

ГАЛИНА ПЕТКОВА*, ИРЕНА АТАНАСОВА, МИЛЕНА ХАРИЗАНОВА

Институт по почвознание, агротехнологии и растителна защита „Н. Пушкаргов”, София

*E-mail: galina50@abv.bg

Микробиологична характеристика на техногенно повлияни Ливадно-канелени почви

Microbiological Characteristics of Technogenically Affected Meadow Cinnamonic Soils

G. Petkova*, I. Atanasova, M. Harizanova

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

Abstract

The microflora of two profiles of Meadow Cinnamonic Soil (Urbic Garbic Mollic Technosols, Calcaric Humic Siltic), slightly waterlogged subjected to antropogenic-technogenic impact (deposition of sludge from the treatment of industrial waste water and presence of artifacts due to deposition of soil layers on top) and of a natural soil from the same region was studied. It was established that as a result of the treatment substantial changes in the quantity and distribution of the microorganisms through the soil profile occurred. These data indicate that different biogeochemical processes take place in the antropogenically-technogenically affected soils as compared with those of the undisturbed soil.

Key words: technogenically affected Meadow Cinnamonic Soil, industrial sewage sludge, soil microorganisms, soil profile

Почвените микроорганизми са важен компонент на сухоземните екосистеми, участващи в осъществяване на техните функции. Те вземат участие във всички процеси, свързани с почвеното плодородие (формиране на почвената структура, трансформацията на органичното вещество, кръговрата на биогенните елементи, създаване на трофични вериги с растенията и почвената фауна и др.). В резултат на различни антропогенни въздействия могат да настъпят промени в почвените микробиални съобщества, водещи до негативни изменения в качеството на почвите. Промените в микробиологичните свойства на почвата предшестват химичните и физични промени, които се извършват по-бавно във времето. Поради това параметрите, характе-

ризиращи структурата и активността на почвените микробиални съобщества са обект на проучване, като ранни индикатори за нарушаване на екологичното равновесие в почвата и негативни изменения в тяхната продуктивност (Kennedy et al., 1993; Islam et al., 2000; Avidano et al., 2005).

Болшинството от микробиологичните изследвания на почвите са фокусирани върху повърхностния хоризонт, където постъпват растителните остатъци и активността на почвените микроорганизми е най-голяма, а условията за развитието им – най-благоприятни. Наред с това през последните години обект на изследване е и разпределението на микроорганизмите по дълбочина на почвения профил с оглед участието им в биогеохимичните про-

цеси и ролята им за дългосрочно съхраняване на почвения органичен въглерод (Ekelund et al., 2001; Goberna et al., 2005; Hansel et al., 2008; Will et al., 2010; Rumpel et al., 2011). Голям брой фактори (рН, съдържание на хранителни елементи и органичен С, влажност, съдържание на кислород и др.) оказват влияние върху структурата на почвените микробни съобщества. Тъй като тези параметри се променят с увеличаване на дълбочината на почвения профил, естествено е да се очакват и промени в количеството и активността на почвената микрофлора.

Целта на настоящето проучване беше да се установи влиянието на комплексно антропогенно-техногенно въздействие (депониране на утайка от пречистване на промишлени отпадъчни води и присъствие на артефакти в резултат на привнесени почвени слоеве) върху разпределението на основните групи микроорганизми по дълбочина на почвения профил на Ливадно-канелени почви.

Материал и методи

Обект на изследване са два почвени профила от антропогенно повлияни Ливадно-канелени почви, разположени на територията на завода за багрене на тъкани „Миролио“, намиращ се в близост до гр. Елин Пелин. Антропогенно-техногенното въздействие е приложено 5 години преди настоящето изследване. Повърхностният хоризонт на профил 1 представлява утайка – отпадъчен продукт от пречистването на промишлени отпадъчни води, обезводнена чрез филтър-преса, предварително обработена с флокуланти и депонирана на територията на завода през 2007 г. върху пластове почва с примеси от строителни и промишлени отпадъци. Класифицирането на изследваната утайка като неопасен отпадък според Наредба № 3 за класификация на отпадъците (обн. ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г., кореспондираща със сега действащата Наредба № 2/23.07.2014 г.) позволява по-нататъшното ѝ оползотворяване. В другия почвен профил – 2, е установено наличието на артефакти (строителни отпадъци), попаднали с привнесени почвени слоеве. За сравнение е анализирана Алувиално-ливадна почва (профил 3) от същия район, която не е подложена на антропогенно влияние. Агрохимичната ха-

рактеристика на изследваните почви е представена на табл. 1. По дълбочина на почвения профил е определено количеството на микроорганизмите от основните групи по метода на десетичните разреждания (Гущеров и сътр., 1977). Данните са представени като брой колонииобразуващи единици (КОЕ), съдържащи се в 1 g абсолютно суха почва. Резултатите са обработени статистически, като е определено стандартното отклонение (STATGRAPHICS. Plus 2.1).

Резултати и обсъждане

Микробиологичната характеристика на изследваните почви е представена на табл. 2. За повърхностния хоризонт на Алувиално-ливадната почва е получена по-висока численост на микроскопичните гъби в сравнение със съответните хоризонти на подложените на антропогенно въздействие почви. Това се дължи на сравнително по-благоприятната за развитието на гъбите реакция на средата (табл. 1). За разлика от посочената група микроорганизми, амонификаторите и споровите бактерии са с по-голям брой колонииобразуващи единици при антропогенно повлияните профили, като особено висока е числеността им в повърхностния хоризонт при профила с нанесена утайка. Тези данни показват, че в утайката протичат активни минерализационни процеси, което се потвърждава и от високото съдържание на минерален азот в нея. За профил 1 в посочения хоризонт е характерна и по-висока численост на актиномицетите и целулозоразлагащите микроорганизми. Установената висока биогенност на повърхностния хоризонт на профил 1 е свързана с високото съдържание на органично вещество и минерални елементи (табл. 1). В профил 3 (естествена почва) броят на микроорганизмите от всички изследвани групи запазва сравнително висока численост на дълбочина до 50 cm, а в следващите хоризонти тя намалява постепенно. Това вероятно се дължи на намалението на аерацията, съдържанието на органично вещество и минерални елементи. Получените данни за профил 3 са близки до докладваните от Nedyalkova et al. (2010) резултати за разпределението на микроорганизмите по дълбочина на почвения профил на целинна Алувиално-ливадна почва. По-

сочените автори също установяват най-висока численост на основните групи почвени микроорганизми на дълбочина до 50 cm от почвения профил и постепенно намаление в дълбочина.

За почвени профили 1 и 2 е установено значително увеличение на бактериите и микроскопичните гъби в хоризонта с дълбочина до 123 cm при профила с нанесена утайка (Акв) и до 79 cm при профила, с внесени строителни отпадъци (Бу₂). За разположения под него хоризонт се наблюдава увеличение на актиномицетите, които участват в разлагането на по-труднодостъпните органични съединения. Числеността на тази група микроорганизми остава висока на дълбочина, по-голяма от 1 m. Известно е, че актиномицетите са отлични деградиращи агенти, оцеляват при екстремни условия (например липса на

достатъчно хранителни елементи) и синтезират повърхностно активни вещества, които увеличават биодостъпността и улесняват процеса на биоразграждане (Baek et al., 2007; Kang et al., 2009). Установена е положителна корелация ($R^2 = 0.61$) между съдържанието на късоверижните алкани (C₁₆-C₂₀) в изследваните почвени хоризонти с това на актиномицетите и отрицателна ($R^2 = 0.9$) със съдържанието на амонифициращите микроорганизми, както и отрицателна корелация между късоверижните алкани (C₁₆-C₂₀) и съдържанието на органичен въглерод ($R^2 = 0.73$). Това е индикация за образуване на микробиално синтезирани алкани в почвата при ниско съдържание на биохимично стабилизиран органичен въглерод (Харизанова, 2014).

И при двете антропогенно повлияни почви в по-дълбоко разположените хоризонти на

Таблица 1. Агрохимична характеристика на изследваните почви
Table 1. Agrochemical characteristic of the studied soils

Object/Profile	Horison; Depth, cm	pH (H ₂ O)	Mineral N		P ₂ O ₅ , mg/100 g	K ₂ O, mg/100 g	Total C, %	
			NH ₄ -N	NO ₃ -N				
			mg/100 g					
Mirolio Bulgaria Ltd., Elin Pelin	Profile 1	Утайка 0-14	7.2	64.3	91.2	214.4	12.7	27.84
		Bu ₁ 14-53	7.5	4.8	33.0	7.2	9.8	0.89
		Bu ₂ 53-93	10.1	4.8	59.2	39.5	14.2	1.42
		Akb 93-123	8.2	4.8	5.6	5.0	12.2	1.22
		Bgk 123-143	7.9	6.4	62.4	2.4	12.0	0.56
		Cgk 143-168	7.6	4.8	88.0	5.5	9.2	0.32
		G 168-200	7.4	9.6	38.4	4.1	11.6	1.22
	Profile 2	A 0-28	7.8	13.4	6.7	13.4	14.2	1.04
		Bu ₁ 28-69	8.0	6.7	5.1	24.2	11.7	0.66
		Bu ₂ 69-79	9.1	11.2	0.3	13.1	31.8	5.16
		Bu ₃ 79-86	7.4	3.2	0.3	4.4	13.2	1.36
		ABb 86-100	6.5	3.2	0.3	2.0	7.7	0.98
		Bg 100-118	7.3	0.3	0.3	2.6	8.9	0.58
		Cg 118-135	7.1	0.3	1.6	2.8	10.4	0.25
G 135-159	7.6	0.3	1.6	3.8	12.4	0.43		
Elin Pelin district Control	Profile 3	Agr 0-27	6.4	3.1	2.5	1.2	12.7	1.61
		A 27-48	7.0	1.2	< 1	0.3	10.7	1.16
		G ₁ 48-87	6.4	0.3	0.6	2.0	4.9	0.77
		G ₂ 87-120	6.7	1.9	1.9	1.3	4.2	0.62

Таблица 2. Количество на почвените микроорганизми (КОЕ/г)
Table 2. Quantity of soil microorganisms (COE/g)

Horison; Depth, cm	<i>Ammonifying microorganisms</i> 1.10^6	<i>Spore-forming bacteria</i> 1.10^6	<i>Microscopic fungi</i> 1.10^3	<i>Actinomycetes</i> 1.10^5	<i>Cellulose- decomposing microorganisms</i> 1.10^4
Profile 3					
Asod 0–27	8.29 ± 2.03	0.66 ± 0.04	22.76 ± 3.72	2.40 ± 0.78	1.66 ± 0.26
A 27–48	2.33 ± 0.60	0.30 ± 0.01	1.60 ± 0.70	0.88 ± 0.07	0.60 ± 0.12
G ₁ 48–87	1.15 ± 0.25	0.03 ± 0.02	0.28 ± 0.07	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.04
G ₂ 87–120	0.07 ± 0	0.01 ± 0.005	0.16 ± 0.06	0.05 ± 0.006	0.06 ± 0.01
Technogenic soils Profile 1					
Sludge 0–14	91.33 ± 2.43	4.59 ± 0.32	10.96 ± 0.71	7.90 ± 0.59	17.14 ± 4,43
Bu ₁ 14–53	6.98 ± 0.81	0.34 ± 0.12	1.01 ± 0.53	0.76 ± 0.17	4.19 ± 0.12
Bu ₂ 53–93	8.65 ± 0.87	0.64 ± 0.20	2.36 ± 0.74	0.60 ± 0.14	2.03 ± 0.11
Акв 93–123	10.50 ± 0.87	0.87 ± 0.06	4.65 ± 0.16	0.64 ± 0.06	1.98 ± 0.31
Bgk 123–143	1.40 ± 0.42	0.27 ± 0.01	0.46 ± 0.11	4.75 ± 0.48	0.29 ± 0.07
C 143–168	1.45 ± 0.42	0.21 ± 0.01	0.44 ± 0.14	5.08 ± 0.90	0.15 ± 0.02
G 168–200	1.48 ± 0.18	0.11 ± 0.02	0.13 ± 0.001	1.06 ± 0.43	0.22 ± 0.06
Profile 2					
A 0–28	18.88 ± 0.68	1.41 ± 0.15	10.82 ± 0.07	2.32 ± 0.64	2.75 ± 0.62
Bu ₁ 28–69	6.94 ± 0.41	0.20 ± 0.05	7.02 ± 1.19	1.02 ± 0.24	2.51 ± 0.59
Bu ₂ 69–79	15.69 ± 0.24	0.61 ± 0.03	9.54 ± 0.68	0.60 ± 0.17	0.93 ± 0.17
Bu ₃ 79–86	0.96 ± 0.05	0.21 ± 0.03	0.57 ± 0.08	3.52 ± 0.40	0.68 ± 0.12
ABb 86–100	1.21 ± 0.04	0.18 ± 0.03	0.17 ± 0.02	2.52 ± 0.30	0.60 ± 0.10
Bg 100–118	1.38 ± 0.08	0.15 ± 0.01	---	2.16 ± 0.71	0.74 ± 0.13
Cg 118–135	1.30 ± 0.08	0.13 ± 0.01	----	1.16 ± 0.13	0.64 ± 0.09
G 135–159	1.62 ± 0.17	0.16 ± 0.03	----	0.31 ± 0.06	0.79 ± 0.31

профила се установява по-голяма численост на почти всички изследвани групи почвени микроорганизми в сравнение с получените данни за хоризонтите от съответните дълбочини при ненарушената почва. С оглед промяната на физикохимичните условия по дълбочина на почвения профил може да се предположи намаляване на микробиалното разнообразие като цяло и доминиране на по-малък

брой приспособени за развитие при недостиг на кислород групи микроорганизми (Eilers et al., 2012). Микробиалните съобщества от по-дълбоко разположените почвени хоризонти вземат участие в процесите, свързани с биогеохимичните цикли в почвата. Промените в техния състав и структура могат да окажат съществено влияние върху почвообразователните процеси.

Изводи

Приложеното антропогенно въздействие (депонирание на утайка от пречистването на промишлени отпадъчни води и присъствие на артефакти в резултат на привнесени почвени слоеве) води до увеличаване количеството на микроорганизмите по дълбочина на почвения профил, като се променя и структурата на микробиалните съобщества.

Установените изменения доказват, че в антропогенно-техногенно повлияните почви протичат различни биогеохимични процеси в сравнение с тези от естествената почва.

Литература

- Гущеров, Г., П. Андонов, Ц. Тодоров, Л. Ко-минков, М. Гинчева-Старчева. 1977. Ръководство по микробиология и вирусология. *Наука и изкуство*, 97-111
- Харизанова, М. 2014. Геохимични и педогенетични маркери в антропогенно повлияни почви. Дисертация. ИПАЗР „н. Пушкиров”, София.
- Avidano, L., E. Garnadero, G. Cossa, E. Carraro. 2005. Characterization of soil health in an Italian polluted soils by using microorganisms as bioindicators. *Applied Soil Ecology*, 30, 1, 21-33
- Baek, K. H., B. D. Yoon, B. H. Kim. 2007. Monitoring of microbial diversity and activity during bioremediation of crude oil-contaminated soil with different treatments. *J. of Microbiology and Biotechnology*, 17, 67-73
- Eilers, K., C. Lauber, R. Knight, N. Fierer. 2010. Shifts in bacterial community structure associated with inputs of low molecular weight carbon compounds to soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 42, 896-903
- Ekelund, F., R. Ronn, S. Christensen. 2001. Distribution with depth of Protozoa, bacteria and fungi in soil profiles from three Danish forest sites. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 475-481
- Goberna, M., H. Insan, S. Klammer, J. Pascual, J. Sanchez. 2005. Microbial community structure at different depths in disturbed and undisturbed semi-arid Mediterian forest soils. *Microbial Ecology*, 50, 315-326
- Hansel, C., S. Fendorf, P. Francis. 2008. Changes in bacterial and archaeal community structure and functional diversity along a geochemically variable soil profile. *Applied and Environmental Microbiology*, 74, 1620-1633
- Islam, K., R. Weil. 2000. Soil quality indicator properties in Mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55, 69-78
- Kang, Y., Y. Park, J. Jung, W. Park. 2009. Inhibitory effect of aged petroleum hydrocarbons on the survival of inoculated microorganism in a crude-oil-contaminated site. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19, 1672-1678
- Kennedy, A. C., R. Papendick. 1993. Microbial characteristics of soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, 50, 3, 243-248
- Nedyalkova, K., R. Donkova, T. Shiskov. 2010. Microbial communities in undisturbed, arable and bare compacted Alluvial-meadow soil. *Journal of Balkan Ecology*, 13, 3, 275-281
- Rumpel, C., I. Kogel-Knabner. 2011. Deep soil organic matter-a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. *Plant and Soil*, 338, 143-158
- Will, C., A. Thirmer, A. Wollherr, H. Nacke, N. Herold, M. Schrupf, J. Gutknecht, T. Wuber, F. Buscot, R. Daniel. 2010. Horizon-specific bacterial community composition of German grassland soils, as revealed by pyrosequencing-based analysis of 16SrRNA genes. *Applied and Environmental Microbiology*, 876, 20, 6751-6759