

УДК 631.4; 911.2; 550.46; 631.416.9

В.И. Чупина¹

ПОЧВЫ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА И ИХ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Результаты исследования почв и почвенного покрова Никитского ботанического сада показали, что коричневые почвы сохранились только в юго-западной части, где распространены естественные биоценозы. Большую площадь в саду занимают антропогенно-преобразованные и антропогенные почвы (60%), которые различаются по составу верхних горизонтов, наличию признаков перемешивания, количеству скелета – твердых частиц размером более 1 мм, глубине залегания плотных пород, обилию артефактов. Почвы имеют слабощелочную или щелочную реакцию среды, они значительно дифференцированы по содержанию гумуса: в гумусовых горизонтах коричневых почв содержание гумуса колеблется в пределах 5,5–8,5%, в верхних горизонтах антропогенно-преобразованных и антропогенных почв – в пределах 3,6–14%. Содержание карбоната кальция в естественных почвах изменяется от 0 до 6%, в антропогенных почвах увеличивается до 36%. Почвы Никитского ботанического сада не загрязнены тяжелыми металлами относительно геохимического фона. Повышенные концентрации микроэлементов в почвах по сравнению со средним содержанием их в земной коре связаны с преобладанием в составе почвообразующих пород глинистых сланцев и их дериватов.

Ключевые слова: коричневые почвы, антропогенные модификации почв, тяжелые металлы

Введение. Ботанические сады представляют собой уникальные искусственные экосистемы, в которых создается высокий уровень не только био-разнообразия, но и педоразнообразия по сравнению с окружающими территориями. Почвы ботанических садов значительно отличаются от естественных строением профиля, химическими и биологическими свойствами. Почвенный покров неоднороден и фрагментарен: в Никитском ботаническом саду наряду с естественными ландшафтами встречаются агроландшафты, представленные маслиновыми рощами на глубоко плантажированных почвах, постоянно перекапываемыми цветниками на привозной земле, и квазигородскими ландшафтами с заасфальтированными пространствами, зданиями, подземными коммуникациями. Трансформация почв, таким образом, происходит под влиянием факторов, формирующих как городские почвы – урбаноземы, так и сельскохозяйственные – агроземы.

Интенсивная хозяйственная деятельность в границах Никитского ботанического сада, соседство с сельскохозяйственными угодьями, близость автомобильных дорог определили актуальность эколого-геохимических исследований, которые были проведены в саду впервые в 2015–2016 гг.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являются почвы и почвенный покров Никитского ботанического сада (НБС). Сад расположен на Южном берегу Крыма в условиях средиземноморского климата на склоне Главной гряды Крымских гор различной крутизны (2–35°) у подножия Ялтинской гряды, сложенной массивными плотными известняками верхнеюрского возраста. Подножие гряды покоится на сланцево-песчанниковой толще верхнетриасового-нижнеюрского воз-

раста [Геология СССР, 1969]. Почвообразующие породы состоят из продуктов разрушения и переотложения глинистых сланцев, в меньшей степени известняков, естественная растительность представлена формацией шибляка. Таким средиземноморским ландшафтам соответствуют коричневые почвы [Гвоздецкий, 1968; Глазовская, 1973], которые и выделены на Южном берегу Крыма и, в частности, в НБС большинством почвоведов [Кочкин, 1967; Половицкий, 1987; Полупан, 1988; Драган, 1983, 2004; Казиминова, 2005; Костенко, 2014; Судницын, 2016].

Учитывая, что в Крыму антропогенное воздействие началось еще в бронзовом веке – около 4 тыс. лет назад, а с 1812 года в НБС постоянно проводилось строительство, террасирование склонов, перемещение грунта, внесение удобрений – вполне очевидна существенная антропогенная трансформация почв [Археология Украинской ССР, 1986; Крюкова, 2011].

На площади НБС в 20 га было заложено 43 почвенных разреза и «фоновый» разрез коричневой почвы на деловии глинистых сланцев. В диагностике почв использовалась классификация почв России [Классификация и диагностика почв России, 2004] с дополнениями, предложенными для антропогенно-измененных почв [Прокофьева с соавт., 2014]. Для интерпретации ряда свойств почв применялись материалы по истории землепользования НБС. Основные химические свойства образцов почв, отобранных из каждого генетического горизонта, определяли общепринятыми методами: содержание гумуса – по Тюрину, pH – потенциометрическим методом, микроэлементы определялись методом масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой (ICP), карбонаты – газоволуметрическим методом.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, аспирант; e-mail: ya.valentina-gav@yandex.ru

Результаты исследований и их обсуждение.

Почвы Никитского ботанического сада были разделены на три группы: природные (7,1 га), антропогенно-природные (3,9 га) и антропогенные (6,9 га).

Ареал **природных почв** на территории НБС локализован в юго-западной части парка, где хозяйственная активность минимальна. Здесь господствуют природные ландшафты, представленные крутыми склонами с естественной растительностью, небольшие участки заняты старыми древесными насаждениями – посадками кедра ливанского (*Cedrus libani*), дзельквы граболистной (*Zelkova carpinifolia*), платана кленолистного (*Platanus acerfolia* Willd.), кипариса крупноплодного (*Cupressus macrocarpa* (Hartw.) и др. 100–200-летнего возраста.

Природные почвы НБС условно были отнесены к коричневым. Условность объясняется отсутствием ряда диагностических признаков: коричневой прокраски почвенного профиля, аккумулятивно-карбонатного горизонта (ВСА) и карбонатных новообразований, карбонатной почвообразующей породы. Отнесение природных почв НБС к буроземам, близким по условию формирования и свойствам, маловероятно, из-за щелочной и нейтральной реакции, насыщенности основаниями почв сада [Классификация и диагностика почв России, 2004].

Для классификации природных почв НБС проведены дополнительные исследования. Поставлен полевой эксперимент по определению целлюлозолитической активности почв (аппликационным методом), который показал, что биологические процессы более активны в холодную половину года, а пик приходится на срединный структурно-метаморфический горизонт (ВМ). Это соответствует общепринятым представлениям о ходе почвообразовательных процессов в коричневых почвах [Герасимов, 1949]. Микроморфологические исследования показали наличие в исследуемых почвах процесса внутрипрофильного оглинивания – выветривание глинистых минералов *in situ*, следствием чего является формирование диагностического для коричневых почв горизонта ВМ. Эти результаты, в сочетании с рядом химических показателей и наличием горизонта ВМ, послужили основанием для отнесения природных почв сада к коричневым.

Для коричневых почв НБС характерен профиль, включающий темногумусовый (АU), структурно-метаморфический (ВМ) горизонт и почвообразующую породу (С). Среди коричневых почв стоит отметить особые подтипы – *коричневые сухоторфянистые* и *грубогумусированные*, которые необычны для коричневых почв, отсутствуют в их классификации [Классификация и диагностика почв России, 2004] и не отмечались в исследованиях почв НБС [Казиминова, 2005]. Аккумуляция слабо разложившихся растительных остатков на поверхности почвы объясняется длительным поступлением (100–200 лет) опада интродуцированных хвойных пород (тисов, кедров, сосен); дополнительной при-

чиной является разрастание почвопокровных растений: плюща и барвинка, которые изменяют условия деградации опада.

Под старыми древесными насаждениями были выделены *коричневые остаточнo-турбированные* почвы, очевидно, перемешанные еще при посадке деревьев. Доказательством служат редкие артефакты. Однако почвы отнесены нами к природным, основанием для этого послужило наличие темногумусового, бурого и ореховатого структурно-метаморфического горизонта, признаков утяжеления гранулометрического состава в средней части профиля. Эксперимент по определению целлюлозолитической активности показал, что биологические процессы активнее протекают в зимний период, как в природных почвах. Все эти свойства свидетельствуют о «стирании» признаков антропогенной трансформации и протекании в настоящее время процессов, характерных для коричневых почв.

На склонах встречаются *коричневые гумусово-стратифицированные* (вогнутые части склона) и *коричневые абрадированные* (выпуклые части склона) почвы. На склонах крутизной более 30° коричневые почвы сменяются *абраземами структурно-метаморфическими*, в которых в результате эрозии горизонт ВМ оказывается на поверхности. У подножия крутого склона (более 30°), в днище балки на делювиальном шлейфе формируются *стратоземы темногумусовые*.

Таким образом, даже природные коричневые почвы имеют неявные признаки антропогенных воздействий. Более ясные их проявления служат основанием для выделения **антропогенно-природных** почв, включающих *урбокоричневые* и *урбоагроземы* структурно-метаморфические. *Урбокоричневые* почвы приурочены к территориям, на которых проводили террасирование выемочно-насыпным способом. Они характеризуются присутствием в верхней части профиля органоминерального материала мощностью 20–30 см (RAT, [Прокофьева с соавт., 2014], насыщенного на срединный горизонт коричневой почвы (ВМ).

Урбоагроземы структурно-метаморфические выделены в границах бывших агроландшафтов, а ныне выставочных участков роз и хризантем. Их профиль включает гомогенный агрогоризонт мощностью более 25 см (Pug), который залегает на срединном метаморфическом горизонте (ВМ). Использование в названии этих почв словообразовательного элемента урбо- связано с необходимостью подчеркнуть близость этих почв по характеру артефактов к городским.

К **антропогенным** почвам отнесены *экраноземы* [Прокофьева с соавт., 2011], *турбоземы*, *урботемногумусовые* и *урбостратоземы*.

Турбоземы – глубокоплантажированные почвы под маслиновыми рощами, имеющие с поверхности турбированный горизонт (TUR) [Классификация и диагностика почв России, 2004].

Урботемногумусовые почвы – искусственно созданные почвы, так как материал, слагающий их

верхний слой мощностью не более 40 см, был целенаправленно перенесен из места естественного залегания. Диагностическими являются горизонты AUrat (насыпной темногомусовый горизонт) и подстилаящая порода (ТСН), насыпанная на природную почву или ее остатки. Подстилаящей породой может быть старая дорожка (экранозем), которая представляет собой отсыпки различного вещественного и гранулометрического состава: песок, дресва, гравий, щебень, галька, ракушечник, кирпичная крошка, остатки бетонных сооружений и асфальта. *Урботемногомусовые* почвы на экраноземах встречаются повсеместно. Их распространение обусловлено изменением плана дорожно-тропиночной сети – засыпки старых дорожек с целью объединения некоторых культурных фитоценозов. Подстилаящей породой для *урботемногомусовых* почв также могут служить отвалы известняковых глыб, которые при строительстве сооружений (зданий и дорог), складировались в определенных местах.

Урбостратоземы – почвы, сформированные в результате насыпки чужеродного или местного материала мощностью более 40 см (UR), в том числе неоднородного по вещественному и гранулометрическому составу и содержащего много строительного и бытового мусора. Они распространены в основном в центральной части НБС, где сконцентрирована основная часть построек (административный корпус, лабораторный корпус, театр-лекторий, канцелярия и др.). Урбостратоземы также приурочены к местам строительства подземных коммуникаций и сооружения террас.

Все почвы сада имеют слабощелочную-щелочную реакцию среды. Гумусовые горизонты дифференцированы по содержанию гумуса: меньше всего содержится гумуса в почвах цветников (Р-2, табл. 1), больше всего в длительно окультуриваемых почвах под древесными листовыми насаждениями с густым напочвенным покровом (Р-28).

Содержание CaCO_3 зависит от состава почвообразующих пород или насыпного грунта и варьирует от 0 до 36%. Все почвы НБС отличаются высокой долей скелета – щебень, дресва глинистых сланцев, реже – песчаник и известняк (см. табл. 1).

Геохимические свойства почв. Большая часть микроэлементов, содержащихся в делювии глинистых сланцев НБС, концентрируется относительно среднего содержания в земной коре – кларков (рис. 1) [Wedepohl, 1995; Rudnick, Gao, 2003; Hu, Gao, 2008; Григорьев, 2009]. В результате, содержание многих потенциально опасных химических элементов в почвах сада превышено: Zn, As, Cd, Pb, Cu и Sb относительно кларков, содержание As превышено относительно ОДК.

На фоне отмеченных природных закономерностей возможно локальное загрязнение почв сада удобрениями, токсичными элементами в привезенных грунтах и выхлопами автотранспорта. Для интегральной оценки качества почв НБС рассчитан суммарный показатель загрязнения (Zc). В почвах сада он не превышает 10,5 – при величинах $Zc < 16$ загрязнение считается низким и неопасным (рис. 2).

Наибольший вклад в суммарное загрязнение вносят Cu, Zn, Cd, Pb, относящиеся к катионогенным халькофилам. В слабощелочных и щелочных почвах НБС подвижность этих элементов низкая, поэтому при поступлении от автотранспорта и внесении удобрений они осаждаются на щелочном геохимическом барьере [Перельман, Касимов, 1999]. Полиэлементные аномалии Cu-Zn-Cd-Pb формируются в северной и юго-восточной, наиболее антропогенно-нарушенных, частях сада, где сконцентрированы здания, активно ведется хозяйственная деятельность, проходят маршруты экскурсий. Поверхностные геохимические аномалии обнаружены в урбоагрозомах структурно-метаморфических (разрезы №№ 2, 15, 28 и 34) и урбостратоземах (разрезы №№ 12, 13, 37) (табл. 2).

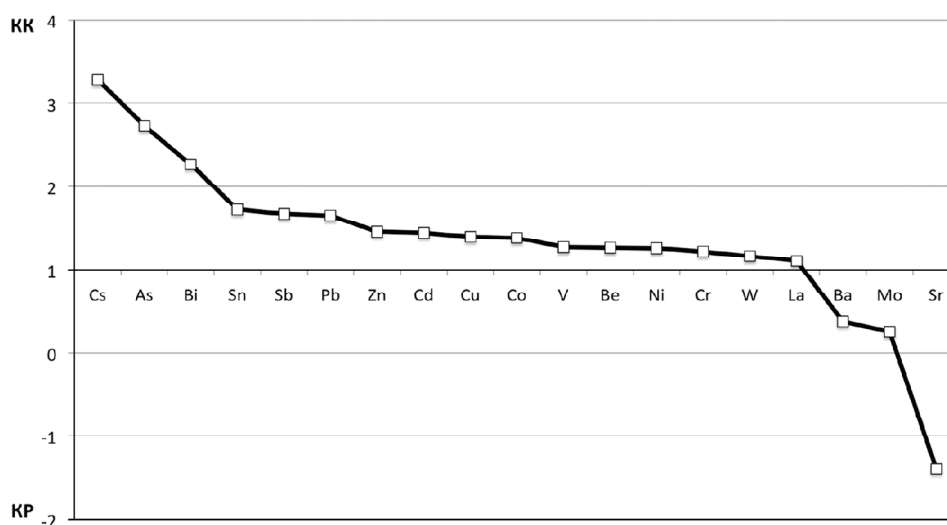


Рис. 1. Геохимический спектр делювия глинистых сланцев. КК – кларки концентрации, КР – кларки рассеивания

Fig. 1. Geochemical spectrum of deluvium of clay slates. KK – clarkes of concentration, KP – clarkes of dispersion

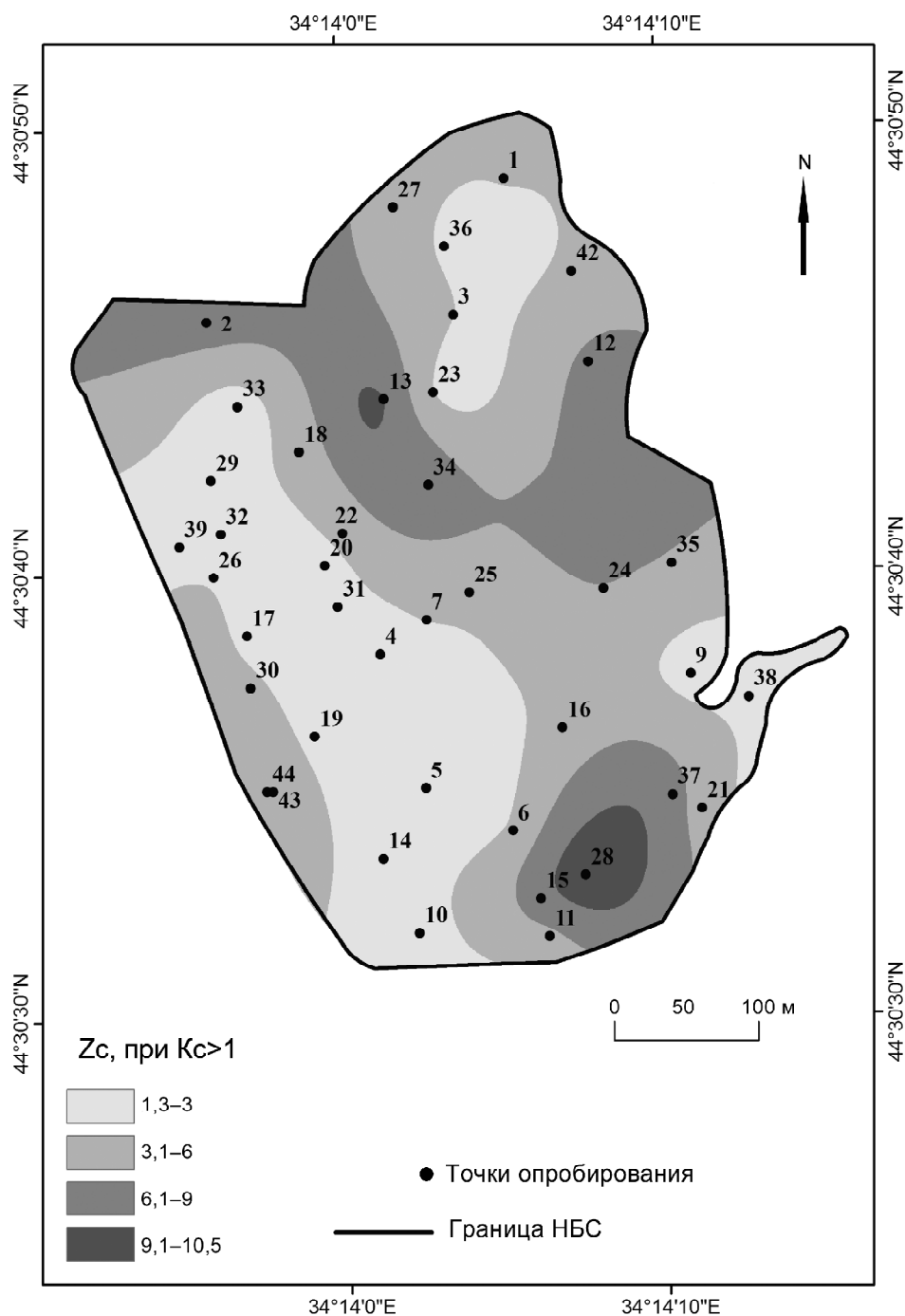


Рис. 2. Распределение суммарного показателя загрязнения (Zc) в почвах НБС

Fig. 2. Distribution of the integral pollution index (Zc) in soils of the Nikita Botanical garden

Источником загрязнения почв могут быть удобрения, содержащие в качестве примеси тяжелые металлы, и медный купорос, который, вероятно, применялся для существовавшего здесь ранее плодового сада. Накопление Pb, Cd и Zn может быть связано с выбросами автотранспорта и последующим их закреплением на биогеохимическом барьере в верхних горизонтах почв [Зырин, Садовникова, 1985; Перельман, Касимов, 1999].

Выводы:

– природными почвами НБС, формирующимися в соответствии с биоклиматическими условиями, яв-

ляются коричневые, в основном маломощные и скелетные. Однако в них отмечены нехарактерные признаки, связанные с особенностями опада интродуцированных деревьев и почвопокровными культурами, послужившие основанием для выделения сухоторфянистых и грубогумусированных коричневых почв;

– в бывших агроландшафтах формируются агроземи; участки, нарушенные в ходе строительства подземных коммуникаций, сооружений и террасирования, заняты урбокоричневыми, урботемногумусовыми почвами и урбостратоземами. Большое количество строительного мусора и периодические об-

Таблица 1

Физико-химические свойства почв НБС

Горизонт	Глубина, см	pH _{водн.}	Гумус, %	CaCO ₃ , %	Скелет, %
Коричневая (P-16)					
AU	0–20	7,49	5,46	2	53
BM	20–50	7,86	2,12	1,8	55
C	50–79	7,86	0,9	0,5	99
Коричневая сухоторфянистая (P-14)					
AU	10–26	7,75	8,46	6,3	32
BM	26–60	7,83	3,31	2,3	33
BMC	60–98	7,86	2,72	1,9	42
Коричневая остаточно-турбированная (P-5)					
AU	5–10	7,75	5,75	3,7	10
BM	10–30	7,75	1,88	5,5	41
BMC	30–70	8,03	1,61	5,3	63
C	70	8,03	1,55	6,5	63
Урбоагрозем структурно-метаморфический (P-2)					
P ^{ur}	0–7	8,01	3,59	6,3	43
P ^{ur}	7–17	8,08	2,61	13,5	53
[BM]	17–30	8,09	2,35	5,4	59
C	30–60	8,11	0,9	0,9	90
Урбоагроземы структурно-метаморфические (P-28)					
P ^{ur} '	0–8(10)	7,48	14,02	5	44
P ^{ur} "	8(10)–20(40)	7,66	10,26	5,4	55
BM	20(40)–60	7,87	2,17	1	41
BMC	60–70	7,94	1,2	0,8	79
Урботемногумусовая на экраноземе (P-3)					
AUrat	5–12	7,98	4,57	35,9	52
TCH	12–30	8,36	1,83	20,7	50
[BM ^{ur}]	30–60	8,15	1,71	5,1	63
[BM ^{ur}]	60–90	8,08	1,49	3,8	68
Урбостратозем (P-35)					
AUrat	0–14(17)	7,41	5,93	11	55
UR	14(17)–65	7,69	1,62	4,1	58
Урбостратозем (P-37)					
AU ^{rat}	0–7(10)	7,72	8,25	18,5	50
AU ^{ur}	7(10)–20(30)	8,00	3,36	14,1	57
UR	20(30)–70	8,23	1,39	3,1	65

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов (в мг/кг), внесших наибольший вклад в формирование поверхностных геохимических аномалий

Почва	Cu	Zn	Cd	Pb
Коричневая (фон)	31	105,9	0,14	27,3
Коричневая грубогумусированная (P-32)	32,4	107,9	0,16	27,7
Урбоагрозем структурно-метаморфический (P-28)	115	242,8	0,24	65,3
Урбостратозем (P-13)	53,2	314,4	0,32	76,5

работки (глубокое рыхление, боронование, внесение удобрений, орошение) сближают почвы сада одновременно с городскими и сельскохозяйственными почвами. По строению профиля они могут быть названы урбоагроземами – почвами, характерными для городских парков и ботанических садов;

– почвы НБС не загрязнены тяжелыми металлами и металлоидами относительно условного фона.

Высокое содержание микроэлементов в почвах НБС в сравнении с кларками обусловлено составом почвообразующих пород, в которых преобладают дериваты глинистых сланцев. Локальное загрязнение почв тяжелыми металлами (Cu, Zn, Cd, Pb) ограничено участками бывших сельскохозяйственных угодий с урбоагроземами и культурными фитоценозами с урбостратоземами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Археология Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1986. Т. 1. 568 с.
- Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование СССР. М.: Изд-во МГУ, 1968. 575 с.
- Геология СССР. Т. VIII. Крым. Часть I. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 576 с.
- Герасимов И.П. Коричневые почвы сухих лесов и кустарниковых степей // Тр. Почв. ин-та АН СССР, 1949. Т. 30. С. 213–233.
- Глазовская М.А. Почвы мира. Т. 2. М.: МГУ, 1973. 431 с.
- Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 382 с.
- Драган Н.А. Почвы Крыма. Учеб. пособие. Симферополь: Изд-во СГУ, 1983. 95 с.
- Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: ДОЛЯ, 2004. 208 с.
- Зырин Н.Г., Садовникова Л.К. Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах. М.: Изд-во МГУ, 1985. 208 с.
- Казимирова Р.Н. Почвы и парковые фитоценозы Южного берега Крыма. Киев: Аграр. наука, 2005. 183 с.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Костенко И.В. Атлас почв Горного Крыма. Киев: Аграр. наука, 2014. 184 с.
- Кочкин М.А. Почвы, леса и климат Горного Крыма // Тр. Никит. ботан. сада. М.: Колос, 1967. Т. 38. 368 с.
- Крюкова И.В. Никитский ботанический сад. История и Судьбы. Симферополь: Н. Орианда, 2011. 416 с.
- Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель, 1999. 764 с.
- Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
- Полупан Н.И. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. Киев: Урожай, 1988. 296 с.
- Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155–1164.
- Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород города Москвы и возможность включения их в общую классификацию // Почвоведение. 2011. № 5. С. 611–623.
- Судницын И.И. Гидрофизические свойства почв Южного берега Крыма // Почвоведение. 2016. № 7. С. 831–836.
- Hu Z., Gao S. Upper crustal abundances of trace elements: A revision and update // Chem. Geol., 2008. Vol. 253. Iss. 3–4. P. 205–221.
- Rudnick R.L., Gao S. Composition of the continental crust // Treatise on Geochemistry. The Crust. Elsevier Sci., 2003. Vol. 3. P. 1–64.
- Wedepohl K.H. The composition of the continental crust // Geochim. Cosmochim. Acta., 1995. Vol. 59. № 7. P. 1217–1232.

Поступила в редакцию 29.10.2018

После доработки 13.05.2019

Принята к публикации 12.09.2019

VI. Chupina¹

SOILS OF THE NIKITA BOTANICAL GARDEN AND THEIR GEOCHEMICAL PROPERTIES

Investigations of soils and soil cover of the Nikita Botanical Garden have shown that cinnamonic soils are widely spread in the southwestern part of the garden, where almost natural biocenoses occur. Human-transformed and human-made soils which occupy larger area in the garden (60%) differ in the composition of topsoil, signs of mixing, number of coarse rock fragments larger than 1 mm, depth of the underlying rock, and the abundance of artifacts. Garden soils are weakly alkaline and alkaline and differ considerably in humus content. The humus content varies within 5,5–8,5% in the humus horizons of cinnamonic soils, and within 3,6–14% in the upper horizons of human-transformed and human-made soils. The calcium carbonate content is from 0 to 6% in natural soils, while in the anthropogenic ones it is much higher (up to 36%).

Soils of the Nikita Botanical Garden are not contaminated with heavy metals as compared with the geochemical background. Increased concentrations of trace elements in the soils of the garden as compared with their average content in the earth's crust result from the predominance of clay slates and their derivatives among soil-forming rocks.

Key words: cinnamonic soils, anthropogenic soil modifications, heavy metals

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, graduate student; e-mail: ya.valentina-gav@yandex.ru

REFERENCES

- Arheologiya Ukrainkoj SSR [Archaeology of the Ukrainian SSR]. Kiev: Naukova dumka, 1986. T. 1. 568 p. (In Russian)
- Dragan N.A.* Pochvennye resursy Kryma [Soil resources of the Crimea]. Simferopol': Dolya, 2004. 208 p. (In Russian)
- Dragan N.A.* Pochvy Kryma [Soils of the Crimea]. Ucheb. posobie. Simferopol': SGU, 1983. 95 p. (In Russian)
- Geologiya SSSR [Geology of the USSR]. T. VIII. Krym. CHast' I. Geologicheskoe opisanie. M.: Nedra, 1969. 576 p. (In Russian)
- Gerasimov I.P.* Korichnevye pochvy suhikh lesov i kustarnikovyh stepej [Cinnamonic soils of dry forests and shrub steppes] // Tr. Pochv. in-ta AN SSSR, 1949. T. 30. P. 213–233. (In Russian)
- Glazovskaya M.A.* Pochvy mira [The soils of the world]. T. 2. M.: MGU, 1973. 431 p. (In Russian)
- Grigor'ev N.A.* Raspredelenie himicheskikh ehlementov v verhnej chasti kontinental'noj kory [Distribution of chemical elements in the upper continental crust]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2009. 382 p. (In Russian)
- Gvozdeckij N.A.* Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie SSSR [Physical and geographical zoning of the USSR]. M.: MGU, 1968. 575 p. (In Russian)
- Hu Z., Gao S.* Upper crustal abundances of trace elements: A revision and update // Chem. Geol., 2008. Vol. 253. Iss. 3–4. P. 205–221.
- Kazimirova R.N.* Pochvy i parkovye fitocenozy Yuzhnogo berega Kryma [Soils and park phytocenoses of the southern coast of the Crimea]. Kiev: Agrar. nauka, 2005. 183 p. (In Russian)
- Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of the soils of Russia]. Smolensk: Ojkumena, 2004. 342 p. (In Russian)
- Kochkin M.A.* Pochvy, lesa i klimat Gornogo Kryma [Soils, forests and climate of the Mountainous Crimea] // Tr. Nikit. botan. sada. M.: Kolos, 1967. T. 38. 368 p. (In Russian)
- Kostenko I.V.* Atlas pochv Gornogo Kryma [Atlas of soils of the Mountainous Crimea]. Kiev: Agrar. nauka, 2014. 184 p. (In Russian)
- Kryukova I.V.* Nikitskij botanicheskij sad. Istoriya i sud'by [The Nikita Botanical Garden. History and Destinies]. Simferopol': N.Orianda, 2011. 416 p. (In Russian)
- Perel'man A.I., Kasimov N.S.* Geohimiya landshafta [Landscape Geochemistry]. M.: Astreya, 1999. 764 p. (In Russian)
- Polovickij I.YA., Gusev P.G.* Pochvy Kryma i povyshenie ih plodorodiya [Soils of the Crimea and the increase of their fertility]. Simferopol': Tavriya, 1987. 152 p. (In Russian)
- Polupan N.I.* Pochvy Ukrainy i povyshenie ih plodorodiya [Soils of Ukraine and the increase of their fertility]. T. 1. Kiev: Urozhaj, 1988. 296 p. (In Russian)
- Prokof'eva T.V., Gerasimova M.I., Bezuglova O.S., Bahmatova K.A., Gol'eva A.A., Gorbov S.N., Zharikova E.A., Matinyan N.N., Nakvasina E.N., Sivceva N.E.* Vvedenie pochv i pochvopodobnykh obrazovaniy gorodskih territorij v klassifikaciju pochv Rossii [Introduction of urban soils and soil-like formations of urban areas into the classification of the soils of Russia] // Pochvovedenie. 2014. № 10. P. 1155–1164. (In Russian)
- Prokof'eva T.V., Martynenko I.A., Ivannikov F.A.* Sistematika pochv i pochvoobrazuyushchih porod goroda Moskvy i vozmozhnost' vklucheniya ih v obshchuyu klassifikaciju [Systematics of soils and soil-forming rocks of the city of Moscow and their possible inclusion in the general classification] // Pochvovedenie. 2011. № 5. P. 611–623. (In Russian)
- Rudnick R.L., Gao S.* Composition of the continental crust // Treatise on Geochemistry. The Crust. Elsevier Sci., 2003. Vol. 3. P. 1–64.
- Sudnicyn I.I.* Gidrofizicheskie svojstva pochv yuzhnogo berega Kryma [Hydrophysical properties of soils of the southern coast of the Crimea] // Pochvovedenie. 2016. № 7. P. 831–836. (In Russian)
- Wedepohl K.H.* The composition of the continental crust // Geochim. Cosmochim. Acta., 1995. Vol. 59. № 7. P. 1217–1232.
- Zyrin N.G., Sadovnikova L.K.* Himiya tyazhelykh metallov, mysh'yaka i molibdena v pochvah [Chemistry of heavy metals, arsenic and molybdenum in soils]. M.: MGU, 1985. 208 p. (In Russian)

Received 29.10.2018

Revised 13.05.2019

Accepted 12.09.2019