загрязнения на накопление липидов в почвах // Почвоведение. // Eurasian Soil Science. — 2013. — № 6. — С.755–760.
24. Мамедов Г.Ш.,Исмаилов Н.М.. Научные основы и принципы районирования почв Азербайджана по устойчивости к загрязнению органическими веществами. Баку: Элм, 2006.-204с.
25. Мамедов Р.Г., Надиров И.А. Экология Апшерона, Баку: БГУ.-1998.
26. Мамедов Г.Ш. Социально-экономические и экологические основы эффективного использования земельными ресурсами Азербайджана. Баку, 2007.-856с.
27. Мамедов М.Х. Эколого-географическая оценка состояния загрязненных земель на территории староосвоенных месторождений в Апшеронском экономическом районе Азербайджана // Географический вестник. Экология и природопользование. 2015. 1(32)-с. 61-73.
28. Мельцаев И.Г., Шрамко Н.В. Экологизация земледелия в Верхневолжье. — Иваново, 2006. — 291с.
29. Назаров А.В., Ананьина Л.Н., Ястребова О.В., Плотникова Е.Г. - Влияние нефтяного загрязнения на бактерии дерново-подзолистой почвы, // Почвоведение.2010, №12.
30. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем. Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1991.-220с.
31. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н.. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. //Почвоведение, 2003, №9. -с. 1132-1140.
32. Тихонович И.А., Круглов Ю.В. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия // Плодородие. 2006. № 5. — С. 9—12.
33. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования. М.:ВО. Агропромиздат, 1989. -237 с.
34. Хазиев Ф.Х., Фатхив Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активация разложения нефти // Агрохимия. 1981. № 10.- С.102-111.
35. Хазиев Ф.Х., Тишкина Е.И., Киреева Н.А. и др. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты экосистемы // Агрохимия, 1988, 32.- с.56-61.
36. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. // Ин-т биологии Уфим. ИЦ, М.: Наука. 2005. -252с.
37. Burns R.G. Soil enzymology. Sci. Progr., 1977, v.64, №254.
38. <https://murzim.ru/nauka/biologiya/mikrobiologija>