

## ПЛЕНАРНАЯ СЕКЦИЯ

### ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА МИКРОБОЦЕНОЗ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Л.Г. Донерьян<sup>1</sup>, Л.П. Воронина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, LDonerian@cspfmba.ru

<sup>2</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, LVoronina@cspfmba.ru

В статье представлены результаты эколого-гигиенической оценки городских почв, загрязненных нефтяными углеводородами с точки зрения воздействия их на почвенный микробоценоз и опосредованно на заболеваемость проживающего населения микозами различной этиологии.

**Ключевые слова:** нефтяные углеводороды, городские почвы, микромицеты, заболеваемость.

В настоящее время более 1,5 % земной поверхности занимают городские почвы (урбанозёмы). Эта величина отражает уровень трансформации почвенного покрова планеты под влиянием урбанизации. Город стал доминирующим фактором почвообразования, и естественные ненарушенные почвы встречаются лишь небольшими островками в городских парках, лесопарках и рекреационных зонах. За счет своей огромной тонкодисперсной поверхности почва может служить «депо» для токсических веществ и при этом служить биогеохимическим барьером для большого количества соединений, в частности для нефтяных углеводородов. Эти вещества могут задерживаться, вступать в различные комплексы, не продвигаясь дальше и не поступая в контактирующие среды, но в большинстве случаев наблюдается миграция их в грунтовые и поверхностные воды в растения и далее по трофическим цепям в организм человека.

Почва во многом определяет условия жизни человека в городе именно за счет ее специфических санитарно-гигиенических функций. К сожалению, результаты антропогенной деятельности, приводящие к нарушению почвенного покрова, влияют и на природный комплекс в целом и как следствие создают угрозу здоровью и жизни человека в городской среде. Для предприятий, расположенных на территории городов мегаполисов, таких как Москва, проблема охраны окружающей среды актуальна еще и в связи с тем, что выбросы этих предприятий увеличивают общий фон загрязнений города и тем самым усугубляют условия жизни населения. И даже такие положительные изменения в жизни городского населения как восстановление производственных мощностей, улучшение городской инфраструктуры, расширение сети автодорог и автозаправочных станций, быстрый рост

автотранспортных средств тем не менее сопровождаются резким объемом потребления нефтепродуктов, их утечкой и загрязнением почв и грунтовых вод [1].

Почвы города выполняют ряд важных эколого-гигиенических функций, направленных на создание благоприятных условий для роста растений - легких города, а также на способность почвы к самоочищению от различных поллютантов. Реализация этих функций невозможна без деятельности почвенных микроорганизмов [2,3]. Важность изучения биологического состояния городских почв отражена в законе правительства г. Москвы «О городских почвах» от 04.07.2007 N 31. Токсичные вещества, среди которых большой процент составляют нефтяные углеводороды (НУВ) наносят огромный вред микробоценозу, тем более в связи с увеличением их содержания в объектах окружающей среды в последние годы за счет техногенных катастроф, отчуждения земельных территорий в районах нефтедобычи и пр.

Целью исследований явилось изучение изменений в микробоценозе городских почв, загрязненных нефтяными углеводородами.

Для оценки состояния городских почв различного функционального назначения были проанализированы почвенные образцы, отобранные из ряда реперных точек г. Москвы. Выделены три категории почв: почвы рекреационной или лесопарковой зоны (фоновые образцы); промышленной зоны и селитебной. Образцы лесопарковой зоны отобраны с территории Битцевского парка, Тимирязевского парка, Лосиного острова. Промышленная зона представлена районом Капотни. Большую часть района занимает предприятие МНПЗ – Московский Нефтеперерабатывающий Завод, принадлежащий нефтяной компании «Газпромнефть». К тому же, район располагается вблизи МКАДа - крупнейшей автомобильной дороги столицы, что отрицательно влияет на экологический фактор территории. Селитебная зона представлена районом Хамовники центрального административного округа г. Москвы.

В отобранных почвенных образцах определяли количество НУВ методом ИК-спектрофотометрии, производился учет основных групп почвенных микроорганизмов (сапротрофных бактерий, почвенных грибов и актиномицетов), бактерий группы кишечной палочки (БГКП).

По результатам содержания НУВ в проанализированных образцах было выделено несколько уровней: низкий (25 – 100), средний (от 100 до 500), высокий (500 – 3000) и очень высокий (>10000 мг/кг почвы) (табл.1). В таблице также приведены усредненные данные по содержанию основных групп микроорганизмов: почвенные микроскопические грибы (микромицеты), актиномицеты, сапротрофные бактерии и бактерий группы кишечной палочки.

**Таблица 1.**  
**Содержание основных групп микроорганизмов в образцах почв г. Москвы с учетом уровня их загрязнения НУВ**

Объекты	НУВ мг/кг	Микромицеты КОЕ *10 <sup>4</sup>	Актиномицеты КОЕ *10 <sup>5</sup>	Сапротрофы КОЕ *10 <sup>6</sup>	БГКП КОЕ/г
Парковые территории (25 – 100 НУВ мг/кг)					
Тимирязевский парк	47	2,5	2,0	2,3	33
Лосинный остров	71	4,3	4,5	3,3	33
Битцевский парк	28	2,8	2,2	2,9	66
СРЕДНЕЕ	47,3	3,2	2,9	2,8	44,05
СТ.ОТКЛ,	±27,6	±1,0	±1,4	±0,5	±9,05
Капотня (100 –500 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	226	1,6	3,1	3,1	753,33
СТ.ОТКЛ,	±85	±1,0	±1,3	±2,1	±52,19
Капотня (>500 <3000 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	1248	2,1	4,8	5,3	5000
СТ.ОТКЛ,	±97	±1,5	±1,8	±3,7	±45,5
(Капотня >10000 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	12990	0,8	0,6	1,1	2000
Хамовники (100 –500 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	157	0,96	2,3	2,4	200
СТ.ОТКЛ,	±3,5	±0,5	±0,6	±0,9	±41,4
Хамовники (>500 <3000 НУВ мг/кг)					
СРЕДНЕЕ	1004,00	2,5	2,80	2,40	1525,00
СТ.ОТКЛ,	±151,20	±1,5	±0,41	±0,26	±780,5

В почвенных образцах с загрязнением НУВ от 100 до 3000 мг/кг снижалась численность микромицетов при некотором возрастании группы сапротрофных бактерий. В образцах с высоким содержанием НУВ (>10000 мг/кг) были угнетены все три группы почвенных микроорганизмов: микромицеты на 75% (от 3, 2 до 0,8), сапротрофные бактерии на 69 % (2,8 – 1,1) и актиномицеты на 79% (2,9 до 0,6), что может быть обусловлено изменением условий их жизнедеятельности, а также и непосредственным воздействием ряда углеводородов, например, нафтеновых кислот. Однако, через некоторое время численность микроорганизмов в загрязненной нефтью почве может возрастать даже в большей степени, чем в начальный период [4]. Это может указывать на процесс биодеградации нефтяных углеводородов и на использование микроорганизмами более простых соединений углерода в качестве источника питания, что является предметом изучения многих ученых и, по-видимому, зависит от экосистемы и местных условий окружающей среды [5].

Индекс БГКП во всех пробах колебался от 33 до 5000 КОЕ/г. Для парковых территорий характерен низкий средний показатель – 44,05 КОЕ/г, тогда как для территории Капотни и Хамовников, со средними содержаниями НУВ 226 и 157 мг/кг индекс БГКП составлял 753 и 200 КОЕ/г, соответственно. С увеличением содержаний НУВ до 1248 и 1004 мг/кг в образцах из этих реперных площадок БГКП существенно увеличивался индекс до 5000 и 1525

КОЕ/г. Таким образом, присутствие нефти в почвах города не способствуют отмиранию условно патогенных бактерий (БГКП) вследствие губительного воздействия НУВ на аборигенную микрофлору, которая обеспечивает самоочищающую способность почвы.

Под воздействием нефти происходило изменение структуры комплекса микромицетов и накопление их токсичных видов. В урбанизмах были обнаружены углеводородокисляющие микромицеты: *Aspergillus flavus*, *A. Versicolor*, *A. funigatus*), *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Paesilomises variotti*, *Trichoderma hamatum*, *Sporothrix schenckii* и семейство темноокрашенных меланинсодержащих грибов *Dematiaceae* spp. Это представители условнопатогенных микромицетов, которые способны вызывать различные формы заболеваний у человека и, соответственно, эпидемическое состояние почв города усугубляется под воздействием присутствующих НУВ (таблица 2). Выделенный в работе комплекс почвенных микроскопических грибов из нефтезагрязненных почв ранее описан, как комплекс характерный для почв мегаполисов [3]. Исходя из этого можно предполагать, что увеличение встречаемости патогенных видов микромицетов в почвах городов возрастает в связи с постоянным поступлением из разных источников НУВ (предприятия нефтехимии, огромный парк автотранспорта и др.) [6].

**Таблица 2.**  
**Грибы, выделенные из нефтезагрязненных почв. Их токсины и действия на макроорганизмы**

п/п	Название микромицета	Микотоксин	Органы-мишени, возможные патологии
1	<i>Aspergillus flavus</i>	Афлатоксины	Мутагенность Канцерогенность Тератогенность
2	<i>Aspergillus funigatus</i>	Глиотоксин	Нефротоксичность
3	<i>Aspergillus Versicolor</i>	Стеригматоцистин	Гипатотоксичность Нефротоксичность Канцерогенность
4	<i>Fusarium oxysporum</i>	Трихотециновые токсины	Алиментарные токсикозы
5	<i>Paesilomises variotti</i>	Аскофуранон	Спородические микозы Бронхиальная астма Сенная лихорадка Поражение кожи
6	<i>Trichoderma hamatum</i> ,	Глиотоксин Виридин Триходермин	Легкие и лор-органы
7	<i>Sporothrix schenckii</i>	-	Поражение кожи и лимфатических узлов
8	<i>Dematiaceae</i> spp.	Альтернариол Тенуазоновая кислота	Поражение лор-органов, кожи и подкожной клетчатки

Результаты натурных исследований сопоставлялись с данными, полученными в модельном эксперименте.

В модельных исследованиях использовали городскую почву (урбанизм), в которую вносили смесь Западно-Сибирских нефей (малопарофинистая с плотностью 0,825 г/см<sup>3</sup>) в диапазоне от слабого (25 мл/кг) до сильного, в природных условиях соответствующего нефтяным разливам (300-500 мл/кг). Статистически достоверное снижение количества интересующих нас микромицетов наблюдалось в почве с внесением нефти в дозе более 50 мл/кг почвы. Изменения в качественном составе происходило также при данной концентрации. Перечень микромицетов, выделенных из почв города оказался аналогичным видам, обнаруженным в модельных нефтезагрязненных почвах [7].

Полученные в микробиологических посевах одинаковые морфотипы токсинообразующих, условно-патогенных и аллергенных микромицетов на модельных почвах и почвах мегаполиса позволяет предполагать, что рост их может происходить именно под воздействием НУВ. Выделенные виды условно патогенных микромицетов можно использовать в экологическом мониторинге как индикаторные, характеризующие определенный уровень загрязнения городской почвы нефтяными углеводородами.

#### Библиографический список

1. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. О состоянии городских почв Саратовской области // Вестник КрасГАУ. 2009. Т 37, №10. С. 35-38.
2. Лысак Л.В., Лапыгина Е.В. Разнообразие бактериальных сообществ городских почв // Почвоведение. 2018. № 9. С.1108-1114. doi: 10.1134/S0032180X18090071
3. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. –М.: Медицина для всех, 2005. –196 с. – ISBN 5-93649-003-3
4. Liao J. Wang, J., Jiang, D., Wang, M. C., & Huang, Y. Long-term oil contamination causes similar changes in microbial communities of two distinct soils // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2015. – Vol. 99. – P. 10299-10310. – DOI: 10.1007/s00253-015-6880-y
5. Das N., Chandran P. Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: an overview // Biotechnology research international. 2011. No. 1. P. 941810. doi:10.4061/2011/941810
6. Алиев И.А., Ибрагимов Э.А. Развитие и характерные особенности потенциально патогенных грибов загрязненных почв // Почвоведение и агрохимия. 2021. № 4. С. 33-41
7. Донерьян Л.Г., Водянова М.А., Тарасова Ж.Е. Микроскопические почвенные грибы - организмы-индикаторы нефтезагрязненных почв // Гигиена и санитария. 2016. Т 95. № 9. С. 891-894. doi: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2016-9-891-894>