

На правах рукописи

ГУРОВ ИЛЬЯ АНАТОЛЬЕВИЧ

ЖЕЛТОЗЕМЫ ДРЕВНИХ МОРСКИХ ТЕРРАС В РАЙОНЕ СОЧИ

Специальность 03.02.13

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

МОСКВА

2011

Работа выполнена в Почвенном институте им. В.В. Докучаева РАСХН

Научный руководитель:

Доктор биологических наук М.И. Герасимова

Официальные оппоненты:

Доктор сельскохозяйственных наук В.П. Белобров

Кандидат географических наук Р.Г. Грачева

Ведущая организация: Факультет Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

Защита диссертации состоится « 9 » июня 2011 года в 11 ч. На заседании диссертационного совета Д 006.053.01 в Почвенном институте им. В.В. Докучаева РАСХН (119017, г. Москва, Пыжевский переулок, д.7)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Почвенного института им В.В. Докучаева РАСХН

Автореферат разослан «_6_» мая 2011 года

Отзывы на автореферат в 2-х экз., заверенных печатью организации просьба присылать по адресу 119017, г. Москва, Пыжевский переулок, д.7 стр. 2. Диссертационный совет. Тел.:+7 (495) 953-99-81; Факс.:+7 (495) 951-50-374; e-mail: lubimova@agro.geonet.ru

Ученый секретарь диссертационного совета

Доктор сельскохозяйственных наук

И.Н. Любимова

Актуальность проблемы. Несмотря на более чем 100-летнюю историю изучения желтоземов ряд вопросов их генезиса остается открытым, не вполне ясно и положение почв влажных субтропиков в системе новой классификации почв России. Желтоземы в России являются крайне редкими, исчезающими почвами и представляют большой интерес для географо-генетических концепций. Слабо разработаны вопросы преобразований свойств желтоземов в связи с антропогенным воздействием, а также приоритетов их рационального использования. Получение такой информации особенно актуально в свете интенсивного рекреационного освоения территории Сочи и подготовки к Олимпиаде 2014 года.

Цели и задачи исследования

1 Получение новой информации о генезисе и современном состоянии желтоземов и генетически близких к ним почв; пространственных закономерностях распространения и вкладе факторов-почвообразователей в формирование почв влажных субтропиков России.

2 Уточнение «центрального образа» желтоземов и их классификационного положения с привлечением данных о минералогическом составе тонких фракций и микростроении, а также результатов полевых модельных экспериментов.

Поставленная нами цель реализовывалась посредством решения следующих задач:

1 Изучение свойств желтоземов, протекающих в них процессов и закономерностей их распространения на примере ключевого (Дендрария Сочи) и дополнительных участков (долина р. Мзымты – Имеретинская низменность).

2 Уточнение диагностики (на основе анализа свойств диагностических горизонтов) и таксономического положения желтоземов и близких к ним почв влажных субтропиков России согласно Классификации почв России (2008).

3 Оценка вклада антропогенного фактора в формирование желтоземов на примере природоподобных почв ландшафтно-парковых объектов.

Научная новизна. Представленная работа является одним из первых комплексных исследований желтоземов России после работ конца 1930-х г.г. Исследование основано на большом фактическом материале: работы такой детальности проводились в регионе более 50 лет назад. Была впервые предпринята попытка классификации субтропических почв по принципам новой классификации почв России (2008). Благодаря применению специальных методов: определение целлюлозолитической активности, хемография,

рентгендифрактометрический анализ минералогического состава трех тонких фракций почв, микроморфология, получены новые данные о свойствах почв влажных субтропиков России.

Практическая значимость и реализация результатов. В работе приведена новая информация, освещающая вопросы генезиса, морфологии, химизма и географии желтоземов и генетически близких к ним почв России. Сделаны предложения по классификации желтоземов. Результаты могут быть использованы для обновления соответствующих разделов учебных материалов и курсов лекций по географии почв, почвоведению, агрохимии, геохимии ландшафтов, экологии, лесоводству, ландшафтному дизайну и планированию.

На практике результаты исследования применялись при почвенной съемке различного масштаба (от 1:1000 до 1:10 000), планировании противоэрозионных и рекультивационных мероприятий на участках антропогенных нарушений почвенного покрова. Полученные сведения могут быть полезны в бонитировке почв и обосновании оптимизации использования почв/оценке пригодности почв для субтропических культур.

Защищаемые положения

1. На северном пределе климатического ареала влажных субтропиков (древние морские террасы в районе Сочи) ведущую роль в естественном почвообразовании играют литолого-геоморфологические условия: желтоземы *типичные*, приурочены к переотложенным желтоцветным корам выветривания пологих склонов, *остаточно-карбонатные* к остаточным (Полынов и др., 1933) корам выветривания осадочных пород. На ровных поверхностях морских террас в условиях избыточного атмосферного и дополнительного аллохтонного увлажнения формируются элювиально-поверхностно-глеевые (далее ЭПГ) желтоземные почвы на породах двух групп: галечниках и желтоцветном делювии. Большинство из перечисленных почв имеют хорошо выраженные признаки антропогенного воздействия, в том числе и в природоподобных профилях.

2. Исходя из генетических особенностей желтоземов России, предлагается тип желтоземов отдела структурно-метаморфических почв (Полевой определитель почв России, 2008) разделять на подтипы типичных и остаточно-карбонатных. ЭПГ на галечниках предлагается классифицировать в отделе элювоземов как дерново-элювоземы оруденелые (подтип), ЭПГ на желтоцветном делювии – в отделе структурно-

метаморфических почв как элювиально-метаморфические глееватые конкреционные (сложный подтип).

3. Минералогический состав тонких фракций сочинских желтоземов дифференцирован по профилю. В верхней части относительно накапливаются жесткие кластогенные минералы, в нижней – смешанослойные, с высокой долей смектитов, что обуславливает двойственность современного функционирования почвенной толщи; ее верхняя часть может быть названа педогенно-климатогенной, нижняя – литогенно-метаморфической.

4. Диагностический горизонт желтоземов – ВМ, имеет набор признаков, среди которых основными являются: тусклая желтая окраска, отсутствие определенной структуры, вязкость во влажном и трещиноватость в сухом состояниях, повышенное содержание илистой фракции и высокая кислотность. Горизонт формируется в результате структурных преобразований минеральной массы с преобладанием смектита среди глинистых минералов; преобразования связаны с кратковременным сильным летним иссушением постоянно переувлажненной почвы, что подтверждается особенностями микроструктур и формами оптически ориентированных глин.

5. Признаки антропогенного воздействия неустойчивы: результаты механических нарушений стираются как в верхней части профиля желтозема благодаря высокой биологической активности и элювиальным процессам, так и в нижней, за счет структурных перестроек набухающей смектитовой фазы. В результате формируются природоподобные профили желтоземов с артефактами в почвенной массе.

Апробация. Совместно с М.И.Герасимовой и Н.В. Колесниковой составлена почвенно-ландшафтная часть ГИС Сочинского Дендрария (в составе 30 карт), одобренная Ученым советом заказчика – ФГУ «НИИ Горлесэкол», и используемая в лесопарковых и интродукционных работах.

Автором в коллективе НПФ «Экоцентр-МТЭА» была составлена серия почвенных карт различного масштаба (1:2000-1:10 000) на территорию долины р. Мзымта и Имеретинскую низменность в соавторстве с Л.В. Бычковой, М.Е. Гинзбургом, Т.М. Гинзбург, И.В. Ермаковым, а также были разработаны проекты охраны и восстановления почв данной территории (всего более 20 проектов), принятых контролирующими органами.

Результаты исследований докладывались на V Всероссийском съезде Докучаевского общества почвоведов в Ростове-на-Дону, 2008; Ломоносовских чтениях, 13-й международной пущинской школе молодых ученых «Биология – наука XXI века», 2009 г.

По результатам исследований опубликовано 8 печатных работ, не считая проектов МООС, в том числе 2 в изданиях, рецензируемых ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация включает 149 страниц основного текста и 50 страниц приложений. Состоит из 6 глав введения и заключения, содержит 25 таблиц, 40 рисунков, включает список использованной литературы из 199 источников.

Автор выражает благодарность своему научному руководителю д.б.н. Марии Иннокентиевне Герасимовой за помощь и поддержку при выполнении работы; д. с-х. н. Н.П. Чижиковой, за обсуждение результатов минералогического анализа и ценные рекомендации по выполнению работы; д.с-х. н. Н.Б. Хитрову, к.г.н. Д.Е. Конюшкову, к.с-х.н. М.П. Лебедевой, Т.И. Малуевой, Г.К. Гавриловой, аспирантке Н. В. Колесниковой, к.г.н. Л.В. Бычковой, к.б.н. М.Е. Гинзбургу, к.б.н. Т.М. Гинзбург, И.В. Ермакову, директору ФГУ НИИ «Горлесэкол» к.с-х.н. М.Д. Пиньковскому и сотрудникам: С.Д. Самсонову, к.с-х.н. А.А. Коркешко, к.б.н. Н.А. Солтани; начальнику отдела Агрохимии НИИ «Горного цветоводства и субтропических культур» к.б.н. Н.В. Козловой за ценные советы и замечания при написании работы.

Введение

Материалы для написания данной работы были собраны в течение 2007-2011 г.г. при исследовании почв Дендрария города Сочи в рамках сотрудничества географического факультета МГУ и ФГУ «НИИ Горлесэкол», а также в ходе научно-производственных экспедиций НПФ «Экоцентр-МТЭА» в долине р. Мзымта и Имеретинской низменности, осваиваемых под строительство олимпийских объектов.

На полевом этапе описывались морфологические свойства почв и условия почвообразования, а также проводились модельные эксперименты (оценка целлюлозолитической активности, интенсивности разрушения почвообразующих пород, хемографических характеристик желтоземов и др.).

Лабораторное исследование включало определения:

- физико-химических характеристик (всего по 9-11 видов анализов для опорных разрезов, а также показатели рН и содержания гумуса для 60 дополнительных разрезов),
- минералогического состава,
- микроморфологического строения.

Глава 1. Основные этапы исследования желтоземов Кавказа и их центральный образ

Желтоземы Черноморского и Каспийского ареалов изучаются уже более 100 лет. Ранний этап исследований можно охарактеризовать как первое знакомство отечественных почвоведов со свойствами, особенностями распространения и, отчасти, генезисом желтоземов и близких к ним почв. В 1904 г. К.Д. Глинка сформулировал положение об ослабленном субтропическом типе выветривания, присущем Черноморскому побережью Кавказа. Известно около 20 работ конца XIX - начала XX в.в., посвященных почвам влажных субтропиков России, т.е. района Сочи.

На следующем этапе, неразрывно связанном с именем Сергея Александровича Захарова, кислые глинистые, «оподзоленные» почвы влажных субтропиков Кавказа, имеющие желтовато-бурую окраску нижней части профиля, были названы желтоземами. В конце 1920-х сотрудники экспедиции Почвенного института, делают первую попытку целенаправленного исследования генезиса желтоземов России (Прасолов и др., 1934). В целом, для предвоенного периода исследований было характерно выявление субтропической специфики почвообразования. Другим направлением было установление основных агрохимических свойств желтоземов и степени пригодности этих «насколько бедных, настолько же и красивых», по словам С.А. Захарова, почв под субтропические культуры. В классификационном отношении большинство исследователей рассматривали желтоземы как подтип внутри типа красноземно-желтоземных почв, отличия желтоземов от красноземов они связывали с развитием первых на менее ферралитизированных породах.

В 1970-е годы были проведены углубленные исследования минералогического состава и ряда химических свойств широкого спектра почв влажных субтропиков (Зырин, 1973, 1974; Горбунов, 1975; Бобровицкий, 1974; Сотникова, 1975, Канчавели, 1981;

Кириченко, 1985; Гегечкори, 1985; Гвалия, 1991 и др.). Были установлены существенные различия в минералогическом составе ферралитных почв субтропиков.

И.П. Герасимовым и А.И. Ромашкевич (1967) были сформулированы представления о трех основных зонах почвообразования - выветривания в почвах субтропиков: «верхней, соответствующей текущему почвообразованию, переходной желтоцветной оглиненной и нижней сапролитовой, развивающейся вне воздействия почвенных растворов». Наиболее полными фактологически и концептуально были работы А.И. Ромашкевич о генезисе, морфологии, динамике, микроморфологии желтоземов и субтропических псевдоподзолистых (элювиально-поверхностно-глеевых) почв. Ее представления о желтоземах Кавказа (1966, 1972, 1978, 1979, 1989) используются в данной работе.

С.В. Зонном (1987) было сформирована концепция желтоземного выветривания-почвообразования, подразумевающая современную природу желтоземообразования, приводящего к переходу железа в окисдо-гидроксидные формы, на фоне как сиалитного, так и ферралитного состава минеральной массы.

Анализ литературных данных, накопленных к 1980-м годам, позволяет сформировать следующий «центральный образ» желтоземов Кавказа.

Желтоземные почвы распространены исключительно в условиях расчлененного рельефа предгорий и приурочены к рыхлым элювиальным и элювиально-делювиальным отложениям – дериватам осадочных пород (глинистых сланцев, аргиллитов, глин, песчаников). Желтоземы развиваются в условиях влажного (сезонно-влажного в Ленкорани) субтропического климата, под широколиственными лесами с участием вечнозеленых растений.

Желтоземы – почвы со слабо дифференцированным профилем, включающим горизонты: А (гумусовый) – АВ (гумусово-метаморфический или элювиально-метаморфический) – В (иллювиально-метаморфический) – ВС (верхняя часть коры выветривания). Желтоземам свойственна достаточно равномерная желтая окраска, объясняемая сильной гидратацией и высоким содержанием соединений железа, повышенная глинистость, унаследованная от почвообразующих пород, частое совмещение профилей почвообразования и выветривания, причем процесс выветривания не доходит до стадий, близких к ферралитизации.

Желтоземы – кислые, в разной степени ненасыщенные почвы, гумус имеет фульватный состав, его содержание в верхних горизонтах природных почв составляет 2-7%.

ЕКО варьирует в широких пределах: от низкой до средней (30 смоль/кг). В ряде исследований отмечается ненасыщенность основаниями. Предполагается вынос из верхней части профиля оксидов железа и алюминия и накопление SiO_2 (Ромашкевич, 1979).

В зональном ряду желтоземы соседствуют с бурыми лесными почвами, от которых они отличаются более высокой выветрелостью субстрата, обогащенностью каолинитом и (гидр)оксидами железа, менее выраженными проявлениями биологических процессов; иногда выделяют переходные желто-бурые почвы. От красноземов желтоземы отличает более высокая ЕКО, отчетливая дифференциация профиля по содержанию ила и значительно меньшая степень ферралитизации.

Таким образом, желтоземы российского (сочинского) ареала остаются слабоизученными в генетическом плане. Центральный образ желтоземов сложился на основании работ по почвам Закавказья, практически без учета особенностей сочинского ареала.

Глава 2. Условия формирования желтоземов в районе Сочи

Благоприятные условия для развития желтоземов складываются на относительно малых участках в пределах приморской полосы высотой до 250 м н.у.м., протяженностью около 140 км и шириной 1-5 км от Туапсе до Псоу (Троицкий, 1960; Карпун, 1997).

Средняя годовая температура составляет $14,1^\circ\text{C}$, средняя температура января $+5,8^\circ$ (на поверхности почвы температура колеблется около $+4^\circ$), июля $+23,2^\circ$, в июле-августе температуры часто превышают 30°C . Годовая сумма активных температур варьирует от -4000° до 4400° .

Среднегодовое количество осадков колеблется около 1450-1650 мм; наблюдаются значительные флуктуации по годам, достигающие (например 1988 и 1989 г.г.) 1000 мм (данные Сочинской гидрометеостанции). Такая неравномерность распределения осадков создает условия для периодического переувлажнения и иссушения почв.

Исторически прибрежная полоса была занята лесами колхидского типа (Гроссгейм, 1948, Долуханов, 1989), состоящими из дуба, каштана, бука, граба; второй ярус и подлесок образованы вечнозелеными растениями из понтийского рододендрона, падуба, лавровишни, самшита. Опыты по интродукции и приживаемости показали, что они наиболее успешны для представителей североамериканской флоры (Коркешко, 1959).

Рельеф Черноморского побережья в ареалах желтоземов определяется наличием антиклинальных складок, идущих с северо-запада на юго-восток, параллельно берегу

моря. Складки прорезаны долинами небольших рек, разделивших их на отдельные хребты, на одном из которых и расположен базовый район исследования – Сочинский Дендрарий. Оба склона хребта расчленены малыми водотоками и прерываются пологими ступенями древних морских террас (до 6 высотных уровней). Террасы сложены преимущественно песчано-галечниковыми отложениями и перекрыты чехлом делювия.

Среди дочетвертичных почвообразующих пород наиболее распространены относительно однородные верхнепалеогеновые отложения Сочинской свиты; они представлены тонкосланцеватыми карбонатными аргиллитами с прослоями песчаников, мощностью до 25 см. В составе карбонатных аргиллитов Сочинской свиты содержится 51-58% кремнезема, 13-22% оксидов алюминия и 4-6% оксидов железа; содержание карбонатов – 20-25% (Инженерно-геологическая характеристика..., 1959).

Аргиллиты и песчаники сильно преобразованы процессами выветривания, нижние части склонов и террасовые поверхности покрывает слой глинистого пролюво-делювия желтого или желто-бурого цвета (мощностью до 7 м). Общей чертой разнообразных пролювиально-делювиальных отложений является повышенная глинистость, иногда – неоднородность, выраженная в чередовании песчанистых и пылеватых прослоек. На более высоких гипсометрических уровнях отложения имеют преимущественно желтую или желто-бурю окраску и относительно небольшую (до 5 м) мощность. На нижних уровнях пролюво-делювий отличается яркой пятнистой окраской: на сизом фоне чередуются желтовато-оливковые и ржаво-охристые пятна («пестрые глины»).

Интенсивные антропогенные воздействия начались со сведения естественной растительности, раскорчевки территории, искусственного осушения, регулирования стока рек. Почти одновременно имело место и «природо-ориентированное» направление освоения в виде организации парков, скверов, опытных лесных участков и питомников. На таких объектах в настоящее время преобладает лесная интродуцированная растительность, обеспечивающая природоподобные условия развития желтоземов. Фактически в последнее время антропогенное воздействие стало одним из главных почвообразующих факторов.

Глава 3. Полевые эксперименты по изучению и моделированию динамики почвообразования

3.1. Изучение целлюлозолитической активности

Эксперимент проводился на основании несколько видоизмененной методики Гельцера (1990), состоящей в экспонировании в почвенном профиле образцов хлопчатобумажной материи. Установлено, что относительно молодые почвы на карбонатных аргиллитах и песчаниках, не имеющие развитого метаморфического горизонта, характеризуются наиболее активным разрушением хлопчатобумажной ткани по всему профилю. Для почв с ясно выраженной профильной дифференциацией можно говорить от двухъярусном проявлении биологических процессов: верхней гумусово-элювиально-глеевой части свойственна высокая целлюлозолитическая активность (с колебаниями, связанными с увлажнением), в нижней литогенно-метаморфической она минимальна за исключением прикорневых зон.

Закономерными были и различия между почвами, в разной степени антропогенно измененными: самыми высокими и стабильными показателями выделялись насыпные почвы на карбонатном субстрате. В ходе эксперимента было получено неожиданное подтверждение высокой интенсивности миграции тонких частиц в верхнем горизонте: образцы ткани за 2-3 месяца оказались покрытыми иловато-коллоидным налетом. Кроме того, на образцах полотна появлялось много ржавых пятен (гидр)оксидов железа.

3.2. Изучение дезинтеграции основных почвообразующих субстратов

Для моделирования преобразований основных почвообразующих пород образцы карбонатных аргиллитов и желтоцветного делювия были помещены в различные среды: на дневную поверхность, в гумусово-элювиально-глеевую и литогенно-метаморфическую части профиля. Исследование подтвердило литературные данные (Безнуров, 1971, Ажигиров, 1980, Ажигиров, Голосов, 1990) о высокой интенсивности дезинтеграции образцов на поверхности. Плотные куски породы диаметром до 10 см за 6-18 месяцев превращаются в мелкие пластинки или кубики диаметром менее 1 см.

В элювиально-глеевых горизонтах процессы разрушения образцов субстратов менее активны: образуются агрегаты диаметром до 3 см, причем разрушение идет главным образом не столько за счет расклинивания по плоскостям спайности, сколько в результате постепенного отслаивания тонкодисперсного материала, превращающегося в вязкий налет. В метаморфических горизонтах происходит сходное отслаивание карбонатных аргиллитов, практически без механического разрушения. Желтоцветный глинистый материал в метаморфическом горизонте быстро теряет блоковую структуру, наблюдается связывание агрегатов в однородную глинистую массу.

Таким образом, как показали эксперименты, плотные породы при выходе на дневную поверхность быстро разрушаются, создавая значительный по объему и благоприятный для почвообразования материал. В метаморфической части профиля преобразования субстрата также происходят за короткое время и заключаются в потере структурности, сопряженной с его разбуханием/сжатием.

3.3. Хемографические исследования

Хемографические картины распределения закисных и окисных ионных форм железа по методике Е.А. Дмитриева (1971) в разные сезоны (зимой совместно с А.В. Шарповой) показали доминирование окисных соединений, с наибольшим содержанием обеих форм в верхней элювиально-глеевой части профиля. Двухвалентное железо отчетливо связано с гумусовым профилем, а также с сизыми участками «пятнистой зоны». Такое распределение говорит о постоянном преобладании окислительных процессов в почвах террас, при подчиненной (эпизодической) роли процессов восстановительных.

3.4. Изучение почв, заключенных в корневые системы широколиственных деревьев

На крутом оползневом склоне ($> 15^\circ$) с природным широколиственным лесом, сложенном аргиллитами и песчаниками, были изучены вывалы, в которых, в отличие от вывалов таежной зоны (Васенёв, Таргульян, 1995) сохраняются почвенные профили, фиксированные массой крупных вертикальных корней. Профили почв таких корневых «контейнеров» отнесены к желтоземам в отличие от окружающих их дерновых метаморфизованных почв, маломощных, вследствие постоянных склоновых процессов.

В «контейнерах» с осадками поступают подкисленные стволочные воды, кроме того, почвенный субстрат удерживается от размыва корнями. В результате, за достаточно короткое время, предположительно, несколько десятилетий, происходит дифференциация почвенной толщи на верхнюю элювиально-глеевую и нижнюю литогенно-метаморфическую части.

Общими итогами полевых экспериментов являются: подтверждение высокой активности процессов выветривания и почвообразования, с разделением профилей на верхнюю биологически и «почвообразовательно» активную и нижнюю более инертную части, господство оксидных форм железа среди легкоподвижных. Скорость некоторых изучаемых элементарных почвообразовательных процессов, при благоприятном стече-

нии обстоятельств может быть сопоставима с продолжительностью жизнедеятельности широколиственных деревьев (около 100 лет).

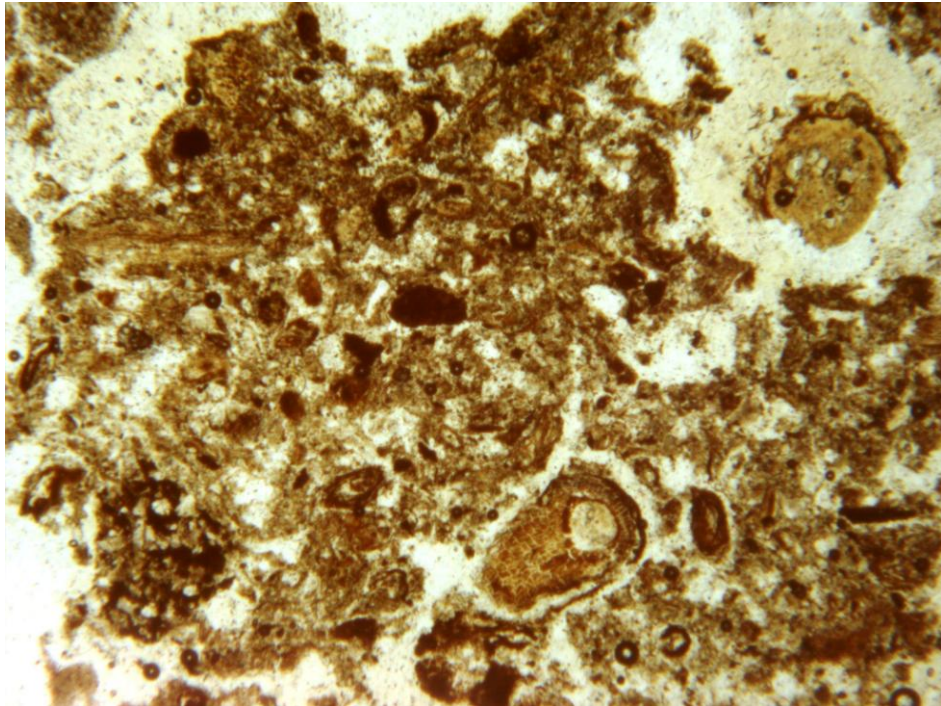
Глава 4. Почвы древних морских террас в районе Сочи

Поскольку в задачи исследования входило решение классификационных вопросов, оно опиралось на принципы и номенклатуру «Классификации и диагностики почв России», 2004 и «Полевого определителя почв России», 2008.

Желтоземы типичные глинистые формируются на ровных дренированных (преимущественно естественным путем) мезоповышениях второй и третьей морских террас, на глинистых желтоцветных делювиальных, элювиально-делювиальных и пролювиально-делювиальных отложениях (рис.1-2). В профиле типичных желтоземов можно выделить 3 основные части. Верхняя гумусово-аккумулятивно-элювиально-глеевая часть включает горизонты: АУ(ао), (АУЕL(g,nn)), ВЕLg,nn или ЕLГnn. Горизонт АУ может иметь черты глееватости и/или грубогумусности. Средняя, метаморфическая, часть не имеет резких границ, ее ядром является структурно-метаморфический горизонт ВМ, в нее входят также морфоны соседних горизонтов. Третья часть характеризуется слабыми структурными перестройками и своеобразным мраморовидным оглеением, она включает горизонт ВМСg желтоцветного глинистого делювия. Основные химические свойства желтоземов приведены в таблице 1.

Для микростроения верхнего горизонта характерна слабо выраженная микроструктура с малым участием копролитов, разнообразие растительных остатков и стадий их разложения (микрофото 1). Уже с первых 5 см появляются гумусово-железистые плотные мелкие (до 0,5 мм) нодули. Максимум железистых новообразований приурочен к элювиально-глеевым морфонам; с глубиной начинают преобладать ржавые тона окраски, в метаморфическом горизонте железистые новообразования представлены пропиточными формами и кутанами. На глубине около 70 см появляются марганцевые дендриты или пятна по плоскостям спайности выветривающейся породы. Здесь же наблюдается резкое сокращение количества скелетных зерен и увеличение доли микронзон с оптически ориентированными глинами волокнистого и перекрестно-волокнистого строения в основной массе и стресс-кутан по трещинам (микрофото 2).

Микрофото 1. Многообразие растительных остатков в горизонте АУ.



В илистой фракции среди слоистых силикатов доминируют смешанослойные хлорит-вермикулитовые образования, сметит (в метаморфическом горизонте) и гидрослюды диоктаэдрического строения, присутствует каолинит, а также кварц. Были определены также качественные, рафинированные гиббсит и каолинит.

Желтоземы остаточно-карбонатные приурочены к склонам, крутизной до 7-8°, но встречаются и на ровных участках при близком залегании карбонатных аргиллитов с прослоями песчаников. Они имеют относительно маломощный темный горизонт АУ(AU). Ниже следует слабо осветленный слегка оглеенный горизонт, прокрашенный гумусом, с повышенным содержанием закисного железа. Горизонт ВМ желтого цвета, отличается компактностью, вязкостью (в сухом состоянии трещиноватостью), содержит мелкие железисто-марганцевые стяжения и ожелезненные фрагменты выветрелой гальки или местного песчаника.

Верхняя часть коры выветривания, мощностью до 30-40 см, состоит из мягких, часто ожелезненных обломков аргиллитов и мелкозема между ними (не более 10% от объема); вскипает от HCl, карбонаты в виде белоглазки и мягких стяжений.

Для микростроения верхней части гумусового горизонта характерны слабая агрегированность (есть одноразмерные округлые агрегаты) и такое же обилие и разнообразие растительных остатков.

Таблица 1. Некоторые свойства желтоземов и ЭПГ.

Горизонт	Глубина отбора, см	Гумус, %	Гидролитическая кислотность, сМ/кг	рН, водн.	Поглощенные основания по Гедройцу, сМ/кг		Обменная кислотность, сМ/кг		Fe ₂ O ₃ по Тамму, %	Fe ₂ O ₃ по Джексо-ну, %	Содержание фракции <1 нм, %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺			
Разрез 5. Желтозем типичный глинистый на желтоцветном делювии (Дендрарий)											
AYg	0-10	4,3	4,8	5,8	11,9	4,9	0,3	0	0,143	1,6	9,8
AYELnn	15-25	1,8	2,8	5,3	9	4,2	0,7	0	0,195	2	16,7
BELg,nn	30-40	1,2	6,6	5,4	10,5	7	0,8	0	0,111	2,3	35,3
BM	40-50	0,7	25,1	5	9,3	13	11,2	0,1	0,137	3,3	53,4
BMCg	70-80	0,6	20,1	5	11,9	16	9,6	0,1	0,098	3,2	51,7
C	130-140	0,5	14,6	5	11,9	10,4	1,3	0	0,065	3,1	32,4
Разрез 32. Элювиально-поверхностно-глеевая почва на желтоцветном делювии (Дендрарий)											
AY	9-12	4,1	4,9	5,3	7	6,9	0,2	0,1	0,481	0,8	7,8
ELg,nn	15-25	1	3,6	5,7	5,9	10,5	0,3	0	0,273	1,2	16,3
BELg,nn	50-60	0,5	13,5	5,3	5,6	8,9	8,6	0,1	0,436	2,6	31,7
BMCg	85-95	0,4	13,2	5,4	8,4	9,7	6,6	0,1	0,293	3	51
Разрез 24. Желтозем остаточно-карбонатный на карбонатных аргиллитах (Дендрарий)											
AY	0-8	6,9	7,7	5,75	10	5	1,2	0	0,962	2,16	17,55
AELg,nn	15-25	3,11	1,3	6,8	10,8	4,2	1,2	0	0,546	2,39	29,07
BM	45-55	0,62	0,8	7,4	15,8	4,2	0,5	0	0,299	2,93	35,32
BMCca	80-90	0,47	0,1	8,1	16,7	2,9	0	0	0	2,87	25,79
CLMca	120-130	0,57	0	8,2	10	5	1,2	0,1	0	2,48	33,41

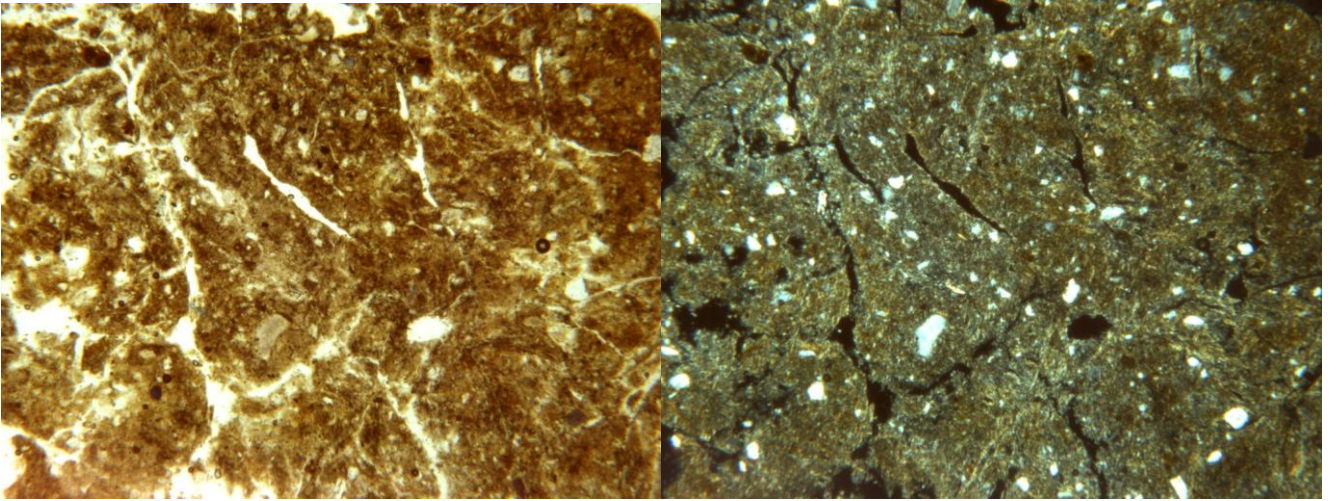
Горизонт AYELg,nn содержит немного нодулей различного размера и ожелезненные обломки песчаников, есть микрзоны с вокругскелетными формами плазмы и стресс-кутанами.

Горизонт BM выделяется компактным сложением с немногими фантомными и био-генными порами, с неравномерным пропиточным ожелезнением; есть фрагменты выветрелых аргиллитов с кутанами давления по трещинам; единичные обломки кутан иллювиирования в порах. Верхняя часть остаточной коры выветривания представлена обломками аргиллитов различной степени выветрелости и декарбонатизации (микрофото 3). Между обломками с автохтонными железистыми пленками встречаются микри-товые стяжения и глинистые кутаны иллювиирования.

Микрофото 2. Перекрестно-волоконистая структура горизонта ВМ и поры-щели

N II

N X

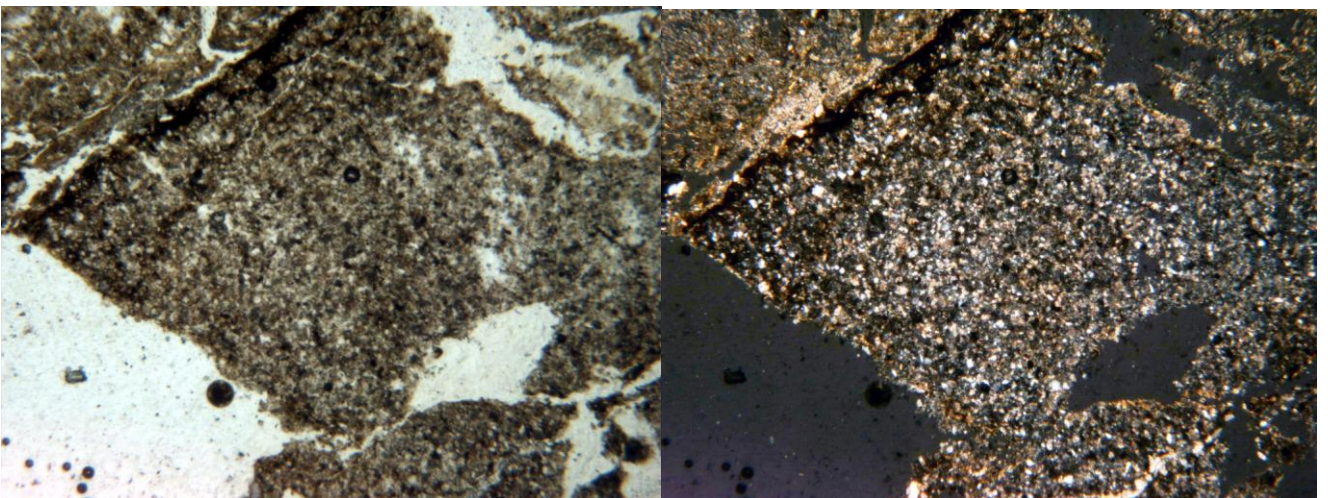


В минералогическом составе илистой фракции преобладают сложные неупорядоченные смешанослойные образования с различным сочетанием пакетов хлоритового, вермикулитового, смектитового, слюдистого типов. В меньшем количестве присутствуют гидрослюды, каолинит индивидуальный смектит. Помимо слоистых силикатов идентифицированы гетит, лепидокрокит, гипс, кварц. По характеру переслаивания пакетов в смешанослойном образовании весь профиль делится на две части. В гумусовом горизонте доминируют хлорит-вермикулитовые образования, с примесью хлорит-смектитовых, слюда-смектитовых смешанослойных.

Микрофото 3. Карбонатные и железистые новообразования в остаточной коре выветривания

N II

N X



В нижележащих горизонтах количество набухающей фазы возрастает, достигая максимума в горизонте ВМ. Здесь фиксируется индивидуальный смектит (таблица 2),

который, вероятно, является продуктом трансформационных преобразований хлоритов и слюд с доминированием смектитовых пакетов, а также «породный» монтмориллонит, вынесенный из верхних горизонтов и локализованный на этой глубине. В верхней части профиля гетит содержится в небольших количествах, четко диагностируется лепидокрокит, ниже количество гетита значительно возрастает, а лепидокрокит исчезает. Содержание гиббсита стабильно во всем профиле.

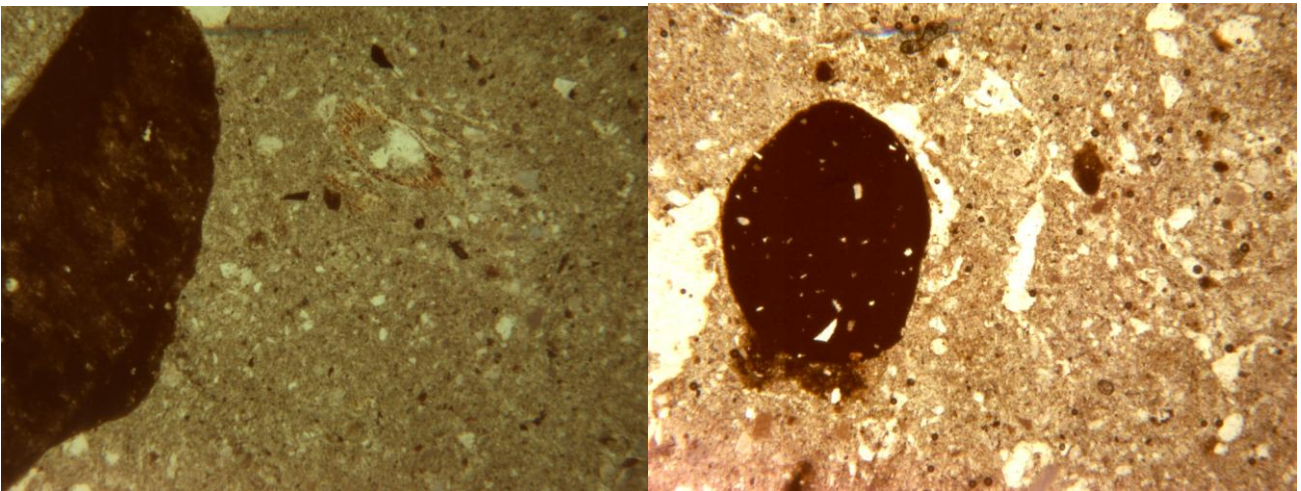
Таблица 2. Содержание основных минеральных фаз фракций менее 1 мкм, выделенных по методу Н.И. Горбунова (1971)

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Содержание илистой фракции (<1 мкм), %	% в илистой фракции				
			Каолинит и хлорит (0,7 нм)	Гидрослюда (1,0 нм)	Смешаннослойные образования		
Сумма (1,4-1,7 нм)	Хлорит-вермикулит (1,4 нм)	Смектит (1,7 нм)					
Разрез 308. Желтозем слабодифференцированный, в карбонатной каверне (Дзыхринский массив)							
AYELnn	20-30	31,17	18,1	33,5	48,4	48,4	нет
BM	40-50	53,26	12,4	33,6	54,0	27,0	27,0
Разрез 375. Элювиально-поверхностно-глеевая освоенная почва (старопахотная), на элюво-делювии глин и галечников (долина р. Мзымта)							
P	0-40	22,3	29,4	45,2	25,5	25,5	нет
BM	40-50	31,05	31,6	41,4	27,0	27,0	нет
Разрез 39. Элювиально-поверхностно-глеевая желтоземная почва на желтоцветном пролюво-делювии (Дендрарий)							
AY	0-10	15,7	23,8	24,3	51,9	46,7	5,2
AYELnn	17-27	16,94	29,2	23,2	47,6	47,6	0
ELg,nn	30-40	27,65	28,0	24,4	47,6	42,4	5,2
BEIg	30-40	16,43	31,8	27,7	40,5	35,3	5,2
BMCg	70-80	43,73	17,6	25,4	57,0	41,4	15,6
Разрез № 24 Желтозем поверхностно-глееватый остаточно-карбонатный на карбонатных аргиллитах (Дендрарий)							
AY	0-8	23,99	16,2	35,9	47,9	19,2	28,7
AYELg,nn	15-25	19,02	15,7	45,7	38,6	15,4	23,2
BMfn	45-55	33,44	27,1	23,8	49,1	14,7	34,4
BMCca	80-90	34,08	23,4	37,8	38,9	9,7	29,2
CLMca	120-130	32,90	24,6	39,5	36,0	7,2	28,8
Разрез № 12. Элювиально-поверхностно-глеевая желтоземная (дренированная) почва высокой террасы на желтоцветном элюво-делювии (Дендрарий)							
AY	1-10	13,50	26,5	37,8	35,8	14,3	21,5
AYELnn	15-25	16,52	18,4	35,0	46,6	23,3	23,3
BM	45-55	33,91	23,5	24,2	52,3	13,1	39,2
BMCg	130-140	40,33	17,2	18,8	64,0	12,8	51,2

Элювиально-поверхностно глеевые почвы на двучленных отложениях распространены на плоских, геохимически подчиненных участках новочерноморской террасы, а также террас более высоких уровней при условии избыточного (аллохтонного) увлажнения (рис. 1). Они тоже развиваются на делювии, но более легкого гранулометрическо-

го состава, подстилаемого либо галечником, либо глинистым желтоцветным оглеенным делювием. В обоих случаях в подгумусовой части профиля идентифицируются горизонты AEL, (EL_{nn}) и BEL_{g,nn} (рис. 2). Они отличаются серовато-белесым цветом, отсутствием определенной структуры, значительной рыхлостью и мучнистостью. Горизонт BEL_{g,n} сменяется мраморовидным «пятнистым» желтоцветным делювием. Структурно-метаморфический горизонт практически не формируется или очень слабо выражен. Элювиально-поверхностно глеевые почвы являются наиболее кислыми и ненасыщенными среди всех почв на древних морских террасах района Сочи (таблица 1).

Микрофото 4. Нодули в однородной массе EL

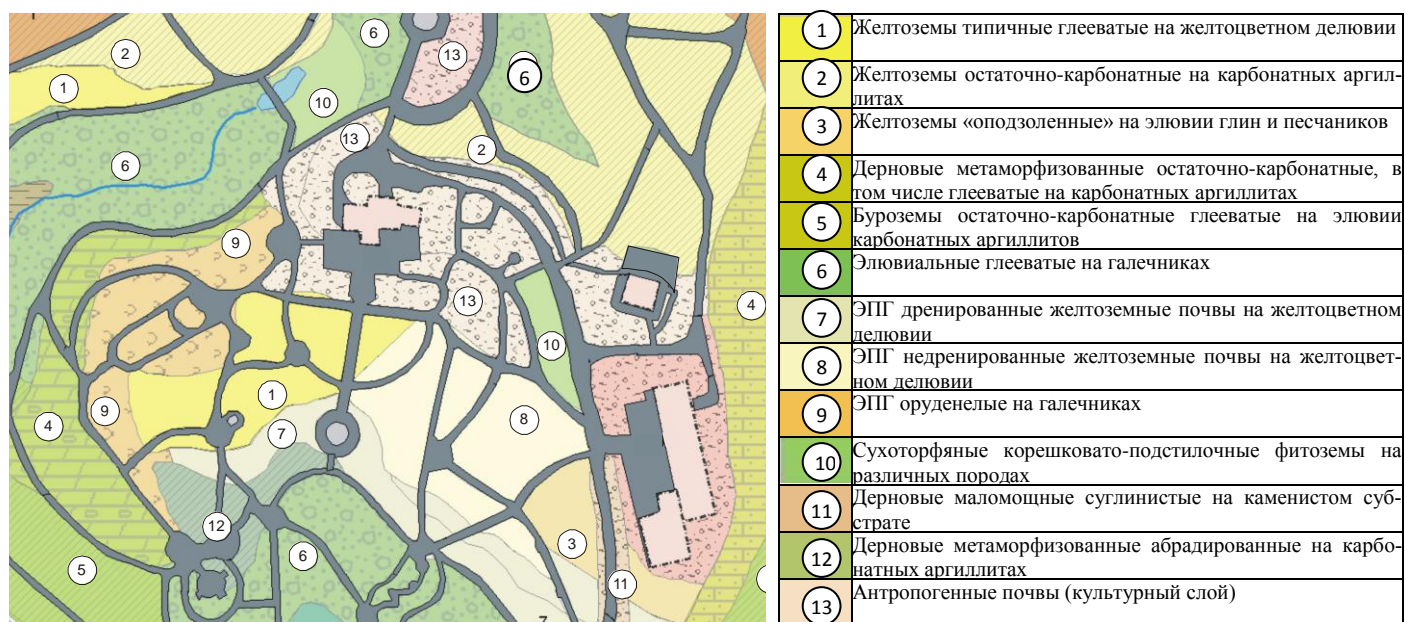


Антропогенные и антропогенно-измененные почвы широко распространены на территории Сочи. Собственно антропогенные, рукотворные почвы изучены нами на примере клумб, цветников, газонов в Дендрарии. Для их сооружения обычно использовался специфический высокогумусированный пылеватый материал, привозившийся с участков осушенных болот (обычно верхние 60-70 см перегнойно-глеевых почв), а также илистые отложения лагун, смешанные с песком и галькой. Антропогенные почвы обнаруживают достаточно высокие показатели целлюлозолитической активности, в них содержится 4-6% гумуса (в том числе за счет удобрений). Почвы слабонасыщенные, нейтральные или слабокислые, отличающиеся от своих природных и природно-антропогенных «соседей» однородностью профиля, относительной легкостью гранулометрического состава, отсутствием или слабым проявлением поверхностного оглеения. Их ареалы имеют правильную геометрическую форму, связанную исключительно с архитектурными решениями.

Абраземы очень широко представлены в горах влажных субтропиков, в меньшей степени в Дендрарии благодаря газонам. В большинстве случаев это – маломощные желто-

земные почвы, глинистые, со слабо выраженной элювиально-гумусовой толщей. По-видимому, для формирования полнопрофильных желтоземов на эрозионных склонах необходимо наличие стабильного лесного ценоза. Материал снесенных горизонтов может стать почвообразующим для почв на более низких гипсометрических уровнях.

Рисунок 1. Фрагмент почвенной карты Дендрария Сочи М 1:1500 из главы 5 «Почвенный покров Дендрария Сочи» (район Карангатской террасы)



К природно-антропогенным желтоземным относятся почвы, с гранулометрически перемешанной верхней частью профиля, с насыпными слоями-горизонтами, природными или приобретающими природные свойства, а также частично срезанные природные почвы, в нижней части профиля которых сохранились естественные горизонты (Герасимова, Строганова и др., 2003). Нередко отнесение почвы к природно-антропогенным производилось больше по наличию артефактов и/или сведениям по истории землепользования, чем по строению профиля, весьма сходного с естественным. Как и природные почвы, они отличаются слабой структурностью, содержат выветрелые и ожелезненные обломки пород, а на плотном глинистом почвообразующем субстрате часто прослеживаются признаки внутрипочвенного метаморфизма. Непосредственно антропогенные преобразования в первую очередь относятся к водному режиму почв: переувлажненные почвы были в значительной степени осушены, поверхностное оглеение стало постепенно ослабевать. Природные (условно) желтоземы и близкие к ним почвы характеризуются высоким содержанием гумуса в верхнем горизонте. Почвы под бамбуком хорошо

дренируются благодаря интенсивной десукции корневыми системами, что резко выделяет такие почвы среди влажных или переувлажненных желтоземов, и даже почв вблизи дренажных канавок (рис. 1).

Глава 6. Генезис желтоземов древних морских террас в районе Сочи

Проведенные исследования показали обусловленность формирования желтоземов и элювиально-поверхностно-глеевых почв литолого-геоморфологическими факторами.

Остаточно-карбонатные желтоземы образуются в результате идущих *in situ* процессов выветривания карбонатных аргиллитов и песчаников. Типичные желтоземы, формируются на желтоцветном делювии – материале переотложенных горизонтов смытых почв и кор выветривания и наследуют ряд их признаков. Элювиально-поверхностно-глеевые почвы также связаны с желтоцветным делювием, а также более легкими субстратами и галечником.

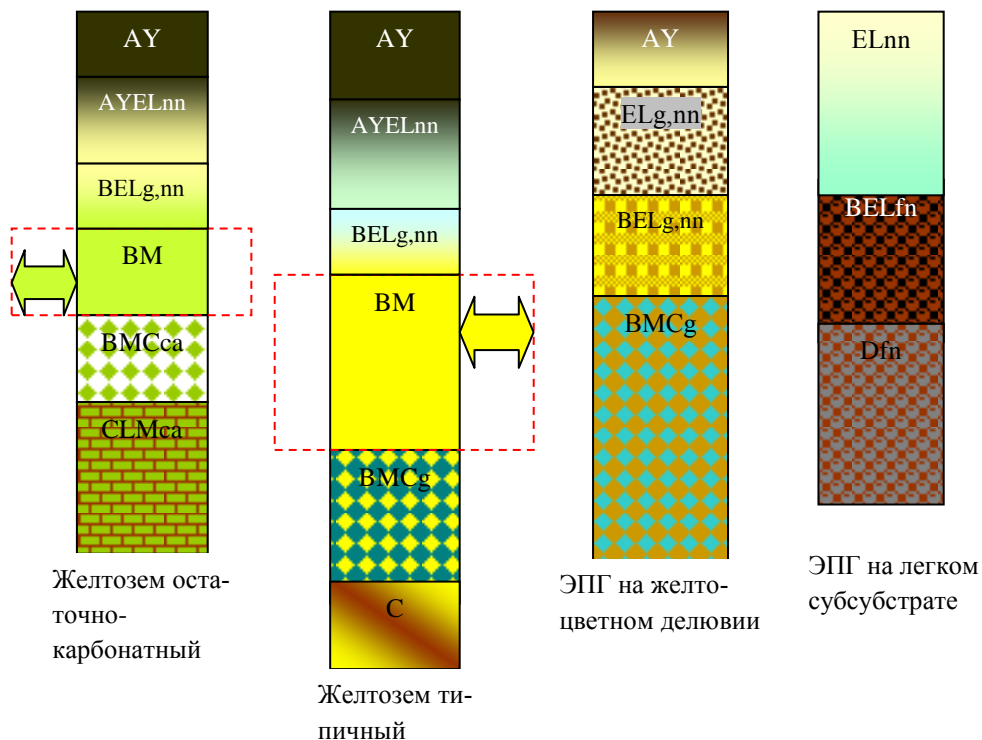
Механизм формирования остаточно-карбонатных желтоземов может быть следующим. При дезинтеграции и декарбонатизации толщи аргиллитов высвобождающийся тонкодисперсный материал мигрирует вниз, что приводит к дифференциации профиля с пылевато-глинистой элювиальной верхней частью и глинистой аккумулятивной нижней. В последней доминируют литогенно-метаморфические черты – результат структурных перестроек (сжатий-расширений) смектитов (рис. 2); этими же причинами объясняется отсутствие иллювиальных кутан и наличие стресс-кутан. Высвобождающиеся при разрушении породы оксиды железа переходят в гетит, что придает нижней части профиля желтую окраску. Ферралитизация выражена относительно слабо и проявляется в присутствии характерных вторичных глинистых минералов каолинит-смектитов и перераспределении железа и алюминия; десиликация же сдерживается исходной карбонатностью пород и относительной молодостью почвообразования. На начальном этапе развития остаточно-карбонатные желтоземы могут быть отнесены к желто-бурым почвам, их превращение в желтоземы связано с углублением основных почвообразовательных процессов в благоприятных условиях приморской влажносубтропической полосы.

Типичные кислые желтоземы развиваются на переотложенном желтоцветном материале, «подготовленном» предыдущими стадиями почво- и корообразования. По своим свойствам они могут быть отнесены к ферсалиитным почвам. Процесс почвооб-

разования в типичных желтоземах в целом сходен с «желтоземным» этапом развития остаточно-карбонатных почв, однако благодаря определенной подготовленности субстрата протекает несколько иначе: этап первоначального выветривания породы отсутствует и почвообразование начинается с более поздней стадии. Особенности верхней части профиля отражают, с одной стороны, биотические механизмы (частично и антропогенные), с другой – радиальный и слабый латеральный вынос ила. Развитие непосредственно метаморфической и субметаморфической частей профиля с накоплением ила, повышенной компактностью, вязкостью и кислотностью, повышенным содержанием обменного алюминия и магния связано, также с разрушением слюдяных минералов, и структурными перестройками. Минералогический состав, а также интенсивное перераспределение железа, и отчасти алюминия, характеризуют типичные желтоземы как более ферралитизированные по сравнению с остаточно-карбонатными. По своим свойствам они приближаются к желтоземам Колхиды (Ромашкевич, 1979).

Почвы ровных исходно переувлажненных поверхностей террас, образовавшиеся в результате интенсивного кислотного гидролиза стоит относить к элювиально-поверхностно-глеевым. На ровных поверхностях террас доминирующим процессом является интенсивная элювиально-глеевая миграция веществ, сопровождающаяся деградацией породного субстрата и образованием мощной отбеленной толщи.

Рисунок 2. Схемы строения профилей желтоземов и ЭПГ



При изменении режимов увлажнения они могут постепенно приобретать черты желтоземов в тех случаях, если формируются на желтоцветном глинистом материале. При формировании ЭПГ на легких субстратах с прослоями галечников наблюдается максимальная интенсивность элювиирования, сопровождающаяся формированием рудяковых горизонтов в нижней части профиля.

Заключение

Рациональное использование желтоземов (практические рекомендации и вопросы охраны)

С точки зрения сельскохозяйственного использования наиболее эффективным и обоснованным является возделывание на желтоземных почвах субтропических культур, в первую очередь, чая. Хорошо известно, что чай относится к кальцефобам и, хорошо переносит высокие концентрации обменного алюминия, а также повышенную актуальную кислотность ($pH_{\text{сол.}}$ 3-4). Следовательно, для культуры чая подходят почти исключительно типичные кислые желтоземы

Использование под культуру чая элювиально-поверхностно-глеевых почв лимитируется их постоянным переувлажнением (при отсутствии дренажа), бедностью элементами питания, особенно острым дефицитом фосфора вследствие его малой доступности (закрепление в многочисленных нодулях). Выращивание чая на этих почвах ограничено и требует дополнительных мероприятий по улучшению свойств почв.

В связи с программами по восстановлению на территории Сочи массивов реликтовых вечнозеленых растений, в частности, самшита, лавровишни, хвойных, рекомендуется разведение на участках остаточно-карбонатных желтоземов именно этих кальцефильных растений (в долинах и ущельях – самшита, а на вершинах холмов – вечнозеленых средиземноморских видов).

Особые физические свойства нижней части профиля желтоземов (обогатенность смектитом, с его ярко выраженной способностью к набуханию, низкая водопроницаемость) предполагают специальные приемы строительства на участках распространения желтоземов: применение глубоких свайных и анкерных конструкций.

Наиболее же рациональным режимом хозяйственного использования желтоземов является создание в их ареалах лесопарковых массивов, с включением зданий малоэтажной застройки. Такой характер освоения территории обеспечивает с одной стороны ее высокую рекреационную привлекательность, а с другой – экологичность приморских

ландшафтов, где преобладают желтоземы. Сохранение значительных массивов желтоземов позволяет сохранить уникальное ландшафтное разнообразие приморской полосы, обеспечивая сбалансированное развитие территории.

Такой режим использования позволяет с одной стороны в значительной степени ограничить разрушительные склоновые процессы, а с другой способствует интенсивному самовосстановлению почв желтоземного ряда, что доказывает многолетний опыт эксплуатации Дендрария и других парков Сочи.

Выводы

Таким образом, поставленные задачи выполнены в полном объеме.

1) Региональной особенностью желтоземов Сочинского ареала является ограниченность процессов ферралитизации. Более южная Имеретинская часть ареала по особенностям состава тонких фракций и по валовому содержанию элементов может характеризоваться более отчетливым трендом ферралитизации в системе процессов метаморфизма минеральной массы. Развитие желтоземов связано с благоприятными сочетаниями литолого-геоморфологических факторов: для остаточно-карбонатных желтоземов – коры выветривания карбонатных аргиллитов на склонах крутизной до $8-10^0$; для типичных желтоземов – кислый глинистый делювий, перекрывающий относительно пологие поверхности террас.

2) Диагностический горизонт ВМ желтоземов характеризуется желтой окраской, компактностью, низкой пористостью и отсутствием определенной структуры, повышенной кислотностью, высоким содержанием смектита, обуславливающим вязкость во влажном и трещиноватость в сухом состоянии.

3) Для верхней части профиля желтоземов характерно гумусонакопление (модер-мюллевого типа) и биогенное оструктуривание, относительно хорошо выраженное элювиирование, а также мобилизация и сегрегация соединений железа. Нижняя часть профиля желтоземов характеризуется сочетанием педогенных и унаследованных от породы свойств и имеет ограниченный набор процессов, среди которых доминируют циклические перестройки глинистой массы.

4) Для элювиально-поверхностно-глеевых почв характерно крайне интенсивное элювиально-глеевое преобразование профиля, сопровождающееся осветлением верхней части с обеднением ее илистой фракцией и формированием в нижней части толщи, на контакте с водонепроницаемыми почвообразующими субстратами конкреционных

горизонтов, что полностью соответствует имеющимся представлениям. Профиль почв на галечниках включает горизонты: ELn_n, сильно осветленный, глееватый с железистыми сегрегациями и оруденелую подстилающую породу – Dfn; для почв на желтоцветном делювии характерны: горизонт AY, элювиальный глееватый конкреционный ELg_{nn} и слабометаморфизированную оглеенную толщу желтоцветного делювия VMСg. Элювиально-поверхностно-глеевые почвы на галечниках можно отнести к отделу элювиальных почв, в качестве сложного подтипа дерново-элювоземов оруденелых, а элювиально-поверхностно-глеевые почвы на желтоцветном делювии, как и желтоземы, в отдел структурно-метаморфических: тип элювиально-метаморфических почв, подтип – дерновые элювиально-метаморфические глееватые сегрегационно-отбеленные.

5) Антропогенное воздействие на желтоземы может иметь двойственный характер. При интенсивном сведении лесов и развитии эрозии желтоземы крайне быстро деградируют, мощность абрадированного «остатка» профиля не превышает 30 см. Однако при сохранении лесов, и особенно при создании регулярных лесопарковых насаждений, профиль желтоземов сохраняется и развивается. С одной стороны, в них «стираются» проявления антропогенного воздействия благодаря высокой интенсивности почвообразования, с другой стороны, искусственно дренированные элювиально-поверхностно-глеевые почвы на желтоцветном делювии начинают приобретать признаки желтоземов (структурно-метаморфический горизонт VM).

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в ведущих рецензируемых изданиях.

1. Герасимова, М. И. Литолого-геоморфологические факторы формирования желтоземов и других почв во влажных субтропиках РФ: (Сочинский дендрарий) / М. И. Герасимова, Н. В. Колесникова, **И. А. Гуров** // Вестник Московского университета. Сер. 5, География. - 2010. - N 3. - С. 61-65.

2. **Гуров И.А.** Целлюлозолитическая активность почв влажных субтропиков на примере Дендрария Сочи / **И.А. Гуров** // Проблемы региональной экологии. – М., 2010. - №2. – С. 129-136.

Прочие публикации

1. Асадулина Р.М. Опыт эколого-геохимических исследований Дендрария города Сочи / Р.М. Асадулина, **И.А. Гуров**, А.В. Добровольский и др.// Тезисы докладов

Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Ломоносов - 2008. Секция География. М., 2008. – С. 3-4.

2. **Гуров И.А.** Почвы Дендрария Сочи /**И.А. Гуров** // Тезисы докладов Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Ломоносов - 2008. Секция География. М., 2008. – С. 11-12.

3. Герасимова М.И. Желтоземы как объект новой классификации почв России / М.И. Герасимова, **И.А. Гуров**, Н.В. Колесникова // Материалы V Всероссийского съезда Докучаевского общества почвоведов в Ростове-на-Дону. – Ростов-на-Дону, 2008. –С. 520.

4. **Гуров И.А.** Кавказские желтоземы - сквозь призму времени. / **И.А. Гуров** // Вестник аграрной науки. – Тбилиси, 2009. - №1. – С.27-32.

5. Электронная ГИС. Почвы Дендрария. (с пояснительным текстом) / М.И. Герасимова, **И.А. Гуров**, Н.В. Колесникова. - М., 2009.

6. **Гуров И.А.** Целлюлозолитическая активность в субтропических почвах / **И.А. Гуров**, Н.В. Колесникова // Материалы 13-ой Пушкинской научной школы-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века». – Пушкино, 2009. – С. 269-270.