

Глава 8.

АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 001.8:631.41+631.48

doi: 10.31360/2225-3068-2020-74-179-186

**ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ
РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН УЧАЩИМИСЯ
ГИМНАЗИИ Г. СОЧИ**

Рогожина Е. В., Василейко М. В.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: RogojinaEW@yandex.ru*

Проведена оценка физико-химических свойств и «дыхательной» активности верхнего горизонта U городских почв (структурно-метаморфических абраземов) (слой 5–10 см) рекреационных зон г. Сочи. Было установлено, что в результате антропогенной деятельности фоновые зональные почвы (желтозёмы) изменялись по комплексу диагностических признаков: окраска от серо-буровато-жёлтой до чёрной (за счёт их окультуривания, нанесения на поверхность материала гумусового горизонта чернозёмов); механический состав от среднего до легкого суглинка; кислотность почвенного раствора $pH_{\text{водн}}$ от 5,5 до 7,9. Близкие к нейтральным значения $pH_{\text{водн}}$ способствовали повышению «дыхательной» активности почв рекреационных зон относительно фоновых почв парка Дендрария от 70,6 до 123,5 CO_2 , мг/кг с.п.сут. Полученные данные могут быть использованы в лаборатории агрохимии и почвоведения ФГБУН ФИЦ СНЦ РАН в рамках тематических исследований при сравнении антропогенно-преобразованных городских почв с разной нагрузкой (зоны загрязнения и рекреации).

Ключевые слова: антропогенно-изменённые почвы; механический состав, кислотность, влажность, «дыхательная» активность.

Важным требованием нового Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) к обучению современных школьников является проектная деятельность. Правильное использование проектной деятельности дополняет классическую систему образования, учит школьников самостоятельно добывать знания, развивает индивидуальные способности каждого ребенка. Эти образовательные задачи могут успешно решаться при сотрудничестве школ и гимназий с научными центрами [6, 7]. Нашей задачей было ознакомление старшеклассников МОБУ Гимназии № 9 им. Н. Островского г. Сочи с основными аспектами научной

деятельности лаборатории агрохимии и почвоведения Субтропического научного центра РАН, а также выявление возможностей участия школьников в научных исследованиях лаборатории. В план исследования входило: подобрать почвенные объекты, представляющие интерес как для образовательного процесса, так и в рамках одной из тематик лаборатории; включить научные исследования в учебную программу гимназии по проектной деятельности; найти простые и безопасные методики почвенных анализов; познакомить школьников с экспериментальной частью научной работы. Актуальным направлением научно-исследовательской работы лаборатории агрохимии и почвоведения ФИЦ СНИЦ РАН является оценка эколого-геохимического состояния почв урболандшафтов города Сочи, в первую очередь рекреационных зон [4]. Исследования имеют как практическое значение (Сочи является крупнейшим российским курортом), так и фундаментальное, поскольку позволяют проследить эволюционные изменения почвенного покрова под влиянием антропогенеза уникальной для России влажно-субтропической зоны [3]. Ранее в лаборатории проводились исследования по изучению физико-химических [9, 11] и биологических [15, 17, 18, 21, 22] свойств антропогенно-изменённых почв (агроценозов) с использованием методов экомониторинга; были определены корреляционные зависимости между химическими и биологическими показателями [12]. Биологическая активность городских почв зоны на сегодняшний день малоизучена [20]. В связи с этим целью наших исследований являлось совместное изучение физико-химических свойств и «дыхательной» активности антропогенно-изменённых почв рекреационных зон города Сочи.

Объекты и методы. В первой декаде марта 2020 г. нами были отобраны образцы верхнего почвенного горизонта U (слой 5–10 см) трёх рекреационных зон г. Сочи:

- парка санатория «Авангард» (Хостинский район, 43°33' N, 39°44' E);
- сквера за «Органым залом» (Центральный район, 43°58' N, 39°72' E);
- сквера микрорайона «Мацеста» (Хостинский район, 43°35' N, 39°43').

Согласно современной классификации [8] почва объектов исследования диагностируется как агрозём структурно-метаморфический [4]. Объекты различались по микроклиматическим условиям формирования почв (удалённость от моря, рельеф). В качестве фоновых почв были изучены почвы верхнего парка сочинского «Дендрария», в его средней части (Хостинский район, 43°57' N, 39°74' E, 50 м над уровнем моря). Погодные условия в период отбора были характерны для ранневесеннего периода влажно-субтропической зоны России: температура воздуха +14 – +19 °С, влажность 39–61 %, без осадков. Верхний слой

горизонта U (5–10 см) был выбран как наиболее подверженный антропогенному воздействию (внесение органических субстратов, удобрения, поступление солей металлов с поверхностным стоком и дренажными водами) и содержащий в меньшей степени (по сравнению с горизонтом АО) растительные остатки. Образцы отбирали в 3-кратной полевой повторности, доставляли в лабораторию в полиэтиленовых пакетах, освобождали от мелких камней, корней и растительных остатков, исследовали смешанный образец. Для изучения были подобраны физико-химические показатели (влажность, механический состав почв, кислотность) и интегральный показатель биологической активности – базальное «дыхание», активно применяемый в экологическом мониторинге «здоровья» почвы [19].

Механический (гранулометрический) состав почвы определяли визуально и на ощупь по следующим показателям: ощущение при растирании почвы грунта на ладони; вид в лупу и простым глазом; отношение к скатыванию в шнур [2]. Измерение эмиссии CO_2 для определения базального дыхания (БД) почв проводили методом абсорбции [14] с титрометрическим окончанием. Скорость эмиссии CO_2 рассчитывали по формуле [23].

$$\text{CO}_2 \text{ мг/кг сух. почвы в час} = (X - V_{\text{HCl}}) \times 2,2 \times 1000 \times \text{Кг. вл. 100}$$

Полевую влажность почвы определяли весовым методом, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ – потенциометрически (ионметр pH-121) [1]. Полученные данные обрабатывали с помощью программ Excel и Statistica v.7.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований было установлено, что антропогенно-изменённые желтозёмы (Acrisols) рекреационных зон имели отличную от фона окраску верхнего горизонта (чёрная, буро-чёрная, сероватая в сравнение с фоновой серо-буровато-жёлтой) (табл. 1). Окраска почв является главным диагностическим признаком и характеризует в первую очередь содержание в них органического вещества. Основной причиной данной трансформации почв в условиях городской среды является их окультуривание, включающее внесение органического субстрата (чернозёма) для лучшего роста декоративных растений.

Морфологическое описание почв объектов исследования представлено в таблице 1. Почвы санатория «Авангард» имели самую тёмную окраску, «мазались» по поверхности ладони и, вероятно, содержали большее количество органики.

По механическому составу и влажности почвы сквера «Мацеста» имели наибольшие различия с фоном (табл. 2). При сворачивании в кольцо скатанного из почвы шнура он распадался на небольшие кусочки, что согласно используемой методике соответствовало градации лёгкий суглинок (рис. 1В).

**Морфологическое описание абразёмов рекреационных зон
г. Сочи в сравнении с фоновой почвой дендропарка
(гор. U слой 5–10 см)**

Объекты исследования	Характерные признаки
Парк «Дендрарий» (фон)	Почва на ощупь слегка влажная, серо-буровато-жёлтого цвета, крупнокомковатой структуры, встречаются включения слабоокатанного гравия слоистой формы ~ 1 % от общей площади, единично тонкие корни до 1 мм
Санаторий «Авангард»	Почва на ощупь слегка влажная, мажется, очень тёмного, практически чёрного цвета, комковатой структуры встречаются включения окатанного гравия до 5 % от площади
Сквер «Органный зал»	Почва на ощупь слегка влажная, серо-бурого цвета, комковатой структуры, встречаются включения слабоокатанного гравия до 5 % от площади
Сквер «Мацеста»	Почва на ощупь сухая, достаточно рассыпчатая, сероватого цвета, встречаются включения слабоокатанного и обкатанного гравия до 10 %

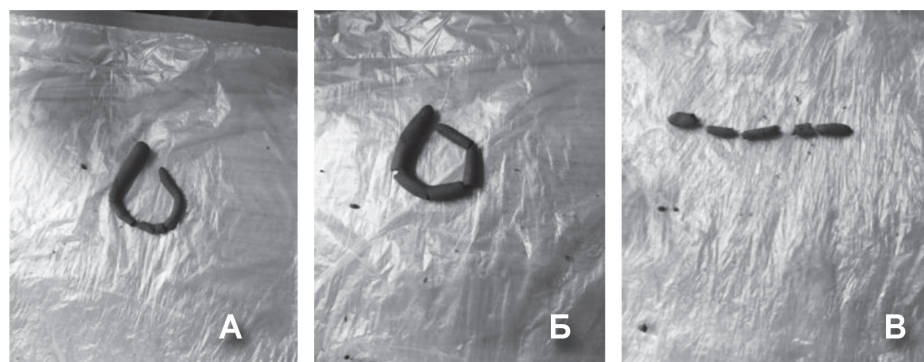


Рис. 1. Морфология почвенного образца при исследовании механического состава методом раскатывания шнура:
А – санатория «Авангард»; Б – сквера «Органный зал»;
В – сквера «Мацеста»

Влажность образца сквера «Мацеста» была на 5,7 % ниже фона, что связано с изменением механического состава на более лёгкий и снижением влагоёмкости и влагоудерживающей способности почвы.

Кислотность почвенного раствора, так же, как и окраска почв, является важным классификационным признаком. Фоновые почвы дендропарка (желтозёмы) [3] имели кислую реакцию почвенного раствора, в

почвах урболандшафтов отмечен процесс подщелачивания, установленный ранее и другими исследователями [4, 25]. В наибольшей степени, на 2,3 и 2,4 ед. было отмечено повышение $pH_{\text{водн}}$ в образцах санатория «Авангард» и сквера «Мацеста», соответственно.

Таблица 2

**Физико-химические свойства абразёмов зон рекреации
г. Сочи в сравнение с фоновой почвой**

Объекты исследования	Механический состав	Влажность, %	$pH_{\text{водн}}$
Парк «Дендрарий» (фон)	Средний суглинок	25,3	5,5
Санаторий «Авангард»	Средний суглинок	25,1	7,8
Сквер «Органный зал»	Средний суглинок	24,6	6,1
Сквер «Мацеста»	Лёгкий суглинок	19,6	7,9

Микроорганизмы чутко реагируют на изменение кислотности почвенного раствора, большинство из них нейтрофилы, кислотность почв влияет не только на количественный и качественный состав микробного сообщества, но и определяет его активность [5, 10, 13, 16, 24]. В связи с этим, подщелачивание почв рекреационных зон приводило к увеличению «дыхательной» активности на 43 % в санатории «Авангард», на 32 % – в сквере «Органный зал» и на 18 % – в сквере «Мацеста» в сравнение с фоном (рис. 2). Более низкие значения базального «дыхания» почв сквера «Мацеста» связаны, возможно, с большим влиянием токсичного водного стока в условиях равнинного урболандшафта (долина реки Мацеста).

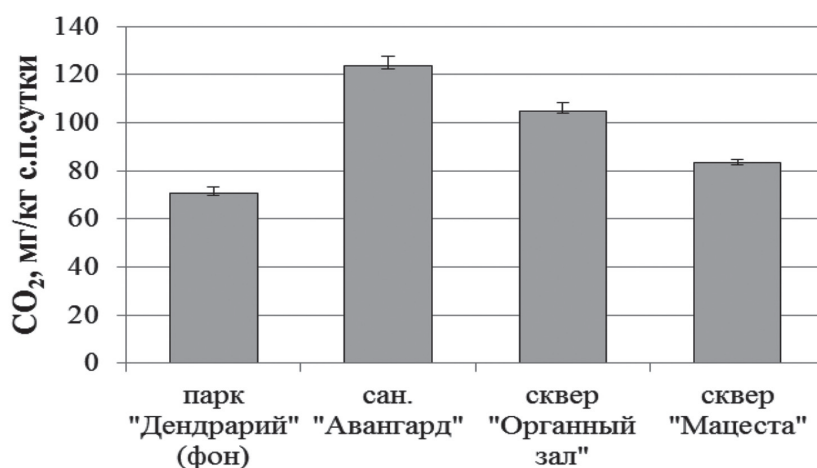


Рис. 2. Базальное «дыхание» почв рекреационных зон г. Сочи

Таким образом, исследование рекреационных зон города Сочи показало изменение основных физико-химических свойств зональных почв (тип желтозёмы) и их биологической активности в результате антропогенного влияния. В большей степени антропогенно-преобразованными являлись почвы санатория «Авангард» и сквера «Мацеста», так как окультуривание привело к повышению содержания в них органического вещества, к изменению механического состава, подщелачиванию, повышению их биологической активности.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв / отв. ред. А.В. Соколов; АН СССР, ВАСХНИЛ, Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева. – 5-е изд. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы определения физических свойств почв и грунтов (В поле и в лаборатории) // под ред. И.М. Шагирова. – М.: Высшая школа, 1961. – 345 с.
3. Герасимова М.И., Колесникова Н.В., Гуров И.А. Литолого-геоморфологические факторы формирования желтозёмов и других почв во влажных субтропиках РФ (Сочинский дендрарий) // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. – 2010. – № 3. – С. 61-65. – eISSN 0579-9414.
4. Захарихина Л.В., Буртовой А.В. Антропогенная эволюция желтозёмов санаторной зоны г. Сочи // Почвоведение. – 2020. – № 6. – С. 1-11. – doi: 10.31857/S0032180X20060143.
5. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв: учебник. – М.: МГУ, ООО «Алмаз», 2005. – 445 с. – ISBN 5-211-04983-7 (в пер.)
6. Каширская Н.Н., Каширская Т.П. Опыт изучения биологической активности почв в общеобразовательной средней школе // Эколого-географические проблемы регионов России. – Самара: Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, 2016. – С. 419-423. – ISBN 978-5-902885-61-0. – eLIBRARY ID: 25478377.
7. Каширская Н.Н., Каширская Т.П. Опыт почвенных исследований в общеобразовательной средней школе // Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения. – М.: Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК (Москва). – 2017. – С. 106-108. – eLIBRARY ID: 30671071.
8. Классификация почв России // сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 2008. – С. 57-61.
9. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Динамика накопления гумуса в бурых лесных кислых почвах при длительном возделывании чая во влажных субтропиках России // Субтропическое и декоративное садоводство, ФГБНУ ВНИИЦиСК, Сочи. – № 3. – 2019. – С. 73-78. – doi: 10.26178/AE.2020.2019.4.001.
10. Малюкова Л.С., Керимзаде В.В., Великий А.В. Влияние различных видов и доз минеральных удобрений на дыхательную активность бурых лесных почв под культурой чая // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 43. – С. 132-138. – ISSN 2073-4948.
11. Малюкова Л.С., Козлова Н.В., Рогожина Е.В., Струкова Д.В., Керимзаде В.В., Великий А.В. Эколого-агрохимические аспекты возделывания субтропических культур на Черноморском побережье России // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 3. – С. 24-31. – ISSN 0131-6397, eISSN 2313-4836.

12. Малюкова Л.С., Рогожина Е.В., Струкова Д.В. Анализ корреляционных связей между биологическими и агрохимическими свойствами бурых лесных кислых почв влажно-субтропической зоны России // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 4. – С. 39-43. – ISSN 2072-0386.
13. Малюкова Л.С., Рогожина Е.В., Струкова Д.В. Влияние длительного применения минеральных удобрений на биологическую активность бурых лесных кислых почв под культурой чая в условиях Черноморского побережья России // Агрохимический вестник. – 2012. – № 2. – С. 15-17. – ISSN 1029-2551.
14. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687 с.
15. Рогожина Е. В. Экомониторинг бурых лесных кислых агрогенно-измененных почв по динамике субстрат-индуцированного дыхания // Экологический вестник Северного Кавказа. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 11-15. – ISSN 2308-38752017.
16. Рогожина Е.В. Влияние минеральных удобрений на «дыхание» бурых лесных кислых почв в ризосфере чайного растения (*Thea Sinensis*) в условиях субтропической зоны России // Вестник Мичуринского филиала «РУК». – 2011. – № 1. – С. 78-82.
17. Рогожина Е.В., Костина Н.В., Малюкова Л.С. Оценка азотфиксирующей способности почв садовых агроценозов субтропической зоны России // Вестник Московского университета: почвоведение. – 2011. – № 1. – С. 35-38. – eISSN: 0137-0944.
18. Рогожина Е.В., Малюкова Л.С. Групповой состав и функциональная активность комплекса ризосферных микроорганизмов культуры чая в условиях субтропической зоны России // Субтропическое растениеводство и южное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2009. – Вып. 42. – Т. 2. – С. 111-118.
19. Соколов М.С., Марченко А.И. Экологический мониторинг здоровья почвы в системе «ОВОС» (методология выбора критериев оценки) // Агрохимия. – 2013. – № 5. – С. 3-18. – ISSN 0002-1881.
20. Стома Г.В., Манучарова Н.А., Белокопытова Н.А. Биологическая активность микробных сообществ в почвах некоторых городов России // Почвоведение. – 2020. – № 6. – С. 703-715. – ISSN 0032-180X.
21. Струкова Д.В. Ферментативная активность желтозёмов при ведении культуры чая (*Camellia sinensis*) в условиях субтропиков России // Почвы в биосфере: мат-лы Всерос. науч. конф-ции с междунар. участием / отв. ред. А.И. Сысо. – Томск: Национальный исследовательский Томский ГУ, 2018. – С. 116-119. – eLIBRARY ID: 35471039.
22. Струкова Д.В., Малюкова Л.С. Активность ферментов каталазы и фосфатазы в бурых лесных кислых почвах чайных плантаций субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. – Вып. 42. – Т. 2. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2009. – С. 118-127. – ISSN 2225-3068.
23. Янушевская Э.Б., Фогель В.А., Аверьянов В.Н. Методические указания по определению биологической активности почв при пестицидных нагрузках. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2005. – 42 с.
24. Rogozhina E.V. The potential activity of nitrogen fixation and carbon dioxide emission of soil under peach orchard in humid subtropics of Russia // Проблемы научной мысли. – Днепропетровск: Издательство: Товариство з обмеженою відповідальністю Каллістон = ООО «Каллистон», 2016. – Т. 12. – № 9. – С. 037-042. – eISSN1561-6916.
25. Zhi-guo Li, Guo-shi Zhang, Yi Liu, Kai-yuan Wan, Run-hua Zhang, Fang Chen Soil Nutrient Assessment for Urban Ecosystems in Hubei, China. // PLoS One. 2013; 8(9): e75856. Sep 27. – doi: 10.1371/journal.pone.0075856.

**THE EXPERIENCE OF SOCHI GYMNASIUM PUPILS
IN STUDYING PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES
AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS UNDER
RECREATION ZONES**

Rogozhina Ye. V., Vasileiko M. V.

*Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: RogojinaEW@yandex.ru*

Physical and chemical properties and "respiratory" activity of the upper horizon U of urban soils (structural and metamorphic reservoirs) (5–10 cm layer) under recreational zones were assessed in Sochi. It was found that as a result of an anthropogenic activity, the background zonal soils (yellow soils) changed according to a set of diagnostic features: color was from gray-brownish-yellow to black (due to their cultivation and application of humus horizon of chernozems to the material surface); mechanical composition was from medium to light loam; acidity of the soil solution pH varied from 5.5 to 7.9. Close to neutral pH values contributed to an increase in the "respiratory" activity of the soils under recreational zones relative to the background soils of the Dendrariy Park from 70.6 to 123.5 CO₂, mg/kg PP day. The obtained data can be used in the Agrochemistry and Soil Science Laboratory of FRC SSC RAS in the framework of case studies when comparing anthropogenic-transformed urban soils with different loads (zones of recreation and pollution).

Key words: anthropogenically altered soils; mechanical composition, acidity, humidity, "respiratory" activity.