



Научные записки НИЦ МКВК

№ 11

2021

Г.В. Стулина, М. Горбачева

Изучение микробных сообществ в почвах осушенного дна Аральского моря



Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Стулина Г.В., Горбачева М.

**ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ
В ПОЧВАХ ОСУШЕННОГО ДНА
АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Ташкент 2021

Введение¹

Проведение микробиологических исследований почв дают представление об особенностях микробиологических процессов, происходящих в конкретных почвах – биологической иммобилизации, азотфиксации, денитрификации, фосформобилизации и др., т.е. факторах, необходимых для прогнозирования состояния почв.

Нами изучена численность основных таксономических и эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов дна Аральского моря, принимающих участие в круговороте углерода, азота, фосфора, и других макро-микроэлементов – аммонификаторов, нитрификаторов 1 и 2 фазы, азотфиксаторов, денитрификаторов, олигонитрофилов, фосформобилизующих, целлюлозоразлагающих аэробов и анаэробов, микромицетов (микроскопических грибов) и актиномицетов.

Объекты исследования

Объектами исследования является почвенный покров юго-западной части осушенного дна Аральского моря. В процессе экспедиции, которая проводилась в 2010 году, были выбраны типичные ландшафты в трансекте от моря до материковой части. На выбранных типовых площадках заложены почвенные разрезы, выполнено морфологическое описание и отобраны почвенные образцы. Химический анализ состава водной вытяжки, питательных элементов, гранулометрический состав выполнялись по общепринятым методикам. Микробиологический состав определялся в Московском Государственном Университете им. М.В. Ломоносова.

¹ Галина Стулина, Научно-информационный центр МКВК
Мария Горбачева, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

Методика проведения микробиологических анализов почв

Для определения численности аммонификаторов, олигонитрофилов, азотфиксаторов, фосформобилизующих бактерий, микромицетов и актиномицетов исследования проводили на твердых агаризованных селективных питательных средах в три этапа:

- приготовлении серии разведений почвенной взвеси;
- посев на агаризованные селективные питательные среды;
- определение числа выросших колоний.

Для анализа брали 10 г почвы и вносили ее в колбочки на 250 мл, содержащих 100 мл стерильной водопроводной воды. Почвенную взвесь взбалтывали, затем 30 секунд отстаивали, затем стерильной пипеткой емкостью 2 мл суспензии вносили в пробирки с 18 мл стерильной воды. Полученную суспензию перемешивали встряхиванием, чистой пипеткой отбирали снова 2 мл жидкости и переносили ее в пробирку, также содержащую 18 мл воды. Эту операцию повторяли 6 раз. Пробирки с разведениями надписывали. Разведения готовили с таким расчетом, чтобы концентрация каждого последующего члена серии разведений была в 10 раз меньше концентрации предыдущего. Затем делали посев в чашки Петри по 1 мл суспензии, начиная с суспензии наибольшего разведения, обозначая ее степень на чашках Петри. Затем расплавленные агаризованные питательные среды остужали до температуры 45⁰С и добавляли их в чашки Петри и осторожными круговыми движениями смешивали с исследуемой суспензией. После застывания агара перевернутые чашки Петри помещали в термостат и инкубировали их в течение 2 суток для аммонификаторов, в течение 7 суток для определения олигонитрофилов и 10-15 суток – для определения микромицетов, актиномицетов.

По истечении соответствующего времени инкубации отбирали посева 5 и 6 разведения – для аммонификаторов, 2-3 разведения – для олигонитрофилов, микромицетов и актиномицетов, и подсчитывали число колоний, выросших на агаре. При подсчете чашку Петри переворачивали вверх дном, ее поверхность разделяли вертикальными линиями на четыре или шесть или восемь частей, в зависимости от количества выросших колоний и определяли общее число колоний образующих единиц (кое). Пересчет числа бактерий, микромицетов и актиномицетов вели на 1г абс.сухой почвы по следующей формуле:

$$a = \frac{б \cdot в \cdot г}{д}$$

где

а – количество клеток в 1 г почвы

б – среднее количество колоний на чашке,

в – разведение, из которого сделан посев,

г – количество капель в 1 мл суспензии

д – вес воздушно-сухой почвы, взятой для анализа.

Определение числа нитрификаторов 1 и 2 фазы, целлюлозоразлагающих аэробных и анаэробных, денитрификаторов (с агаром) проводили методом предельных разведений, но только путем высева почвенной суспензии в пробирки с жидкими селективными питательными средами. Пересчет численности микроорганизмов вели на 20-25 сутки по таблице Мак-Креди (Большой практикум по микробиологии под ред. Селибера, 1986, 405 с).

Для анализов использовали следующие селективные питательные среды (Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии, Москва, 1991, 303 с):

- среда РПА – для аммонификаторов
- среда Эшби – для олигонитрофилов и азотфиксирующих бактерий;
- среда Пиковской – для фосформобилизующих бактерий;
- среда Чапека – для микромицетов и актиномицетов;
- среда Гетчинсона и Клейтона – для целлюлозоразлагающих аэробных микроорганизмов;
- среда Омелянского – для целлюлозоразлагающих анаэробных микроорганизмов;
- среда Гильтая – для денитрификаторов;
- среда Сориано и Уокера – для нитрификаторов 1 фазы;

- среда Ватсона и Уотербери – для нитрификаторов 11 фазы;
- среда Виноградского – для анаэробных азотфиксирующих бактерий.

Результаты исследований

Результаты по численности основных таксономических и эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов представлены в таблице 1.

На рисунке рис. 1 приводится фотография ландшафта разреза № 801. На рис. 2. представлена численность микробного сообщества образца почвы № 801. Видно, что численность микроорганизмов находится почти в одинаковом количестве во всех 3-х образцах, за исключением олигонитрофилов, количество которых на 1 порядок ниже (10^5 кое/г почвы) в 3м образце (P801 91-120 см) по сравнению с 1 и 2 образцами (10^6 кое/г почвы) и целлюлозоразлагающих анаэробных м/о численность которых на 2 порядка ниже (10^4 кое/г почвы) во 2м (2-38 см) и 3м образцах (P801 91-120 см) по сравнению с 1 образцом (10^6 кое/г почвы). Денитрификаторы были обнаружены только в 1 образце (0-2 см), их количество составляло 10^2 кое/г почвы, а во 2 и 3м образцах они не были обнаружены. Фосформобилизующие бактерии, нитрификаторы 1 и 2 фазы, и денитрификаторы не были обнаружены, что свидетельствует о том, что в этих образцах не происходят процессы круговорота фосфора и азота. Отсутствие грибов и актиномицетов свидетельствует о том, что процессы деструкции сложных полимерных соединений в почве тоже отсутствуют. Наличие аммонификаторов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов свидетельствует о процессах разложения азотсодержащих органических веществ в этих образцах.

По хим. составу почвы образца № 801 слабо щелочные, бедны гумусом, очень низко обеспечены подвижными формами азота, фосфора и калия. Растворимые ионы содержатся в следовых количествах.

Таблица 1

**Численность основных таксономических и эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов
почв Приаралья (кое/г почвы, 2011 г.)**

Варианты опыта		Аммонификаторы	Фосфор-мобилизующие	Олигонитрофилы	Микро-мицеты	Актиномицеты
1	801, 0-2см	$3,0 \times 10^7$	Не обн	$1,0 \times 10^6$	Не обн	Не обн
2	P801, 2-38см	$2,2 \times 10^7$	Не обн	$1,5 \times 10^4$	Не обн	Не обн
3	P801, 91-120см	$7,5 \times 10^6$	Не обн	$2,2 \times 10^5$	Не обн	Не обн
4	P804, с пов. под кустом	$1,5 \times 10^7$	Не обн	$4,5 \times 10^6$	Не обн	Не обн
5	805, с пов.	Не обн.	Не обн	$3,7 \times 10^5$	Не обн	Не обн
6	P806, 0-1,5см	$7,5 \times 10^6$	Не обн	$1,0 \times 10^6$	$7,5 \times 10^3$	Не обн
7	P806, 4-10см	$7,5 \times 10^6$	Не обн	$7,5 \times 10^5$	Не обн	Не обн
8	P806, 10-32	$1,4 \times 10^8$	Не обн	$7,5 \times 10^6$	$7,5 \times 10^3$	Не обн
9	P807, 0-1,5см	$1,4 \times 10^8$	$9,0 \times 10^6$	$6,0 \times 10^6$	Не обн	$6,7 \times 10^5$
10	P807, 10-32см	$1,9 \times 10^8$	Не обн	$2,1 \times 10^6$	$6,0 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
11	P810, 0-5см	Не обн.	Не обн	Не обн.	Не обн	$7,5 \times 10^3$
12	P810, 0-5см под деревом	$1,5 \times 10^7$	Не обн	$3,0 \times 10^5$	Не обн	Не обн
13	P812, 0-1,5см	$3,0 \times 10^7$	Не обн	$7,5 \times 10^3$	Не обн	Не обн
14	P812, 1,5-8см	$6,7 \times 10^7$	Не обн	$3,0 \times 10^4$	Не обн	$7,5 \times 10^3$
15	P812, 0-1,5; 1,5-8см около дерева	$1,5 \times 10^7$	Не обн	Не обн.	Не обн	Не обн
16	P812, 8-26см	$7,5 \times 10^6$	Не обн	$7,5 \times 10^4$	Не обн	Не обн
17	P813, 0-0,3; 0,3-11см	$7,5 \times 10^5$	Не обн	$7,5 \times 10^4$	Не обн	Не обн
18	P813, 0-0,3; 0,3-11см около дерева	$8,2 \times 10^7$	Не обн	Не обн.	Не обн	Не обн
19	P814, 0-0,5см	$1,5 \times 10^7$	Не обн	$7,5 \times 10^4$	Не обн	Не обн
20	P814, 0,5-25см	Не обн.	Не обн	$3,7 \times 10^5$	Не обн	$7,5 \times 10^3$

Варианты опыта		Аммонификаторы	Фосфор-мобилизующие	Олигонитрофилы	Микро-мицеты	Актиномицеты
21	P815, 0-20см	$3,0 \times 10^5$	Не обн	$1,5 \times 10^5$	$7,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$
22	P815, 0-20см около дерева	$7,5 \times 10^6$	Не обн	$7,5 \times 10^4$	Не обн	Не обн
23	P817, 0-0,2см	$2,2 \times 10^7$	Не обн	$1,5 \times 10^5$	Не обн	Не обн
24	P817,0,2-10см	$6,0 \times 10^7$	Не обн	$1,1 \times 10^6$	Не обн	$7,5 \times 10^3$

Продолжение таблицы 1

Варианты опыта		Целлюлозо-разлагающие (аэробы)	Целлюлозо-разлагающие (анаэробы)	Денитрификаторы	Нитрификаторы I фаза	Нитрификаторы II фаза	Азотфиксаторы (анаэробы)
1	801, 0-2см	$1,0 \times 10^8$	$1,1 \times 10^6$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	$7,0 \times 10^2$
2	P801, 2-38см	$1,0 \times 10^8$	$2,2 \times 10^4$	Не обн	Не обн	Не обн	$9,0 \times 10^2$
3	P801, 91-120см	$1,0 \times 10^8$	$1,1 \times 10^4$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
4	P804, с пов. под кустом	$1,8 \times 10^6$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	Не обн	$9,0 \times 10^2$
5	805, с пов.	$8,2 \times 10^6$	$1,1 \times 10^4$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
6	P806, 0-1,5см	$8,2 \times 10^6$	$1,5 \times 10^4$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
7	P806, 4-10см	$1,0 \times 10^8$	$1,1 \times 10^6$	Не обн	Не обн	Не обн	$1,1 \times 10^4$
8	P806, 10-32	$1,0 \times 10^8$	$8,2 \times 10^6$	Не обн	Не обн	Не обн	$9,0 \times 10^2$
9	P807, 0-1,5см	$1,0 \times 10^8$	$2,2 \times 10^4$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
10	P807, 10-32см	$1,0 \times 10^8$	$3,3 \times 10^5$	Не обн	Не обн	Не обн	Не обн.
11	P810, 0-5см	$1,0 \times 10^8$	$8,2 \times 10^6$	Не обн	Не обн	Не обн	Не обн.
12	P810, 0-5см под деревом	$1,0 \times 10^8$	$2,6 \times 10^5$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	Не обн.
13	P812, 0-1,5см	$8,2 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	Не обн	Не обн	Не обн	$9,0 \times 10^2$
14	P812, 1,5-8см	$1,0 \times 10^8$	$7,1 \times 10^5$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	$1,1 \times 10^4$
15	P812, 0-1,5; 1,5-8 см около дерева	$8,2 \times 10^6$	$4,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
16	P812, 8-26см	$8,2 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$

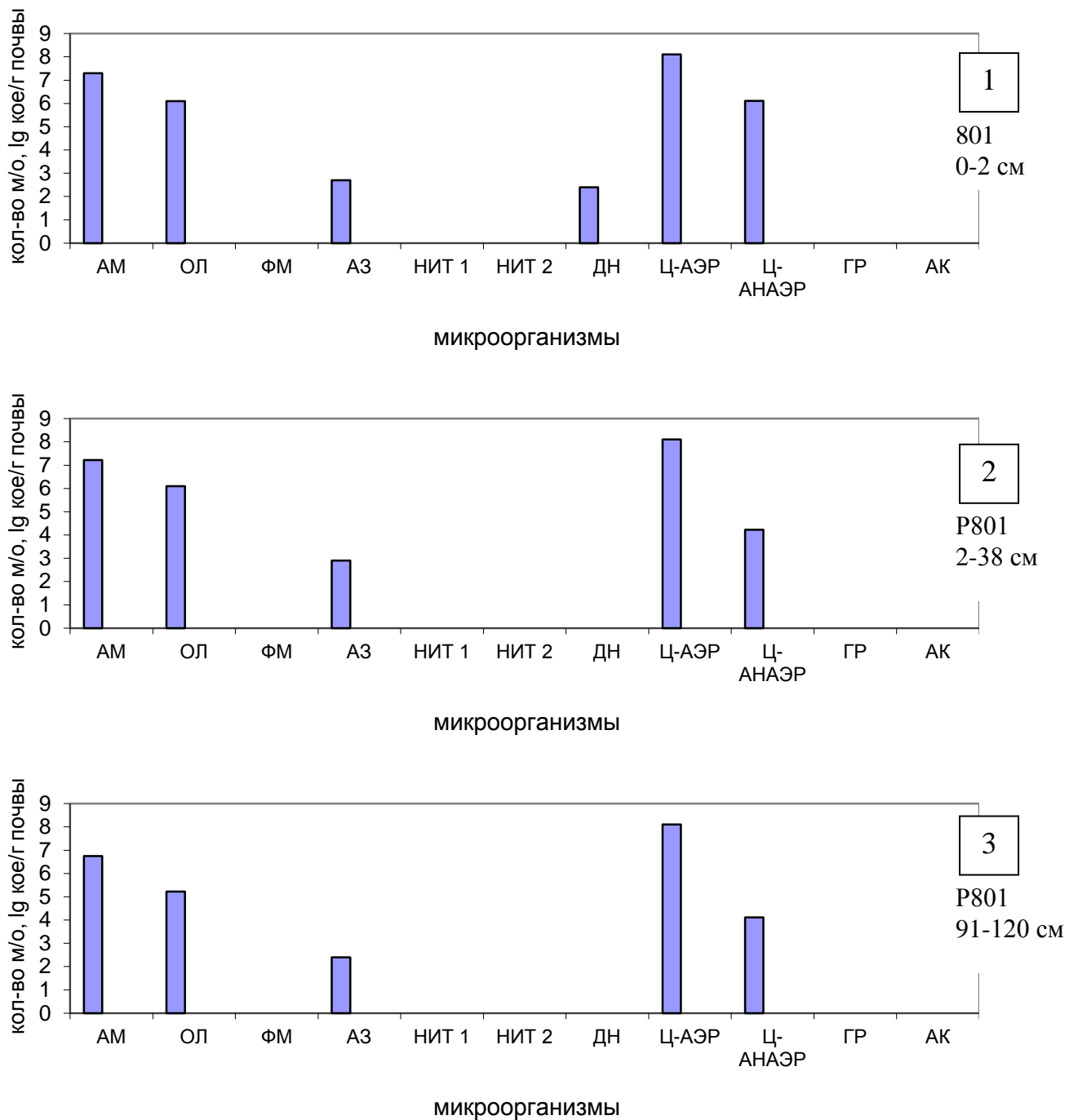
Варианты опыта		Целлюлозо-разлагающие (аэробы)	Целлюлозо-разлагающие (анаэробы)	Денитрификаторы	Нитрификаторы I фаза	Нитрификаторы II фаза	Азотфиксаторы (анаэробы)
17	P813, 0-0,3; 0,3-11см	$3,3 \times 10^6$	$1,8 \times 10^4$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
18	P813, 0-0,3; 0,3-11см около дерева	$3,3 \times 10^6$	$1,1 \times 10^4$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
19	P814, 0-0,5см	$1,0 \times 10^8$	$1,5 \times 10^5$	Не обн	Не обн	Не обн	$1,1 \times 10^4$
20	P814, 0,5-25см	$1,0 \times 10^8$	$3,3 \times 10^6$	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
21	P815, 0-20см	$1,0 \times 10^8$	Не обн.	$4,0 \times 10^2$	Не обн	Не обн	$7,0 \times 10^3$
22	P815, 0-20см около дерева	$1,0 \times 10^8$	$8,2 \times 10^5$	Не обн	Не обн	Не обн	$7,0 \times 10^3$
23	P817, 0-0,2см	$1,0 \times 10^8$	$7,1 \times 10^5$	Не обн	Не обн	Не обн	$4,0 \times 10^2$
24	P817, 0,2-10см	$1,0 \times 10^8$	10^6	Не обн	Не обн	Не обн	$1,1 \times 10^4$



Рис. 1. Ландшафт разреза 801

В образце № 804 численность микробного сообщества и микробиологические процессы схожи с образцами № 801 (1 и 2), за исключением более низкого содержания на (1-2 порядка) целлюлозоразлагающих м/о. В образце № 805 не были обнаружены аммонификаторы, а численность олигонитрофилов составляла 10^5 кое/г почвы, что свидетельствует о процессах ускоренной минерализации органических веществ в этом образце. Фосформобилизующие бактерии, нитрификаторы 1 и 2 фазы, и денитрификаторы не были обнаружены, что свидетельствует о том, что в этих образцах не происходят процессы круговорота фосфора и азота. Наличие аммонификаторов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов свидетельствует о процессах разложения азотсодержащих органических веществ в этих образцах (рис. 3).

Численность аммонификаторов в образце № 806 (1 и 2) составляла 10^6 кое/г почвы, целлюлозоразлагающих аэробных м/о - 10^6 кое/г почвы, анаэробных - 10^4 кое/г почвы, что свидетельствует о слабых процессах разложения органического вещества в этих образцах, в отличие от 3 образца, где число аммонификаторов, целлюлозоразлагающих аэробных (10^8 кое/г почвы) и анаэробных м/о (10^6 кое/г почвы) было на 2 порядка выше, что свидетельствует о повышении процесса деструкции. Фосформобилизующие бактерии, нитрификаторы 1 и 2 фазы, и денитрификаторы не были обнаружены, что свидетельствует о том, что в этих образцах не происходят процессы круговорота фосфора и азота (рис. 4, 5).



АМ – аммонификаторы, ОЛ- олигонитрофилы, ФМБ – фосформобилизующие бактерии,
 АЗ – азотфиксаторы анаэробы, ЦАЭ – целлюлозоразлагающие аэробы,
 ЦАНАЭ – целлюлозоразлагающие анаэробы, НИТ1 – нитрификаторы 1 фазы,
 НИТ2 – нитрификаторы 2 фазы, ДН – денитрификаторы,
 АК – актиномицеты, МИК - микромицеты

Рис. 2. Численность микробного сообщества в почвенном образце № 801

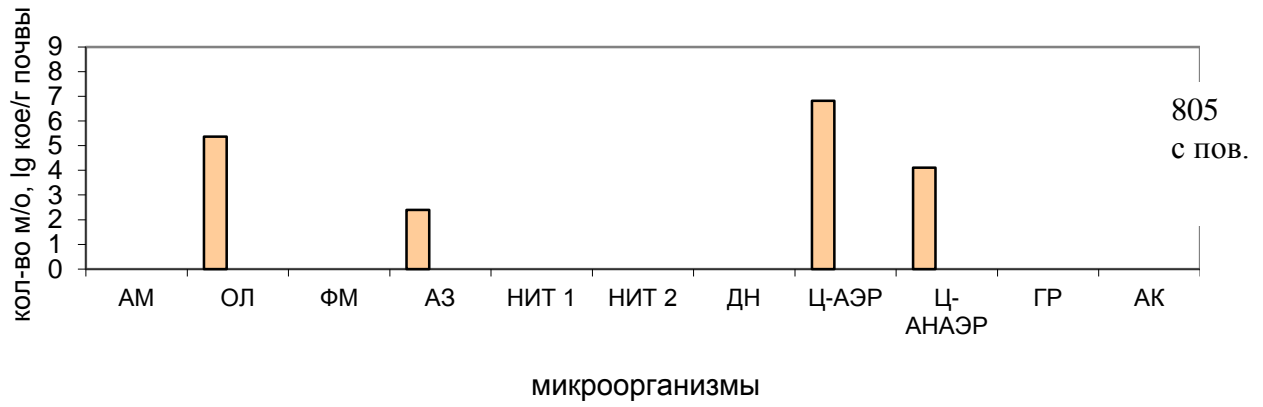
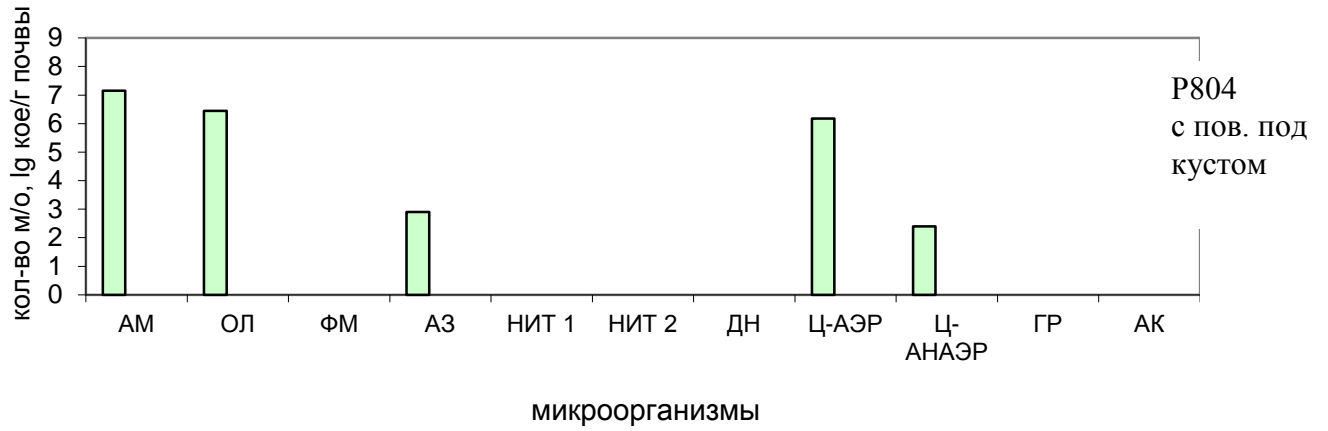


Рис. 3. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 804 и 805

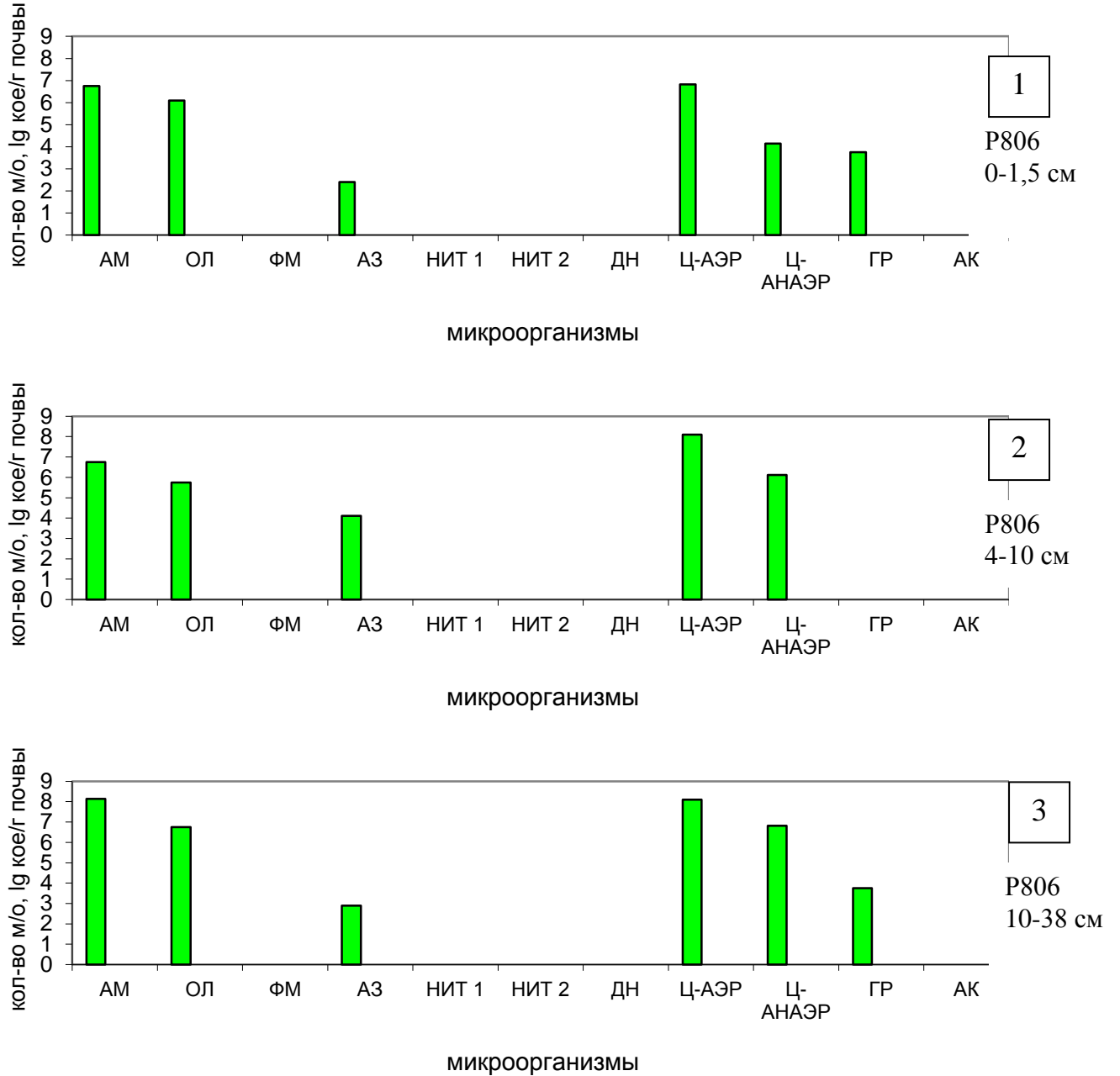


Рис. 4. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 806



Рис. 5. Ландшафт разреза 806, разреза 807

Более активно, чем в предыдущих образцах почвы проходят микробиологические процессы в образце № 807 (0-1,5 см). Были обнаружены аммонифицирующие м/о (10^8 кое/г почвы), олигонитрофилы (10^6 кое/г почвы) фосформобилизующие м/о (10^7 кое/г почвы) и незначительно азотфиксирующие анаэробные (10^2 кое/г почвы), целлюлозоразлагающие

аэробы (10^8 кое/г почвы), анаэробы (10^4 кое/г почвы) и актиномицеты (10^5 кое/г почвы). С глубиной, в образце № 807 (10-32 см) отсутствовали фосформобилизующие м/о, а появились микроскопические грибы (10^4 кое/г почвы). Таким образом, в этом образце почвы микробиологические процессы идут интенсивнее, чем в предыдущих образцах (рис. 6).

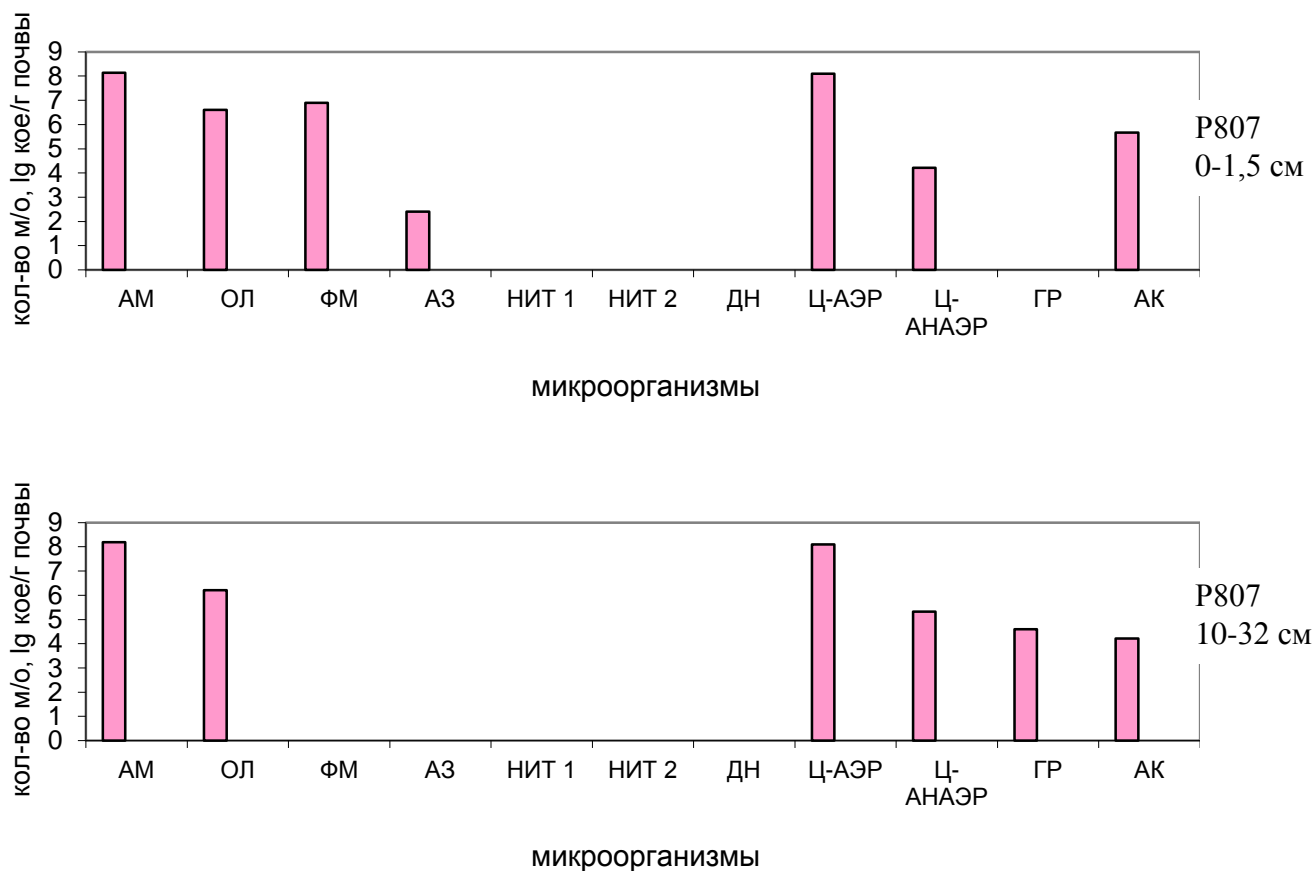


Рис. 6. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 807

В образце № 810 (0-5 см) не были обнаружены почти все полезные группы почвенных микроорганизмов, кроме целлюлозоразлагающих аэробных (10^8 кое/г почвы), анаэробных (10^6 кое/г почвы) и актиномицетов (10^3 кое/г почвы). В образце № 810 (0-5 см под деревом) были обнаружены в небольшом количестве аммонификаторы (10^7 кое/г почвы), олигонитрофилы (10^5 кое/г почвы), денитрификаторы (10^2 кое/г почвы), целлюлозоразлагающие аэробные (10^8 кое/г почвы) и анаэробные м/о (10^5 кое/г почвы). В этом образце проходили процессы разложения органических веществ, вероятнее всего листовного опада (рис. 7, рис. 8).



Рис. 7. Ландшафт разреза 810

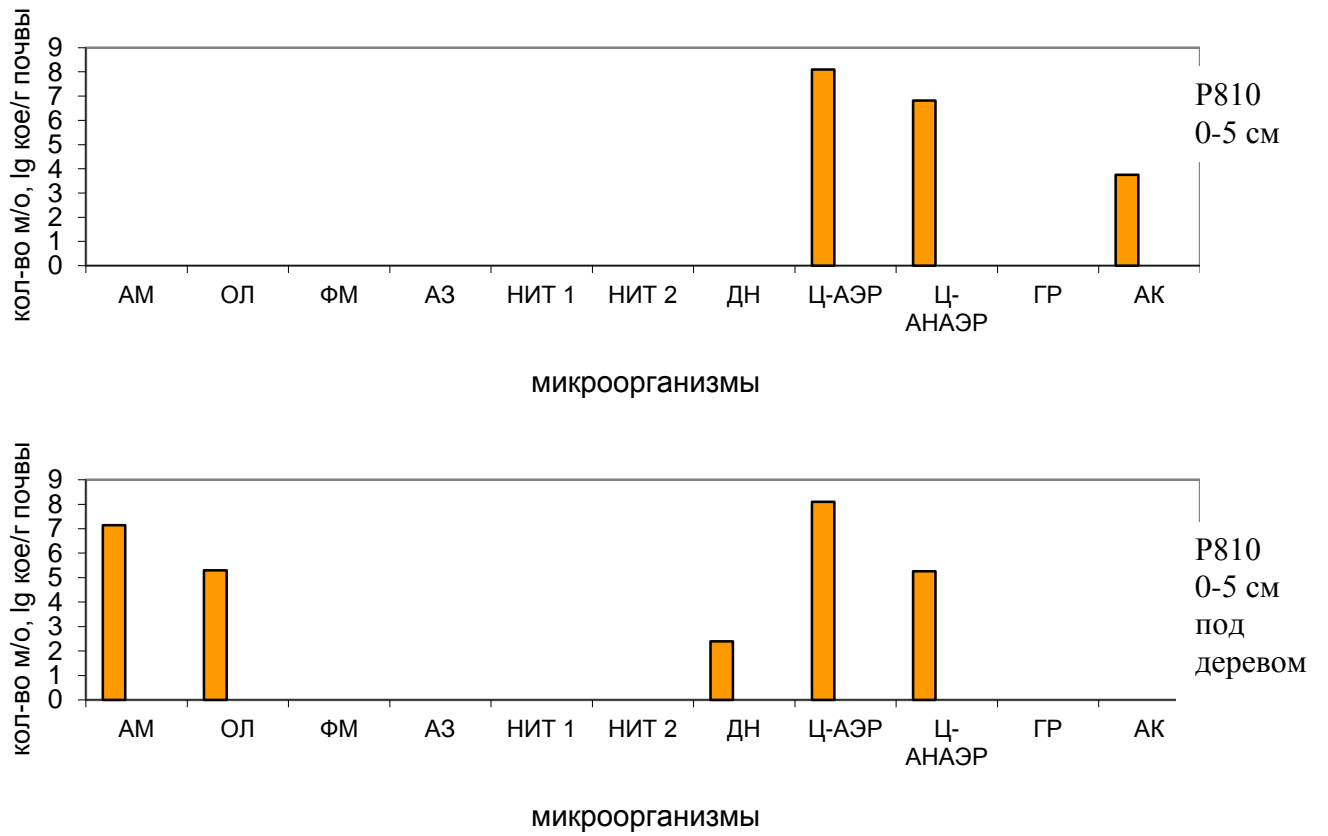


Рис. 8. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 810

Во всех образцах № 812 происходили процессы разложения азотсодержащих органических веществ, о которых свидетельствует наличие аммонификаторов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Численность микроорганизмов во всех образцах № 812 была практически одинаковой, за исключением образца P812 0-1,5 1,5-8 см (около дерева), где отсутствовали олигонитрофилы и были обнаружены в небольшом количестве денитрификаторы (10^2 кое/г почвы). Во всех образцах был обнаружен анаэробный азотфиксатор р. *Clostridium* в небольшом количестве 10^2 кое/г почвы, за исключением образца P812 1,5-8 см, где их число было на 2 два порядка выше и составляло 10^4 кое/г почвы, что свидетельствует о происходящем масляно-кислом брожении в этом образце. Отсутствие грибов и актиномицетов (за исключением образца P812 1,5-8 см) свидетельствует о том, что процессы деструкции сложных полимерных соединений в почве отсутствуют (рис. 9, 10).



Рис. 9. Ландшафт разреза 812

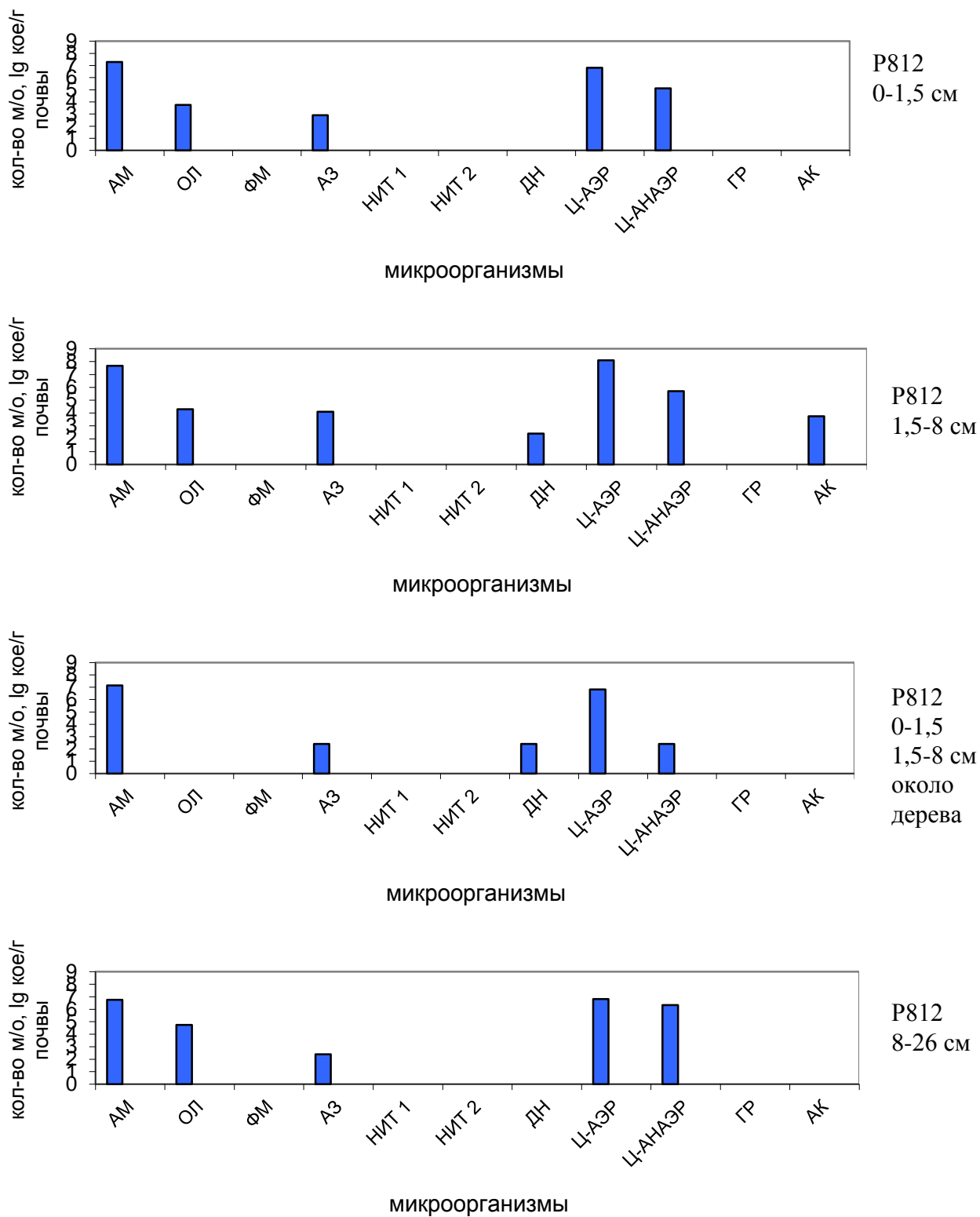


Рис. 10. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 812



Рис. 11. Ландшафт разреза 813

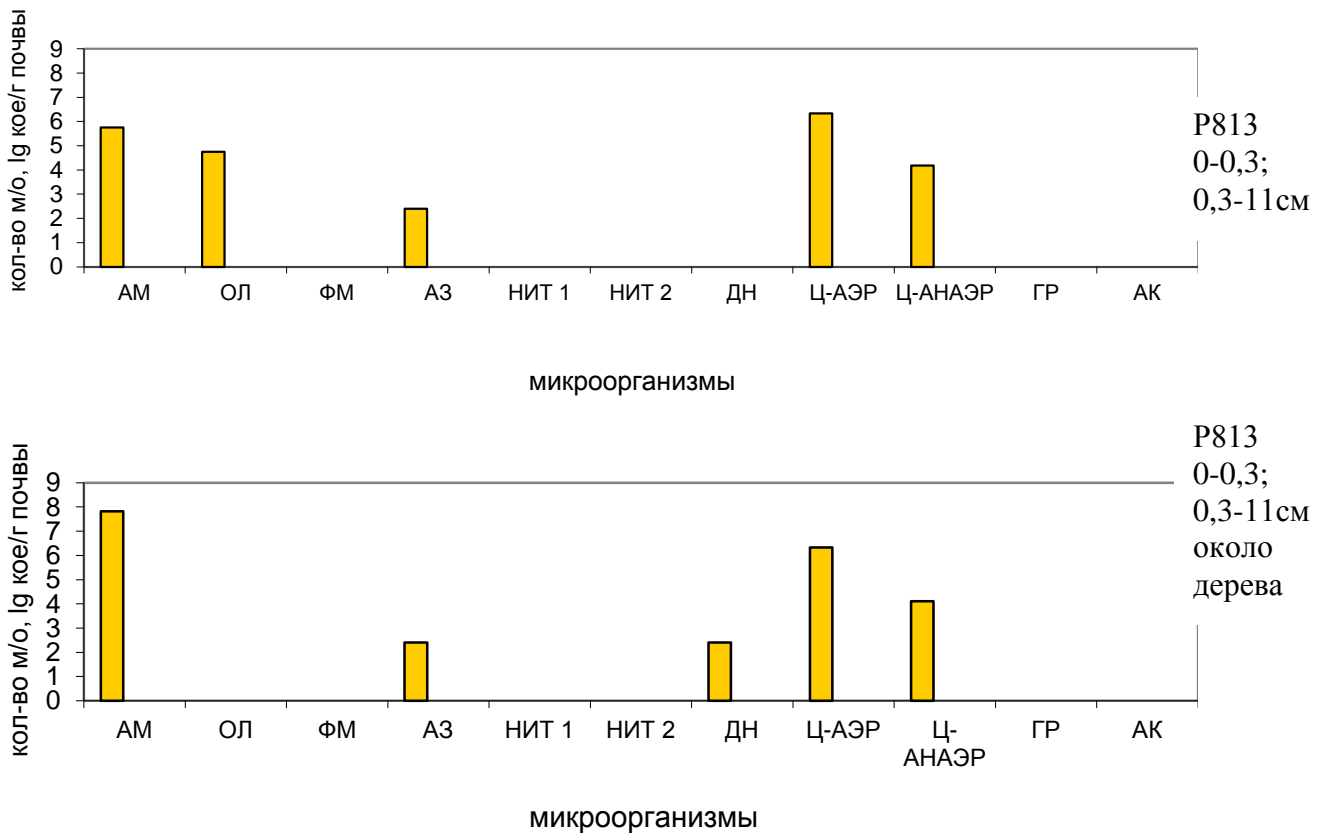


Рис. 12. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 813

Во всех образцах № 813 (рис. 11, 12) происходили процессы разложения азотсодержащих органических веществ, о которых свидетельствует наличие аммонификаторов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

Численность аммонификаторов была на 2 порядка выше в образце № P813 0-0,3; 0,3-11см, отобранном около дерева и составляла 10^7 кое/г почвы по сравнению с количеством аммонификаторов в образце без дерева (10^5 кое/г почвы). Олигонитрофилы не обнаружены в образце около дерева, денитрификаторы обнаружены в количестве 10^2 кое/г почвы. Во всех образцах № 813 был обнаружен анаэробный азотфиксатор р. Clostridium в небольшом количестве 10^2 кое/г почвы, денитрификаторы обнаружен только в образце № P813 0-0,3;0,3-11см, отобранном около дерева и составляла 10^2 кое/г почвы.

Отсутствие грибов и актиномицетов свидетельствует о том, что процессы деструкции сложных полимерных соединений в почве отсутствуют (рис. 12).

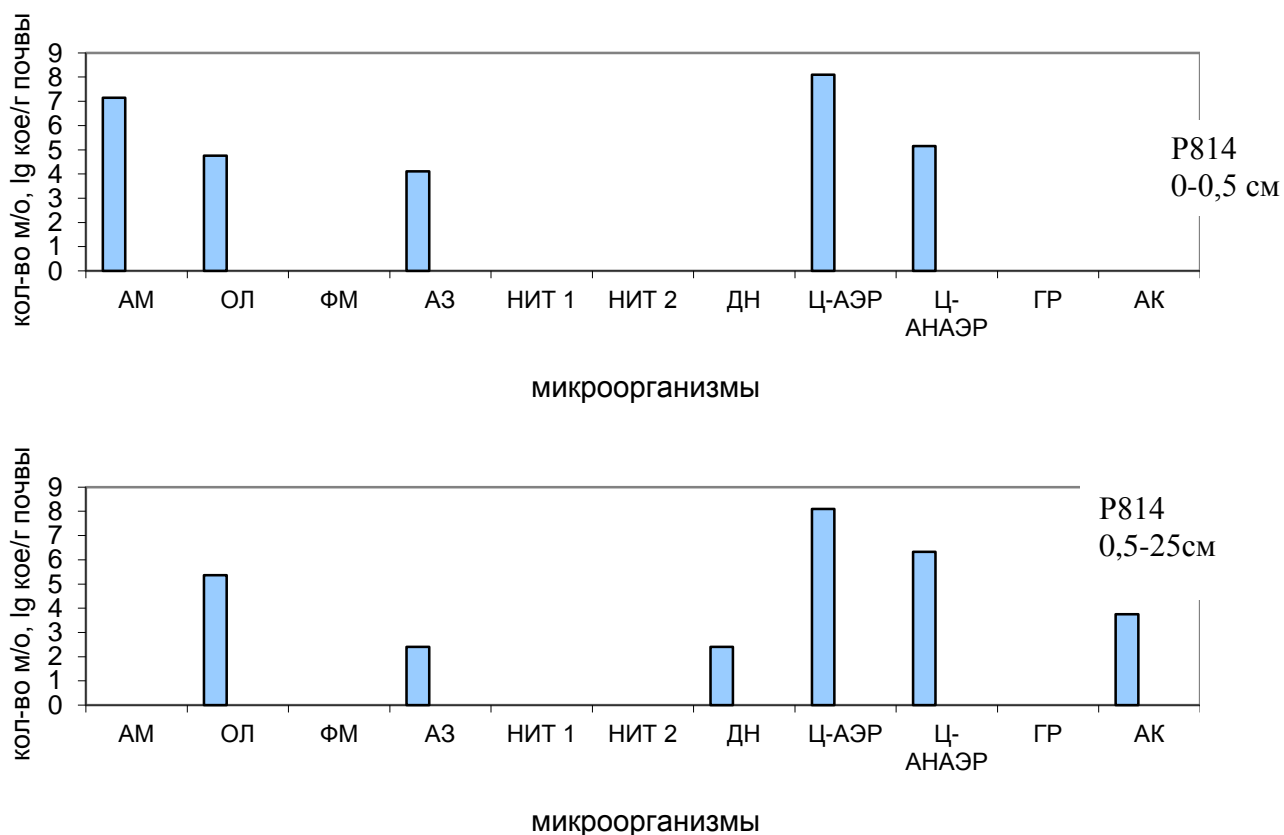


Рис. 13. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 814



Рис. 14. Ландшафт разреза 814

В образце Р 814 (0,5-25см) по сравнению с образцом № 814 (0-0,5 см) не были обнаружены аммонификаторы (рис. 13, рис. 14), но были обнаружены денитрификаторы, свидетельствующие о потерях азота из почвы в виде молекулярного азота и актиномицеты. Фосформобилизующие бактерии, нитрификаторы 1 и 2 фазы, и денитрификаторы не были обнаружены в образцах № 814, что свидетельствует о том, что в этих образцах не происходят процессы круговорота фосфора и азота, наличие олигонитрофилов свидетельствует о наличии круговорота углерода в почве.

В образце Р 815 (0-20 см) (рис. 15, 16) обнаружены денитрификаторы, что свидетельствует о потерях азота из почвы, присутствие грибов и актиномицетов свидетельствует о том, что в почве проходят процессы деструкции сложных полимерных соединений в отличие от образца Р815 (0-20 см около дерева). Фосформобилизующие бактерии, нитрификаторы 1 и 2 фазы не были обнаружены в образцах № 815, что свидетельствует о том, что в этих образцах не происходят процессы круговорота фосфора и азота, наличие олигонитрофилов свидетельствует о наличии круговорота углерода в почве.

Во всех образцах № 815 происходили процессы разложения азотсодержащих органических веществ, о которых свидетельствует наличие аммонификаторов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов (рис. 15).

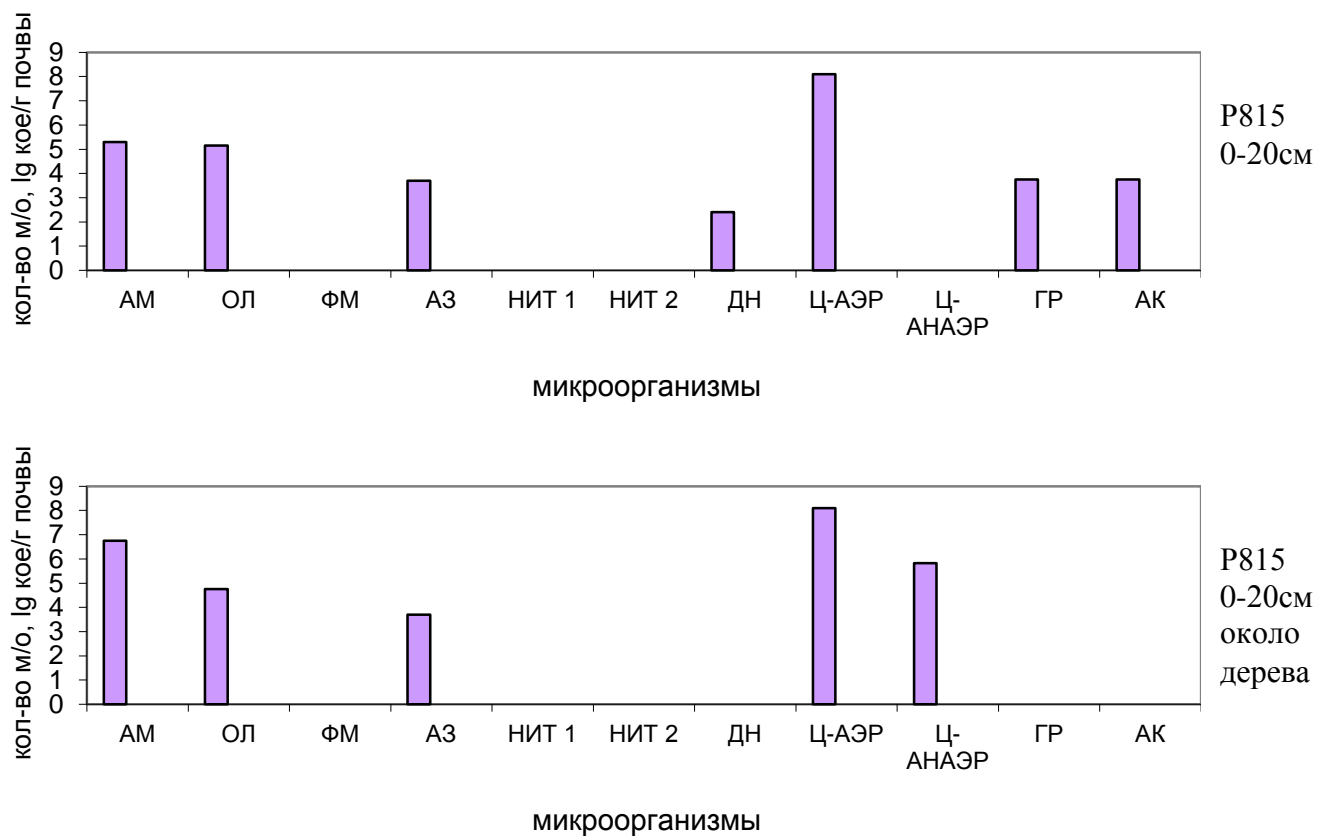


Рис. 15. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 815



Рис. 16. Ландшафт разреза 815

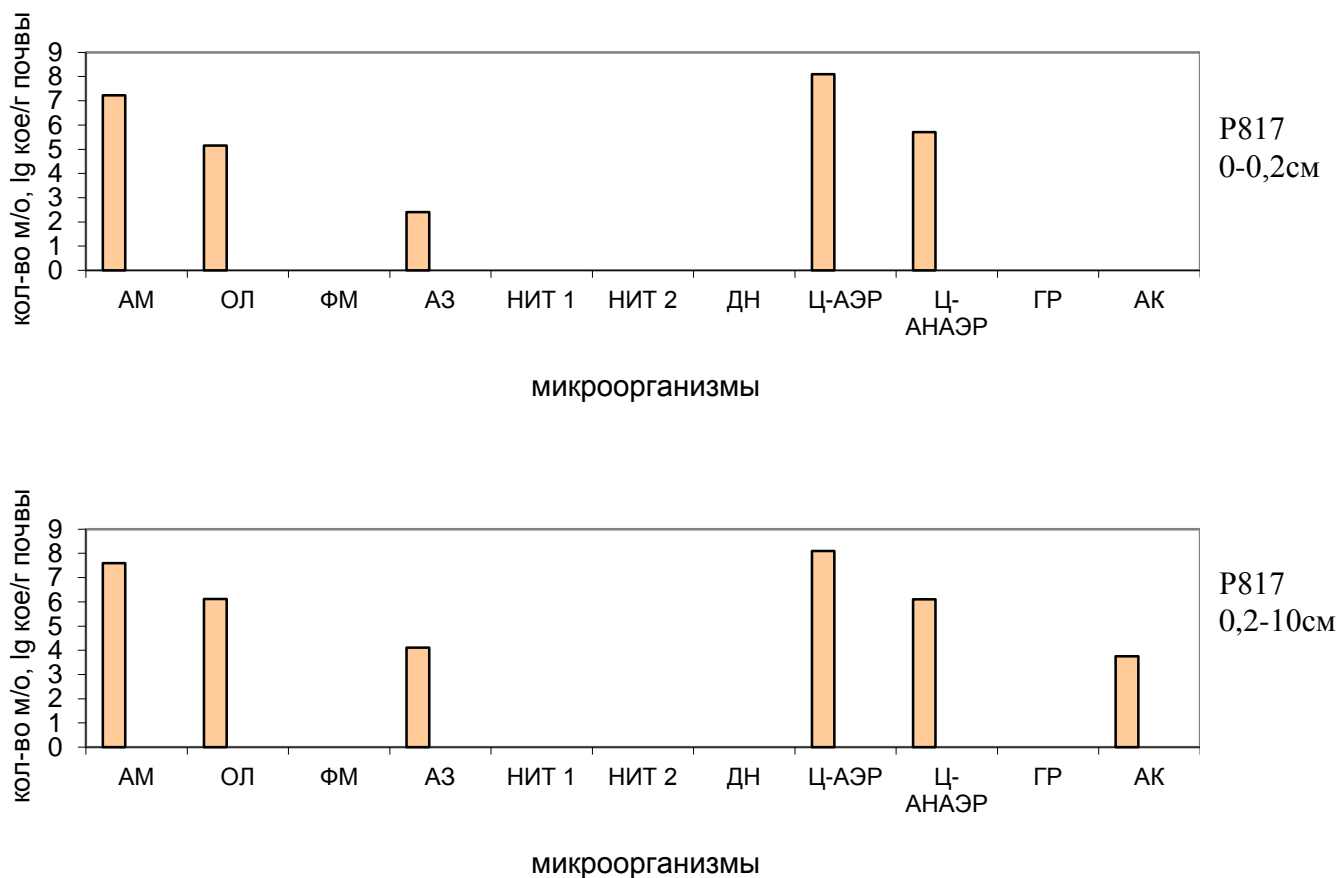


Рис. 17. Численность микробного сообщества в почвенных образцах № 817

Разрез 817 (рис. 17) был заложен на материковой части. По содержанию всех изученных групп микроорганизмов образцы почвы P817 (0-0,2см) и P817 (0,2-10 см) были схожи за исключением актиномицетов в образце P817 (0,2-10 см). Фосформобилизующие бактерии, нитрификаторы 1 и 2 фазы не были обнаружены в образцах № 817, что свидетельствует о том, что в этих образцах не происходят процессы круговорота фосфора и азота, наличие олигонитрофилов свидетельствует о наличии круговорота углерода в почве.

Во всех образцах № 817 происходили процессы разложения азотсодержащих органических веществ, о которых свидетельствует наличие аммонификаторов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

Данные агрохимического анализа 24 образцов представлены в таблицах 2-6 и рис. 18-21. Из данных табл. 2 и рис. 18 видно, что наиболее богаты по содержанию гумуса 1, 4, 6, 7, 8, 9 и 10 образцы, где содержание гумуса больше 1%, остальные почвы средние и бедные по обеспечению их гумусом.

Из данных табл. 3 и рис.19. видно, что высоко обеспеченными по подвижному аммиачному азоту являются образцы почв № 6, 7, 8, 10, 11, 13 и 14.

Наиболее обеспеченным подвижным фосфором является только 1 образец – № 6, 9, 21, 23 образцы средне обеспечены подвижным фосфором, остальные низко обеспечены (табл.4, рис. 20).

Анализ почвенных образцов зоны Приаралья по содержанию подвижного калия показал, что все почвы, кроме образцов №№ 2, 3, 5, 19–21, 23, 24 высоко обеспечены подвижным калием (табл. 5, рис. 21).

Данные по содержанию растворимых ионов представлены в таблице 6.

Таблица 2

Содержание гумуса в образцах зоны Приаралья

№ образца	Гумус, %	Углерод гумуса, % (C _г , %)	Оценка обеспеченности
1). 801, 0-2см	1,40	0,81	богатые
2). P801, 2-38см	0,82	0,48	бедные
3).P801, 91-120см	0,63	0,37	бедные
4). P804, с пов. под кустом	1,61	0,94	богатые
5). 805, с пов.	1,05	0,61	средние
6). P806, 0-1,5см	1,42	0,83	богатые
7). P806, 4-10см	1,55	0,90	богатые
8). P806, 10-32	1,09	0,63	средние
9). P807, 0-1,5см	1,96	1,14	очень богатые
10). P807, 10-32см	1,67	0,97	богатые
11). P810,0-5см	0,80	0,47	бедные
12). P810, 0-5см под деревом	0,70	0,41	бедные
13). P812, 0-1,5см	0,98	0,57	средние
14). P812, 1,5-8см	0,63	0,37	бедные
15). P812, 0-1,5; 1,5-8см около дерева	1,12	0,65	средние
16). P812, 8-26см	0,96	0,56	средние
17). P813,0-0,3; 0,3-11см	0,49	0,28	бедные
18). P813, 0-0,3; 0,3-11см около дерева	0,84	0,49	бедные
19). P814, 0-0,5см	0,38	0,22	очень бедные
20). P814, 0,5-25см	0,35	0,20	очень бедные
21). P815, 0-20см	0,67	0,39	бедные
22). P815, 0-20см около дерева	1,12	0,65	средние
23). P817, 0-0,2см	0,85	0,49	бедные
24).P817,0,2-10см	0,59	0,34	бедные

Таблица 3

Содержание подвижного аммиачного азота в образцах зоны Приаралья

№ образца	Валовые формы азота, %	Подвижные, усвояемые растениями формы N-NH ₄ , мг/кг	Оценка обеспеченности
1). 801, 0-2см	0,043	22,4	низкая
2). P801, 2-38см	0,035	14,3	очень низкая
3). P801, 91-120см	0,027	11,4	очень низкая
4). P804, с пов. под кустом	0,071	41,9	нормальная
5). 805, с пов.	0,053	32,5	нормальная
6). P806, 0-1,5см	0,066	72,4	высокая
7). P806, 4-10см	0,063	67,7	высокая
8). P806, 10-32	0,060	58,3	повышенная
9). P807, 0-1,5см	0,056	27,4	низкая
10). P807, 10-32см	0,047	55,3	повышенная
11). P810,0-5см	0,044	53,7	повышенная
12). P810, 0-5см под деревом	0,031	33,9	нормальная
13). P812, 0-1,5см	0,054	66,0	высокая
14). P812, 1,5-8см	0,029	61,3	высокая
15). P812, 0-1,5; 1,5-8см около дерева	0,043	28,7	низкая
16). P812, 8-26см	0,041	23,1	низкая
17). P813,0-0,3; 0,3-11см	0,037	16,3	очень низкая
18). P813, 0-0,3; 0,3-11см около дерева	0,046	20,5	низкая
19). P814, 0-0,5см	0,040	44,7	нормальная
20). P814, 0,5-25см	0,038	27,8	низкая
21). P815, 0-20см	0,050	13,1	очень низкая
22). P815, 0-20см около дерева	0,062	24,3	низкая
23). P817, 0-0,2см	0,057	45,6	нормальная
24). P817,0,2-10см	0,042	34,6	нормальная

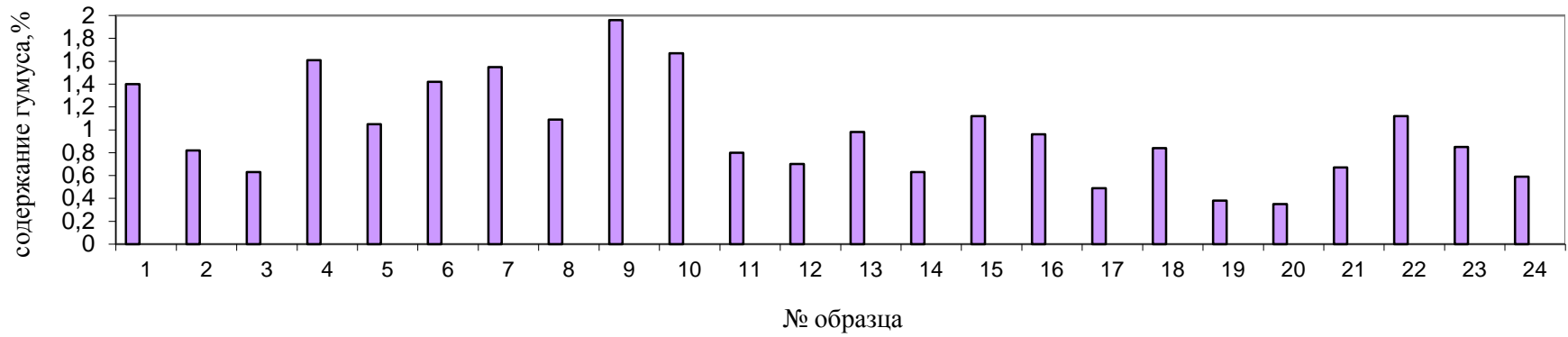


Рис. 18. Содержание гумуса в образцах зоны Приаралья

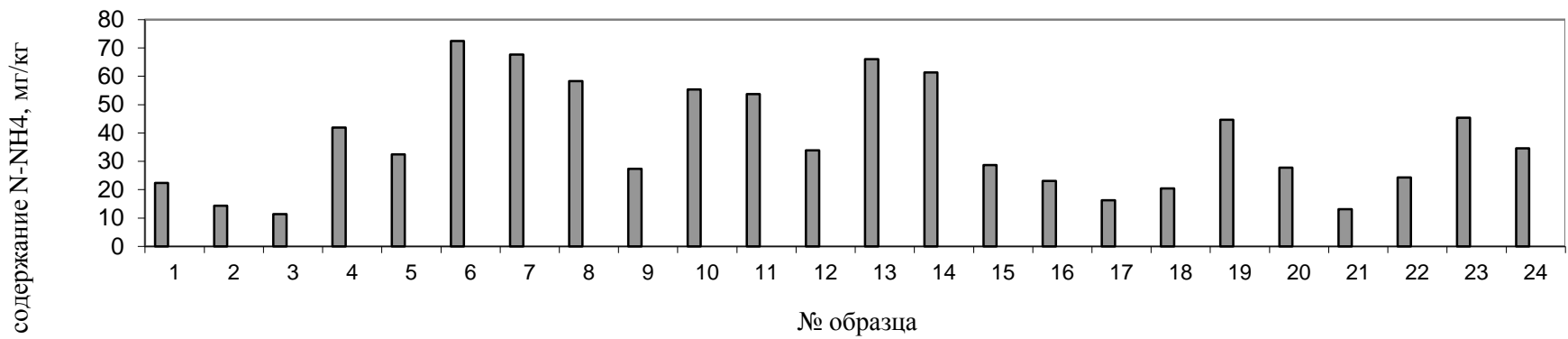


Рис. 19. Содержание подвижного аммиачного азота в образцах зоны Приаралья

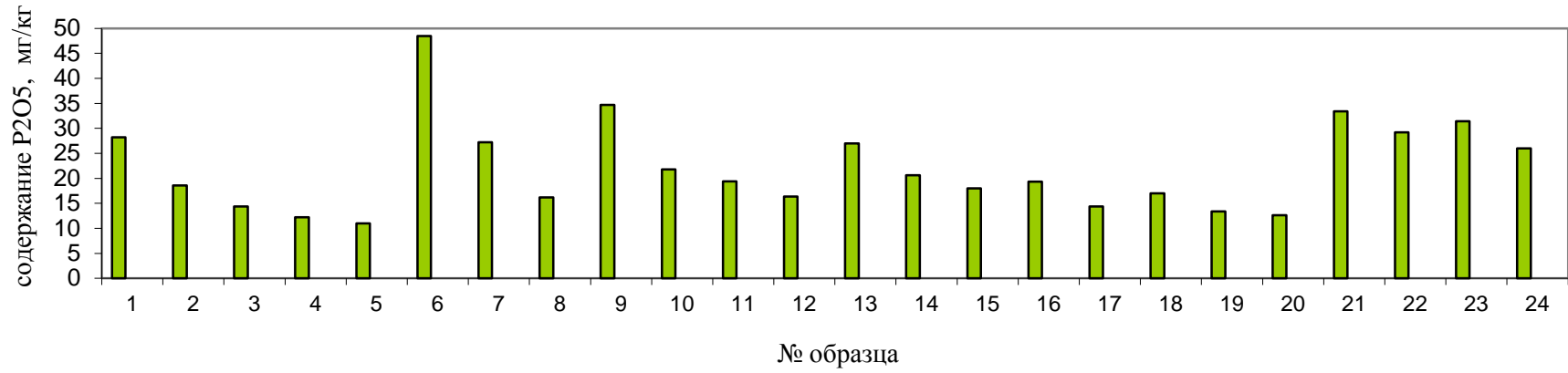


Рис. 20. Содержание подвижного фосфора в образцах зоны Приаралья

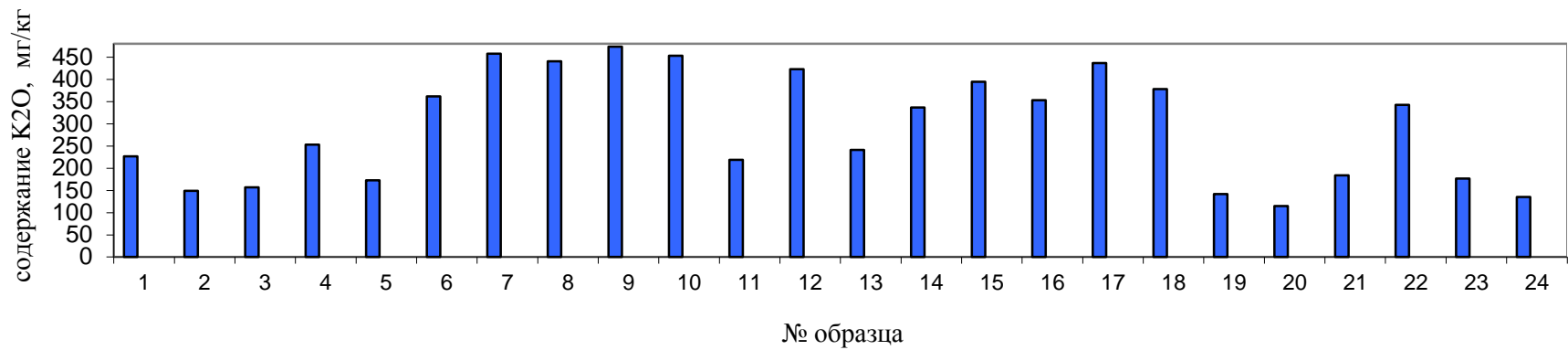


Рис. 21. Содержание подвижного калия в образцах зоны Приаралья

Таблица 4

Содержание подвижного фосфора в образцах зоны Приаралья

№ образца	Валовые формы фосфора, %	Подвижные, усвояемые растениями формы P_2O_5 , мг/кг	Оценка обеспеченности
1). 801, 0-2см	0,116	28,2	низкая
2). P801, 2-38см	0,083	18,6	низкая
3).P801, 91-120см	0,080	14,4	очень низкая
4). P804, с пов. под кустом	0,138	12,2	очень низкая
5). 805, с пов.	0,127	11,0	очень низкая
6). P806, 0-1,5см	0,224	48,5	высокая
7). P806, 4-10см	0,182	27,2	низкая
8). P806, 10-32	0,160	16,2	низкая
9). P807, 0-1,5см	0,239	34,7	средняя
10). P807, 10-32см	0,193	21,8	низкая
11). P810,0-5см	0,149	19,4	низкая
12). P810, 0-5см под деревом	0,165	16,9	низкая
13). P812, 0-1,5см	0,237	27,0	низкая
14). P812, 1,5-8см	0,215	20,6	низкая
15). P812, 0-1,5; 1,5-8см около дерева	0,176	18,0	низкая
16). P812, 8-26см	0,209	19,6	низкая
17). P813,0-0,3; 0,3-11см	0,154	14,8	очень низкая
18). P813, 0-0,3; 0,3-11см около дерева	0,1741	17,0	низкая
19). P814, 0-0,5см	0,151	13,4	очень низкая
20). P814, 0,5-25см	0,099	12,6	очень низкая
21). P815, 0-20см	0,157	33,4	средняя
22). P815, 0-20см около дерева	0,187	29,2	низкая
23). P817, 0-0,2см	0,212	31,4	средняя
24).P817,0,2-10см	0,198	26,0	низкая

Таблица 5

Содержание подвижного калия в образцах зоны Приаралья

№ образца	Валовые формы калия, %	Подвижные, усвояемые растениями формы K_2O , мг/кг	Оценка обеспеченности
1). 801, 0-2см	0,228	227	средняя
2). P801, 2-38см	0,205	149	низкая
3).P801, 91-120см	0,200	157	низкая
4). P804, с пов. под кустом	0,235	253	средняя
5). 805, с пов.	0,225	173	низкая
6). P806, 0-1,5см	0,965	362	высокая
7). P806, 4-10см	0,815	458	очень высокая
8). P806, 10-32	2,175	441	очень высокая
9). P807, 0-1,5см	0,850	474	очень высокая
10). P807, 10-32см	1,625	453	очень высокая
11). P810,0-5см	0,427	219	средняя
12). P810, 0-5см под деревом	0,247	423	очень высокая
13). P812, 0-1,5см	0,330	241	средняя
14). P812, 1,5-8см	0,750	337	высокая
15). P812, 0-1,5; 1,5-8см около дерева	0,325	395	высокая
16). P812, 8-26см	0,280	353	высокая
17). P813,0-0,3; 0,3-11см	0,250	437	очень высокая
18). P813, 0-0,3; 0,3-11см около дерева	0,310	378	высокая
19). P814, 0-0,5см	0,222	142	низкая
20). P814, 0,5-25см	0,201	115	низкая
21). P815, 0-20см	0,245	184	низкая
22). P815, 0-20см около дерева	0,353	343	высокая
23). P817, 0-0,2см	0,338	177	низкая
24).P817,0,2-10см	0,265	135	низкая

Таблица 6

Содержание растворимых ионов, %

№ образ-ца	ЕС 1:1, dS/m	ЕСе, dS/m	Плот-ный остаток, %	НСО ₃	Сl	SO ₄	Са	Mg	Na	К	Сумма ионов, %
1	0,18	0,36	0,087	следы	0,015	следы					
2	0,09	0,32	0,091	следы	0,015	следы					
3	0,14	0,49	0,066	следы	0,010	следы					
4	0,34	1,19	1,009	0,009	0,030	0,612	0,200	0,012	0,040	0,040	0,943
5	1,92	6,72	1,202	0,012	0,110	0,749	0,275	0,018	0,075	0,021	1,260
6	0,86	3,01	0,300	0,012	0,020	0,1479	0,040	0,006	0,034	0,016	0,307
7	1,21	4,24	0,800	0,012	0,015	0,545	0,190	0,009	0,021	0,033	0,825
8			1,090	0,009	0,040	0,746	0,225	0,027	0,026	0,051	1,124
9	2,60	9,10	0,690	0,012	0,020	0,444	0,080	0,021	0,3074	0,043	0,694
10	1,99	6,97	0,665	0,012	0,015	0,421	0,085	0,021	0,052	0,047	0,653
11	0,66	2,31	0,537	0,009	0,015	0,345	0,080	0,033	0,020	0,015	0,517
12	14,82	51,87	2,290	0,015	0,800	0,637	0,230	0,039	0,460	0,054	2,235
13	1,13	3,96	0,473	0,012	0,025	0,288	0,085	0,012	0,0252	0,022	0,466
14	1,79	6,27	0,650	0,012	0,060	0,387	0,080	0,024	0,073	0,030	0,666
15	4,32	15,12	1,100	0,012	0,190	0,512	0,130	0,042	0,1149	0,045	1,050
16	10,75	37,63	1,577	0,012	0,510	0,525	0,175	0,027	0,310	0,032	1,591
17			3,685	0,015	1,5815	0,715	0,265	0,066	0,868	0,054	3,498
18	3,84	13,44	0,907	0,012	0,255	0,356	0,065	0,036	0,133	0,033	0,914
19	1,38	4,83	0,827	0,012	0,205	0,355	0,105	0,036	0,105	0,030	0,848
20	1,04	3,64	0,282	0,009	0,015	0,168	0,045	0,018	0,007	0,008	0,270
21	0,41	1,44	0,125	следы	0,020	0,007					

№ образца	ЕС 1:1, dS/m	ЕСе, dS/m	Плотный остаток, %	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Сумма ионов, %
22	0,79	2,77	0,425	0,009	0,020	0,272	0,055	0,015	0,047	0,016	0,434
23	0,46	1,614	0,092	следы	0,015	следы					
24	0,27	0,95	0,070	следы	0,015	следы					

Продолжение таблицы 6

Содержание растворимых ионов, в мг/экв

№ образца	HCO ₃	Cl	SO ₄	Сумма анионов	Ca	Mg	Na	K	Сумма катионов
1	следы	0,423	следы		следы				
2	следы	0,4723	следы		следы				
3	следы	0,282	следы		следы				
4	0,148	0,846	12,730	13,723	10,000	0,986	1,740	1,000	13,726
5	0,197	3,102	15,579	18,878	13,750	1,480	3,236	0,525	19,017
6	0,197	0,564	3,723	4,484	2,000	0,493	1,479	0,400	4,372
7	0,197	0,423	11,336	11,956	9,500	0,740	0,914	0,825	11,978
8	0,148	1,128	15,517	16,792	11,250	2,219	1,131	1,275	15,875
9	0,197	0,564	9,235	9,3996	4,000	1,726	3,219	1,075	10,020
10	0,197	0,423	8,757	9,377	4,250	1,726	2,262	1,175	9,413
11	0,148	0,423	7,1476	7,747	4,000	2,713	0,870	0,375	7,958
12	0,246	22,560	13,250	36,056	11,500	3,206	20,010	1,350	36,066
13	0,197	0,705	5,990	6,892	4,250	0,986	0,957	0,550	6,743
14	0,197	1,692	8,050	9,938	4,000	1,9736	3,176	0,750	9,898

№ образца	HCO ₃	Cl	SO ₄	Сумма анионов	Ca	Mg	Na	K	Сумма катионов
15	0,197	5,358	10,650	16,204	6,500	3,452	5,177	1,125	16,254
16	0,197	14,382	10,920	25,499	8,750	2,219	13,485	0,800	25,254
17	0,246	42,723	14,872	57,841	13,250	5,425	37,758	1,350	57,783
18	0,197	7,1914	7,405	14,793	3,250	4,932	5,786	0,825	14,793
19	0,197	5,781	7,384	13,362	2,250	2,959	4,568	0,750	13,527
20	0,148	0,423	3,494	4,065	2,250	1,480	0,305	0,200	4,234
21	следы	0,564	следы		следы				
22	0,148	0,564	5,658	6,369	2,750	1,233	2,045	0,400	6,428
23	следы	0,423	следы		следы				
24	следы	0,423	следы		следы				

Продолжение таблицы 6

№ образца	Na/Cl	Оценка химизма засоления	SO ₄ т, мг/экв	SO ₄ т, %	Сумма токсичных солей, %	Содержание, %		
						Карбонаты, CO ₂	Гипс, CaSO ₄ x 2H ₂ O	pH
1						3,34	0,72	7,3
2						0,60	0,41	7,6
3						0,90	0,29	7,4
4	2,06	X-C	2,88	0,14	0,26	4,70	19,91	7,5
5	1,05	X	2,03	0,10	0,32	2,50	73,88	7,2
6	2,62	X-C	1,92	0,09	0,17	5,8	0,85	7,3
7	2,16	X-C	2,03	0,10	0,18	4,50	10,38	7,7
8	1,00	X	4,41	0,21	0,36	2,60	5,85	7,5

№ образца	Na/Cl	Оценка химизма засоления	SO ₄ т, мг/экв	SO ₄ т, %	Сумма токсичных солей, %	Содержание, %		
						Карбонаты, CO ₂	Гипс, CaSO ₄ x 2H ₂ O	pH
9	5,71	X-C	5,743	0,26	0,42	5,30	2,88	7,8
10	5,35	X-C	4,70	0,23	0,36	4,40	0,72	7,4
11	2,06	X-C	3,32	0,16	0,24	8,60	8,01	7,4
12	0,89	X	2,00	0,10	0,45	1,70	8,07	7,5
13	1,36	X	1,94	0,09	0,17	8,60	1,07	7,6
14	1,88	C-X	4,25	0,20	0,39	8,30	2,31	7,2
15	0,97	C-X	4,35	0,21	0,60	6,30	8,45	7,5
16	0,94	X	2,37	0,11	0,99	7,90	4,57	7,0
17	0,88	X	1,87	0,09	2,59	5,10	4,57	7,0
18	0,80	X	4,35	0,21	0,69	4,40	3,12	7,3
19	0,79	X	2,33	0,11	0,49	4,40	6,22	7,1
20	0,72	X	1,39	0,07	0,11	1,00	1,34	7,4
21						3,50	2,59	7,3
22	3,693	X-C	3,06	0,15	0,24	5,40	3,46	7,2
23						3,00	0,27	7,3
24						3,50	0,13	7,0

Заключение

Зарождение жизни в толще обсохшего дна происходит задолго до появления внешних признаков. Уловить этот процесс возможно только изучением микробиологического состава грунтов, чтобы ответить на вопросы – в какой момент после высыхания моря донные озерные отложения приобретают статус почвы? С какого времени правомерно отнести покрытие дна к почвам? – а также оценить значимость посадок растительности или самозаращения в формировании почвенного покрова.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz