

## ДЕГРАДАЦИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ

УДК 631.48

### АНТРОПОГЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЖЕЛТОЗЕМОВ САНАТОРНОЙ ЗОНЫ г. СОЧИ<sup>1</sup>

© 2020 г. Л. В. Захарихина<sup>а</sup>, \*, А. В. Буртовой<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур,  
ул. Яна Фабрициуса, 2/28, Краснодарский край, Сочи, 354002 Россия

\*e-mail: zlv63@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.07.2019 г.

После доработки 11.10.2019 г.

Принята к публикации 27.12.2019 г.

Антропогенная эволюция желтоземов (Acrisols) санаторной зоны Сочинской агломерации с конца 20-х годов прошлого столетия характеризуется изменением кислотно-щелочных свойств почв и их гумусного состояния. Показатель  $pH_{H_2O}$  сместился от 5.1 до 7.4 (средние значения по генетическим горизонтам почв), сумма обменных оснований увеличилась в 2.4 раза в верхнем горизонте (от 17.2 до 41.2 смоль(экв)/кг) и в 1.3 раза (от 15.9 до 21.0 смоль(экв)/кг) в структурно-метаморфическом оглеенном горизонте VMg. Подщелачивание почв, типичное для городской среды, определило подавление процесса элювирования верхней части горизонта VMg. Содержание гумуса в почвах с поверхности сохранилось на том же уровне (около 6.7%), однако оно увеличилось в срединных горизонтах почв (до 3.6–4.3% при прежних значениях 0.5–0.8%). Данная трансформация обусловлена двумя факторами: 1) поступлением в почвы с поверхностным стоком и дренажными водами солей металлов, связанных с техногенезом, имеющих щелочную реакцию и трансформирующих кислотно-щелочные свойства почв; 2) окультуриванием почв (нанесением на поверхность материала гумусового горизонта черноземов) под насаждения экзотических растений дендропарков санаториев. Почвы диагностируются как агрозоны структурно-метаморфические темные. Локально небольшими участками на территориях санаториев встречаются абраземы, в условиях подчиненных ландшафтов (участки склонов, примыкающих к руслам мелких ручьев) – хемоземы по желтоземам. На крутых склонах, прилегающих к Черноморскому побережью и не занятых санаторной инфраструктурой, развиты фактически не трансформированные желтоземы типичные. С увеличением показателя pH в желтоземах, связанным с усилением антропогенного преобразования, наблюдается устойчивое уменьшение изменений степени насыщенности почв основаниями по горизонтам почвенного профиля.

*Ключевые слова:* почвы субтропиков, кислотно-щелочные свойства почв

**DOI:** 10.31857/S0032180X20060143

#### ВВЕДЕНИЕ

Желтоземы, распространенные вдоль Черноморского побережья России, исследуются давно. Еще В.В. Докучаевым здесь выделялись следующие специфические региональные почвы: скелетные “перемытые” на крутых склонах и мелкоземистые “намытые” у их подножий, которые сильно “побурели и пожелтели” [12]. В настоящее время изучение преобразования желтоземов важно не только с точки зрения понимания особенностей современной трансформации почв. Немаловажен также аспект их мониторинга, как безусловно редкого, по мнению отдельных авторов [10, 11] “исчезающего”, объекта почвенного по-

крова. Последние работы, направленные на изучение современного состояния желтоземов субтропиков России, посвящены почвам, распространенным на территории Сочинского дендрария и в долине р. Мзымта [7–11]. Особенности антропогенной трансформации желтоземов санаторной зоны Сочинского побережья фактически не исследовались.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Анализ литературных данных позволяет выделить следующие характерные особенности желтоземов [1–11, 13, 14, 16, 18, 20–22, 28, 29]. Почвы формируются под широколиственными лесами колхидского типа с участием вечнозеленых растений во влажном субтропическом климате. На склонах, удаленных от морского побережья, кру-

<sup>1</sup> Дополнительная информация для этой статьи доступна по doi 10.31857/S0032180X20060143 для авторизованных пользователей.

тизной до  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$  на карбонатных породах образуются остаточные карбонатные желтоземы, на кислых делювиальных породах древних морских террас формируются желтоземы с кислой реакцией среды. Продукты выветривания сланцев, относящихся к группе кислых и средних горных пород, образуют желтоцветную кору выветривания, чем объясняется окраска почвенного профиля. В отличие от красноцветной коры выветривания желтоцветный делювий содержит больше кремнезема ( $55$ – $65\%$ ) и меньше  $R_2O_3$  ( $25$ – $30\%$ ) [21].

В целом для почв типичен слабо дифференцированный профиль, включающий горизонты: АУ, субэлювиальный ВЕЛ и структурно-метаморфический ВМ с признаками оглеения (на выположенных приморских террасах), или без них на склонах. Горизонт ВМ является диагностическим. Характеризуется он желтой окраской (по шкале Манселла тон 2.5У), повышенным содержанием смектита [11, 21], который обуславливает трещиноватость в сухом состоянии и вязкость во влажном, а также отсутствие определенной структуры и низкую пористость. Для Сочинского ареала желтоземов характерна ограниченность процессов ферралитизации. В южной части их распространения в пределах Имеретинской части ареала (долина р. Мзымта), названные процессы выражены сильнее [11].

Санаторная зона Сочинской агломерации фактически повсеместно размещается в ареале желтоземов. История ее освоения была связана с обустройством и строительством санаторной инфраструктуры и одновременным созданием дендропарков из экзотических растений [17].

Для изучения особенностей антропогенной трансформации желтоземов санаторной зоны Сочинского Черноморского побережья обследованы почвы на территориях санаториев: “Авангард”, “Приморье”, “Русь” и “Дагомыс”. Первые два располагаются в Хостинском районе г. Большой Сочи, санатории “Русь” и “Дагомыс” находятся в Центральном и Лазаревском районах города соответственно.

Диагностику почв выполняли в соответствии с классификацией почв России, 2008 г. [15]. В почвах определяли следующие показатели: рН водной и солевой (1 н. КСl) вытяжки (соотношение почва: раствор 1 : 2.5) потенциметрически (ГОСТ 26423-85, ГОСТ 26483-85 соответственно); гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), с отбором растительных остатков при пробоподготовке и колориметрическим окончанием; гидролитическую кислотность по методу Каппена в модификации ЦИНАО титриметрически (вытяжка 1 н.  $CH_3COONa$  в соотношении почва: раствор 1 : 2.5, ГОСТ 26212-91); обменную кислотность титриметрически (вытяжка 1 н. КСl при соотношении почва : раствор 1 : 2.5, ГОСТ 26484-85); содержание обменных форм

кальция и магния трилонометрически с экстракцией 1 н. NaCl (ГОСТ 26487-85).

Микроэлементный состав почв на территории санатория “Приморье” определяли спектральным атомно-эмиссионным анализом на дифракционном спектрографе ДФС-458 методом просыпки на трехфазной дуге. Эколого-геохимическое состояние почв этого района оценивали в каждой точке пробоотбора ( $n = 66$  точек) по суммарному показателю загрязнения  $Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1)$ , где  $K_{ci}$  – коэффициент концентрации  $i$ -го микроэлемента в почве, равный отношению его фактического содержания в точке наблюдения ( $C_i$ ) к местному фону ( $C_{fi}$ ) [23, 24]. Местный фон микроэлементов (средние содержания по фоновой выборке) в почвах контролируемой территории определяли по точкам эколого-геохимического профиля ПР1 (точки ПР1-1–ПР1-9), заложенного на удалении от явных техногенных источников загрязнения в юго-восточной части участка (рис. 1).

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения  $Z_c$  имеет следующие категории: допустимая – менее 16, умеренно опасная – 16–32, опасная – 32–128 и чрезвычайно опасная – более 128 [23]. Допустимые валовые концентрации (ПДК, ОДК) рассматриваемых элементов в почвах составляют: Ni – 40 мг/кг (ПДК), Cu – 66 мг/кг (ПДК), Zn – 110 мг/кг (ПДК) и Pb – 32 (ПДК) и 65 (ОДК) мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Трансформацию желтоземов, распространенных в пределах санаторной зоны г. Сочи, можно проследить фактически от их естественного состояния на примере территории санатория “Авангард”. Последний расположен по Курортному проспекту на левобережье р. Гнилушка, он примыкает с востока через ул. Черноморскую к Сочинскому дендрарию и занимает земли ранее размещавшейся здесь (с 1894 г.) Сочинской сельскохозяйственной станции (ныне ФГБУ ВНИИЦиСК). Дендропарк санатория представлен характерной экзотической флорой. Наиболее часто встречающиеся растения: кипарис вечнозеленный (*Cupressus sempervirens*), трахикарпус Форчуна (*Trachycarpus fortunei*), кедр гималайский (*Cedrus deodara*), гибискус сирийский (*Hibiscus syriacus*), кипарисовик Лоусона (*Chamaecyparis lawsoniana*). Согласно исторической справке архива санатория, возраст большинства древесных насаждений лесопарка составляет порядка 90 лет (время, прошедшее с момента его основания в 1930 г.).

В конце 1920-х годов сотрудниками экспедиции Института удобрений и агропочвоведения им. К.К. Гедройца (Л.И. Прасолов, И.Н. Антипов-Каратаев, В.Н. Филипова) была выполнена



полосы Черноморского побережья, располагающиеся на древних морских террасах и подстилаемые желто-бурыми бескарбонатными глинами, являются “желтыми подзолистыми, в нижних горизонтах оглеенными”. Непосредственно в пределах современного местоположения санатория “Авангард” были выделены почвы, отнесенные авторами к подзолам с признаками оглеения в горизонте В от 40 см и глубже.

Из характеристики, выполненной в тот период, можно выделить несколько типичных особенностей этих почв. В их морфологии преобладают желтые тона, в иллювиальных горизонтах примешивается красная окраска, с пятнами и прожилками оглеения. Содержание гумуса в органико-минеральных горизонтах составляет 6.7%, в верхней части элювиального горизонта снижается до 2.3%, в нижней части профиля – до 0.5–0.7% (табл. 1). Гранулометрический состав по всему профилю глинистый. Для средней части почвенного профиля характерно наличие ортштейнов кирпично-красного и черного цветов. Для почв типичен глубокий, до 30–40 см мощности светлый горизонт. Последний в соответствии с современной Классификацией отвечает признакам субэлювиального горизонта ВЕL, представляя собой светло-буровато-желтую зону слабого элювиирования верхней части метаморфического горизонта ВМ.

В соответствии с приведенными характеристиками данная почва (фактически представляющая собой естественную) диагностируется как желтозем глееватый, глубокоосветленный, сильногумусированный.

На территориях санаториев можно выделить четыре категории различной трансформации желтоземов.

**Агрогенно-преобразованные желтоземы.** Наиболее распространены в пределах санаторной зоны почвы, окультуренные для выращивания экзотической флоры дендропарков. На поверхность таких почв наносился высокогумусированный материал органико-минеральных горизонтов почв, доставлявшийся преимущественно с черноземной полосы России. Мощность вновь созданных органико-минеральных горизонтов окультуренных желтоземов санаторной зоны Сочинской агломерации варьирует в среднем от 15 до 20 см, иногда достигает 30–35 см.

Типичное строение подобных агрогенно-преобразованных почв характеризуем на примере разреза Са-2/19, заложеного 30.01.2019 г. на территории санатория “Авангард” на второй древней морской террасе, вблизи административного корпуса под зарослями лавра благородного, вблизи молодой поросли бамбука и пальмы японской, обильны ежевика, плющ. Поверхность занята зелеными мхами с покрытием до 90%.

PU<sub>1</sub>, 0–35 см. Агротемногумусовый, буро-черный (10YR 2.5/2), свежий, средний суглинок, хорошо скреплен корнями. Порошисто-комковатой структуры, мажется, слабоуплотнен. Корни на глубине 5–7 см в диаметре 3–4 мм, на глубине 24–34 см до 8–9 мм. На глубине 14 см встречаются обрывки полиэтилена. Переход постепенный.

PU<sub>2</sub>, 35–45 (59) см. Агротемногумусовый, темно-бурый (10YR 4/3), суглинок, слабоуплотненный, комковатый. Присутствуют включения разложившейся коры деревьев, на верхней границе распространены корни. В горизонтах PU<sub>1</sub> и PU<sub>2</sub> встречаются включения гравия до 5% от площади. Переход ясный, граница кармановидная.

ВМg, 45(59)–70 см. Буровато-ярко-желтый (2.5Y 5/6), влажный, средняя глина, комковатый. Пятна оглеения до 20% от площади и включения обломков черных сланцев, уплотнен. Переход постепенный.

ВМСg, 70–120 см. Неоднородный от ярко-охристого (10YR 5/6) до сизого (5BG 5/1). Пятна оглеения до 50% площади, плотный, тяжелый суглинок комковато-плитчатый. На глубине 90 см встречаются корни деревьев диаметром 3–5 см. С глубины 60 и глубже залегают обломки аргиллитов ярко-красно-охристого цвета с черными марганцевыми примазками.

Почва характеризуется как агрозем структурно-метаморфический темный глееватый глубококопахотный, глубокооглеенный, сильногумусированный, насыщенный на желтоцветном делювии (Stagnic Terric Acrisols (Aric, Clayic)).

Содержание гумуса в горизонте PU<sub>1</sub> высокое (6.7%), ниже по профилю снижается более чем в 1.5 раза. Почва по горизонтам профиля имеет близкую к нейтральной, либо слабощелочную реакцию среды. Наиболее кислым является верхний горизонт PU<sub>1</sub>, самые высокие величины рН<sub>Н<sub>2</sub>О</sub> характерны для горизонта PU<sub>2</sub>. Максимальные содержания суммы обменных оснований отмечаются для горизонта PU<sub>1</sub>. Глубже этот показатель уменьшается от 1.6 раз для горизонта PU<sub>2</sub>, до 2.4 раз для горизонта ВМСg.

Сравнение полученных данных с аналогичными характеристиками 90-летней давности [19] указывает на следующие аспекты трансформации желтоземов.

Значительно изменился кислотно-щелочной режим почв в сторону повышения значений рН и увеличения суммы обменных оснований. В конце 1920-х годов для почв была характерна кислая реакция среды по всему почвенному профилю, что в целом присуще естественным желтоземам, образованным на кислом желтоцветном делювии. В настоящее время рН<sub>Н<sub>2</sub>О</sub> имеет значения, превышающие прежние характеристики фактически на две единицы. Обменная кислотность снизилась на по-

Таблица 1. Физико-химические свойства желтоземов

| Горизонт  | Глубина, см | pH               |      | Гумус, % | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Гидролитическая кислотность<br>смоль(экв)/кг | Обменная кислотность | Степень насыщенности почв основаниями, % |
|---|-------------|------------------|------|----------|------------------|------------------|--|----------------------|--|
|   |             | H <sub>2</sub> O | KCl  |          |                  |                  |  |                      |  |
| <i>Состояние желтоземов на 1929 г. (по [19])</i>  |             |                  |      |          |                  |                  |  |                      |  |
| Территория современного местоположения санатория "Авангард". Желтозем глееватый глубоководный, сильногумусированный; по диагностике авторов: подзол с признаками оглеения |             |                  |      |          |                  |                  |  |                      |  |
| A1  | 0–6         | 5.61             | –    | 6.70     | 12.82            | 4.41             | –  | 0.48                 | –  |
| A2  | 9–24        | –                | –    | 2.31     | 7.69             | 2.08             | –  | 0.38                 | –  |
| A2B1  | 28–40       | 4.66             | –    | 0.77     | 3.88             | 1.21             | 1.80   | 6.56                 | 73.87                                    |
| B1  | 51–65       | 4.87             | –    | 0.72     | 8.51             | 7.25             | –  | 5.17                 | –  |
| B2  | 100–115     | 5.07             | –    | 0.51     | 9.41             | 6.71             | –  | 23.55                | –  |
| C   | 180–190     | 5.48             | –    | 0.26     | 13.96            | 12.43            | –  | 2.27                 | –  |
| <i>Современное состояние желтоземов</i>   |             |                  |      |          |                  |                  |  |                      |  |
| Санаторий "Авангард". Агрозем структурно-метаморфический темный глееватый глубоководный, глубоководный, сильногумусированный, насыщенный, разрез Са 2/19                  |             |                  |      |          |                  |                  |  |                      |  |
| PU <sub>1</sub>   | 5–20        | 7.07             | 6.75 | 6.67     | 38.96            | 2.20             | 0.74   | 0.04                 | 98.23                                    |
| PU <sub>2</sub>   | 35–45       | 7.70             | 6.99 | 4.31     | 20.81            | 3.81             | 0.55   | –                    | 97.81                                    |
| BMg   | 59–70       | 7.63             | 6.17 | 4.24     | 12.90            | 4.26             | 0.92   | 0.04                 | 94.91                                    |
| BMCg  | 85–100      | 7.35             | 6.00 | 4.06     | 20.27            | 4.62             | 1.20   | 0.05                 | 95.40                                    |
| Санаторий "Русь". Агрозем структурно-метаморфический темный, мелкокопчатый, сильногумусированный, насыщенный, разрез Ср 1/19  |             |                  |      |          |                  |                  |  |                      |  |
| PU  | 0–10        | 6.77             | 6.45 | 6.85     | 43.88            | 5.09             | 1.86   | 0.08                 | 96.34                                    |
| BM <sub>1</sub>   | 15–35       | 7.03             | 6.17 | 4.35     | 24.86            | 2.28             | 1.09   | 0.05                 | 96.14                                    |
| BM <sub>2</sub>   | 55–95       | 6.57             | 5.40 | 3.64     | 25.20            | 4.83             | 3.31   | 0.11                 | 90.07                                    |
| Санаторий "Приморье". Агрозем структурно-метаморфический темный глееватый мелкокопчатый, сильногумусированный, насыщенный, разрез Ст 3/19                                 |             |                  |      |          |                  |                  |  |                      |  |
| PU <sub>1</sub>   | 0.5–10      | 7.09             | 6.77 | 9.84     | 43.19            | 5.01             | 0.68   | 0.05                 | 98.61                                    |
| PU <sub>2</sub>   | 10–15       | 7.07             | 6.80 | 4.06     | 43.97            | 4.03             | 0.60   | 0.04                 | 98.77                                    |

Таблица 1. Окончание

| Горизонт  | Глубина, см | рН               |      | Гумус, % | Са <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Гидролитическая кислотность | Обменная кислотность | Степень насыщенности почв основаниями, % |
|---|-------------|------------------|------|----------|------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|--|
|   |             | H <sub>2</sub> O | KCl  |          |                  |                  |                             |                      |  |
| BMg   | 15–25       | 6.84             | 6.20 | 4.31     | 30.96            | 2.84             | 0.63                        | 0.06                 | 98.17                                    |
| VMCg  | 50–60       | 6.84             | 6.00 | 3.74     | 20.14            | 3.86             | 0.46                        | 0.07                 | 98.12                                    |
| Абразем структурно-метаморфический, разрез Стп 5/19   |             |                  |      |          |                  |                  |                             |                      |  |
| BM  | 0.5–4       | 7.08             | –    | 8.23     | 43.9             | 4.9              | 0.72                        | 0.04                 | 98.55                                    |
| разрез Стп 6/19   |             |                  |      |          |                  |                  |                             |                      |  |
| BM  | 0.5–5       | 6.97             | –    | 4.42     | 43.0             | 5.8              | 0.075                       | 0.05                 | 98.49                                    |
| Дендрарий, Нижний парк (по [9]). Желтозем поверхностно-глеевый на желтоцветном деловии, разрез 32   |             |                  |      |          |                  |                  |                             |                      |  |
| A1  | 9–12        | 5.27             | –    | 4.08     | 7.0              | 6.9              | 4.90                        | 0.30                 | 73.94                                    |
| A1A2g   | 15–25       | 5.70             | –    | 0.99     | 5.9              | 10.5             | 3.60                        | 0.30                 | 82.00                                    |
| A2Bmg   | 50–60       | 5.30             | –    | 0.46     | 5.6              | 8.9              | 13.5                        | 8.70                 | 51.79                                    |
| Bm  | 85–95       | 5.35             | –    | 0.36     | 8.4              | 9.7              | 13.2                        | 6.70                 | 57.83                                    |
| Дендрарий, Нижний парк. Желтозем глееватый, неглубокоосветленный, поверхностно оглеенный, малогумусированный, ненасыщенный Сд/19, 2019 г. |             |                  |      |          |                  |                  |                             |                      |  |
| AУ  | 0–10        | 5.45             | 4.71 | 2.94     | 5.20             | 1.78             | 5.90                        | 0.24                 | 54.19                                    |
| BEL   | 10–30       | 5.67             | 4.7  | 1.93     | 2.86             | 1.02             | 5.45                        | 1.31                 | 41.59                                    |
| BMq   | 30–50       | 5.80             | 4.0  | 1.92     | 4.04             | 0.86             | 9.73                        | 4.49                 | 33.49                                    |
| VMCq  | 50–90       | 5.62             | 3.82 | 1.81     | 6.09             | 3.10             | 17.57                       | 9.20                 | 34.34                                    |
| Санаторий “Дагомыс”. Желтозем типичный, неглубокоосветленный, сильногумусированный, насыщенный, разрез Сдг 10/19                          |             |                  |      |          |                  |                  |                             |                      |  |
| AУ  | 1–8         | 6.47             | 6.07 | 5.17     | 41.42            | 11.16            | 3.11                        | 0.15                 | 94.42                                    |
| BEL   | 15–25       | 5.10             | 3.83 | 2.46     | 10.60            | 4.88             | 18.18                       | 7.90                 | 45.99                                    |
| BM  | 60–70       | 5.12             | 3.71 | 2.88     | 7.77             | 3.82             | 15.07                       | 5.54                 | 43.47                                    |
| Абразем структурно-метаморфический, разрез Сдг 3/19   |             |                  |      |          |                  |                  |                             |                      |  |
| BM  | 1–10        | 6.17             | 5.62 | 3.08     | 22.16            | 5.60             | 3.03                        | 0.08                 | 90.16                                    |

рядок в верхней части профиля и на два порядка в горизонтах ВМg. Уменьшение кислотности почв соответствует повышению содержания обменных оснований, которое увеличилось в 2.4 раза в верхнем горизонте и в 1.3 раза в структурно-метаморфических оглеенных горизонтах.

Нехарактерный повышенный рН почв и насыщенность их основаниями очевидно обусловлены поступлением в почвы с поверхностным стоком и дренажными водами солей металлов из загрязненных городских территорий. Высвобождение кальция могло происходить из обломков строительного мусора, цемента, кирпича и др., под действием осадков. Известно, что техногенная карбонатная пыль смещает рН почвенных растворов [26, 27, 30].

Другой особенностью преобразования почв следует признать потерю ими субэлювиального горизонта ВЕL. До окультуривания почв осветленная часть метаморфического горизонта (горизонт ВЕL) находилась на глубине 9–40 см [19]. В настоящее время вся верхняя часть профиля почв представлена гумусовыми горизонтами. Очевидно, что искусственная замена верхней маломощной части профиля естественных почв на высокопродуктивные агрогенные горизонты и увеличение рН почв способствуют подавлению процесса элювирования верхней части метаморфического горизонта ВМ.

Содержание гумуса в почвах сохранилось на том же уровне. Однако их окультуривание обусловило высокое содержание гумуса по всему почвенному профилю до 4.1–4.3%. Ранее содержание гумуса в средней и нижней частях профиля составляло 0.1–0.8%.

Аналогичные аспекты агрогенного изменения желтоземов (подщелачивание всего профиля, увеличение гумусированности с глубиной) наблюдаются и на территориях других санаториев (“Русь” и “Приморье”).

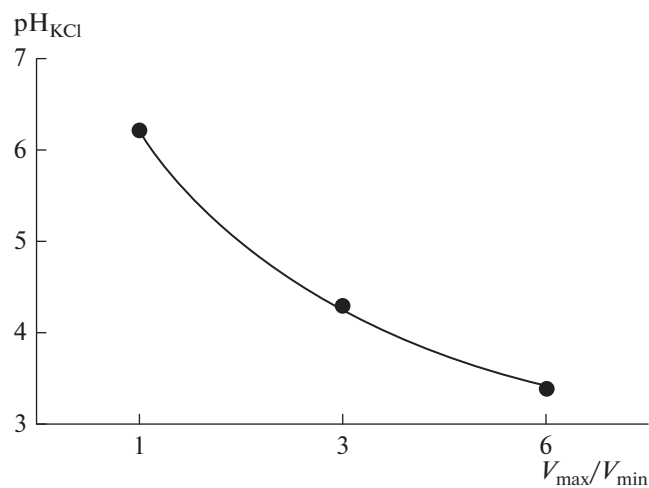
Состояние желтоземов Нижнего парка Сочинского дендрария, расположенного на одной гипсометрической отметке с санаториями, подтверждает направленность эволюции обсуждаемых почв. Дендрарий в значительно меньшей степени подвергался техногенным воздействиям. В зоне Нижнего парка фактически не велось никакой застройки. Освоение территории здесь сопровождалось в основном насаждением экзотических растений и обустройством искусственных прудов для водоплавающих птиц. В этой связи почвы Нижнего парка и до сих пор обладают свойствами, близкими к естественным желтоземам. По данным почвенного обследования, выполненного в 2007 г. экспедицией сотрудников МГУ им. М.В. Ломоносова [7, 9], а также по результатам нашего исследования, почвы этой территории характеризуются наличием в профиле выраженного субэлювиального горизонта ВЕL, слабокислой реакцией

среды по всему профилю ( $pH_{H_2O}$  5.3–5.8), невысокими величинами суммы обменных оснований (3.9–18.1 смоль(экв)/кг) и низкой гумусированностью в глубинных горизонтах (0.5–1.9%).

Аналогичное изменение желтоземов при их окультуривании отмечалось и ранее. В работе Валькова с соавт. [4], где приводятся характеристики желтоземов и подзолисто-желтоземных почв лесной зоны субтропиков Краснодарского края, отмечаются следующие особенности их агрогенного преобразования: “...Признаки дифференциации профиля желтоземов отчетливы только под лесом, при распашке они быстро размываются и теряют верхние горизонты” [4]. В данной работе указывается существенный интервал изменений в целом для обсуждаемых лесных почв степени насыщенности основаниями от 16 до 98% при  $pH_{KCl}$  3.2–3.5. В нашем случае этот показатель в слабопреобразованных желтоземах (почвы дендрария) при увеличении  $pH_{KCl}$  до 3.8–4.7 изменяется в несколько более узких пределах от 33 до 82%.

При антропогенном преобразовании желтоземов санаториев происходит значительное увеличение показателя  $pH_{KCl}$  до 5.4–6.9 единиц и уменьшение на порядок величин обменной кислотности. Степень насыщенности основаниями в почвах при этом характеризуется небольшим интервалом изменений значений – от 90 до 98%. Таким образом, исследования показали, что с ростом величин рН в желтоземах, связанным с усилением их антропогенного преобразования, наблюдается устойчивое снижение интервала изменений значений степени насыщенности почв основаниями, стремящееся практически к постоянной величине по горизонтам почвенного профиля (рис. 2). Данная тенденция, очевидно, может найти объяснение в закономерном снижении активности ионно-обменных процессов в почвах при нейтральной реакции среды по сравнению с кислой.

**Абраземы.** Ко второй категории преобразования желтоземов следует отнести почвы, трансформированные до состояния абраземов. Распространены они локально, на участках, не занятых древесными насаждениями, вдоль тропинок и дорог к корпусам санаториев. Диагностируются они как структурно-метаморфические абраземы. В результате земляных работ по планировке местности в них были полностью утрачены (срезаны) гумусовые горизонты. Из-за отсутствия на таких участках как хорошо развитого травяного покрова (только покров стриженной газонной травы), так и кустарниково-древесного яруса процесс формирования гумусовых горизонтов затруднен. С поверхности в абраземах залегают минеральные горизонты, сложенные перемещенным и перемешанным минеральным веществом, сходным по морфологическим и мезоморфологическим ха-



**Рис. 2.** Зависимость изменений степени насыщенности почв основаниями от  $pH_{KCl}$  (с использованием данных [4]).  $V_{max}/V_{min}$  – отношение максимальных к минимальным значениям показателя насыщенности почв основаниями.

рактическим с материалом структурно-метаморфических горизонтов ВМ естественных желтоземов (санатории “Приморье”, “Дагомыс”, горизонты ВМ). Кислотность абраземов близка к таковой естественных желтоземов. Однако сумма обменных оснований, как и в агрогенно-преобразованных желтоземах выше, чем в естественных аналогах и достигает 27.7 смоль(экв)/кг. Содержание гумуса в абраземах составляет 3%.

**Слаботрансформированные желтоземы.** В наименьшей степени трансформированы желтоземы в пределах крутых склонов высоких морских террас санаториев, примыкающих к морскому побережью (третья категория). За счет значительной крутизны (до  $25^{\circ}$ – $35^{\circ}$ ), эти склоны не использовались под застройку. Для них характерны, сохранившиеся в неизменном виде, типичные растительные сообщества, представленные широколиственными грабово-дубовыми лесами с развитыми под их покровом слабоизмененными желтоземами.

Типичное строение таких почв охарактеризуем на примере разреза Сдг-10/19, заложенного 28 февраля 2019 г. на южной окраине санатория “Дагомыс”, на склоне юго-западной экспозиции крутизной около  $20^{\circ}$ . Грабовый лес, в подлеске лавр благородный, иглица, лианы. В травяном покрове злаки с покрытием 80–90%, средняя высота злаковых 35–55 см.

О, 0–0.5 см. Опад, состоящий из сухих листьев деревьев и кустарников.

АУ, 0.5–8 см. Бурый (2.5Y 4/2), рыхлый, скреплен тонкими корнями, влажноватый, комковатый. Мезоморфологически (под лупой  $\times 10$ ) – органическое серое аморфное вещество, комковатые неправильных очертаний отдельности скреплены в

более крупные агрегаты, разделенные крупными горизонтальными и вертикальными трещинами, весь материал “светящейся, блестящей” консистенции, до 80% окраска серовато-палевая, локально поверхности мелких и крупных отдельностей окрашены в буровато-светло-желтые тона. Переход ясный по окраске, граница ровная.

ВЕЛ, 8–39 см. Светло-буровато-желтый (2.5Y 6/6), свежий, тяжелый суглинок, бесструктурный, плотный, липкий, тонкотрещиноватый, обильно, до 30% от площади, включения слабоокатанного гравия и щебня темно-бурой окраски. Мезоморфологически – буровато-охристые объемные, неправильных очертаний разноразмерные отдельности, расчлененные глубокими крупными волнистыми разнонаправленными трещинами. Переход постепенный.

ВМ, 39–80 см. Буровато-желтый (2.5Y 5/6), влажноватый, легкая глина, бесструктурный, очень плотный, очень липкий. Мезоморфологически – охристое “слипшееся” без трещин и разломов однородное не объемное вещество, “светящейся, блестящей” консистенции, редкие включения сизовато серых мелких минеральных невыветренных зерен.

ВМС, 80–98 см. Неоднородный от ярко-охристого (10YR 5/6) до сизого (5BG 5/1), выветрелые аргиллиты, разминаются при слабом надавливании, выраженная плитовидная структура.

Сг, 98 см и глубже. Сизые и частично охристые с поверхности аргиллиты.

Почва: желтозем типичный, неглубокоосветленный, сильногумусированный, насыщенный (Albic Acrisols (Clayic)).

Как видно из приведенного описания, почвы характеризуются типичным для естественных желтоземов строением профиля. Для них характерен естественный субэлювиальный горизонт ВЕЛ. Повышение показателя  $pH_{H_2O}$ , как и в описанных выше преобразованных желтоземах, также имеет место, но выражено оно в меньшей степени. Сумма обменных оснований выше, чем в естественных почвах, но только в верхнем органоминеральном горизонте. Нижняя часть профиля имеет степень насыщенности основаниями, близкую к естественным почвам. Содержание гумуса в горизонте ВМ (2.9%) больше, чем в неизменных почвах (0.5–0.7%). То есть преобразования затронули в основном только гумусовые горизонты. Эти преобразования обусловлены строительными работами, протекавшими на близлежащих территориях. Продукты техногенеза поступали на крутые склоны как аэральным путем, так и с поверхностным стоком с выложенных участков террас, на которых велось строительство санаториев и благоустройство их дендропарков.



**Таблица 2.** Параметры местного геохимического фона химических элементов в верхнем горизонте почв (по данным спектрального анализа,  $n = 10$ )

| Элемент | $C_{\phi}$ , мг/кг | Элемент | $C_{\phi}$ , мг/кг |
|---------|--------------------|---------|--------------------|
| Mn      | 808.17             | Sn      | 2.18               |
| Ni      | 35.71              | Ga      | 11.41              |
| Co      | 14.86              | Be      | 1.66               |
| Ti      | 3539.26            | Sc      | 11.21              |
| V       | 988.32             | Li      | 35.00              |
| Ag      | 0.07               | Sr      | 344.54             |
| Gr      | 150.40             | Cu      | 57.35              |
| Mo      | 1.36               | Pb      | 13.66              |
| Zr      | 209.44             | Zn      | 69.59              |

**Химически загрязненные желтоземы.** Последняя категория преобразования естественных желтоземов установлена при оценке эколого-геохимического состояния почв.

Анализ степени загрязнения почв тяжелыми металлами выполнен для территории санатория “Приморье” относительно фоновых характеристик (табл. 2). Расчет суммарных коэффициентов загрязнения почв относительно фоновых значений показал для отдельных участков этой территории чрезвычайно опасный уровень загрязнения почв ( $Z_c = 32-128$ ), что позволяет диагностировать их как хемоземы по желтоземам. Распространены данные почвы локально на участке склона, при-

мыкающего к руслу мелкого водотока, впадающего в Черное море.

На территории санатория “Приморье” эти почвы выявлены в двух местах. В точке наблюдения ПР2-8  $Z_c$  составил 126.6 единиц, в точке ПР2-5 достиг значение 148.5 (табл. 3). Для большей площади исследований был характерен допустимый уровень загрязнения  $Z_c < 16$  (данные по этим точкам в табл. 3 не вынесены). В отдельных точках установлена опасная категория загрязнения почв ( $Z_c = 32-128$ ). Приурочены они также к прирусловому участку ручья и отдельным объектам инфраструктуры санатория: вблизи проходной (ПР1-11), рядом с гаражом (ПМ1) и бытовыми помещениями персонала (ПР7-3, ПР7-5).

Анализ качественного состава химических элементов загрязнителей показывает следующие закономерности. Наиболее частая встречаемость критических превышений фоновых показателей характерна для Pb и Sn (93% проб с  $K_c > 1.5$ ); Zn (79%); Cu (79%); Ag (64%); Mn (29%); Be (29%); Ni (21%). Ряд элементов, построенный по убыванию значений показателя  $K_c$  для наиболее загрязненной точки наблюдений с  $Z_c = 148.5$  единиц, имеет следующий вид:

$$\frac{\text{Элемент}}{K_c} \frac{\text{Sn, Zn, Pb}}{100 - 10} \frac{\text{Mo, Ag, Cu, Ni, Co, Mn}}{10 - 1} \\ \frac{\text{Sc, Sr, Ga, Be, Li, Ti, Zr, V}}{< 1.5}$$

Все химические элементы, имеющие  $K_c$  существенно больше 1.5, типичны практически для

**Таблица 3.** Коэффициенты концентрации ( $K_c$ , безразмерный) и значения суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ) почв санатория “Приморье”

| Номер точки наблюдений | Mn   | Ni   | Co   | Ti   | V    | Ag    | Mo   | Zr   | Cu    | Pb    | Zn    | Sn    | Ga   | Be   | Sc   | Li   | Sr   | $Z_c$ |
|------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| ПР1-11                 | 1.86 | 1.40 | 1.34 | 0.85 | 1.00 | 1.00  | 1.07 | 0.72 | 1.05  | 43.80 | 1.15  | 1.36  | 0.88 | 1.76 | 0.89 | 1.14 | 0.87 | 45.4  |
| ПР2-2                  | 0.87 | 1.40 | 1.01 | 0.42 | 0.50 | 2.00  | 1.07 | 0.48 | 2.62  | 21.90 | 21.55 | 6.82  | 0.88 | 0.88 | 0.45 | 0.86 | 0.87 | 50.9  |
| ПР2-3                  | 0.87 | 0.84 | 0.67 | 0.57 | 0.60 | 0.50  | 0.71 | 0.72 | 1.05  | 21.90 | 1.44  | 1.82  | 0.44 | 0.59 | 0.54 | 0.86 | 1.16 | 22.7  |
| ПР2-4                  | 0.74 | 1.40 | 1.01 | 0.42 | 0.30 | 15.00 | 1.43 | 0.48 | 2.62  | 10.95 | 14.37 | 13.64 | 0.70 | 0.88 | 0.45 | 0.86 | 0.58 | 52.6  |
| ПР2-5                  | 1.86 | 2.80 | 2.01 | 0.85 | 0.60 | 6.00  | 7.14 | 0.72 | 3.49  | 21.90 | 43.10 | 68.18 | 0.88 | 0.88 | 1.34 | 0.86 | 1.16 | 148.5 |
| ПР2-6                  | 0.99 | 0.84 | 0.67 | 0.85 | 1.00 | 0.50  | 1.43 | 0.96 | 0.87  | 0.73  | 1.44  | 36.36 | 0.88 | 0.59 | 1.79 | 0.86 | 1.74 | 37.9  |
| ПР2-8                  | 0.49 | 1.12 | 0.67 | 0.57 | 0.80 | 50.00 | 0.71 | 0.72 | 17.45 | 7.30  | 8.62  | 47.27 | 1.32 | 0.88 | 0.54 | 0.86 | 0.58 | 126.6 |
| ПР2-9                  | 0.99 | 1.40 | 1.01 | 0.85 | 1.00 | 0.50  | 1.43 | 0.72 | 1.75  | 2.92  | 2.16  | 27.27 | 1.32 | 0.88 | 0.71 | 0.86 | 0.58 | 31.1  |
| ПР7-3                  | 1.86 | 1.12 | 1.34 | 1.13 | 1.00 | 6.00  | 0.71 | 0.72 | 1.75  | 14.60 | 21.55 | 4.55  | 1.32 | 0.88 | 0.71 | 0.86 | 0.87 | 44.5  |
| ПР7-4                  | 1.86 | 0.84 | 1.01 | 0.85 | 1.50 | 2.00  | 0.71 | 0.72 | 1.40  | 4.38  | 4.31  | 2.27  | 1.32 | 1.18 | 0.71 | 1.43 | 1.16 | 10.8  |
| ПР7-5                  | 0.87 | 0.56 | 0.40 | 1.13 | 0.80 | 15.00 | 0.71 | 0.72 | 1.40  | 10.95 | 21.55 | 45.55 | 0.88 | 1.76 | 0.54 | 1.43 | 1.16 | 90.8  |
| ПР7-7                  | 1.24 | 1.40 | 1.34 | 1.13 | 1.00 | 4.00  | 1.43 | 0.72 | 1.75  | 3.65  | 5.75  | 4.55  | 1.32 | 2.35 | 0.71 | 1.14 | 0.87 | 17.1  |
| ПР7-8                  | 1.24 | 1.68 | 1.34 | 1.13 | 1.00 | 4.00  | 1.43 | 0.72 | 0.87  | 5.84  | 14.37 | 2.73  | 0.88 | 1.76 | 0.89 | 1.14 | 1.16 | 25.4  |
| ПМ1                    | 1.24 | 1.68 | 1.34 | 1.13 | 1.00 | 1.00  | 1.43 | 0.48 | 1.40  | 72.99 | 2.16  | 2.73  | 1.32 | 0.29 | 1.34 | 1.14 | 1.74 | 77.3  |
| $K_c > 1.5$ , % проб   | 29   | 21   | 7    | 0    | 0    | 64    | 7    | 0    | 50    | 93    | 79    | 93    | 0    | 29   | 7    | 0    | 7    |       |

любой техногенной геохимической аномалии. Источником их поступления являются выбросы автотранспорта, местных систем отопления, бытовые отходы и сток. Присутствие в начале обсуждаемого ряда таких элементов, как Sn, Zn и Pb, может быть обусловлено применением пестицидов [25] для поддержания санитарного состояния дендрофлоры санатория. Оценка санитарно-гигиенического состояния почв относительно установленных значений ПДК и ОДК микроэлементов в почвах подтверждает данные эколого-геохимической оценки. Наиболее загрязнена площадь, вблизи ручья безымянного.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ особенностей желтоземов на территориях санаториев Сочинского черноморского побережья позволяет выделить два фактора, повлиявших на существенное изменение их свойств. Региональные приемы окультуривания почв дендропарков с нанесением на поверхность материала гумусовых горизонтов черноземов обусловили подщелачивание почв и повышение содержания гумуса в их глубинных горизонтах.

Изменение кислотно-щелочных свойств почв со сдвигом pH от кислых значений до нейтральных и слабощелочных обусловлено процессами строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры санаториев. Подтверждением антропогенного воздействия является наличие локально распространенных в подчиненных ландшафтах химически загрязненных почв – хемоземов по желтоземам. Спектр химических элементов, концентрации которых существенно превышают фоновые показатели, включает Pb, Sn, Zn, Cu, Ag, Mn, Ni.

Слабо преобразованы желтоземы, распространенные на крутых склонах, примыкающих к Черноморскому побережью, не использовавшихся под застройку. В них полностью сохранился естественный облик типичных желтоземов. В почвах выражен субэлювиальный горизонт BEL. Который не характерен для почв остальной территории за счет существенного подщелачивания почв, обусловившего подавление процесса элювирования верхней части метаморфического горизонта VM. Данные склоны можно рассматривать как фоновые участки при оценке эколого-геохимического состояния почв санаторной зоны.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Рис. S1. Почвенная карта территории Сочинской опытной станции на период конца 20-х годов прошлого столетия (по данным [19]).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреева А.Е., Снакин В.В., Тюрюканов А.Н.* Временная изменчивость физико-химических свойств почв субтропических лесов колхидского типа. Почвенно-биогеоценологические исследования на Северо-Западном Кавказе. Пушино, 1990. С. 17–33.
2. *Беседина Т.Д.* Агрогенная трансформация почв Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа при использовании под субтропические культуры. Дис. ... докт. с.-х. н. Краснодар, 2004. 313 с.
3. *Бушин П.М.* Почвы субтропической зоны Краснодарского края // Докл. Соч. отд-ния Геогр. о-ва СССР. Л., 1971. Вып. 2. С. 139–163.
4. *Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Трубилин И.Т. и др.* Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. Ростов-на-Дону, 1996. С. 100–102.
5. *Галактионов И.И.* Почва и удобрения в субтропическом хозяйстве. Сочи, 1947. 140 с.
6. *Герасимов И.П.* Почвенный покров и характеристика почв пригодных для культуры чая на территории Адлерского района // Природные условия Северо-Западного Кавказа и пути рационального использования их в сельскохозяйственном производстве / Под ред. Плынова Б.Б. М.–Л., 1951. Ч. 2. С. 21–30.
7. *Герасимова М.И., Колесникова Н.В., Асадулина Р.М., Гуров И.А. и др.* Сочинский дендрарий: опыт комплексного почвенно-геохимического исследования экологических проблем. Сочи, 2007. 94 с.
8. *Герасимова М.И., Гуров И.А., Колесникова Н.В.* Желтоземы как объект новой классификации почв России // Мат-лы V Всерос. съезда Докучаевского общества почвоведов. Ростов-на-Дону, 2008. С. 520.
9. *Герасимова М.И., Колесникова Н.В., Гуров И.А.* Литолого-геоморфологические факторы формирования желтоземов и других почв во влажных субтропиках РФ (Сочинский дендрарий) // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, география. 2010. № 3. С. 61–65.
10. *Гуров И.А.* Кавказские желтоземы – сквозь призму времени // Вестник аграрной науки. Тбилиси, 2009. № 1. С. 27–32.
11. *Гуров И.А.* Желтоземы древних морских террас в районе Сочи. Дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2011. 23 с.
12. *Докучаев В.В.* Предварительный отчет о путешествии на Кавказ. Собр. соч. Т. VI. М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 436–464.
13. *Захаров С.А.* Главнейшие почвы Черноморского округа и их характеристики // Ежегодные изучения почв Северного Кавказа. Краснодар, 1929. Ч. 2. 95 с.
14. *Зонн С.В.* Почвенный покров и проблемы преобразования природы и хозяйства субтропиков СССР. М.: Наука, 1987. 185 с.
15. *Классификация почв России.* М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. С. 57–61.
16. *Козин В.К.* Оценка почвенно-экологических условий садовых ценозов субтропиков России. Краснодар, 2005. 135 с.
17. *Коркешко А.Л.* История паркового строительства на территории Сочи (1866–1969) // Доклады Сочинского отдела Географического общества СССР. Л., 1971. Т. II. С. 364–376.

18. *Малюкова Л.С., Козлова Н.В.* Зональные типы почв влажных субтропиков Черноморского побережья России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2016. № 56. С. 146–156.
19. *Прасолов Л.И., Антипов-Каратаев И.Н., Филиппова В.Н.* Почвы Сочинской станции. Л.: Изд-во ЛОВИУА ВАСХНИЛ, 1934. 92 с.
20. *Рогожина Е.В.* Особенности ризосферного микробного сообщества различных сортов чая в условиях субтропической зоны России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2010. № 43-1. С. 63–69.
21. *Ромашкевич А.И.* Желтоземы // Генетические типы почв субтропиков Закавказья / Под ред. Герасимова И.П. М.: Наука, 1979. С. 66–81.
22. *Ромашкевич А.И.* Субтропические псевдоподзолистые (элювиально-поверхностно-глеевые) почвы // Генетические типы почв субтропиков Закавказья. М.: Наука, 1979. С. 82–114.
23. *Саит Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 234 с.
24. *Соловов А.П.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 294 с.
25. *Сорокина Е.П., Агальцова Е.Б., Григорьева О.Г., Саит Ю.Е.* Выявление геохимических ассоциаций элементов как метод исследования техногенных аномалий // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. Л.: Гидрометеоздат, 1980. С. 91–99.
26. *Строганова М.Н.* Городские почвы: генезис, систематика и экологическое значение. Дис. ... док. биол. н. М., 1998. 71 с.
27. *Строганова М.Н., Раппопорт А.В.* Антропогенные почвы ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1094–1101.
28. *Струкова Д.В.* Ферментативная активность желтоземов при ведении культуры чая (*Camellia Sinensis*) в условиях субтропиков России // Почвы в биосфере. Сб. мат-лов Всерос. научн. конф., посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН. Новосибирск, 2018. С. 116–119.
29. *Урушадзе Т.Ф.* Желто-бурые почвы // Генетические типы почв субтропиков Закавказья / Под ред. Герасимова И.П. М.: Наука, 1979. С. 115–126.
30. *Craul P.J.* Urban soils: Applications and practices. N.Y.: John Wiley and Sons, 1999. 289 p.

## Anthropogenic Evolution of Zheltozems in Sochi Sanatorium Area

L. V. Zakharikhina<sup>1, \*</sup> and A. V. Burtovoy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crop, Sochi, 354002 Russia

\*e-mail: zlv63@yandex.ru

The anthropogenic evolution of zheltozems (Acrisols) in the sanatorium zone of Sochi agglomeration since the late 20-ies of the last century is characterized by a change in the acid-base properties and humus state of soils. The  $pH_{\text{water}}$  shifted from 5.1 to 7.4 (average values for the genetic horizons of soils), the exchangeable bases increased 2.4 times in the upper horizon (from 17.2 to 41.2  $\text{cmol}_c/\text{kg}$ ) and 1.3 times (from 15.9 to 21.0  $\text{cmol}_c/\text{kg}$ ) in the structural-metamorphic gleyic BMg horizon. Soil alkalization, typical of urban environments, determined the suppression of eluvial processes in the upper part of BMg horizon. Humus content in the topsoils remained at the same level (about 6.7%), but it increased in the subsoils (up to 3.6–4.3% versus the initial 0.5–0.8%). This transformation is caused by two reasons: 1) input of technogenic salts (with surface runoff and drainage water), which are known to be alkaline and transforming the acid-base soil properties; 2) cultivation of soils (putting on the soil surface the material of the humus horizon of chernozems) for exotic plants of dendroparks in sanatoriums, which changed the soil humus state. Soils are qualified for dark structural-metamorphic agrozems. Locally, abrazems occur, on the lower sections of slopes adjacent to the channels of small streams, there are chemozems over zheltozems. On the steep slopes to the Black Sea, under natural vegetation, typical zheltozems are developed.

**Keywords:** soil of subtropics of Russia, acid-base properties of soils