SAT-2.209-1-EEP-12

Structure and functional composition of the soil microflora in natural and urbo-ecosystems

Pavlina Naskova

Структура и функционален състав на почвената микрофлора в природни и урбоекосистеми

Павлина Наскова

Abstract: *Anthropogenic soil pollution and its effects are associated with the construction and operation of microbial communities. Increasingly - becomes important microbiological approach to solving the problems of soil protection and the establishment of various types of pollution. The microbiological analysis in this study includes determining the total microflora as additive effect of non-sporulating bacteria, germs, actinomycetes and mikromitseti in soil from an area with heavy traffic of the town. Varna and two natural ecosystems. Established in - large numbers of the general microflora in the soil under oak and hornbeam in the expense of urbogennite soils. The reduced microbiological activity and the presence of Bac. idosus and Bac. subtilis in urbosoils evidence of technogenic pollution.*

Key words: *soil microflora, biological activity, technogenic pollution, actinomycetes, fungi, germs, natural and urboecosystem.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Почвата е природно тяло, отличаващо се от растенията и животните, а така също и от основните скали и минерали [4]. Тя се явява диалектическо единство между живото и неживото, съвкупност между биологическото, химическото и физическото начало и само в тази съвкупност действа, живее, съществува [2]. Биологическата част на почвата представлява почти 10 % от нейната маса. Ето защо и най-малките промени в химичния състав на почвата довеждат до промяна на животинския и растителен свят в нея и върху нея.

Почвата като среда за обитаване се характеризира със своята статичност и по тази причина поглъща лесно всякакви вредни вещества, попаднали в околната среда, както от природни, така и от антропогенни процеси и явления. Обикновено, периодът на разпад на тези вещества е значително по-дълъг, когато те се намират в почвата, отколкото във въздуха или във водата. По тази причина, проблемът често остава дълго време скрит. Замърсяването на почвата е пряко свързано с процесите на урбанизация.

Градските екосистеми са специфични образования, формирани на сравнително малка площ под влиянието на множество съчетания на природни и антропогенни фактори [8; 16]. Почвената покривка в градовете представлява техногенно изменени зонални почви, притежаващи различни физически свойства от тези на характерните за района [13]. Ключово звено, определящо екологичните функции на почвата, се явява микробоценозата. Все още редица учени работят върху таксономията и систематиката на почвените микроорганизми, които разкриват важни научни факти от историята на живота. Продължават и проучванията за да се установи ролята на взаимоотношенията между почвената микрофлора и приноса им за екосистемните функции [19].

Като биоиндикатори за антропогенните изменения на почвата, могат да се използват различни моделни групи микроорганизми: бактерии [9], микромицети [11;14,15], почвени водорасли и цианобактерии [1, 5, 6, 7, 12]. Целта на настоящата разработка е да бъде направена сравнителен анализ на микробиологичната

активност в почвите от природни (еталонни) екосистеми и урбогенна почва, като се проследи количеството и разпределението на почвените микроорганизми по хоризонти, както и видовото разнообразие при бацилите.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Материали и методи

Пробонабирането е направено през месец октомври 2015 г. в две екосистеми от три почвени хоризонта (0 - 20 cm, 20 - 40 cm и 40 - 70 cm).

Изследваните обекти са от:

- тревна ивица разположена в района на кръстовището на Полиграфически комбинат;

- отдел 303 Л на територията на ТП ДГС Варна с основен вид– цер (*Quercus cerris* L.);

- отдел 299 З на територията на ТП ДГС Варна с основен вид– келяв габър (*Carpinus orientalis* Mill.).

Пробите за микробиологичен почвен анализ са вземани със стерилен нож от съответните дълбочини (0 - 20 cm, 20 - 40 cm и 40 - 70 cm). Формирана е средна проба чрез пробонабиране от три места, в стерилен хартиен плик. Пробите (около 1000 g) са транспортирани и изследвани най-късно до 48 часа, като до момента на посявката са съхранявани в хладилник при 4 ÷10 °C.

Микробиологичните анализи включват определяне на амонифициращи бактерии (неспорообразуващи бактерии и бацили), актиномицети, микромицети, бактерии, усвояващи минерален азот. Те са определени по метода на разреждане и посявка на твърди хранителни среди (месопептонен агар – за определяне на неспорообразуващи бактерии и бацили; скорбялоамонячен агар – за определяне на актиномицети и бактерии, усвояващи минерален азот; среда на Чапек-Докс – за определяне на микромицети), култивиране в термостат и следващо отчитане на колониеобразуващи единици, преизчислени към 1 g абсолютно суха почва.

2. Резултати и обсъждане

В табл. 1 е описана таксономичната принадлежност на почвите, флористичния състав и проведените мероприятия.

Таблица 1. Характеристика на експерименталните площи за пробовземане

Пробна площ №	Таксономична принадлежност на почвите	Особености на изследваните почви	Флористичен състав	Проведени мероприятия
Полиграфически комбинат /урбоекосистема/	Клас Антропогенни (Anthrosols), тип урбогенни (Anthrosols urbogenic)	Почвените слоеве са уплътнени по цялата дълбочина с голямо количество включения от корени, камъни.	глухарче (*Taraxacum sp.*) широколистен живовлек (*Plantago major*), конски кестен (*Aesculus hippocastanum*), бяла детелина (*Trifolium repens*)	поливане, косене
отдел 303 Л - (*Quercus cerris* L.) /природна екосистема/	Сиви горски почви	Почвените слоеве са уплътнени по цялата дълбочина Включения от корени.	бяла детелина (*Trifolium repens*), глухарче (*Taraxacum sp.*), широколистен живовлек (*Plantago major*), житни (*Poaceae*), цер (*Quercus cerris*)	-
отдел 299 З -	Сиви горски почви	Почвените слоеве се	габър (*Carpinus*	-

(*Carpinus orientalis* Mill.) /природна екосистема/		много добре уплътнени. Съществуват включения от корени	*orientalis*) сребролистна липа (*Tilia tomentosa*), подъбиче (*Teucrium polium*), диви ягоди (*Fragaria vesca*), бяла млечка (*Euphorbia polychroma*).	

Представените данни в табл. 1 са в пряка зависимост с числения и видов състав на изследваната почвена микрофлора.

Според Бешков [3] микрофлората има различен количествен и качествен състав в отделните видове почви и на разнообразни дълбочини. По литературни данни почвите съдържащи по-големи количество органични вещества имат много повече микроорганизми (табл.2, 3).

Таблица 2. Съдържание на микроорганизми в различни типове почви [3]

Видове почви	Общо	Коки	Пръчковидни	Azotobacter
в милиони на 1g почва				
Глинесто-оподзолена	801,8	796,9	4,9	-
Горска	1219,0	1090,0	90,0	39
Чернозем	4771,0	2593,0	1841,0	337
Пясъклива	2854,0	1460,0	1390,0	4
Глинеста	211,0	169,0	43,0	0

Таблица 3. Литературни данни за броя на микроорганизмите в различни дълбочини на почвата [3]

Дълбочина, cm	2,5	10	20	30	50	75
Брой микроорганизми на 1 g/	8000	6000	3000	1000	500	300

При сравнение на получените резултати (табл. 4) с литературните данни за обща численост на микрофлората в горските почви, ясно може да се отчетат по ниските стойности на микробната активност в изследваните почви под цер (Quercus cerris) и келяв габър (Carpinus orientalis). Разпределението на сумарната микрофлора по почвени хоризонти във всички изследвани екосистеми е близка до цитираните литературни данни.

Таблица 4. Количествен и качествен състав на микрофлората в изследваните почви в природни и урбоекосистеми

Обект	Дълбочина (cm)	Обща микрофлора	Неспорообразуващи бактерии	Бацили	Актиномицети	Микромицети	Бактерии, усвояващи мин. азот	Минерализационен коефициент
		($x10^3$/g)						
Полиграфически комбинат - урбоекосистема	0-20	3592	2759	516	214	103	7939	1,42
	20-40	617	547	29	22	19	378	0,66
	40-70	51	38	3	7	3	23	0,38
Отдел 303 Л - церова екосистема	0-20	8647	7378	754	386	129	7654	1,94
	20-40	470	326	64	52	28	177	1,45
	40-70	96	86	4	5	1	32	0,36
Отдел 299 З - габърова екосистема	0-20	6582	5395	803	250	134	6451	2,03
	20-40	429	340	35	35	19	760	2,42
	40-70	90	71	4	12	3	34	0,45

Резултатите от направените анализи показват различно биологично състояние на почвите в отделните екосистеми. Почвената микрофлора е неравномерно разпределена в различните почви, респективно почвени слоеве. В изследваните почви в природните екосистеми под цер (Quercus cerris) и габър (Carpinus orientalis) се очертава тенденция за присъствието на по – голямо количество обща микрофлора в сравнение с урбогенните почви. Това се обуславя главно от активното развитие на неспорообразуващи бактерии, които участват в началните фази на разграждане на органичното вещество. Високата им численост вероятно се обуславя от периода на пробовземане, който съвпада с края на вегетационния период, както и наличието на активен листопад.

Делът на този вид микроорганизми е 85 % за почвата под цер, 82 % под габър и 77 % за урбогенните почви. В почвен хоризонт 20 - 40 cm неспоробразуващите микроорганизми са най - многочислени (547 хил./g) в урбогенните почви. Вероятната причина за това е добрия влажностен режим, който е важен фактор за развитието на микрофлората. Наблюдава се тенденция на намаляване на числеността на неспорообразуващите по почвени хоризонти, като с най- ниски стойности в почвен хоризонт 40 – 70 cm са в пробите взети от „Полиграфически комбинат“ - 38 хил./g, а най – много са под цер – 86 хил./g.

На второ място по процентен дял спрямо общото количество микроорганизми са бацилите. Заедно с неспорообразуващите микроорганизми бацилите играят основна роля в началните етапи на деструкция на органичната материя в почвите. Бациларната микрофлора е с най - висока численост в почвените проби от природните екосистеми. Като в почвен хоризонт 0 - 20 cm бацилите са с най – висока численост в пробата под габър, а във втория почвен хоризонт (20 - 40 cm) превес в числеността се наблюдава в почвата под цер.

Вероятната причина за това може да е състава и количеството на кореновите ексудати, отделяни в различните стадии на развитие на растенията [20]. Те осигуряват на микробната популация въглеродни източници на енергия, кислород, микроелементи и ензими за развитието ú. [17, 18] Най - ниска численост за бациларната микрофлора е отчетена в урбогенните почви, за всички почвени хоризонти.

Най-слабо представени в състава на общата микрофлора са актиномицетите и микромицетите, които се развиват по-добре при по-висока влажност. Тенденциите при актиномицетите са аналогични с тези на общата микрофлора, а по отношение на микромицетите има сходност с тези на бациларната микрофлора.

Роля на изследваните групи микроорганизми в трансформацията на органичните вещества се определя от минерализационния коефициент. Във всички изследвани почви доминират неспорообразуващите бактерии, което води до протичането на неактивни, в начална фаза процеси на минерализация на органичните вещества.

Наблюдава се тенденция за понижаване на минерализационен коефициент при всички изследвани почви в дълбочина, като само при пробите под габър стойностите на коефициента са по – високи на дълбочина 20 - 40 cm в сравнение с повърхностния хоризонт. По - високата минерализация в почвите от природните екосистеми се дължи на наличието на по - голямо количество натрупана органична маса, както и на високото присъствие на обща микрофлора.

За изследваните почви е извършено и определяне на качествения състав на бациларната микрофлора (табл. 5) като една от най – чувствителните групи микроорганизми по отношение на естественото биологично състояние на почвите [10]. Получените резултати сочат, че спорообразуващите микроорганизми са с най – голяма численост в природните екосистеми, като малък превес имат те в почвените

проби под габър пред тези под цер (съответно под Carpinus orientalis - 803 хил./g, а под Quercus cerris - 754 хил./g).

Установено е драстично намаление на количествения на споробразуващите микроорганизми в по-долните хоризанти. При всички изследвани почви при хоризонт 20 - 40 cm числеността на бацилите намалява от 10 до 17 пъти спрямо повърхностния почвен хоризонт.

Анализите на почвените проби от хоризонт 40 - 70 cm показват изключително малка численост на този вид микроорганизми, като отново те имат превес в природните екосистеми в сравнение с урбоекосистемата.

Таблица 5. Видово разнообразие на бацили в почви в природни и урбоекосистеми

Обект	Дълб. (cm)	*Общо количество*	*Bac. megaterium*	*Bac. cereus*	*Bac. mycoides*	*Bac. idosus*	*Bac. subtilis*
		($x10^3$/g)					
Полиграфически комбинат - урбоекосистема	0 - 20	516,2	267	204,7	8,9	17,8	17,8
	20 - 40	29,2	12	12,9	4,3	0	0
	40 - 70	1,7	0,7	0.8	0,2	0	0
отдел 303 Л церова екосистема	0 - 20	754,4	184	423,2	147,2	0	0
	20 - 40	64,4	25,8	9,2	29,4	0	0
	40 - 70	4	1,8	1,8	0,4	0	0
отдел 299 З габърова екосистема	0 - 20	803,2	496	307,2	0	0	0
	20 - 40	45	35,2	7,8	2	0	0
	40 - 70	3,5	1,5	1,2	0,8	0	0

Констатирано е развитие на Bac. cereus и Bac. megaterium, като доминиращи видове в състава на бацилите. Доминирането на първия е ясно изразено в природните (контролни) екосистеми. Bac. megaterium взема участие в усвояването на минералните форми на азота. Той участва в процесите на минерализация и неговата численост е по – висока в урбогенната почва в сравнение с тази под цер. Подобно на получените данни за минерализационния коефициент, най – много представители от вида са установени в почвите под габър. Bac. mycoides, който разгражда органично свързан азот, не се среща в повърхностния почвен хоризонт под габър, като в по- долните хоризонти числеността му е съизмерима с тази в градските почви. Най – голяма численост 147,2 хил./g Bac.mycoides има в почвен хоризонт 0 - 20 cm в пробите под цер.

Участието на Bac. subtilis и Bac. idosus в състава на бациларната микрофлора е само повърхностния почвен слой на урбогенните почви. Те могат да бъдат използвани като индикатори за техногенно замърсяване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведените по-горе експерименти и получените резултати, може да бъдат направени следните изводи:

1. Установено е във всички анализираните почвени проби увеличение на количеството на неспорообразуващите бактерии и потискане на развитието на бацилите, актиномицетите и микроскопичните гъби.
2. Най – ниските нива на общата микрофлора в урбогенната почва свидетелства за понижената микробиологичната активност в резултат на техногенното замърсяване.
3. Минерализационният коефициент е по-висок при пробите от природните екосистеми, които са и с най – голяма численост на общата микрофлора.
4. Антропогенната дейност е свързана с установено прегрупиране в състава

на бациларната микрофлора, където са установени видовете Bac. subtilis и Bac. idosus, които са индикатор за замърсяване.

Литература

[1] Артамонова, В.С., Бортникова, С.Б., Ившина, И.Б., Каменских, Т.И., Смирнова, Н.Б., Шапорина, Н.А. Микробные комплексы почв урбанизированных территорий. Сибирский экологический журнал. – 2007. – № 5. – С. 797 – 808
[2] Беллер Г. А. Зкзамен разума. М., Мыслъ, 1988, с. 252
[3] Бешков., М. Обща микробиология, изд. Наука и техника София1990
[4] Докучаев В.В. Избранные труды. Редакция Б.В. Полынова. Составитель тома В.Я. Заварицкий. Издательство Академии Наук СССР, Серия «Классики науки»
[5] Домрачева, Л.И. Микроорганизмы в биомониторинге. Биологический мониторинг природно-техногенных систем. Под общ. ред. Т.Я. Ашихминой, Н.М. Алалыкиной. – Сыктывкар, 2011. – С. 9 – 19.
[6] Дорохова, М.Ф., Кошелева, Н.Е., Терская, Е.В. Микробиота как интегральный показатель состояния почв города Москвы. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. Киров: Изд-во ООО «Веси», 2014. – С.323 – 325г
[7] Кондакова, Л.В., Домрачева, Л.И., Дабах, Е. В., Плетнева, А. Принципы диагностики состояния почвы с использованием количественных характеристик альго-микологических комплексов. Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2008. – № 6. – С. 12 – 15.
[8] Лихачёва, Э.А., Тимофеев Д. А, Жидков М.П и др. Город – экосистема – М.: Медиа-ПРЕСС, 1996. – 336 с.
[9] Лысак, Л.В. Бактериальные сообщества городских почв: автореф. дис. доктора биол. наук: 03.02.03 / Людмила Вячеславовна Лысак. – Москва, 2010 – 46 с.
[10] Нусторова, М.; Генчева, Св. Техногенно замърсяване и микробиологична активност на градски почви. Лесовъдска мисъл 2/1995(3)
[11] Свистова, И.Д., Талалайко, Н.Н., Щербаков, А.П. Микробиологическая индикация урбаноземов города Воронежа. Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2003. – № 2. – С. 175 – 180.
[12] Слободина, Н.П. Биоиндикационные возможности почвенной альгофлоры на урбанизированных территориях. Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: Тез. докл. XI Междунар. симпозиума по биоиндикаторам. – Сыктывкар, 2001. – С. 174 – 175.
[13] Строганова, М.Н., Агаркова, М.Г. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв юго-западной части г. Москвы). Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 1992. – №7. – С. 16 – 24
[14] Терехова, В.А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. Наука, 2007. – 215 с.;
[15] Хабибуллина, Ф.М., Арчегова, И.Б. Микробиота как индикатор при восстановлении нефтезагрязненных почв. Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: Тез. докл. XI Междунар. симпозиума по биоиндикаторам. – Сыктывкар, 2001. – С. 198
[16] Alberti, M., John M. Marzluff. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions // Urban Ecosystems. – September 2004. – V. 7. – Is. 3. – P. 241 – 265.
[17] Campbell, R.E. Plant microbiology. London: Baltimore (MD.), Arnold, 1985.
[18] Cunningham. S.D. and alt . Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. Adv. Agron. (Year-Book). – 1996. – V. 56. – P. 55–90.
[19] Crossley DA Jr, Mueller BR and Perdue JC. Biodiversity of microarthropods in

agricultural soils: relations to processes. Agriculture, Ecosystems and Environment 40: 1992, 37–46

[20] Vance, D.B. Phytoremediation: Enhancing natural attenuation processes. Nat. Environ. J. – 1996. – V. 6. – № 1. – P. 30–31.

За контакти:

Ас. д-р Павлина Наскова, Катедра “Растениевъдство”, Технически университет - Варна, тел.: 0885 825 136, e-mail: pnaskova@abv.bg

Докладът е рецензиран.