

ВАНЯ ДОЙЧИНОВА¹, МИГЛЕНА ЖИЯНСКИ²

Институт за гората – БАН, София

E-mail: ⁽¹⁾ v_doichinova@abv.bg; ⁽²⁾ zhiyanski@abv.bg

**Проучвания върху характеристики на почви
в градски лесопаркове и в естествени горски насаждения от района
на град Сандански**

***Studies on Characteristics of Soils in Urban Forest Parks and in Natural
Forest Plantations in the Region of Town Sandanski***

V. Doichinova¹, M. Zhiyanski²

Forest Research Institute – BAS, Sofia, Bulgaria

Abstract

Comparative analyses of anthropogenic soils (Urbic Anthrosols), located in city park “St. Vrach” and native soils (Chromic Luvisols), located out of the urban zone is presented. Urban experimental plots (US1, US2 and US3) were chosen under forest plantations, respectively: oak and black pine (*Quercus pubescens* L. + *Pinus nigra* L.); oak and plane tree (*Quercus petraea* L. + *Platanus orientalis* L.) and cork oak (*Quercus suber*) and control sites (NUS1 and NUS2) were under pine (*Pinus nigra* L.) and oaks (*Quercus petraea* L. + *Quercus pubescens* L.).”

The soils have been characterized by mechanical composition adsorption properties, acidity and contents of organic matter, nitrogen and macroelements. The soils of the region characterized by a low stocks of P and Ca and average stocks of K and Mg. Soil adsorption structures were built primarily of clay minerals. The total cation-exchanged capacity of urban soils (CEC = T_{8,2}) ranged from 20.7 to 37.5 meq/100 g soil and was lower than CEC of control plots (28.1 ÷ 43.75 meq/100 g soil). Urbanization process has provoked changes of soil characteristics in urban forest parks. The alkalization of topsoil of urbanized soils is clearly distinguished compared to the deeper layers.

Key words: urban forest parks, urban soils, properties, town Sandanski

Почвата е важно звено и главна съставна част на екосистемата. Като многокомпонентна и комплексна система почвата се явява както среда за живите организми, така и депо, филтър и трансформатор на много вещества. Индустриалната активност и строителните работи, транспортът, агрохимичните и лесовъдски практики в някои случаи имат негативен ефект върху почвите (Pouyat et al., 2002). Същевременно с развитието на човешката дейност се засилват деградационните процеси в почвата като ерозия, загуба на органично вещество и

биоразнообразие, замърсяване, уплътняване, засоляване и др. (Велизарова, Маринов, 2008). Процесът на урбанизация, изразяващ се със струпването на населението в урбанизационните центрове, повлиява на почвите и води до появата на антропогенни почви, характеризиращи се с изменени почвени характеристики. Специфичните им особености са свързани с изменение на почвената киселинност, промяна в сорбционния капацитет, обогатяване с органично вещество при по-високо съдържание на нехидролизуем въглерод, по-

нисък воден капацитет, по-високо уплътняване, замърсяване с тежки метали (Дойчинова, 2006). В по-слаба степен тези характеристики се наблюдават и в почви под компактна дървесна растителност в алеи, паркове и лесопаркове на териториите на градовете. Такива градски почви под дървесна растителност са обект на изследване от редица автори и в нашата страна (Генчева, 1995; Мънкова, 1989; Дончева, 1987; Плугчиева, 1989; Генчева, Мънкова, 2001; Жиянски и др., 2011). Проучванията са съсредоточени главно в централните зони на гр. София, Пловдив и Варна. Влиянието на урбанизацията в градове с по-ниска степен на урбанизационно натоварване, какъвто е курортният град Сандански, до момента не е проучвано и с настоящето изследване се цели да се запълни тази празнота. Изследвания на естествените почви в района на гр. Сандански се отнасят към Канелените горски почви, излужени и силно излужени, средно и силно ерозирали, образувани главно върху полуизветрели слюдени шисти и гранитогнайси (Тимушева, 1982). Изследвания са провеждани и върху киселинността на почвите (Желязков и кол., 1977), хумусното съдържание (Тимушева, 1982), водния режим (Мандев, Ангелов, 1974; Наумов, Миланов, 1967) и др. Предвид факта, че градските паркове са основен рекреационен център, където се струпват сезонно големи групи хора, проучванията върху тези специфични екосистеми имат съществено социално-икономическо и екологично значение. Още повече, че режимът на ползване на парковите зони повлиява до голяма степен почвените характеристики (Sarah, Zhevelev, 2007).

Настоящото изследване е фокусирано върху основните характеристики на почвите в района на гр. Сандански, като целта е да се проучи ефектът от парковия режим на ползване върху почвените свойства.

Обекти и методи на изследване

Град Сандански е регионален център на община Сандански и се характеризира със значително по-малък брой на населението и по-ниска антропогенна натовареност в сравнение с град София. Към края на 2004 година населението в община Сандански наброява 45 852 жители (*Община Сандански, План за*

развитие, 2007 – 2013).

Избрани са три пробни площадки (US1, US2, US3) в лесопарка „Св. Врач“ на гр. Сандански при контролни обекти NUS1, NUS2, разположени до ВЕЦ Лиляново и в базата на Института за гората – Опитна станция по залесяване и борба с ерозията.

Във физикогеографско отношение обектите на изследване попадат в Малашевско-Пиринския нископланински район (Събев и Станев, 1960). Климатът е топъл, преходносредиземноморски. Средната годишна температура на въздуха е 13,9 °С при средно годишно количество на валежите от 533 mm, характеризирани се с есенно-зимен максимум и летен минимум.

Проучването на почвите е извършено през 2010, 2011 и 2012 година. Във всяка площадка е обособена пробна площ с размери 50:50 m. Направен е по един представителен почвен профил за обща характеристика на антропогенизираните почви (Urbic Anthrosols) в градските паркове, и на естествените Канелени горски почви (Chromic Luvisols) в района. С цел осигуряване на сравнимост при обсъждане на получените резултати почвата от градските паркове и контролите е опробвана по слоеве: 0 - 10 cm, 10 - 30 cm и 30 - 50 cm. Обхващането на пространствената вариабилност в свойствата на почвите се постига чрез 5 броя послойно опробване в една площадка и формиране на средна проба за анализ.

Методите, използвани при почвената характеристика са сертифицирани в страната и чужбина – БДС и ISO стандарти. Механичният състав е определен по Качински, хумус и общ въглерод – по Тюрин, общ азот – по Келдал (Донов и кол., 1974). Сорбционните свойства са определени по метода на Ганев, Арсова (1980). За определяне на елементния състав се използва AAC след обработка с HNO_3 ; HCl – 1: 3 (ISO 11466).

Резултати и обсъждане

Изследваните почви в градския лесопарк са формирани в резултат от човешка дейност, като върху естествените почви са изсипани други и участъкът е заравнен и залесен. На места в почвения профил се откриват остатъци от тухли, варовик и въглищен прах. Профилите на антропогенизираните почви в ле-

Таблица 1. Географски особености на пробните площи от района на гр. Сандански
Table 1. Geographical specific of experimental plots in the region of Sandanski

Пробна площ	Географски координати	Надморска височина	Изложение	Наклон, градуси	Разстояние от урбанизационния център (km)	Застроена площ в района (%)
Гр. Сандански						
гр. Сандански, Парк „Св. Врач” – US1	N 41°34'08.66" E 23°16'53.25"	247	СЗ	2°	4	35
гр. Сандански, Парк „Св. Врач” – US2	N 41°33'56.46" E 23°16'56.46"	232	СЗ	3°	1	55
гр. Сандански, Парк „Св. Врач” – US3	N 41°34'23.59" E 23°17'10.75"	266	З	3°	2	25
Пътят за ВЕЦ Лиляново – контрола NUS1	N 41°35'35.73" E 23°17'35.73"	385	З	7°	15	0,1
ОБЕБ – контрола NUS2	N 41°34'17.67" E 23°17'11.65"	272	З	12°	6	1

Таблица 2. Характеристики на обектите на изследване
Table 2. Characterization of studied experimental plots

Пробна площ	Абревиатура	Доминантен дървесен вид	Склопеност на насаждението/ възраст	Тип почва
Гр. Сандански				
гр. Сандански, Парк „Св. Врач”	– US1	<i>Quercus petraea</i> L. + <i>Platanus orientalis</i> L.	0.6 / > 80 години	Антропогенизирана Алувиално-ливадна (Urbic Anthrosols)
гр. Сандански, Парк „Св. Врач”	– US2	<i>Quercus pubescens</i> L. + <i>Pinus nigra</i> L.	0.5 / > 60 години	Антропогенизирана Канелена горска (Urbic Anthrosols)
гр. Сандански, Парк „Св. Врач”	– US3	(<i>Quercus suber</i>)	0.5 / > 60 години	Антропогенизирана Канелена горска (Urbic Anthrosols)
Пътят за ВЕЦ Лиляново (контрола)	– NUS1	<i>Pinus nigra</i> L.	0.7 / > 60 години	Канелена горска (Chromic Luvisols)
ОБЕБ (контрола)	– NUS2	<i>Quercus petraea</i> L. + <i>Q. pubescens</i> L.	0.7 / > 60 години	Канелена горска (Chromic Luvisols)

сопарка са от вида I_n II B BC, като насипните слоеве са повече от 30 cm. По този начин е формиран повърхностен *urbic* хоризонт, повлиян основно от човешката дейност. По съвременната класификация на Антропогенните почви (WRBSR, 2006), тези почви се отнасят към Urbic Anthrosols. Естествените Канелени горски почви (Chromic Luvisols) в района имат профил от вида Ah AB B BC с характерно по-

високо участие на глината в средната част на профила (табл. 3). В таблицата са представени и други физикомеханични свойства на почвите от района. Антропогенизираната почва (US) се характеризира с лек пясъкливо-глинест механичен състав в повърхностните слоеве, докато естествената Канелена почва (NUS) има глинесто-пясъклив механичен състав с високо участие на физичен пясък. Висо-

Таблица 3. Механичен състав на изследваните почви

Table 3. Mechanical composition of studied soils

Хоризонт; Слой; Дълбочина, см	Фракционен състав, %						Механичен състав, %		Скелет общо > 3 mm, %
	пясък		прах			ил	физ. глина < 0,01	физ. пясък 1 - 0,05	
	едър и среден	дребен	едър	среден	дребен				
	1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	<0,001			
Urbic Anthrosols (US)									
Ih 0 - 5	35,15	26,10	16,48	4,13	4,12	12,37	22,27	77,73	45,34
II 5 - 30	40,61	28,72	8,21	12,31	4,10	4,10	22,46	77,54	51,52
B 30 - 63	43,61	13,82	12,37	8,24	8,25	4,12	22,81	77,19	36,96
BC 63↓	40,32	36,24	8,19	4,10	4,09	4,09	15,25	84,45	52,31
Chromic Luvisols (NUS)									
Ah 0 - 2	41,98	34,65	4,13	4,14	4,14	8,27	19,24	80,76	1,82
AB 2 - 25	30,72	33,31	4,12	12,37	12,37	4,12	31,85	68,15	1,25
B 25 - 52	30,23	46,12	4,13	8,26	4,12	4,13	19,55	80,45	0,00
BC 52↓	24,25	13,57	4,28	4,15	8,2	4,10	17,15	82,85	5,04

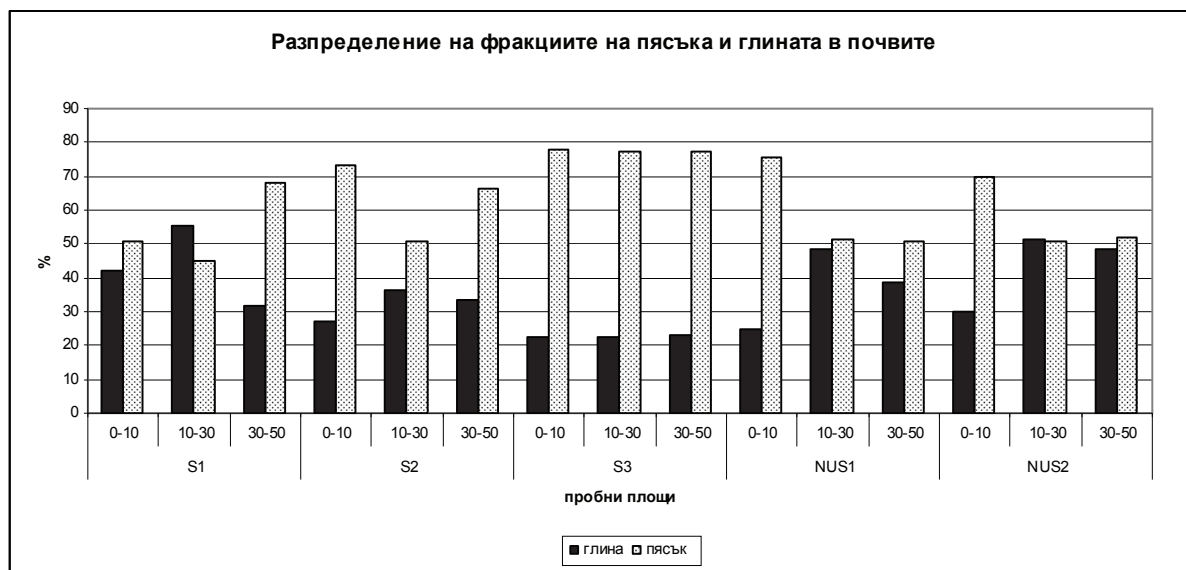
Таблица 4. Сорбционен капацитет и обменни катиони в изследваните почви

Table 4. Sorption capacity and exchangeable cations in studied soils

Почвен слой, см	pH	T _{8,2}	T _{CA}	T _A	Обм. H _{8,2}	Обм. Al	Обм. Ca	Обм. Mg	T _{CA}	T _A	Обм. H _{8,2}	Обм. Al	Обм. Ca	Обм. Mg	V, %
		meq/100 g почва								в % от T _{8,2}					
US1 – гр. Сандански, Лесопарк 1															
0 - 10	6,9	23,40	20,40	3,00	3,00	0	13,20	7,20	87,18	12,82	12,82	0	56,41	30,77	87,18
10 - 30	6,8	32,60	29,80	2,80	2,80	0	22,40	7,40	91,41	8,59	8,59	0	68,71	22,70	91,41
30 - 50	6,9	37,50	34,40	3,10	3,10	0	26,30	8,10	91,73	8,27	8,27	0	70,13	21,60	91,73
US2 – гр. Сандански, Лесопарк 2															
0 - 10	7,3	27,80	24,20	3,60	3,60	0	19,00	5,20	87,05	12,95	12,95	0	68,35	18,71	87,05
10 - 30	6,9	33,70	30,40	3,30	3,30	0,10	23,50	6,80	90,21	9,79	9,79	0,30	69,73	20,18	90,21
30 - 50	6,9	34,50	31,30	3,20	3,20	0,10	24,20	7,00	90,72	9,28	9,28	0,29	70,14	20,29	90,72
US3 – Лесопарк															
0 - 10	6,2	23,9	20,2	3,7	3,7	0,0	15,7	4,5	84,5	15,5	15,5	0,0	65,7	18,8	84,5
10 - 30	5,8	20,7	16,9	3,8	4,0	0,2	12,5	4,2	81,6	18,4	19,3	0,9	60,4	20,3	80,7
30 - 50	5,9	32,2	27,4	4,8	4,8	0,0	20,7	6,7	85,1	14,9	14,9	0,0	64,3	20,8	85,1
NUS1 – Контрола ВЕЦ Лиляново															
0 - 10	6,0	43,70	40,30	3,40	3,80	0,40	32,20	7,70	91,21	7,78	8,69	0,91	73,68	17,62	91,30
10 - 30	5,9	32,40	29,30	3,10	3,60	0,50	23,50	5,30	90,43	9,56	11,11	1,54	72,53	16,35	88,88
30 - 50	6,2	36,70	33,70	3,00	3,50	0,50	26,30	6,90	91,82	8,17	9,54	1,36	71,66	18,80	90,46
NUS2 – Контрола ОБЕБ															
0 - 10	5,5	32,2	26,7	5,5	5,0	0,3	18,7	8,5	82,9	17,1	15,5	0,9	58,1	26,4	84,5
10 - 30	5,7	28,1	22,4	5,7	6,2	0,5	15,2	6,7	79,7	20,3	22,1	1,8	54,1	23,8	77,9
30 - 50	6,4	42,5	38,2	4,3	4,3	0,0	25,7	12,5	89,9	10,1	10,1	0,0	60,5	29,4	89,9

Таблица 5. Съдържание на хумус и основни макроелементи в почвите
Table 5. Humus content and macroelements in soils

Почвен слой, cm	Хумус	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg
	%				mg/kg			
US1								
0 - 10	5,33	3,09	0,23	12,98	854	1644	4011	1988
10 - 30	4,24	2,46	0,14	16,97	644	879	4908	1603
30 - 50	2,57	1,49	0,13	11,33	656	886	5539	1323
US2								
0 - 10	2,33	1,35	0,12	10,97	577	1143	2799	1233
10 - 30	1,09	0,63	0,04	17,04	503	866	2532	1320
30 - 50	0,77	0,45	0,03	17,52	388	985	2055	1106
US3								
0 - 10	3,82	2,22	0,19	12	625	1325	3492	1945
10 - 30	1,86	1,08	0,09	12	768	918	2854	1822
30 - 50	1,65	0,96	0,07	14	593	1203	2008	918
NUS1								
0 - 10	4,06	2,36	0,11	22,31	902	1643	4366	1978
10 - 30	0,79	0,46	0,04	15,64	809	1466	4755	1543
30 - 50	0,57	0,33	0,02	22,84	865	1308	4372	1698
NUS2								
0 - 10	3,11	1,82	0,12	15	825	1572	4136	2045
10 - 30	2,38	1,38	0,10	14	796	1530	5429	1235
30 - 50	1,56	0,90	0,06	15	836	944	5132	2045



Фиг. 1. Съотношение глина/пясък в изследваните почвени слоеве
Fig. 1. Clay/sand ratio in studied soil layers

ко е съдържанието на пясъка в ВС-хоризонта и на двете почви. Повърхностният хумусен слой на US е с най-ниско съдържание на едър

и среден пясък. В този слой делът на едрият прах е най-висок в сравнение със съдържанието му в по-долните слоеве на тази почва,

което се свързва с антропогенното влияние. Послойното анализиране на резултатите за механичния състав на изследваните почви и отношението глина/пясък е представено на фиг. 1. С най-лек механичен състав, съответно с най-високо участие на пясък, е почвата от US3 (под корков дъб), което показва потенциално по-висока уязвимост на почвата на процеси на деструкция при наличие на замърсявания, каквито са характерни за урбанизираната среда, или при неправилни методи на стопанисване и земеползване.

Едни от най-важните свойства на почвите във връзка с тяхното плодородие и устойчивост към замърсявания са сорбционните им свойства. Данните за тях са представени в табл. 4. Изследван е общият катионообменен капацитет на почвата (СЕС ($T_{8,2}$) – Ганев, Арсова, 1980), който е основен показател в характеристиката на физикохимичните свойства на почвите (Ганев, 1990). Антропогенизираните почви от парка имат по-ниски стойности на $T_{8,2}$ в сравнение с контролите, което индикира, че те задържат върху адсорбционните си структури по-малка сума от катиони, включително хранителни. Данните показват, че парковите почви (US1, US2 и US3) се характеризират с умерена колоидност в повърхностните слоеве ($T_{8,2} = 20 - 30 \text{ meq}/100 \text{ g}$ почва). Почвите от контролите обаче са средно колоидни ($T_{8,2}$ достига до $43,75 \text{ meq}/100 \text{ g}$ почва), което означава, че те имат по-голямо участие на глинестите колоиди в сорбционните структури на почвата. Общият сорбционен капацитет е съставен от величината на специфичната адсорбция (T_A – рН-зависима, формирана от отрицателните заряди на хидроксилни групи от страничните глинести повърхности) и величината на неспецифичната адсорбция (T_{CA} – рН-независима, формирана от отрицателните заряди в кристалната решетка на глинестите минерали, получени в резултат на нееквивалентни изоморфни замествания на катиони с различна валентност) (Ганев, 1990). По делът на T_{CA} в процент от $T_{8,2}$ се установява формираната в процеса на педогенеза глинеста минералогия и нейната еднородност или нееднородност в дълбочина на почвата (Ганев, 1992). Глинестата минералогия на урбанизираните почви (US1 и US2) и тези от контролите (NUS1 NUS1) е представена от монт-

морилонитови структури ($T_{CA} > 85\%$ от $T_{8,2}$). Единствено в урбанизираната почва US3 се наблюдава по-ниска адсорбционна плътност и изграждане на монтморилонитови-илитови структури ($T_{CA} < 85\%$ от $T_{8,2}$). Текстурирна диференциация в колоидното изграждане се наблюдава в дълбочина при всички почви, където се увеличава общият катионообменен капацитет $T_{8,2}$. Оптимални условия в почвата, при които се постига най-добро усвояване на хранителни елементи от растенията се постига при: бази = T_{CA} и обм. $H = T_A$ (Ганев, 1990).

Процеси на вкисляване се наблюдават в почвите от контролата и по-слабо – в антропогенизираната почва US3 (обм. $H > T_A$). Киселинните процеси протичат със средна интензивност, като обм. H представлява до $19,3\%$ от $T_{8,2}$ в почвата от US3 и до $22,1\%$ за почвата от NUS2. Появява се обменна киселинност (обм. Al) в повърхностните слоеве на горските почви от контролите. Вкисляването на повърхностните слоеве е характерно за горските почви в България (Желязков и кол., 1991; Жиянски, 2004).

Според химичната природа на обменните катиони се формират различни адсорбционни системи (хидролизно-алкална, неутрална, хидролизно-кисела). В случая в повърхностните почвени слоеве се формира хидролизно-кисела адсорбционна сол между почвения анион и Al^{3+} катион, което може да доведе до дисхармония в храненето на растителните видове. Степента на наситеност с бази обаче е висока, като достига до $V = 91,30\%$ в почвата от NUS1.

Активната киселинност (рН) е друга характеристика на почвите, от която зависи поведението на веществата в почвата. Почвите от градския парк (US1 и US2) са неутрални по киселинност. Другата паркова почва US3 е слабо до средно кисела в дълбочина. И за трите градски почви се наблюдава по-високо рН в повърхностния слой в сравнение с по-долуплежащия слой, което е диагностична особеност за урбанизираните почви (Генчева, 2000). Почвите от контролите са средно кисели ($pH = 6 \div 5,2$) – близка е до оптималната за развитие на растенията (Ганев, 1990). Киселинността в почвата NUS2 нараства към повърхността, което е характерен процес за горските почви в страната (Йорова, Чулджиян, 2000).

Стойностите за хумуса, азота и съдържанието на макроелементи са отразени в табл. 5.

Почвата от US1 е с най-високо съдържание на хумус (%): (хумус > 5) и се определя като хумусна (Донов, 1993), докато тази от US2 е бедно-хумусна (хумус < 2,5). В площадка US3, както и в контролите NUS1 и NUS2 почвите се отнасят към средно хумусните почви (2,5 < хумус > 5). Това показва, че тези почви са сравнително плодородни и имат достатъчно възможности за удовлетворяване нуждите на растенията. По отношение запасите от азот почвите показват различия. Почвите от US1, US3 и NUS1 са добре запасени с азот (азот > 0,20%), докато тази от US2 е слабо запасена (азот < 0,15%). Слабо запасени с азот са почвите от двата контролни обекта. Sarah and Zhevelev (2007) също отчитат промени и пространствени вариации по отношение акумулацията на въглерода в повърхностните почвени слоеве в парковете в Тел Авив и свързват това с различната степен на посещаемост на пробните площадки. Отношението C/N е много ниско за почвите в градския лесопарк (< 16). Това показва, че в тези почви с по-силно антропогенно влияние, органичното вещество е подложено на по-висока степен на минерализация и загуба на въглерод в атмосферата, докато процесът на акумулация е по-слаб. Почвообразователният процес е в първичен стадий на хумусонатруп-

ване. Почвите от контролите са с малко по-високо C/N и по-засилен процес на акумулация на хумус в повърхностните хоризонти, особено тези, извън града (NUS1). Стойностите за съдържание на хранителните елементи фосфор и калий в почвите са сравними. Всички почви от района са с ниско съдържание на P (mg/kg): (501 < P > 1500) и неблагоприятен фосфорен режим, който може да се изрази в дефицит на P за растенията. Съдържанието на K (mg/kg) показва средна запасеност (1001 < K > 2000) за всички изследвани почви, като се забелязва слаба повърхностна акумулация на елемента и понижение в дълбочина. Съдържанието на базични елементи в почвата (Ca и Mg) е от особена важност за нейното плодородие и устойчивост на замърсявания и други деградационни процеси. Съдържанието на Ca (mg/kg) е ниско (2001 < Ca > 5000) както в антропогенизираните почви от градския парк, така и в тези от контролите. При почвите от площадки US1 и NUS2 се наблюдава характерното поведение на елемента за нарастване на съдържанието в дълбочина. Относно запасите на Mg (mg/kg), те се изчисляват като средни (1001 < Mg > 2000), като единствено в контролата NUS2 запасите са високи.

Заклучение

Направена е обща физична и химична характеристика на антропогенизирани и естествени почви от района на гр. Сандански. В следствие на засиленото урбанизационно натоваарване антропогенизираните почви в градския лесопарк „Св. Врач“ показват характерните особености на урбанизираните почви – Urbic Anthrosols.

На базата на данните за механичния състав на почвите с потенциално по-висока уязвимост на процеси на деструкция се характеризира антропогенизираната почва под насаждение от корков дъб US3 на територията на парка.

Антропогенизираните почви в лесопарка (US1, US2, US3) се характеризират с умерена колоидност в повърхностните слоеве ($T_{8,2} = 20 - 30 \text{ meq}/100 \text{ g}$ почва), докато тези от контролите извън урбанизационния център (NUS1 и NUS2) са с по-високи стойности на общия катионообменен капацитет и се отнасят към средно колоидните почви.

Киселинните процеси при изследваните почви протичат със средна интензивност, но те са по-силно изявиени в естествените горски почви, където се отчитат по-високи стойности на обменния алуминий. Изследваните почви от градския парк показват характерните особености на урбанизираните почви, а именно: те имат по-високо pH в повърхностния слой на почвата в сравнение с по-долулежащия слой.

Отчита се висока пространствена вариабилност по отношение натрупването на органичен въглерод в повърхностните почвени слоеве при антропогенизираните почви. Органичното вещество при почвите от градския парк се хумифицира в по-ниска степен, в сравнение с контролите.

Литература

- Велизарова, Е., И. Ц. Маринов.** 2008. Функции на почвата като компонент на околната среда и основни деградационни процеси. *Екология и бъдеще*, № 4, 20-31
- Ганев, С., А. Арсова.** 1980. Методи за определяне на силнокиселинния и слабокиселинния катионен обмен в почвата. *Почвознание и агрохимия*, XV, № 3, 22-28
- Ганев, С.** 1990. Съвременна почвена химия. *Наука и изкуство*, София, с. 372
- Ганев, С.** 1992. За неутрализационната логика на минералогичните трансформации в почвата и изветрителната кора. *Почвознание агрохимия и екология*, XXVII, № 5-6, 3-8
- Генчева, Св.** 1995. Класификация и някои особености на антропогенните почви. Дисертация. ЛТУ, София, с. 284
- Генчева, Св.** 2000. Актуализирана класификация и диагностика на антропогенните почви. II. Диагностика на Антропогенните почви. –В: Научни доклади „75 години висше лесотехническо образование в България“, ЛТУ, София. Секция Горско стопанство, с. 196-204
- Генчева, Св., Н. Мънкова.** 2001. Замърсяване с тежки метали на алейни насаждения в урбанизирана среда. Third Balcan Sci. Confer., 2-6 Oktober, Sofia, Proc., Vol. 1: 258-265
- Дойчинова, В.** 2006. Тежки метали в почви под урбанизирани дъбови екосистеми от Софийски район. ИП „Н. Пушкиров“, София, с. 288
- Донов, В., Св. Генчева, К. Йорова.** 1974. Ръководство по почвени анализи. София, с. 220
- Донов, В.** 1993. Горско почвознание. С., с. 430
- Дончева, М.** 1987. Защитни функции на дървесната растителност срещу прахово и газово замърсяване. Дисертация. ЛТУ, София, с. 430
- Желязков, П., Л. Вязев, Сн. Тимушева.** 1977. Параметри на адсорбента и киселинност на по-характерните почви в Беласица планина. *Горскостопанска наука*, 6: 41-51
- Желязков, П., Христодоров, В., Грозева, М., Делийски, К., Кирилова, И., Червенакова, Й.** 1991. Проучване върху съдържанието на тежки метали в някои горски почви в България. *Наука за гората*, 3, 9-18
- Жиянски, М.** 2004. Проучване на кафяви горски почви в иглолистни гори от района на Югозападна Рила. Дисертация. Институт за гората, БАН, София, с. 166
- Жиянски, М., В. Дойчинова, П. Иванов, М. Соколовска.** 2011. Характеристика на почви от урбанизирани лесопаркове в Софийски район. Научни доклади. Международна конференция „100 години почвена наука в България“, 16-20 Май 2011, София, ИП „Н. Пушкиров“, Първа част, с. 306-310
- Йорова, К., Чулджиян, Х.** 2000. Към химията на замърсените с мед кисели горски почви. –В: Научни доклади „75 години висше лесотехническо образование в България“, София, Секция Екология и опазване на околната среда“, с. 400-409
- Мънкова, Н.** 1989. Влияние на утежнените екологични условия на градската среда върху дървесната растителност. Дисертация. ЛТУ, С., с. 142
- Мандев, А., С. Ангелов.** 1974. Върху водния и твърдия оток при канелени горски почви в Санданския район. *Горскостопанска наука*, 6: 52-64
- Плугчиева, М.** 1989. Проучване върху замърсяването на почвата с горско-дървесна растителност с Pb, Zn, Cd край пътните магистрали на Варна. Дисертация. ЛТУ, София, с. 157
- Наумов, З., Р. Миланов.** 1967. Принос към проучването на водния режим на почвите в различни части на склоновете на залесяване в Санданския район. *Горскостопанска наука*, 4: 33-45
- Тимушева, С.** 1982. Влияние на някои иглолистни и широколистни горски култури върху хумусното съдържание на ерозирали канелени горски почви. *Горскостопанска наука*, 6: 27-32
- Pouyat, R., P. Groffman, I. Yesilonis, L. Hernandez.** 2002. Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems. *Environmental Pollution*, Vol. 116, Supplement 1, March 2002, p. 107-118
- Sarah, P., Zhevelev, H. M.** 2007. Effect of visitors' pressure on soil and vegetation in several different micro-environments in urban parks in Tel Aviv. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 83, 4, 7 December 2007, p. 284-293
- WRBSR.** 2006. IUSS Working Group, World Reference Base for Soil Resources, 2006. World soil resources reports No.103, FAO, Rome.

Благодарности.

Изследването „Натрупване на почвен въглерод и поток на елемента в системата почва-растение в урбанизирани лесопаркове“ е проведено с финансовата подкрепа на НФНИ при МОМН, Проект ДМУ 02/15-18.12.2009 г.