

УДК 579.26: 631.46

ЧИСЛЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН

Ажогина Т.Н., Долженко М.В., Илюшкина Л.Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, e-mail: t.azhogina@mail.ru

В данной статье рассмотрена динамика численности основных физиологических групп микроорганизмов в почвах рекреационных зон Ростовской области, таких как: общее микробное число, численность термофильных микроорганизмов, актиномицетов и микромицетов. Данные показатели исследовались в почвах парков Ростова-на-Дону, Азова и Аксая. В каждом из городов изучались почвы центрального и окраинного парков. В ходе исследования были использованы традиционные методы определения численности основных физиологических групп микроорганизмов. Титр исследуемых микроорганизмов сопоставим с фоновым уровнем, за исключением численности бактерий в 2014 и в 2015 г. При этом общая численность бактерий была выше в почвах окраинных рекреационных зон. Установлено, что численность термофильных бактерий была выше в весенний период в почвах центральных парков. Пик мицелиальных форм был характерен для осеннего периода на протяжении всего исследования.

Ключевые слова: почвенные микроорганизмы, общее микробное число, актиномицеты, микромицеты, термофилы, численность микроорганизмов, рекреационные зоны, городские почвы, физиологические группы бактерий

THE NUMBERS OF BASIC PHYSIOLOGICAL GROUPS OF MICROORGANISMS IN SOILS OF RECREATIONAL ZONES

Azhogina T.N., Dolzhenko M.V., Ilyushkina L.N.

Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology n.a. D.I. Ivanovsky, Rostov-on-Don, e-mail: t.azhogina@mail.ru

In this article, we reviewed the dynamics of basic physiological groups of microorganisms in the soils of recreational zones of the Rostov region. Among the studied groups of microorganisms were: bacteria growing on nutrient agar, thermophilic microorganisms, actinomycetes and micromycetes. These groups of microorganisms were studied in the soils of parks in Rostov-on-Don, Azov and Aksai. In each of the cities the soils of the central and suburban parks were studied. In the study we used traditional methods for determining the number of basic physiological groups of microorganisms. The numbers of the studied microorganisms were comparable with the background level, except for the number of bacteria in 2014 and in 2015. At the same time, the total number of bacteria was higher in the soils of the suburban recreational zones. It was established that the number of thermophilic bacteria was higher in the soils of central parks in spring. The peak of mycelial forms was typical for the autumn period throughout the study.

Keywords: soil microorganisms, total microbial number, actinomycetes, micromycetes, thermophilic microorganisms, numbers of microorganisms, parks, urban soils, physiological groups of bacteria

Городская почва – сложный объект, располагающийся на стыке природных и городских систем. Именно здесь происходит наложение антропогенных процессов на естественные процессы почвообразования [1]. Идеальными биоиндикаторами изменений почвы являются почвенные микроорганизмы, что обусловлено их обилием, сложной структурой образуемых ими сообществ, ролью и значением в почвообразовательных процессах и высокой чувствительностью к различным повреждающим факторам [2]. Изменение в режимах функционирования подобных систем при воздействии факторов среды связан с перестройками в структуре и функциях отдельных компонентов [3].

В связи с вышеизложенным целью данной работы явилось изучение численности основных физиологических групп микро-

организмов в почвах, расположенных в зонах с разной рекреационной нагрузкой.

Материалы и методы исследования

Объектом данного исследования являлась почва рекреационных зон трех городов Ростовской области: мегаполиса – г. Ростова-на-Дону – и двух небольших близлежащих городов: Азова и Аксая, находящихся на расстоянии 25 км и 1,7 км от мегаполиса, соответственно.

Материалом исследования были образцы почв, отобранные на глубине 0–10 см в следующих парках: в г. Ростове-на-Дону – парки им. Горького (Г) и им. Островского (О); в г. Азове – парк «Жемчужина Азова» (ЖА) и Сквер Азова (СА); в г. Аксае – парк Культуры и отдыха (КО) и Мухина балка (МБ). Парки им. Островского, Мухина Балка и Сквер Азова находятся ближе к окраине городов, а парки им. Горького, Культуры и отдыха и «Жемчужина Азова» являются центральными.

Точечные пробы отбирали с соблюдением стерильности методом «конверта» [4]. В ходе исследо-

вания использовали метод определения влажности почвы, метод десятикратных разведений, метод глубинного посева – для определения содержания общего микробного числа и термофильных бактерий в 1 г почвы, метод поверхностного посева – для количественного определения актиномицетов и грибов в 1 г почвы [5, 6]. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью t-критерия Стьюдента [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Проанализировав показатели ОМЧ в исследуемых почвах, полученных за три года, было установлено, что в почве окраинного парка г. Азова содержание бактерий было выше, чем в почвах аналогичных парков г. Ростова-на-Дону и Аксая. Так, осенью 2015 года в почве Сквера Азова численность бактерий была выше, чем в почве Мухиной балки в 1,9 раза (табл. 1). А в весенний период 2016 года содержание микроорганизмов в почве окраинного парка г. Азова превышало таковое в аналогичном парке г. Ростова-на-Дону в 1,2 раза. Такое увеличение количества бактерий, вероятно, связано с тем, что для данных зон характерен разный уровень рекреационной нагрузки, которая влияет на физико-химические свойства почвы, и, как следствие, на численность бактерий.

В 2014 году все исследуемые образцы характеризовались низким содержанием микробных клеток – 10^5 КОЕ/г почвы, кроме парка им. Горького весной, «Жемчужина Азова» и Культуры и отдыха осенью. Такая бактериальная численность говорит об ингибировании жизнедеятельности микрофлоры на данных территориях.

Трехлетний мониторинг численности термофилов в почвах рекреационных зон показал, что почвы центральных парков г. Ростова-на-Дону и г. Азова были больше обсеменены ими по сравнению с почвами окраинных парков в пределах одного города. Так, в 2014 году численность термофильных бактерий в почве центрального парка г. Ростова-на-Дону была больше, чем в почве окраинного парка весной в 2,1 раза, осенью в 1,5 раза, а весной 2016 года в 2,4 раза (табл. 2). В 2015 году в почве центрального парка г. Азова содержание термофильных бактерий было выше, чем в почве окраинного парка весной в 7,5 раза, осенью в 5 раз. При этом общая микробная численность в данном парке снижалась. Такое увеличение количества термофилов в центральных парках объяснимо тем, что эти парки посещаются большим количеством людей и животных, что свидетельствует о более высокой степени фекального загрязнения данных почв.

Также следует отметить, что в окраинном парке г. Аксая численность бактерий

исследуемой группы была больше, чем в окраинных парках других городов. Так, весной 2015 года в почве Мухиной балки численность термофилов превышала таковую в почве Сквера Азова в 12,5 раза, а весной 2016 года в 2,7 раза.

При сравнении данных, полученных в разные сезоны, было установлено, что численность термофилов в парке «Жемчужина Азова» осенью 2014 и 2015 года была ниже, чем весной в 2,7 и 1,1 раза, соответственно.

Весной 2014 года почвы центральных парков характеризовались более высоким содержанием актиномицетов, чем почвы окраинных (табл. 2).

При сравнении количества актиномицетов в центральных рекреационных зонах установлено, что в почвах парков им. Горького и «Жемчужина Азова» оно было выше, чем в почве парка Культуры и отдыха г. Аксая. Для почв всех парков характерна следующая закономерность: в почвах окраинных парков количество актиномицетов меньше, чем в почвах центральных парков. Осенью 2014 года для почв всех исследуемых городов было характерно более высокое содержание актиномицетов в почвах окраинных парков. Это, возможно, связано с меньшей рекреационной нагрузкой на почвы парков, расположенных ближе к окраине города.

Весной 2015 года большее содержание актиномицетов было характерно для почв окраинных парков г. Ростова-на-Дону и г. Азова. В почве парков г. Аксая была отмечена обратная закономерность: большее содержание было зарегистрировано в почве центрального парка.

Весной 2016 года большее количество актиномицетов было характерно для почв окраинных парков, за исключением почв парков г. Ростова-на-Дону, где данный показатель в почве центрального парка был выше в 2,7 раза, чем в почве окраинного парка.

При анализе количества микромицетов в почвах исследуемых рекреационных зон весной 2014 года было установлено, что в почве парка «Жемчужина Азова» их содержание было в 10,6 раза больше, чем в почве центрального парка г. Ростова-на-Дону, и в 14,3 раза, чем в почве центрального парка г. Аксая. Осенью 2014 года в почвах парков г. Ростова-на-Дону и г. Азова большая численность данного показателя была характерна для почв центральных рекреационных зон. Для почв парков Аксая была выявлена обратная закономерность.

В весенний период в почвах окраинных парков наблюдалась следующая тенденция: большее количество микромицетов было

отмечено для почвы парка Азова. В осенний период данный показатель резко возрастает, и максимальное значение зарегистрировано также в почве парка г. Азова, а минимальное – в почве парка г. Аксая.

Весной 2015 количество микромицетов в почвах парков г. Ростова-на-Дону и г. Аксая было выше в почве крайнего парка, в сравнении с почвой центрального парка, в 6,7 раза. Для г. Азова зависимость была обратная: микромицетов было больше в почве центрального парка в 2,2 раза. Количество микромицетов в почве парка им. Горького весной 2016 года было в 3 раза больше, чем в почве парка им. Островского.

При сравнении данных, полученных в разные годы, установлено, что весной 2015 года в почвах всех рекреационных зон

наблюдалось снижение численности данных микроорганизмов в сравнении с осенью 2014 года. В 2015 году максимальное количество микромицетов среди центральных парков было зарегистрировано в почве «Жемчужины Азова» весной.

В целом, в большинстве сезонов наибольшее количество микромицетов среди центральных парков было отмечено в почве «Жемчужины Азова», а минимальное – в почве парка им. Горького и Культуры и отдыха. Таким образом, чем дальше расположен город от мегаполиса, тем большее количество микромицетов в почве. Среди окраинных парков – максимальное число микромицетов во все сезоны содержалось в почве Мухиной балки, а минимальное – в почве Сквера Азова.

Таблица 1

Численность бактерий в исследуемых образцах

Город	ОМЧ, ×10 ⁶ КОЕ/г почвы					
	Ростов-на-Дону		Азов		Аксай	
Парк / сезон	Г	О	ЖА	СА	КО	МБ
2014						
Весна	1,49 ± 0,10 ^	0,14 ± 0,04	0,03 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,66 ± 0,37	0,13 ± 0,02 ^
Осень	0,75 ± 0,10 ^	0,78 ± 0,57	1,17 ± 0,13	0,95 ± 0,14	1,13 ± 0,13	0,88 ± 0,10 ^
2015						
Весна	0,74 ± 0,36	0,31 ± 0,24	1,41 ± 1,18	0,75 ± 0,18 ^	8,64 ± 0,54 ^	0,81 ± 0,17
Осень	0,94 ± 0,28	15,71 ± 14	7,29 ± 1,00 *	12,94 ± 1,6 *^	6,58 ± 0,52 ^	6,73 ± 1,50 ,
2016						
Весна	4,43 ± 2,40	2,68 ± 0,20 ,	2,42 ± 0,60 "	3,27 ± 0,30 ,	0,75 ± 0,12 "	4,44 ± 2,30
Термофилы, ×10 ³ КОЕ/г почвы						
2014						
Весна	7,80 ± 1,20 *"	3,80 ± 0,60 *^	18,50 ± 0,90 "^^	5,60 ± 2,60	21,0 ± 11,20	11,00 ± 5,20
Осень	9,50 ± 1,00 *"	14,5 ± 0,98 *^	6,70 ± 0,70 "^^	9,20 ± 2,63	5,30 ± 0,76 *"	14,80 ± 0,60 *
2015						
Весна	12,46 ± 1,37	0,38 ± 0,03	2,80 ± 0,14 **^	0,37 ± 0,02 *'	2,67 ± 0,30 "	4,63 ± 0,31 ,
Осень	3,36 ± 2,70	4,46 ± 0,12 ,	2,49 ± 0,42 **^^	0,49 ± 0,03 *'	0,31 ± 0,07 "	2,85 ± 0,50
2016						
Весна	1,99 ± 0,29 *	0,84 ± 0,20 *'	1,69 ± 0,30	1,10 ± 0,73	0,83 ± 0,69	2,92 ± 0,27 ,

Условные обозначения: * – статистически достоверные различия показателя в почвах разных зон в пределах одного города (p ≤ 0,05); " – достоверные различия показателя в почвах центральных зон разных городов (p ≤ 0,05); ' – достоверные различия в почвах окраинных зон разных городов (p ≤ 0,05); ^ – различия показателя между сезонами в почвах в пределах одной исследуемой зоны (p ≤ 0,05).

Таблица 2

Численность актиномицетов в исследуемых образцах

Город	Актиномицеты, $\times 10^5$ КОЕ/г почвы					
	Ростов-на-Дону		Азов		Акса́й	
Парк/Сезон	Г	О	ЖА	СА	КО	МБ
2014						
Весна	$5,40 \pm 1,08$ ^	$1,70 \pm 0,46$	$5,60 \pm 1,89$	$3,60 \pm 0,77$	$4,00 \pm 1,54$	$3,10 \pm 0,31$ ^
Осень	$10,00 \pm 0,88$ *^"	$14,00 \pm 1,09$ *'	$35,00 \pm 0,44$ "	$38,00 \pm 0,88$ '	$33,00 \pm 1,10$ *	$70,00 \pm 1,75$ *^'
2015						
Весна	$0,84 \pm 0,13$ *"	$1,40 \pm 0,12$ *	$1,84 \pm 0,13$ "	$0,60 \pm 0,70$	$2,14 \pm 0,58$	$2,43 \pm 0,78$
Осень	$1,04 \pm 0,43$	$1,30 \pm 1,14$	$1,95 \pm 0,96$	$0,40 \pm 0,32$	$1,32 \pm 0,90$	$3,10 \pm 0,84$
2016						
Весна	$2,40 \pm 0,50$ "	$0,90 \pm 0,31$	$1,80 \pm 0,42$ *"	$5,64 \pm 0,35$ *	$0,40 \pm 0,31$	$1,03 \pm 0,46$
Микромицеты, $\times 10^4$ КОЕ/г почвы						
2014						
Весна	$3,50 \pm 0,62$	$2,10 \pm 0,31$ ^	$37,20 \pm 0,00$	$4,90 \pm 2,31$	$2,60 \pm 0,92$	$3,10 \pm 3,68$
Осень	$33,00 \pm 22,90$	$22,00 \pm 4,34$ ^	$69,00 \pm 21,54$	$18,00 \pm 7,68$	$14,00 \pm 8,77$	$23,00 \pm 17,53$
2015						
Весна	$0,30 \pm 0,22$	$2,00 \pm 1,02$	$1,10 \pm 0,22$	$0,50 \pm 0,43$	$0,54 \pm 0,38$	$3,60 \pm 2,17$
Осень	$0,83 \pm 0,21$	$1,10 \pm 0,99$	$1,20 \pm 0,48$	$0,40 \pm 0,12$	$0,40 \pm 0,12$ *	$1,6 \pm 0,13$ *
2016						
Весна	$0,90 \pm 0,00$ *^"	$2,70 \pm 0,28$ *^'	$3,23 \pm 5,09$	$3,08 \pm 0,14$ ^'	$1,10 \pm 0,00$ "	$1,30 \pm 1,27$

Условные обозначения: * – статистически достоверные различия показателя в почвах разных зон в пределах одного города ($p \leq 0,05$); " – достоверные различия показателя в почвах центральных зон разных городов ($p \leq 0,05$); ' – достоверные различия в почвах окраинных зон разных городов ($p \leq 0,05$); ^ – различия показателя между сезонами в почвах в пределах одной исследуемой зоны ($p \leq 0,05$).

При сравнении колебаний численности мицелиальных форм в микробоценозах почв рекреационных зон, расположенных ближе к центру города, одинаковые распределения по количеству микромицетов и актиномицетов были характерны для следующих сезонов: весны 2014 и 2015 годов.

В почвах окраинных рекреационных зон точных совпадений оказалось три: весна и осень 2014 и 2015 годов (почва парка им. Островского и Сквера Азова), весна и осень 2014 и весна 2015 и 2016 годов (почвы парка Мухина балка).

Выводы

1. Численность бактерий была выше в почвах окраинных парков, чем в почвах центральных, что может служить показателем более низкой антропогенной нагрузки.

2. Большее количество термофилов было характерно для почв центральных парков, что вполне закономерно, так как данная группа микроорганизмов является индикатором фекального загрязнения.

3. Для мицелиальных форм установлена сезонная динамика с пиком в осенний период, когда происходит поступление большого количества органических веществ и установление оптимальных климато-температурных условий.

Список литературы

1. Назарько М.Д. Теоретическое и экспериментальное обоснование использования микробиологических показателей для оценки состояния экосистем Краснодарского края: автореф. дисс... канд. биол. наук. – Ставрополь, 2008. – 36 с.
2. Экологические функции городских почв. / Под ред. А.С. Курбатова. – Смоленск: Маджента, 2004. – 232 с.
3. Капралова О.А. Влияние урбанизации на экологические свойства почв г. Ростова-на-Дону // ИВД. – 2011. – № 4. – С. 326–331.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
5. Забелина О.Н. Оценка экологического состояния почвы городских рекреационных территорий на основании показателей биологической активности (на примере г. Владимира): дис... канд. биол. наук. – Владимир, 2014. – 146 с.
6. Руководство по медицинской микробиологии. Общая и санитарная микробиология / Под ред. А.С. Лабинской. – М.: Изд-во БИНОМ, 2008. – 1080 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.