

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

В.Д.Наумов

ПОЧВЫ ТРОПИКОВ И СУБТРОПИКОВ

Учебник

Москва
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
2022

УДК 631.445.7(075)

ББК 40.33 я7

Н 34

Рецензенты: Алябина И.О., доктор биологических наук, профессор кафедры географии почв МГУ им. Ломоносова;

Мазиров М.А., доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Н 34 **Наумов, В.Д.** Почвы тропиков и субтропиков: учебник / В.Д. Наумов; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 223 с. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-9675-1876-8

В учебнике изложены история изучения почв тропиков и субтропиков, особенности проявления факторов почвообразования в тропическом и субтропическом поясах. В каждом почвенно-биоклиматическом поясе рассмотрены основные типы почв тропической и субтропической гумидной, семигумидной, семиаридной и аридной формаций, их генезис, строение, свойства, сельскохозяйственное использование

Учебник адресован бакалаврам по направлению 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», направленности «Генетическая и агроэкологическая оценка почв».

Рекомендовано к изданию методической комиссией института Агробиотехнологии протокол № 11/03 от 14 марта 2022 г.

Naumov V.D. Soils of the tropics and subtropics: Textbook- Moscow: RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev, 2022. - 223 p. - Text: electronic.

The textbook describes the history of studying the soils of the tropics and subtropics, the peculiarities of the manifestation of soil formation factors in the tropical and subtropical zones. In each soil-bioclimatic belt, the main types of soils of tropical and subtropical humic, semigumid, semiarid and arid formations, their genesis, structure, properties, agricultural use are considered

The textbook is addressed to bachelors in the direction of 35.03.03 "Agrochemistry and agro-soil science", orientation "Genetic and agroecological assessment of soils".

УДК 631.445.7(075)

ББК 40.33 я7

© Наумов В.Д., 2022

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева, 2022

Оглавление

1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ ТРОПИЧЕСКОГО И СУБТРОПИЧЕСКОГО ПОЯСОВ...	6
2. ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ ПОЯСАХ.....	17
2.1. Климат	17
2.2. Рельеф	24
2.3. Почвообразующие горные породы (кора выветривания).....	25
2.4. Растительный и животный мир (биологический фактор).....	30
2.5. Возраст страны.....	32
2.6. Производственная деятельность человека	33
3. ПОЧВЫ ТРОПИЧЕСКОГО ПОЯСА.....	36
3.1. ТРОПИЧЕСКАЯ ГУМИДНАЯ ФОРМАЦИЯ	36
3.1.1. Красно-желтые ферраллитные почвы постоянно влажных тропических лесов	36
3.1.2. Мангровые почвы.....	47
3.2. ПОЧВЫ ТРОПИЧЕСКОЙ СЕМИГУМИДНОЙ ФОРМАЦИИ	54
3.2.1. Красные ферраллитные и альферритные почвы переменного - влажных лесов и высокотравных саванн	54
3.2.2. Черные тропические почвы.....	66
3.2.3. Рисовые почвы.....	81
3.3. ПОЧВЫ ТРОПИЧЕСКОЙ СЕМИАРИДНОЙ ФОРМАЦИИ.....	86
3.3.1. Железистые тропические почвы	86
3.3.2. Красно-бурые тропические почвы.....	91
3.4. ТРОПИЧЕСКАЯ АРИДНАЯ ФОРМАЦИЯ.....	97
3.4.1. Бурые тропические почвы	97
3.4.2. Пустынные песчаные почвы.....	102
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ПО ПОЧВАМ ТРОПИКОВ.....	112
4. ПОЧВЫ СУБТРОПИЧЕСКОГО ПОЯСА.....	120
4.1. СУБТРОПИЧЕСКАЯ ГУМИДНАЯ ФОРМАЦИЯ	120
4.1.1. КРАСНОЗЕМЫ И ЖЕЛТОЗЕМЫ ВЛАЖНЫХ ЛЕСОВ	120
4.2. СУБТРОПИЧЕСКАЯ СЕМИГУМИДНАЯ ФОРМАЦИЯ.....	130
4.2.1. КРАСНОВАТО-ЧЕРНЫЕ ПОЧВЫ ПРЕРИЙ (БРЮНИЗЕМЫ).....	130
4.2.2. РЕНДЗИНЫ	135
4.3. СУБТРОПИЧЕСКАЯ СЕМИАРИДНАЯ ФОРМАЦИЯ	148
4.3.1. КОРИЧНЕВЫЕ ПОЧВЫ КСЕРОФИТНЫХ ЛЕСОВ И КУСТАРНИКОВ.....	148
4.4. СУБТРОПИЧЕСКАЯ АРИДНАЯ ФОРМАЦИЯ	163
4.4.1. КРАСНОВАТО-БУРЫЕ АРИДНЫЕ ПОЧВЫ	163
4.4.2. БУРЫЕ АРИДНЫЕ СУБТРОПИЧЕСКИЕ ПОЧВЫ.....	175
4.4.3. СЕРОЗЕМЫ	191
4.4.5. Серо-бурые пустынные почвы.....	199
4.4.6. Песчаные пустынные почвы субтропиков.....	208
4.4.7. Такыровидные пустынные почвы.....	211
4.4.8. Такыры.....	213
Состав и свойства такыров.....	215
Сельскохозяйственное использование.....	215
4.4.9. Луговые почвы полупустынь и пустынь.....	216
4.4.10. Лугово-пустынные почвы.....	218
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ПО ПОЧВАМ СУБТРОПИКОВ.....	219

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Почвы тропиков и субтропиков» читается в Российском государственном аграрном университете - Московской сельскохозяйственной академии имени К.А.Тимирязева (РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева) с 1982 г. Введен он как спецкурс для иностранных учащихся, главным образом, из развивающихся стран Азии, Африки, Латинской Америки. Знание особенностей почвенного покрова, характеристик почв, умение рационального использования знаний о почве, почвенном покрове в сельском хозяйстве, крайне важно для успешной работы молодых специалистов. Ценность почвы определяется не только её хозяйственной значимостью. Почвенный покров играет незаменимую экологическую роль в качестве важнейшего компонента всех наземных биогеоценозов (экосистем) и биосферы Земли в целом. Почва представляет собой тончайшую органоминеральную оболочку Земли, через которую проходят многообразные процессы обмена веществом и энергией между земной корой, атмосферой, гидросферой суши и всеми обитающими на земле организмами. Вот почему нарушение этих процессов на больших пространствах неминуемо грозит серьезными отрицательными последствиями: эрозией и загрязнением почв, дегумификацией и засолением почв, потерей почвами их плодородия, опустыниванием, загрязнением пресной воды и воздуха, ухудшением условий жизни людей. Изучение генезиса, строения, состава и свойств почв, оценка почвенного покрова неминуемо влечет за собой необходимость глубокого понимания почвы не только как природного тела, как результат взаимодействия факторов почвообразования, но и как непрерывный функционирующей природной системы, условия жизни которой, определяются географической средой и хозяйственной деятельностью человека. Для принятия адекватных решений необходимо научиться понимать эту сложную многокомпонентную систему как единое целое. Природа в какой-то мере облегчила решение проблемы (хотя бы в первом приближении), она создала феномен, который оказался в фокусе природных и антропогенных взаимодействий. Этот феномен – почва. Особую роль почвы как зеркала ландшафта первый понял В.В.Докучаев. В природе все её

компоненты связаны между собой прямыми и обратными связями. Эта взаимозависимость присуща не только «дикой» (естественной) природе – живой и неживой, но и человеку, цивилизации, которые вписаны в природу, составляют с ней неразрывное единство и должны находиться с ней в гармонии. В настоящее время разнообразная и довольно обширная информация по почвам тропических и субтропических стран изложена, как правило, фрагментарно, довольно противоречиво. Существуют различные концепции национальных школ и направлений по вопросам классификации, генезиса, состава и свойств этих почв, в которых студенту не всегда просто разобраться.

В предлагаемой работе «Почвы тропиков и субтропиков» рассмотрены вопросы, связанные с историей изучения почв тропических и субтропических поясов. В основу характеристик типов почв положен докучаевский генетический подход. Описаны основные типы почв, распространение их по континентам, география почв. Большое внимание уделяется факторам почвообразования и особенностям их проявления в тропиках и субтропиках, процессам почвообразования, строению, составу и свойствам почв, их морфологическим признакам. Обращено особое внимание на агрономическую оценку и особенности сельскохозяйственного использования почв.

Данное пособие может служить учебным материалом для студентов-экономистов агрономических и биологических специальностей, изучающих курс почвоведения.

1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ ТРОПИЧЕСКОГО И СУБТРОПИЧЕСКОГО ПОЯСОВ

Тропические и субтропические области долгое время оставались слабоизученными в почвенном отношении, что во многом связано с особенностями исторического развития расположенных здесь государств. Исследования образцов почв европейскими учеными носили эпизодический характер. Образцы почв брались из случайных местностей, определялись в них, как правило, лишь питательные элементы; самой же почвой как самостоятельным телом природы почти не занимались.

Интерес к изучению крестоцветных образований возник в 1807 г., когда геолог Ф. Бухман впервые ввел в научную литературу термин «латерит». Термин произведен от слова later (кирпич). Назвала этим термином порода, имеющая своеобразный кирпично-красный цвет, содержащая большое количество железа, широко распространенная в Индии. Порода эта замечательна целым рядом свойств. В природном, влажном состоянии она мягка, обладает хорошей связностью, ее легко можно формовать с помощью металлических инструментов. Куски же, отделенные от массы породы и выставленные под действие воздуха и солнца, приобретают твердость строительного материала. Эти свойства латерита обусловлены наличием в его составе гидратов окиси железа, благодаря которым он обладает способностью твердеть на воздухе. Происхождение таких образований оставалось для Бухмана загадочным. А в ряде случаев он описывает латерит как брекчию, сложенную из твердых железистых конкреций, скрепленных глинистым цементом. Изучая латеритные образования, он указывал на необходимость при описании места нахождение выяснять связь их с нижележащей горной породой.

В XIX - начале XX вв. происходит энергичное накопление сведений о латеритах тропических и субтропических областей земного шара - Австралии, Индии, Цейлона, ряда районов Африки, Южной и Центральной Америки. Исследования показали, что особенностью латеритов является их большая мощность, достигающая иногда десятков метров. Они имеют важные физико-

химические свойства, среди которых особо следует выделить амфотерные свойства коллоидов, т. е. способность адсорбировать в значительных количествах не только катионы, но и анионы. Характерным внешним признаком латеритов является образование в их толще многочисленных железо-марганцово-кремниевых конкреций различной плотности и размеров — от пизолитовых зерен до сплошных плотных горизонтов. Их минеральная масса глубоко разрушена и состоит преимущественно - из остаточного кварца, аморфного свободного кремнезема, гидратов окислов алюминия и железа, различных вторичных глинистых минералов (каолинит, монтмориллонит, галлуазит и т. д.).

В этот же период внимание русских ученых привлекли почвы субтропического побережья Черного моря. Тут побывали А. Н. Краснов, В. В. Докучаев, Г. И. Танфильев, А. И. Набоких, П. С. Коссович, П. А. Земятчинский, М. Ф. Калинин, Д. Гедеванов, С. А. Захаров.

В 1898 г. В. В. Докучаев отмечает, что батумские почвы обязаны своим происхождением счастливому сочетанию таких природных факторов, как богатые железом вулканические породы, особенности местного климата, относительная холмистость Батумского побережья. Он указывал, что не будь одного из этих факторов, не было бы и латеритов. Проведенные на Батумском побережье исследования сопровождались анализами химического (П. А. Земятчинский, А. В. Адамов, С. А. Захаров, К. К. Гедройц, А. Н. Остряков) и минералогического (К. Д. Глинка) составов. Вопросы географии и топографии почв побережья отражены в очерках М. Ф. Калинина, Г. И. Танфильева и Д. Гедеванова и иллюстрированы схематическими почвенными картами. В работах М. Ф. Калинина, Д. Гедеванова и С. А. Захарова затронуты вопросы классификации почв. Научные материалы по красноцветным образованиям, которые появлялись в печати, носили разрозненный, противоречивый характер. Вместе с тем их интенсивное накопление позволило лучше представить типичные особенности, свойства и условия формирования латеритных почв.

К началу XX в. было опубликовано около 350 работ, посвященных этому вопросу. В 1854 г. Мейер высказывает мнение, что латериты в Восточной Аф-

рике приурочены лишь к территориям, лишенным леса. Крупный исследователь экологических условий тропического земледелия Вольтман (1892), использовавший некоторые идеи Докучаева, также полагал, что участие растительности в процессе латеритообразования необязательно. Напротив, Рихтофен (1901) считал, что латериты - это древние образования третичного периода, которые формируются под густыми лесами.

В 1903 г. русским ученым К. Д. Глинкой была сделана критическая сводка и установлен единообразный генезис латеритных почв и кор выветривания во всех районах их распространения. В этом он почти на четверть века опередил получившие мировую известность работы Гаррасовитца. К. Д. Глинка отмечал, что особые климатические условия, в которых формируются латеритные почвы, способствуют чрезвычайно быстрому разложению органических остатков, достигающему иногда до полной минерализации органических веществ. Даже толстые стволы деревьев, не говоря уже о травянистой растительности, очень быстро истлевают в тропиках, отдавая почве свои минеральные составные части. Скорость и полнота разложения служат причиной того, что гумуса в латеритных почвах накапливается немного. На это обстоятельство обращали внимание многие исследователи (Рихтгофен, Даферт, Вольтман). Бедность почв гумусом может служить более или менее типичным признаком латерита. При этом под гумусом К. Д. Глинка понимал комплекс органических веществ, тесно связанных с минеральной частью почвы, а не тот покров органических остатков, который находят иногда в виде слоя значительной мощности на поверхности почв в девственных лесах. Этот последний при уничтожении лесов очень быстро перегорает, не увеличивая запасы почвенного гумуса.

В 1913 г. гипотеза К. Д. Глинки блестяще подтверждена Лакруа, который проводил химические исследования тропических почв Африки, сформированных на различных породах: гранитах, диабазов, габбро. Результат был однозначен: образование латерита - накопление в нем железа и алюминия и исчезновение щелочей, щелочных земель и отчасти кремнезема.

В 1898 г. немецкий исследователь Бауер впервые доказал, что латериты

(латеритные почвы) богаты не только окислами железа, но и глиноземом.

Английский геолог Голланд (1902), изучая латериты Индии, высказал догадку, что процесс разрушения каолинита - это не только химический, но и биохимический процесс, происходящий в особых условиях при обязательном участии микроорганизмов.

В 1916 г. в монографии проф. А. Н. Острякова «К познанию латеритных почв», где обобщен значительный материал, вопросы минералогии и геохимии латеритов, проанализировал физико-химическую сущность процесса латеритизации («аллитизации», по Гаррасовитцу) и предложил ряд новых методов их лабораторного изучения.

В Южной Америке в конце 20-х гг. исследованием почв разных стран континента по поручению сельскохозяйственных учреждений занимается чилиец Адольф Матеи. В его работах дается описание ряда почв, сопровождаемое анализами гранулометрического состава, содержания гумуса, питательных веществ. Он первый представил почвенный покров Южной Америки в виде почвенной карты. То же сделал в отношении почв Австралии Дж. Прескот, начавший в конце 20-х гг. исследование почв пятого континента.

В 1930 г. в СССР публикуется статья О. Н. Михайловской «Почвы Японии», которая привлекла внимание японских почвоведов к проблемам генезиса почв, методам советского почвоведения. В Японии в это же время уделяют большое внимание изучению красноземов и желтоземов, преобладающих на территории этой страны. Первой сводкой по почвам Японии явилась вышедшая в 1931 г. книга Сэки «Образование почв и их типы».

В 1930 г. интересные исследования в Монголии проводят Б. Б. Польшов и С. А. Лисовский, А. Ф. Лебедев, С. С. Неуструев.

П. Фагелер - крупнейший специалист по тропическим почвам и вопросам их рационального использования под различными сельскохозяйственными культурами. Двадцать лет проработавший во многих странах Азии и Африки, он автор курса почвоведения, ряда региональных работ по Индонезии, Судану, Египту. Обобщением огромного фактического материала явилась книга «Осно-

вы учения о почвах субтропических и тропических стран», переведенная в 1935 г. на русский язык. П. Фагелер отмечал, что по отношению к почвообразованию природные условия тропиков являются «крайними состояниями», что «климатические факторы воздействуют здесь на поверхностные породы и почвы по сравнению с умеренными зонами значительно более интенсивно и в отношении масштаба, и в отношении времени», т. е. процессы выветривания и минерализации органических остатков идут энергично и постоянно, без перерыва на зиму. Отмечая роль гумуса в тропических почвах, он пишет, что его «вовсе не мало» и гумус является столь же важным фактором плодородия почв, как и в умеренном поясе. Он подчеркивает большую роль минералогического состава, а также растительности для генезиса почв «жарких зон».

Взгляды П. Фагелера на процесс образования почв тропиков и субтропиков существенно отличаются от взглядов Гаррасовитца. Сущность их заключается в следующем: процесс аллитизации, т. е. глубокого разложения минеральной части почв с выносом подвижного SiO_2 и накоплением глинозема и окислов Fe, идет только в нейтральной и щелочной среде, тогда как в кислой происходит процесс сиаллитизации, т. е. вынос оснований и окислов Fe и Al и накопление остаточного кремнезема. Согласно П. Фагелеру, в тропических и субтропических областях могут иметь место оба эти процесса, поэтому здесь и образуются смешанные сиаллитно-аллитные или аллитно-сиаллитные образования. Наиболее типичные аллиты (красноземы или латериты), по Фагелеру, формируются в полувлажных тропических и субтропических областях. Что же касается влажных областей, то аллиты формируются лишь на первых стадиях развития почв до тех пор, пока не приобретут устойчивой кислой реакции. Позднее, особенно под тропическим лесом, происходит смена аллитных почв на сиаллитные. Таким образом, отмечает Фагелер, «под густым лесом образование профилей почв сходно с тропическим процессом подзолообразования».

Большое внимание уделяет Фагелер возделыванию тропических и субтропических культур, считая, что при этом необходимо учитывать свойства почв. Он называет «гибельными» представления о том, что в тропиках «все

должно произрастать лучшим образом». Раскрывая роль удобрений для тропических почв, он указывает на большое значение средств сидерации при воздействии на азотный режим и физические свойства. Роль извести в этих районах не так велика, как в умеренных гумидных районах умеренного климата. Фагелер пишет, «что больше 75% всех неудач, постигших тропические и субтропические сельскохозяйственные предприятия, должно быть отнесено за счет неправильного выбора почвы. В тропиках и субтропиках, где внешнее впечатление особенно часто вводит в заблуждение, только основательное знакомство с почвоведением может предохранить земледельца от тяжких ошибок, влекущих за собой материальные убытки».

В 1936 г. видный американский почвовед, ученик Марбута Дж. Торп публикует работу о географии почв Китая с приложением почвенной карты. В эти же годы публикуют работы, сопровождаемые картами, о почвах Явы и Суматры - Э. Моор, Кубы - Беннет и Аллисон, Восточной Африки - Г. Мильн, В. Беркли, В. Мартин и т. д.

Близкими к латеритам образованиями являются красноземы (*terra rossa* или *гоха*) субтропических широт, которые отличаются от типичных латеритов, по описанию Вольтмана, отсутствием шлаковидных или ячеистых конкреций гидратов окиси железа. Подобные почвы широко распространены в субтропических областях Южной Америки (южная и средняя Бразилия, Уругвай, Парагвай и Аргентина), встречаются они в России, Японии, Китае и ряде других стран. Подобно типичным латеритам, красноземы образуются на самых разнообразных породах: гнейсы, граниты, диабазы, базальты, сланцы. Причины отсутствия в субтропических областях латеритов и замещения их на красноземы усматриваются в различии климатических условий. Между латеритами, которые богаты конкрециями окислов железа, и красноземами, не содержащими таких конкреций, существуют многочисленные переходы в виде красноцветных почв.

Интерес к изучению тропических и субтропических областей особенно сильно возрос в 40-е гг. нашего столетия. В 1944 г. появилась книга Харроу

«Африка - умирающая земля», в которой автор писал о катастрофическом влиянии европейской колонизации на биологическое равновесие африканских ландшафтов.

В 1944 г. во Франции создается секция почвоведения, которая занимается изучением заморских территорий (ORSTOM, office de la recherche scientifique et technique outre-mer). В 1945 г. первые работы были проведены на Мадагаскаре, в Западной Африке. Большую роль в этих исследованиях сыграл французский исследователь Обер. Изучение почвенных образований тропического пояса позволило сделать вывод, что это наиболее древние на Земле образования. По расчетам Ленефа и Обера 1 м коры выветривания почв в тропиках образуется за 20 - 77 тыс. лет. Древность тропических и экваториальных почв, однако, не говорит о стабильности почвообразования. Для этих зон как в геологическом, так и в историческом аспекте характерны крайняя динамичность процесса почвообразования и острая борьба противоположностей. По Оберу, в тропических зонах происходит щелочной гидролиз первичных минералов с быстрым удалением оснований (Ca, Mg, K) и освобождением ионных форм (Si, Fe, Al) при разрушении кристаллических решеток минералов. При этом Fe мигрирует в разных формах, в том числе в форме хелатов, а также стабилизируется при фиксации на положительно заряженных глинах. Железо аккумулируется по профилю почв, выносится по склонам, образуя конкреции и псевдопесчаную структуру почв. Кремнезем мигрирует интенсивнее, чем Al, и при наличии свободных Al и Si происходит неосинтез каолинита. Мощность профилей почв в тропическом поясе достигает 10—20 м.

В 1948 г. выходит интересная работа З. Ю. Шокальской «Почвенно-географический очерк Африки», где автор обобщила огромный фактический материал, посвященный этому континенту. На почвенной карте показано, что распределение почвенных типов по поверхности материка Африки всецело подтверждает закон зональности. Отклонения вполне закономерно связаны с местными особенностями климата и характером рельефа. Автор отмечает, что за последние десятилетия исследования тропических почв во многих местах

земного шара достигли значительных успехов. Вместе с тем вопросы почвообразования в тропиках и его особенности настолько сложны и обширны, что пока выяснены только в самых общих чертах. В 1948 г. в Англии, в Ротамстеде, была организована первая конференция по тропическим почвам, на которой было высказано общее мнение, что материалы по поставленной проблеме фрагментарны и не дают возможности создать классификацию почв. В 1954 г. вышла в свет монография Мора и Ван Барена «Почвы тропических областей», которая стала настольной книгой для специалистов, работающих в тропиках. В 1958 г. вместо термина «латеритные почвы» на конференции по тропическим почвам был принят термин «ферраллитные почвы». Большие исследования в Китае, основанные на генетическом подходе, где распространение почв увязывалось с факторами почвообразования, провели И. П. Герасимов (1955) и В. А. Ковда (1959).

В 1960 г. были начаты работы по подготовке почвенной карты Южной Америки в масштабе 1:5000000 в рамках общей почвенной карты мира. В этот период там работает крупный советский ученый-почвовед В. А. Ковда. Почвенное районирование материала и краткое описание основных почв и почвенных районов было произведено Райтом, Бенетом в 1965 г. Почвенная карта Южной Америки опубликована в 1970 г., а пояснительный текст к ней - в 1971 г. (ЮНЕСКО). Большое значение имели публикации советских почвоведов о почвах Кубы, Бирмы, Пакистана, Ирака, Алжира (С. В. Зонн, Л. Л. Шишов, М. С. Симакова, Б. Г. Розанов, В. М. Фридланд, В. П. Петров и др.).

В 1964 г. большие исследования провел во Вьетнаме В. М. Фридланд, который дал классификацию и характеристику свойств латеритов, ферраллитных и ферраллитно-маргалитовых почв, рассмотрел вопросы химизации, борьбы с эрозией.

В 1963 г. в Брюсселе была опубликована почвенная карта Африки в масштабе 1 : 5000000, составленная Д'Ором, как результат работ, проведенных в рамках ССТА (комиссии технического сотрудничества в Африке). Необходимо отметить работы по этому континенту таких исследователей, как Дюран, Булэн, Менъен и др.

В 1965 г. выходит работа И. А. Денисова «Основы почвоведения и агрохимии» как результат исследований, в течение ряда лет проводимых им в Гвинее, Мали и других странах Западной Африки. На принципах докучаевского почвоведения основывается генезис основных типов почв тропиков, дается их классификация.

В 70-е гг. большие исследования проводят: в Уругвае, Аргентине, Чили — И. П. Герасимов; в Колумбии, на Кубе - С. В. Зонн, Л. Л. Шишов.

В вопросах генезиса почв известный ученый И. П. Герасимов проявлял особый интерес к изучению стран тропического и субтропического почвообразования. Он посетил ряд стран, расположенных в влажных тропиках, и дал характеристику почвенного покрова Гвинеи, Бразилии, Индии и др., обратил особое внимание на связи почвообразования с биоклиматическими условиями и формированием рельефа. Это дало возможность И. П. Герасимову сформулировать весьма важное положение о принципиальных различиях процессов, происходящих в условиях влажных тропиков в коре выветривания и в почвенной толще корнеобитаемой зоны. Последнюю он назвал деятельной зоной.

В толще ферраллитных кар выветривания И. П. Герасимовым выделено две части: нижняя, где идет процесс латеритизации с накоплением полуторных окислов и выносом кремнезема, щелочных земель и щелочей, и верхняя - зона активного почвообразования, где идут противоположные процессы выноса полуторных окислов и накопления кремнекислоты. На основании этого исследования Герасимов провел генетическое подразделение тропических почв на территории Кубы и других влажнотропических стран.

В 1974 году выходит учебник С.В. Зонна «Почвообразование и почвы тропиков и субтропиков».

В 1976 г. Холсуорс опубликовал краткий обзор почвенных исследований в Австралии за 50 лет в связи с 50-летием деятельности CSIRO (Республиканской организации научных и технических исследований). Г. Обер отмечал, что накоплен огромный материал по составу гумуса почв Африки, поведению в них железа, выявлена роль почвенной фауны, особенно червей и термитов, изучена

микроморфология. В настоящее время достигнут высокий уровень изученности в Африке явлений водной эрозии почв и значительно более низкий - дефляции.

В 1977 году выходит работа Б.Г.Розанова «Почвенный покров земного шара», где изложен материал по истории и теоретическим проблемам создания почвенной карты мира и континентов, обсуждаются проблемы географии почв и законы формирования почвенного покрова. Детально описывается почвенный покров континентов и новых картографических материалов.

В 1977 г. опубликована монография Э. К. Накаидзе «Коричневые и лугово-коричневые почвы Грузии»; в 1978 г. к XI Международному конгрессу почвоведов опубликован сборник «Генезис и география почв зарубежных стран», в котором И. П. Герасимов описал генетические типы почв Японии и Гавайских островов, С. В. Зонн - генетические особенности, принципы освоения и охраны почв КНДР и Алжира, И. И. Карманов - красно-бурые почвы сухих саванн Бирмы.

В 1979 году Н.Н.Розов и М.Н.Строганова в работе «Почвенный покров мира» подробно раскрывают историю образования почвенного покрова. Излагаются вопросы географии почв с экологических позиций и их связь с проблемами мирового сельского хозяйства.

С 1977 по 1980 г. широкие исследования проведены в Ливийской Джамахирии советской почвенно-экологической экспедицией. Была проведена широкие почвенные исследования на значительная части территории республики, выполнены большие аналитические работы по характеристике всех типов почв. В отчете экспедиции, опубликованном в 1980 г. (Триполи), раскрыты генетические особенности почв Ливии, их классификация, состав и свойства, агропроизводственная группировка, а также особенности сельскохозяйственного использования.

И.А.Соколов (1992, 1993, 1996,1997,1998 годы) публикует серию работ посвященных проблемам тропического почвообразования. В 2004 году выходит монография И.А.Соколова «Тропическое почвообразование и выветривание (на примере Лаоса)», где автор с новых позиций рассматривает формирование тро-

пических почв. И.А.Соколов считает, что классический профиль ферраллитных тропических почв с горизонтами латерита и плинтита является результатом древней гидротермальной проработки почвообразующих пород с наложенными на него педогенными процессами.

В.Д.Наумов (2007, 2013, 2015 годы) публикует учебники «Почвы тропиков и субтропиков и их сельскохозяйственное использование», а также в соавторстве монографию «Почвы северной Африки, где с позиции почвенно-географического районирования излагаются особенности формирования, генезиса, строение, состава и свойства основных типов почв тропиков и субтропиков».

Таким образом, к настоящему времени имеется большое количество работ российских и зарубежных исследователей, посвященных почвам тропиков и субтропиков. Обобщая богатую зарубежную литературу о латеритах и латеритных почвах, необходимо отметить значительное преобладание региональных работ описательного характера и отчетов о проведенных лабораторных исследованиях. В сравнительно малом количестве имеются труды обобщающего генетического содержания. В зарубежном почвоведении, особенно при изучении тропических территорий, до последнего времени использовались в основном методы литологического изучения почв, унаследованные от прежнего агрогеологического подхода, при котором образцы и профили различных латеритных почв рассматривались преимущественно в лабораториях, в значительном отрыве от конкретных условий образования этих почв в природе и без надлежащего учета их огромного географического разнообразия.

Вопросы:

1. Кто ввел в научную литературу термин латерит и что обозначает этот термин?
2. С именем какого русского ученого мы связываем представление о генезисе латеритных почв и кор выветривания. Раскройте основные положения?
3. Основные положения Фагелера на образования и свойства тропических почв.
4. Перечислите известных российских исследователей 70-х годов прошлого века, внесших значительный вклад в изучение почв тропических и субтропических областей.

2. ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ ПОЯСАХ

Основоположник генетического почвоведения В. В. Докучаев первым установил, что зависимость между почвами и условиями почвообразования является не случайной, а закономерной. Зная сущность и историю взаимосвязи между почвами и факторами почвообразования, в принципе возможно предсказать тип почвенного покрова на территории. Поэтому учение о факторах почвообразования является одним из важнейших разделов учения о почве. В своем определении понятия «почва» В. В. Докучаев пишет в 1901 г.: «Почва есть функция (результат) от материнской породы (грунта), климата и организмов, помноженная на время». Эти условия почвообразования он назвал агентами-почвообразователями, или факторами почвообразования. Он отмечает: «Все эти агенты-почвообразователи, в сущности, совершенно равнозначные величины и принимают равноправное участие в формировании нормальной почвы».

Большое воздействие на весь комплекс окружающих условий развития почвообразовательного процесса (растительность, элементы климата, гидрология и т. д.) оказывает производственная деятельность человека, которую в настоящее время выделяют как самостоятельный фактор почвообразования.

2.1. Климат

«Под климатом следует понимать среднее состояние разных метеорологических явлений (или атмосферных процессов, или особенностей воздушных масс), поскольку это среднее состояние сказывается на жизни растений, животных и человека, а также на типе почвенного покрова» (Л. С. Берг, 1938).

С точки зрения почвообразовательного процесса самыми важными параметрами климата являются тепло и влага. Каждый из них характеризуется как средними показателями метеорологических элементов (температура, осадки, влажность воздуха и т. д.), так и их крайними показателями, дающими амплитуды колебаний в течении суток, сезонов и целого года.

Главным источником энергии для биологических и почвенных процессов является солнечная радиация, а основным источником увлажнения - атмосфер-

ные осадки. Зависимость поступления солнечной радиации пропорциональна широте местности. Это обуславливает обязательность широтного распространения на земном шаре ландшафтно - географических поясов, а следовательно, и обязательность географической широтной зональности почв. Такие широтные пояса получили в почвоведении почвенно - географических поясов, при определении которых наряду с радиационным балансом учитывают очень важный с точки зрения сельского хозяйства показатель (сумму активных температур (сумма температур выше 10⁰С, табл.1).

Таблица 1

Группа климатов

Почвенно-климатические пояса	Среднегодовая температура, 0С	Радиационный баланс, ккал/см ² • год	Сумма активных температур за год, °С	Общая площадь, млн/га	Процент от общей площади
Тропический (жаркий)	32	60 - 80	6000...8000	4910	47,7
Субтропический (теплый)	15	50 - 60	3800...6000...8000	1820	17,7
Суббореальный (теплоумеренный)	10	20 - 50	2000...3800	1530	14,9
Бореальный (холодноумеренный)	4...- 4	5 - 20	400...2000	1564	15,0
Полярный (холодный)	- 36	5	400	466	4,5

Почвообразование в тропиках и субтропиках протекает в условиях высокой обеспеченности теплом, т.е. в условиях теплого и жаркого климата. Это создает особый температурный режим (они не промерзают) и высокую энергию процессов, протекающих в почве в условиях достаточного увлажнения. Ежегодно большая часть этой энергии, аккумулируется в растительном веществе, расходуется на жизнедеятельность почвенной фауны и микроорганизмов и на реакции, ведущие к синтезу почвенного гумуса, вторичных минералов и т.п. (табл.2).

Таблица 2

Затраты энергии на почвообразование и энергия, аккумулируемая в растительном веществе, кал/см² г (Волобуев, 1960)

Природные зоны	Общие затраты энергии на почвообразование (включая эвапотранспирацию)	Энергия, ежегодно аккумулируемая в растительном веществе
Тундра и пустыни	1000 - 5000	5 – 60
Черноземные степи	15000 – 30000	150 – 360
Влажные субтропики	40000 - 50000	600 - 1500
Влажные тропики	50000 - 70000	1500 - 3500

Климатические типы выветривания различаются главным образом по количеству освобожденных полуторных окислов (Fe_2O_3 и Al_2O_3) и по типу образовавшейся глины (табл. 3).

Таблица 3

Климатические типы выветривания

Климат и растительность	Полуторные окислы	Глины
Сухой; степь	Отсутствуют	Монтмориллонит (+ иллит)
Умеренный, лиственный лес	Fe_2O_3 (мало)	Иллит
Субтропический; ксерофитный лес	Fe_2O_3 (много)	Каолинит (+ иллит)
Экваториальный; влажнотропический	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	Каолинит (+ гиббсит)

Таким образом, в направлении от полярных областей к теплым тропическим экваториальным увеличивается интенсивность выветривания, фотосинтеза и образования органического вещества, жизнедеятельность животных и бактерий.

В этом же направлении увеличивается интенсивность почвообразовательного процесса, который сопровождается как процессом разрушения минералов, разложением органического вещества, так и притоком, накоплением и синтезом новых минеральных и органических соединений.

Особенностью температурного режима тропиков и субтропиков является высокий уровень годовых и суточных значений температуры воздуха. Так, в экваториальной части они характеризуются низкой годовой амплитудой колебаний температуры и обычно находятся на уровне 26..... 27°. По мере движения к северу и югу от экватора среднегодовая температура в тропических и субтропических поясах меняется мало, однако увеличивается колебание дневных температур.

В субтропическом поясе возможно зимнее кратковременное замерзание почв и значительные максимальные температуры, которые могут достигать 56°C. Наступает сухой сезон, продолжительность которого увеличивается с возрастанием широты местности. Для тропиков и субтропиков характерна высокая испаряемость, которая достигает 2000 мм в год.

Значение термического фактора в выветривании и почвообразовании исключительно велико. Согласно известному правилу Вант-Гоффа, с повышением температуры на 10° скорость химических реакций возрастает в среднем в 2 - 3 раза. То же происходит и со степенью диссоциации химических веществ, растворенных в воде. При повышении температуры от 0 до 50° степень диссоциации возрастает в 8 раз. Учитывая разрыв максимально - минимальных температур в тропиках в 140.....150°, следует считать, что интенсивность химических реакций в наиболее теплых областях земного шара по сравнению с наиболее холодными должна быть в десятки тысяч раз больше. Все это объясняет, почему скорость выветривания и почвообразования, мощность почвенного профиля и продуктов выветривания в тропиках несравненно больше, чем в почвах и коре выветривания умеренных и холодных областей земного шара.

Характеристика территорий по степени их увлажнения не подчиняется закону зональности, так как осадки выпадают на земную поверхность чрезвычайно пестро и во многом зависят от местных причин. Режим увлажнения определяется абсолютными и относительными показателями. Абсолютные - характеризуют годовое или сезонное количество осадков. Относительные - количественно отражают отношение выпавших осадков к испаряемости для данной

территории. Этот относительный показатель получил название «коэффициент увлажнения» и впервые был установлен Г. Н. Высоцким, а позднее применен к классификации климатов земного шара М. Н. Ивановым.

Группа климатов	Коэффициент увлажнения (К.) по Высоцкому - Иванову
Очень влажные (экстрагумидные)	>1,33
Влажные (гумидные)	1,33 - 1,0
Полувлажные (семигумидные)	1,0 - 0,55
Полусухие (семиаридные)	0,55 - 0,33
Сухие (аридные)	0,33 - 0,12
Очень сухие (экстрааридные)	<0,12

Территории тропиков и субтропиков существенно различаются по условиям увлажнения, что позволяет в каждом из этих поясов выделять ряд областей (фаций), (табл. 4).

Таблица. 4

Группа областей тропического и субтропического поясов

Группа областей	Площадь, млн га	Процент площади пояса
Тропический пояс		
Влажные и переменно-влажные лесные	2230	45,0
Ксерофитно-лесные и саванные	1460,0	30,0
Полупустынные и пустынные	1220,0	25,0
Субтропический пояс		
Влажные леса	370,0	21,0
Ксерофитно-лесные и кустаниково-лесные	560,0	30,0
Полупустынные и пустынные	890,0	49,0

Тропический пояс значительно превосходит субтропический по площади. В его составе большой удельный вес занимают гумидные и семигумидные области, наименьшие площади приходятся на полупустыни и пустыни. Напротив, субтропический пояс характеризуется заметной сухостью, около 50% его территории приходится на аридные и экстрааридные области.

Вегетационный период в тропиках круглогодовой. Температурные условия обеспечивают здесь получение трех урожаев в год различных среднеспелых культур (с вегетационным периодом 3—4 мес), а также выращивание двухлетних и многолетних культур.

В субтропическом поясе продолжительность вегетационного периода колеблется от 200 до 365 дней. В течение этого срока могут быть выращены два урожая среднеспелых сельскохозяйственных культур с различными требованиями к термическим условиям. Набор сельскохозяйственных культур субтропиков заметно отличается от тропиков отсутствием целого ряда теплолюбивых многолетников, но все же достаточно широк, разнообразен. Северные границы субтропиков совпадают с границей ареала возделывания хлопчатника, который требует более 4000° активных температур за вегетационный период. Количество и интенсивность осадков, характер распределения их по сезонам во многом определяют процессы выветривания и почвообразования, тип растительности, формирование почвенного гумуса, окислительно-восстановительные условия, степень выщелоченности и засоленности почв, а также обуславливают развитие водной и ветровой эрозии (табл. 5, 6).

Граница между субтропиками и тропиками условно может быть проведена по растительности: финиковые пальмы субтропического пояса сменяются кокосовыми и маслиничными пальмами тропиков.

Таблица 5

**Зависимость состава обменных катионов в почвах от осадков
(о. Св. Маврикия, по Иени, 1948)**

Средняя годовая сумма осадков, мм	Емкость поглощения при pH= 7,0	Сумма обменных оснований (Ca + Mg)	Обменный водород
	м-экв на 100 г сухой почвы		
636 - 1250	29,5	24,0	5,5
1250 - 1900	26,2	15,2	10,3
1900 - 2500	22,9	8,2	14,7
2500 - 3200	22,3	5,4	16,9
3200 - 3800	20,6	4,0	16,6

Для тропического пояса характерно наличие 2-сезонного климата, для субтропического - 4-сезонного. Среднегодовое количество осадков в экваториальной части достигает значительного уровня, однако чаще всего колеблется в пределах 1700 - 2500 мм.

Таблица 6

Зависимость молекулярных отношений SiO_2 к Al_2O_3 в глинистой фракции от атмосферного увлажнения (по Денисову, 1962)

Страна	Сумма годовых осадков	$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ (в среднем)	Продолжительность сухого сезона, мес.
Судан	525	3,65	11
Гана	625 - 1250	2,59	8
Конго	1250 - 2000	2,07	3
Гвинея	2000	1,55	4

По направлению от экватора на север и юг количество осадков падает, а в полупустынях и пустынях составляет менее 250 - 100 мм в год. На север от экватора, в субаридных и аридных областях тропического пояса Африки формирование климата происходит под влиянием северо-восточного ветра «харматан» в сухой период (ноябрь - май). В субтропическом поясе в восточных областях (Азия, Америка) увлажнение значительно больше, чем в западных. Двадцать процентов осадков в тропиках выпадает в виде ливней (в европейской части доля ливней обычно не превышает 2—3%). Ливневый характер осадков в значительной мере способствует развитию процессов водной эрозии. В увлажненной территории заметную роль играют конденсационные процессы. Количество выпавшей в годовом цикле росы достигает 180 - 200 мм.

Суммарный эффект совместного влияния осадков и температуры на почвообразование очень сложен. Поэтому простое сведение почвообразовательного процесса только к его зависимости от тех или иных факторов (соотношений температуры и атмосферных осадков) может привести к ошибочным заключениям.

Климат может иметь прямое и косвенное влияние на почвообразование. Прямое влияние сказывается при непосредственном воздействии на почву (увлажнение почвы влагой осадков и ее промачивание, нагревание и охлаждение и

т. д.), косвенное - проявляется через воздействие климата на растительный и животный мир.

2.2. Рельеф

Рельеф — это совокупность разного рода неровностей земной коры. Наиболее распространены следующие формы рельефа: плоский или равнинный, слабоволнистый, волнистый, холмистый и горный.

Различают четыре группы форм рельефа: макрорельеф - с относительными высотами 100 м; мезорельеф – 1.....100 м; микрорельеф - 0,2.....1 м и нанорельеф - 0,1.....0,2 м.

Разные элементы рельефа оказывают специфическое влияние на перераспределение солнечной радиации в зависимости от экспозиции и крутизны склонов, а следовательно, и на весь почвообразовательный процесс в тропиках и субтропиках.

В тропических широтах солнечные лучи имеют почти постоянные углы наклона, поэтому степень нагрева склонов сглаживается. Вместе с тем в горных условиях рельеф считается главным фактором, определяющим вертикальную зональность почв.

Большая роль принадлежит рельефу в перераспределении влаги осадков и почвенной влаги. Элементы мезо- и микрорельефа регулируют соотношение вод, стекающих по поверхности, просачивающихся в понижениях. В тропиках и субтропиках рельеф в значительной степени предопределяет гидроморфизм и глинообразование. Указанные процессы получают распространение прежде всего в нижней части склонов, где складываются более стабильные условия увлажнения. В нижней части склонов обычно наблюдается интенсификация процессов латеритообразования.

Хорошо дренированные элементы рельефа тропиков при высоком уровне осадков способствуют формированию каолиновых кор выветривания. Отрицательные элементы рельефа в засушливых условиях приводят к образованию монтмориллонитовых кор выветривания, в зоне же тропических лесов - к заболачиванию суши.

Различия в степени увлажнения вызывают изменения питательного, окислительно-восстановительного и солевого режимов. Все это приводит к развитию различной растительности, существенным изменениям в синтезе и разложении органического вещества, превращении почвенных минералов и, в конечном счете, к образованию разных почв в условиях неодинакового рельефа.

Рельеф оказывает большое влияние на развитие эрозионных процессов. В тропических условиях эрозия наиболее интенсивна в дождливый сезон, когда ливни способствуют образованию мощного поверхностного стока вод. В условиях склоновых форм рельефа возможно проявление водной эрозии, т. е. смыва и размыва почв. Размыв поверхности почвы, вызываемый ручьями, временными водотоками, приводит к появлению углублений, которые могут дать начало оврагам. Особенно интенсивно процессы эти идут в аридных областях, где ливневые воды дают огромный сток, устремляющийся в сухие русла - вади.

Равнинные формы рельефа в аридных районах подвергаются действию ветровой эрозии (дефляции). Наиболее интенсивно переносятся иловатые, пылеватые и песчаные частицы. В результате выдувания и переноса формируется своеобразный дефляционный рельеф, который особенно ярко выражен в песчаных пустынях и представлен барханами, дюнами, грядами, котловинами выдувания.

2.3. Почвообразующие горные породы (кора выветривания)

Почвообразующими называются те породы, на которых формируются почвы. Они различаются между собой по гранулометрическому, химическому и минералогическому составу, и эти различия наследуются почвами. Почвы одного типа, но сформированные на неодинаковых породах, всегда будут обладать известными отличиями. С особенностями почвообразующих пород в значительной степени связано географическое распределение почв.

Почвообразующие горные породы делятся на три большие группы: магматические (или массивно-кристаллические), осадочные и метаморфические. Минералогический состав почвообразующих пород и почв представлен первичными и вторичными минералами. Первичные минералы слагают магматиче-

ские породы, в рыхлых породах и почвах они являются остаточным материалом выветривания исходных пород. Состоят они преимущественно из частиц размером больше 0,002.....0,001 мм. Частицы размером меньше 0,002.....0,001 мм относят к вторичным глинистым минералам. Образуются они в почвообразующих породах и почвах путем медленного разложения первичных минералов, таких, как полевые шпаты, слюда, амфиболы, пироксены и составляют основу так называемого комплекса выветривания. Разложение их идет двумя путями: физическим дроблением (дезинтеграция), наиболее ярко выраженным в почвах пустынь тропического и субтропического пояса, и химическим и биологическим преобразованием в почвах переменного-влажных и влажных тропиков. Принято считать, что механическая фракция меньше 2 - 1 мк состоит из глинистых минералов. Однако установлено, что в этой фракции, даже во влажнотропических почвах, могут содержаться различные кристаллические и аморфные продукты, не связанные по происхождению с глинистыми минералами.

Вторичные глинистые минералы являются одним из важнейших показателей почв. Представлены они более или менее гадратированными силикатами Al и имеют общую формулу $n SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot m H_2O$.

Отношение количества кремнезема к количеству алюминия в глине выражают обычно как молекулярное отношение $SiO_2 : Al_2O_3$. Оно колеблется между 2 и 5 и служит для характеристики глин. Различают четыре большие группы глин с различными специфическими свойствами: группа каолинита, группа монтмориллонита, группа иллита, группа аттапульгита (палыгорскита). Разделение их основывается на химических и кристаллохимических свойствах (структура пакетов, толщина пакетов, замещение в пакетах электрических зарядов).

Кроме вторичных глинистых минералов, выделяют также группу минералов простых солей и группу минералов гидроокисей и окисей.

Вышеперечисленные почвообразующие горные породы и слагающие их минералы подвергаются под воздействием атмосферы, гидросферы и биосферы

разнообразным и сложным количественными и качественным изменениям, получившим название «выветривание», а продукты выветривания получили название «кора выветривания».

Под «корой выветривания» понимают наружную (подпочвенную) часть литосферы в пределах континентов, где происходит перераспределение химических элементов в соответствии с местными ландшафтно-геохимическими условиями. Верхняя граница коры выветривания соответствует горизонту С-почвы. Нижней границей является собственно горная порода, не затронутая выветриванием или измененная лишь в малой степени. Таким образом, почвы формируются на продуктах преобразования горных пород или на корах выветривания.

В зависимости от природных условий, свойств горных пород, времени, течения процессов выветривания различают современные и древние коры. Современные коры выветривания образовались в четвертичном периоде. В тропической Африке аллитные и бокситовые толщи существуют с третичного и, возможно, мелового периода.

Б. Б. Полюнов (1934) ввел понятие об остаточных и аккумулятивных корах выветривания. Остаточные (элювиальные) коры выветривания (образованные *in situ*) формируются в условиях тектонически спокойного рельефа, сложенного, как правило, массивными породами. Среди них выделяют следующие формы: грубообломочные, обызвесткованные, сиаллитные, аллитные.

Аккумулятивные коры выветривания образуются в результате переотложения (водой, ветром) продуктов элювиальных кар выветривания. Представлены они, как правило, рыхлыми отложениями различного механического состава, обогащенными теми или иными подвижными компонентами, вынесенными из остаточных кар выветривания. Среди них различают такие формы, как хлоридно-сульфатные, карбонатные, сиаллитные.

В гумидных областях тропического пояса господствуют остаточные ферраллитные коры выветривания. Для них характерна значительная выветренность минеральной части, бедность кремнеземом, практически полное отсутствие оснований, вместе с тем обогащенность гидроокислами железа (гидрогетит, гема-

тит, гетит) и алюминия (бемит, гиббсит). Отношение $\text{SiO}_2: \text{Al}_2\text{O}_3$ меньше 2,5.

В восстановительной среде из ферраллитной коры происходит интенсивная миграция железа и накопление его в понижениях, депрессиях в виде латерита. В областях аккумуляции среди ферраллитных кор за счет бокового и поверхностного привноса кремнезема и оснований формируются сиаллитные монтмориллонитовые коры выветривания. Особенно они типичны для жарких переменновлажных областей тропических редколесий и саванн.

По мере возрастания сухости климата все более и более затрудняется вынос подвижных продуктов, уменьшается скорость выветривания и мощность кор. В субаридных областях тропиков распространена остаточная обызвесткованная сиаллитная кора, в составе которой преобладают монтмориллонит, иллит, новообразования в форме кальцита. При сравнительно высоком содержании кремнезема в ней относительно много по сравнению с горной породой окислов Al и Fe. Поэтому в их составе сохраняется еще много каолинита и бейделлита. В аккумулятивных областях монтмориллонитизация усиливается, коры более сильно обызвесткованы и часто имеют хлоридно-сульфатные аккумуляции.

В аридных областях субтропиков и тропиков формируются грубообломочные обызвесткованные, часто обогащенные гипсом коры, в которых мало глинистых минералов. В рыхлых наносах и почвах аккумулятивных областей образуется хлоридно-сульфатная, а местами хлоридно-нитратная аккумулятивная кора выветривания.

По молекулярным отношениям $\text{SiO}_2: \text{R}_2\text{O}_3$ в илистой фракции все коры подразделяются на две большие группы:

- I. **Аллитные** (ферраллитные) — $\text{SiO}_2: \text{R}_2\text{O}_3$ меньше 2,0 - 2,5.
- II. **Сиаллитные** — $\text{SiO}_2: \text{R}_2\text{O}_3$ больше 2,5.

Аллитная (ферраллитная) группа кор выветривания подразделяется на несколько подгрупп с учетом содержания окислов Fe и Al:

- а) аллитная - $\text{Al}_2\text{O}_3: \text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 4,0$;
- б) ферраллитная - $\text{Al}_2\text{O}_3: \text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 1,5$;
- в) ферритаая - $\text{Al}_2\text{O}_3: \text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,5$,

Ферритная подгруппа встречается в тропическом и субтропическом поясах, где в продуктах выветривания аккумулируются малогидратные окислы Fe.

Для определения сущности почвообразования важно разделение указанных групп кор выветривания по составу глинистых минералов на:

I. Аллитные (ферраллитные):

1) галлуазит-гибситовые (кислые); 2) каолинитово-галлуазитовые (кислые); 3) лимонитовые (нейтральные); 4) гетитовые (нейтральные).

II. Сиаллитные:

1) каолинитовые (кислые); 2) иллитовые (кислые и нейтральные); 3) гидрослюдисто-хлоритовые (нейтральные); 4) монтмориллонитовые (щелочно-слитосиаллитовые).

Разнообразие исходных пород, их возраст, роль рельефа, условия сноса, переотложения рыхлого материала и растворимых продуктов выветривания в каждом географическом поясе весьма разнообразны, поэтому разнообразны и продукты выветривания. В условиях молодого расчлененного рельефа во влажных тропиках распространены не ферраллитные, а более молодые сиаллитные коры. Во многих аридных и субаридных областях встречаются реликтовые древние ферраллитные и феррсиаллитные коры выветривания, не соответствующие современным биоклиматическим условиям. Местами ферраллитные коры подверглись вторичному обызвесткованию и засолению и поэтому выступают в качестве весьма своеобразных почвообразующих пород с необычным сочетанием вторичных минералов (например каолинита и гипса).

Почвы, образовавшиеся на коре выветривания того или иного типа, наследуют ее минеральный состав. Однако в процессе почвообразования многие минералы подвергаются дальнейшим изменениям. В почвах, обладающих более высоким энергетическим потенциалом, чем кора выветривания, и процессы разрушения минералов, и процессы вторичного синтеза идут с большей скоростью. Следовательно, почвообразующие породы оказывают большое влияние на направление и скорость почвообразовательного процесса.

2.4. Растительный и животный мир (биологический фактор)

В почвообразовании огромное значение имеют биологические процессы, в которых активно участвуют растения, микроорганизмы, почвенная фауна.

На фоне высокой обеспеченности теплом и в ряде случаев хорошего увлажнения для тропиков и субтропиков характерна определенная дифференциация по условиям биологического круговорота веществ (табл. 7). Наиболее высокий запас фитомассы обнаружен во влажно-тропических вечнозеленых лесах, которые характеризуются разнообразием видового состава, многоярусностью, отличаются сомкнутостью и обилием лиан, отсутствием, как правило, подлеска.

Таблица 7

**Биологическая продуктивность различных ландшафтов (ц/га)
(Базилевич, 1967)**

Ландшафт	Биомасса	Зеленая часть	Многолетняя надземная часть	Корни	Годовой прирост	Годовой опад
Пустыни и полупустыни	43	1	4	38	12,2	12
Саванны сухие	268	29	126	113	73	72
Саванны	666	83	544	39	120	115
Влажные тропические леса	≥ 5000	400	3700	900	325	250

Общая биомасса составляет там более 500 т/га, а в лесах Бразилии зарегистрирована биомасса 1500—1700 т/га. Такая растительность располагается в экваториальной части тропического пояса.

Общее поступление элементов с биологическим круговоротом в тропических лесах составляет 1500—2000 кг/га, зольность опада 2,0—6,6%, азота около 1,0% (табл. 8).

Таблица 8

Характер биологического круговорота веществ под лесом

Показатель	Хвойно-лиственные леса	Субтропические и тропические леса
Биомасса, т/га	300 – 400	500 – 1500
Зоомасса, т/га	0,4	4,5
Опад ежегодный, ц/га	40 – 90	200 – 500 – 1500
Зольные элементы + N, кг/га в год	40 - 60	300 – 600 - 2000

Таким образом, в тропических лесах имеет место очень емкий биологический круговорот веществ, с опадом поступает много азота, серы, что способствует поддержанию кислой среды почв в этих условиях. Биологический круговорот характеризуется высокой интенсивностью, преобладанием азотно-кремниевых типов химизма с участием алюминия, железа и марганца. С увеличением сухости климата зольность опада возрастает, а в биологических циклах большое значение приобретают галогены.

В составе микроорганизмов важная роль принадлежит бактериям (нитрификаторам, серобактериям, железобактериям и др.). В засушливых областях тропиков в сухой сезон в почвообразовании усиливается значение актиномицетов.

В тропических областях велика активность почвенной фауны, особенно муравьев и термитов.

Наиболее богаты микрофауной почвы под первичными лесами. Значение микрофауны заключается здесь, прежде всего в интенсификации процессов разложения растительных остатков, в то время как роль макрофауны сводится главным образом к перемешиванию почвенной массы. В обезлесенных почвах, используемых в сельскохозяйственном производстве, количество особей снижается, уменьшается содержание гумуса, ухудшаются агрофизические свойства; снижается плодородие тропических почв (табл. 9).

Таблица 9

**Зависимость между фауной и свойствами почвы в тропиках
(по Мальдагу, 1950)**

Угодье	Число организмов	Органических веществ, %	Пористость почвы, %	Плотность почвы, г/см ³
Тропический лес	79000	10	65 - 80	0,4 – 0,8
Пастбища, кустарники, плантации кофе	45000	4 - 8	53 - 57	1,1 – 1,2
Молодые залежи, культурные поля	18000	3	53	1,4 – 1,8

В тропическом поясе выделяют следующие растительные зоны:

1. тропические постоянно-влажные леса (гилеи);

2. тропические переменнно-влажные леса, редколесья и высокотравные саванны;
3. ксерофитные леса и сухие (низкотравные) саванны;
4. тропические полупустыни;
5. тропические пустыни.

Субтропические влажные леса имеют сходство с тропическим дождевым лесом густой тенью, высотой деревьев, большим количеством эпифитов, лиан, папоротников и т. д., но сильно отличаются флористическим составом (табл. 10).

Таблица 10

Распределение растительных зон субтропического пояса. Запасы надземной и подземной фитомассы (по данным Базилевич, Родина, 1976)

Растительные зоны	Запасы, ц/га
Субтропические пустыни	Менее 25,0
Субтропические полупустыни	50 – 125
Ксерофитные леса и кустарники, пампы	250 – 500
Субтропические широколиственные и хвойные леса	3000 – 4000
Широколиственные влажные субтропические леса	4000 - 5000

Годовая продуктивность (прирост) влажных субтропических лесов составляет 150—300 ц/га, а запасы подстилки - около 100 ц/га. Интенсивность биологического круговорота несколько меньше, чем во влажных тропических лесах, но в два раза выше, чем в степях. По мере нарастания сухости в саваннах разложение ежегодно отмирающего и поступающего в опад органического вещества происходит весьма активно и биологический круговорот оценивается как интенсивный. В субтропических лесах и саваннах зольность невысокая - 2,6 - 5,0%. Повышенная зольность прироста (5 - 8%) наблюдается в пустынях и очень высокая (8 - 12% и более) свойственна растительности мангров и солончаков. Количество ежегодно вовлекаемых в биологические циклы зольных элементов и азота в субтропических лесах также высокое, около 5000 кг/га. В пустынях оно падает до 50 кг/га.

2.5. Возраст страны

Почвы земного шара имеют различный возраст, и пути их эволюции многообразны в связи со спецификой истории развития отдельных регионов. В ев-

ропейской части СССР возраст основных почв определяется ледниковыми периодами и обычно не превышает нескольких десятков тысяч лет. В тропических областях возраст почв не зависит от деятельности ледников и часто достигает 60 млн лет и более.

Различают понятия абсолютного и относительного возраста почв.

Абсолютный возраст - период, прошедший с начала формирования почвы до настоящего времени. В процессе своего развития от начала почвообразования почва может пройти ряд стадий или задержаться на какой-то начальной стадии. Однако это не влияет на абсолютный возраст почв.

Относительный возраст характеризует скорость почвообразовательного процесса, быстроту смены одной стадии развития почвы другой. Большую роль в этом играют условия рельефа, состав и свойства пород.

Фактор времени в тропиках и субтропиках приобретает важное значение, так как выветривание горных пород и процессы почвообразования не прерываются зимними периодами и протекают практически непрерывно. Формы проявления почвообразовательного процесса обуславливаются как возрастом почв, так и возрастом коры выветривания. Непрерывно развиваясь во времени, почвы претерпевают при этом самые разнообразные изменения не только под влиянием возникших в них почвообразовательных процессов и внутренних свойств, но и под влиянием окружающей природной обстановки.

2.6. Производственная деятельность человека

Человек влияет на почвенный покров как непосредственно, так и косвенно (через другие факторы почвообразования). Хозяйственная деятельность человека обычно включает такие мероприятия, как обработка почв, внесение минеральных и органических удобрений, препаратов химической защиты растений, известкование, гипсование, их осушение и орошение, промывание засоленных почв, борьба с водной и ветровой эрозией, трансформация территории (вырубка леса, превращение его в луг или выгон), пастьба скота и т. д.

Огромное и все возрастающее количество различных отходов в виде дыма и пыли, выбрасываемых в воздух промышленными предприятиями, разно-

сится ветрами на большие расстояния и попадает в почву непосредственно или вместе с атмосферными осадками. В результате этого в почву поступают хлор, серная кислота, окислы азота, тяжелые металлы, а за последние годы начали поступать и различные радиоактивные вещества.

Таким образом, глобальное воздействие человека на почву и окружающую природу разнообразно, оно усиливается со временем. Вместе с тем характер производственной деятельности в тропиках и субтропиках имеет свои особенности. К настоящему времени человек значительно изменил естественный облик тропических лесов, что существенным образом отразилось на климате и почвенном покрове. За последние 25 лет площадь экваториальных и субэкваториальных лесов сократилась на 50%, некоторые страны практически уже лишились леса. Так, в Эфиопии в начале XX века леса занимали 40% территории страны, сейчас под лесом осталось лишь 3,5% территории. Уничтожение влажных тропических лесов прямо ведет к нарастанию жесткости и сухости климата, существенно изменяет ландшафтно - экологическую обстановку, приводит к изменению почвенного покрова, развитию губительных процессов эрозии. Возобновление влажных тропических лесов требует 1000 лет и более. Установлено, что под нетронутыми (так называемыми священными лесами), почвы содержат значительно больше гумуса, в них активнее идут биологические процессы, они отличаются более высоким плодородием.

К отрицательному влиянию человека нужно отнести и применение саванного огня (*les feux de brousse*). Огонь используется местным населением с различными целями: приготовление участка почвы под посев, возобновление пастбищ, очищение окрестностей вокруг деревень, удаление вредных животных, организация дорог, сбор меда, производство древесного угля, получение пепла, который население использует в качестве калийного удобрения и т. д. Вместе с тем отрицательное действие саванного огня огромно: уничтожается естественная растительность, снижается содержание гумуса (привнос золы в качестве удобрения не тормозит этот процесс), усиливается выщелачивание зольных элементов из почвы. Изменение флористического состава растений (уничтожа-

ются нежные, питательные растения, на смену которым приходят грубые, жесткие, малопитательные) наносит значительный ущерб животным, уменьшается рост деревьев в саваннах, часто наблюдается их травматизм, уничтожается лесная фауна; каждый год саванный огонь является причиной несчастных случаев, которые в большинстве своем остаются неизвестными. Под воздействием тепла плодородная земля часто покрывается коркой латерита различной мощности, которая мешает растениям нормально развиваться. Под прямым воздействием солнца и дождя резко ухудшаются физические свойства почв, активно идет эрозия, почва быстро истощается и теряет свои первоначальные свойства, превращаясь в бесплодный ожелезнённый панцирь.

Положительным моментом воздействия человека на почвообразовательный процесс в условиях тропиков следует признать стремление к увеличению кратности урожаев. Обилие тепла и света, а часто и достаточное количество влаги позволяют при определенном уровне агротехники получать в течение года два и более урожаев.

Влияние факторов почвообразования в тропиках и субтропиках разнообразно и имеет свои специфические черты, что отражается на процессах почвообразования, структуре почвенного покрова этих территорий. В тропиках выделяются типы почв, которые не встречаются в других почвенно - климатических поясах, а проявление таких почвообразовательных процессов, как дерновый, подзолистый, глеевый, имеет свои особенности.

Вопросы:

1. Что такое факторы почвообразования?
2. Сколько факторов почвообразования выделил В.В. Докучаев, перечислите их?
3. Что мы понимаем под климатом (определение Л.С. Берга)?
4. Какой показатель используется при выделении почвенно-климатических поясов?
5. На основании каких показателей выделяются типы выветривания?
6. Что такое коэффициент увлажнения по Высоцкому – Иванову. перечислите группы климатов?
7. Сколько сезонов характерно для тропического и субтропического поясов?
8. Что такое рельеф?
9. Перечислите основные группы форм рельефа и дайте их характеристику.

10. Роль рельефа в почвообразовании.
11. На какие группы делят почвообразующие горные породы?
12. Что такое остаточные и аккумулятивные коры выветривания?
13. Дайте характеристику понятиям: аллитные (ферраллитные) и сиаллитные коры выветривания.
15. На какие подгруппы разделяется группа аллитных (ферраллитных кор выветривания) ?
16. Каким запасом фитомассы характеризуются влажно-тропические вечно-зеленые леса?
17. Перечислите основные растительные зоны тропического пояса.
18. В чем проявляется специфика фактора времени в тропиках и субтропиках?
19. Прямое и косвенное влияние человека на почвенный покров.
20. Что такое саванный огонь и его влияние на растительный и почвенный покров?

3. ПОЧВЫ ТРОПИЧЕСКОГО ПОЯСА

3.1. Тропическая гумидная формация

3.1.1. Красно-желтые ферраллитные почвы постоянно влажных тропических лесов

Красно-желтые ферраллитные почвы входят в почвенно - агроэкологическую формацию автоморфных ферраллитных кислых малогумусных почв. По Глазовской, они входят в семейство фульвоферраллитов. На почвенной карте мира (ИАПАН/МГУ, 1975) они выделяются как ферраллитные сильно ненасыщенные и латеритные оподзоленные, по ФАО/ЮНЕСКО (1971, 1975) — как ферральсоли и акрисоли, по И. А. Денисову — каолисоли (Kaolisols). В зарубежной литературе Redyellow latosols, Oxisols (США), Sols ferrallitiques ferrasols (Франция), Ochrosoils (Англия).

Общими диагностическими признаками почв служат: отношение SiO_2 : Al_2O_3 в глинистой фракции менее или около 2,0; содержание во фракции пыли менее 5% способных к выветриванию первичных минералов; преобладание в илистой фракции каолинита.

Красно-желтые ферраллитные почвы встречаются в странах муссонной Юго-Восточной Азии, на островах Малайского архипелага, в Новой Гвинее и Северо-Восточной Австралии. Большие пространства заняты этими почвами на хорошо дренированных высоких равнинах Восточной экваториальной и субэк-

ваториальной Африки, в предгорных и низкогорных районах Центральной Америки, а также на хорошо дренированных высоких равнинах и в низком поясе гор экваториальных и субэкваториальных областей Южной Америки. Общая площадь этих почв в Африке составляет 4100,5 тыс. км², или 13,62% от площади материка; в Южной Америке — 2983,9 тыс. км² или 17,4%; в Евразии— 1329,8 тыс. км² или 2,42%. Совсем небольшие территории эти почвы занимают в Австралии и Океании — 121,5 тыс. км², или 1,43%.

Условия почвообразования.

Климат. Почвы формируются в наиболее теплых и влажных областях, где климатические сезоны года почти не выражены и нет существенных температурных колебаний между днем и ночью (25—27°). Почва имеет однообразный температурный режим на большую глубину (25—27°), и только на полях, слабо защищенных растительностью, температура поверхности может подниматься значительно выше.

Осадки равномерно распределяются по сезонам года (от 1800 - 2500 мм и более), годовой коэффициент увлажнения везде (более 1, а месячные коэффициенты достигают 5 - 10 и только в бездождевые 1 - 2 мес. сухого сезона они могут снижаться до 0,5 и даже ниже. Более 20% осадков выпадает в виде ливней, отличающихся в тропиках значительной интенсивностью, что обуславливает глубокое промывание почв и быстрое развитие эрозии. В тех местах, где осадки скапливаются в больших количествах и медленно стекают (рисовые поля и др.), почвенные частицы взмучиваются и долго оседают, при этом часть наиболее тонких взвесей может уноситься. Это приводит к обезыливанню верхних почвенных горизонтов некоторых почв.

Растительность. Естественная растительность, в настоящее время во многих местах уничтоженная, представлена пышными тропическими лесами. В этой области произрастают влажнотропические леса (гилеи) - леса с непрерывной вегетацией в течение года. Тропический лес очень своеобразен. Это огромные деревья, высота которых в первом ярусе достигает 40 - 50 м. Кроны деревьев сомкнуты, солнце почти не достигает поверхности почвы. Под

кронами сомкнутого леса создается своеобразный микроклимат: теплый, насыщенный водяными парами, что препятствует пересыханию почвы и очень часто приводит к почти полному исчезновению травянистого покрова. Вместе с тем отмечается значительное число видов деревьев (до 70 - 200 на 0,25 га), разной высоты, отсутствует хорошо выраженная ярусность. Для влажнотропических дождевых лесов характерно почти полное отсутствие сезонной ритмики, с чем связано отсутствие годовых колец древесины. Деревья имеют зеленую кору, маловетвисты, обладают характерными дисковидными корнями. Наблюдается обилие эпифитов и лиан, наличие цветков и плодов в разное время года. Цветы, любящие солнце, в этих условиях располагаются высоко на деревьях, примером могут служить хорошо известные орхидеи. Кустарники отсутствуют, подлесок негустой; если имеется травянистый покров, он довольно однообразен.

Почвообразование идет под воздействием мощного растительного опада, который располагается, главным образом, на поверхности почвы. Общая биомасса превышает 5000 ц/га. С биологическим круговоротом веществ поступает 1500—2000 кг/га азота и зольных элементов, в том числе около 200—250 кг/га N. Зольность опада 2,8 - 5,6%. Интенсивный биологический круговорот поддерживается непрерывно идущими процессами синтеза и разложения органического вещества. Освобождающиеся при разложении минеральные элементы быстро вовлекаются в новые циклы синтеза - разложения, что препятствует их выносу из ландшафта. Этому способствует также высокая биологическая активность почв. В результате значительная доля общего запаса минеральных элементов питания находится в самой биомассе, а не в почве, как в других ландшафтах планеты. Этим объясняется известный «парадокс тропиков»: в естественном состоянии на красно-желтых ферраллитных почвах растительность имеет высокую биологическую продуктивность, формирует огромную биомассу. При нарушении природного равновесия, при вовлечении этих почв в агрокультуру они становятся одними из самых низкоплодородных.

Почвообразующие породы. В условиях равномерно высоких температур и высокой влажности интенсивно протекают процессы выветривания (прежде

всего химического и биологического). Почвообразование идет на древних ферраллитных и аллитных корках выветривания, на коренных породах, богатых соединениями Fe и Al и бедными Si (кварцем). Выветривание затрагивает глубокие толщи пород. Особенностью почвообразующих пород является хороший дренаж. Господствует автоморфное почвообразование.

Рельеф. Формирование идет на хорошо дренированных равнинах, в предгорных и низкогорных районах экваториальных и субэкваториальных областей.

Генезис.

Процесс ферраллитизации протекает в несколько стадий. В условиях экваториального влажного климата первоначально идет интенсивный гидролиз первичных минералов. Обильные и глубокофильтрующиеся воды, которые содержат мало CO₂ и растворимых органических кислот (рН этих вод близко к 7,0), приводят к быстрому освобождению оснований. Bonifas (1958), Lenenf (1959) отмечают, что комплексные силикаты испытывают полный гидролиз с освобождением не только окислов железа, но также кремнезема и алюминия. На этой стадии имеет место монтмориллонитизация глинистого материала.

При наличии слабокислой или даже щелочной среды кремнезем при глубоком дренировании имеет тенденцию к растворению и миграции, увлекая Ca, Mg, K. Напротив, Al₂O₃ и Fe₂O₃, находясь вблизи от своей изоэлектрической точки, нерастворимы и остаются на месте.

На последующих стадиях под влиянием выноса оснований профиль почв выше зоны выветривания довольно быстро становится кислым. Часть монтмориллонитовых глин уносится благодаря денудационным процессам за пределы данного ландшафта в речные долины и депрессии рельефа, давая начало формированию там вертисолов, а часть преобразуется на месте путем десиликации и дебазации через серию смешаннослойных образований в каолинит (В. А. Ковда, Н. Н. Розанов, 1988) и галлуазит.

Освобождающиеся при выветривании гидраты окислов железа в окислительной среде, бедной органическими кислотами, остаются на месте в форме пленок гетита (Fe₂O₃ • nH₂O) и гематита (Fe₂O₃) и равномерно окрашивают массу

каолинита, сообщая выветривающейся толще охристо-желтый или красный цвет.

Освобождающиеся при выветривании и не участвующие в кристаллической решетке каолинита окислы алюминия кристаллизуются и образуют гиббсит или гидраргиллит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) и бемит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Содержание железа в ферраллитных продуктах выветривания зависит от содержания его в исходных породах: основные породы дают более железосодержащие ферраллитные и альферритные коры. Породы кислые, в которых значительную долю составляет остаточный кварц, а содержание железа относительно невысокое, дают ферраллитно-кварцевые коры. Коры с низким содержанием железа и высоким — окислов алюминия часто утрачивают красную окраску (аллитные коры). Роль железа в морфогенезе ферраллитных почв очень существенна, она обуславливает окраску почвы, создает структуру. Важным диагностическим признаком будет являться соотношение $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ в илистой фракции. По этому признаку различают: а) аллитные $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 > 4,0$; б) ферраллитные $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,5$; в) альферритные (ферритные) $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,5$.

Большинство почв имеет ярко-красный цвет, который обусловлен маловодными окислами железа. При насыщении водой происходит переход окислов в гидратную форму ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$) и почвы приобретают желтые тона.

У почв, формирующихся на коре выветривания, которые сохранили структуру исходной породы (литомарж), нижняя граница легко устанавливается: в сфере почвообразования вследствие воздействия корней и почвенной фауны утрачивается первоначальная структура породы, изменяется макро- и микроморфология.

Если во всей толще коры выветривания, лежащей *in situ* или перетолженной и слагающей тот или иной тип рыхлых наносов (делювиальных, пролювиальных, аллювиальных), преобладают окислительные условия, то малоподвижные окислы железа сохраняются в выветривающейся толще и придают ей красный цвет.

Если же в отдельных частях выветривающейся толщи, благодаря постоянному или периодическому воздействию грунтовых вод, возникает восстановительный режим, то соединения железа переходят в закисные, подвижные формы и могут выноситься с общим потоком грунтовых вод или аккумуляроваться в определенных частях коры выветривания (где восстановительная обстановка сменяется окислительной), образуя скопления плотных железистых конкреций различной формы. Горизонты скопления железистых конкреций называются **латеритными горизонтами**. Вынос или перемещение в коре выветривания железа сопровождается формированием отбеленных, лишенных значительной части железа горизонтов, которые своей светлой окраской обязаны каолиниту или галлуазиту.

Таким образом, формирование почв идет под влиянием ферраллитного почвообразовательного процесса, сущность которого заключается в глубоком распаде минеральной части почвы, при этом разлагаются не только первичные, но и вторичные алюмосиликаты. На основной почвообразовательный процесс могут накладываться процессы оподзоливания, лессиважа, латеритизации. Под пологом тропических влажных лесов с густой и разветвленной корневой системой, большим опадом, разнообразной почвенной мезофауной, среди которой особенно много различных видов термитов, почвообразованием захватывается значительная толща породы. В почвы поступает большое количество органических остатков, но и гумификация, и минерализация их идут очень быстро, чему способствуют высокие температуры (в тропиках свыше 20°C в течение всего года) и постоянная влажность почвы, оптимальная для развития микроорганизмов. Поэтому содержание гумуса в почвах невелико, состав гумуса ульматно-фульватный.

Растворимые фракции фульвокислот в среде, бедной основаниями, глубоко проникают в почву и воздействуют на нее, растворяют полуторные окислы, связывают их в органо-минеральные комплексы, образующие благодаря большому количеству полуторных окислов и низкому отношению $C_{\text{фульвокислот}}: R_2O_3$ малой подвижностью. Тем не менее в результате растворения наблюдает-

ся перераспределение полуторных окислов, особенно окислов железа: в коре выветривания они локализованы на отдельных участках (и образуют псевдоморфозы по выветрелым зернам железосодержащих минералов), а в почве рассеяны и равномерно прокрашивают почвенную массу, образуя местами мелкие зернистые выделения и микроконкреции (диаметром от 0,05 до 1,5 мм).

Для красно-желтых ферраллитных почв характерно: 1) интенсивное внутрипочвенное выветривание, до ферраллитной стадии; 2) слабое или умеренное накопление гумуса ульмагно-фульватного состава; 3) накопление в илистой фракции каолинита ($2 \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$); 4) присутствие значительного количества гидратов окислов железа и алюминия.

Формирование ферраллитных почв в большой степени зависит от свойств материнской породы и условий дренажа (табл. 11).

Таблица 11

Распределение почв в зависимости от климата, материнской породы и положения на местности (по Дюшофуру, 1970)

Тип материнской породы	Малое содержание SiO_2 и большое содержание Са и Mg в материнской породе (меланократовые изверженные породы)	Большое содержание SiO_2 и малое содержание Са и Mg в материнской породе (авикократовые)	
Условия дренажа	Местоположение с отсутствием дренажа (гидроморфные почвы)	Местоположение хорошим дренажем (склоны)	Условия дренажа видоизменяются в зависимости от склонов
Климат экваториальный влажный	Черные тропические	Ферраллитные типичные почвы, свободный Al_2O_3	Слабоферраллитные почвы (каолинит), мало свободного Al_2O_3
Климат тропический сухой	Глины		Железистые тропические почвы 1000 мм в год (сухой сезон до 8 мес хорошо выражен)

На почвообразующих породах, богатых основаниями, в верхней части хорошо дренируемых склонов образуются истинные ферраллитные почвы с высоким содержанием полуторных окислов алюминия и железа. В средней части склона ферраллитизация идет слабее и формируются слабоферраллитные поч-

вы, где количество вновь образованного каолинита увеличивается относительно полуторных окислов. В нижней части склона или в плохо дренируемых депрессиях возникают условия для генезиса монтмориллонита и идет образование черных тропических глин. На почвообразующих породах, бедных основаниями, интенсивно происходит образование каолинита с формированием слабоферраллитной почвы.

Строение, состав и свойства

Морфология почв варьируется в зависимости от характера почвообразующих пород. На основных породах почвы темно-красного цвета и хорошо оструктурены, на кислых породах - светлые, кирпично-красные или красновато-желтые, с хуже выраженной структурой. Морфологическое строение профиля:

Ao - Auf (ульматно-фульватного состава) - Bm - Cferal.

где: Ao - горизонт лесной подстилки мощностью 1 - 2 см, состоит из сухих листьев, часто отсутствует.

Auf - гумусовый горизонт, в верхней части (до глубины 5 - 7 см) серой или коричневой окраски, капролитовой или мелкокомковатой структуры, в нижней (до глубины 25 - 35 см) - бурый, желто-бурый или красновато-бурый, с комковатой структурой, местами на гранях структурных отдельностей заметны глянцевидные коллоидные пленки. По Дюшофуру, верхний горизонт Auf иногда подразделяется на два подгоризонта A1 и A2.

Bm - метаморфический горизонт буровато-красного или буровато-желтого цвета, рыхлый, с непрочнокомковатой структурой, пронизан корнями, ходами насекомых. Мощность его 80 - 100 см. Окраска с глубиной становится более яркой: кирпично-красной или темно-красной. Часто в этом горизонте присутствуют округлые железистые конкреции.

Cferal - почвообразующая порода начинается на глубине 150 - 180 см. Переход к ней заметен по появлению признаков структуры исходной массивной породы или наноса.

В ферраллитной коре выветривания структура исходной породы сохраняется даже в том случае, когда выветривание дошло до стадии каолинитовой глины.

Эти почвы имеют на протяжении всего профиля кислую реакцию (рН 4,0—5,6), самые низкие значения рН характерны, как правило, для нижней части гумусового горизонта. Органическое вещество поступает, главным образом, на поверхность почвы. Большая часть его подвергается полной минерализации, хотя одновременно с этим на поверхности почвы и, особенно в ее толще, идет образование подвижных фульватных и ульмино-фульватных продуктов.

Содержание гумуса значительно лишь в самом верхнем 3 – 5 - сантиметровом слое, где достигает часто 10% и более; но уже на глубине 10 - 15 см содержание гумуса падает до 2—3%, а в горизонте Вm составляет около 1% и менее. В составе гумуса преобладает фракция фульвокислот: отношение Сгк:Сфк составляет 0,5 - 0,6 в верхней и 0,2 - 0,1 в нижней части гумусового горизонта. Фракция гуминовых кислот представлена преимущественно бурыми (ульминами) гуминовыми кислотами, связанными с фульвокислотами и с подвижными формами окислов Fe. Фракция гуминовых кислот, связанных с кальцием, отсутствует.

В случае, если почвы развиваются на коренных породах, вся толща почв по сравнению с породами сильно обеднена основаниями, значительно обеднена кремнеземом и обогащена окислами Fe и Al, составляющими в сумме 50 - 60% от веса почвы. Отношение $SiO_2:Al_2O_3$ в каждой фракции обычно ниже 2,0. Наиболее низок этот показатель в горизонте Вm, где достигает 1,3 - 1,5. (Содержание оснований (Ca, Mg, Na, K) составляет десятые доли процентов, но несколько увеличивается в гумусовой части профиля.

Верхние горизонты красно-желтых ферраллитных почв содержат меньше ила и глинистых частиц, чем нижние. Причинами этого явления могут быть: 1) процессы нормального оподзоливания (Б. Б. Плынов, М. А. Глазовская); 2) лессиваж (французские и бельгийские почвоведы); 3) невозможность протекания упомянутых выше процессов оподзоливания и лессиважа в обычной форме в тропических условиях, так как почвы не содержат неразрушенных силикатов, за счет которых могло бы идти накопление пылеватых фракций, и не имеют обычного иллювиального горизонта по илу (И. А. Денисов, И. П. Герасимов, В. М. Фридланд); 4) процессы глинообразования в поверхностных горизонтах и на глубине; 5) явление отмучивания при скоплении дождевых вод.

Таким образом, почвенный профиль по сравнению с почвообразующей породой имеет более тяжелый гранулометрический состав с некоторым слабым максимумом содержания илистой фракции в гор. Вm. В почвах по сравнению с почвообразующей породой увеличивается содержание подвижных форм Fe (в

вытяжке Тамма) с максимумом в верхней части профиля. Максимум подвижного А1 чаще обнаруживается в горизонте Вm - 1%.

Емкость поглощения почв невелика, как правило, и составляет 3 - 10 мг-экв. В составе поглощенных оснований преобладает А1, составляющий 60 - 80% от суммы поглощенных оснований. В небольших количествах во всем профиле присутствует поглощенный водород.

Структура почв, их воздухо- и водопроницаемость хорошие. Содержание азота, калия и особенно фосфора очень низкое: при земледельческом использовании необходимо вносить большое количество удобрений (особенно фосфора и азота). Во многих почвах наблюдается дефицит ряда микроэлементов Со, Мп, В и др.

Сельскохозяйственное использование

Несмотря на низкую сельскохозяйственную освоенность территории ферраллитных почв (7,4%), здесь выращиваются многие сельскохозяйственные культуры, которые не могут быть выращены в других районах мира. В целом плодородие влажных тропических почв при экстенсивной эксплуатации рассматривается как высокое. Почвы водопроницаемы, обладают прочной железистой микроструктурой, слабой вязкостью и малым удельным сопротивлением, что благоприятно при обработке. Климатические условия позволяют выращивать ценные технические и пищевые культуры (кофе, масличную пальму, гевею и т. д.) круглый год.

Красно-желтые ферраллитные почвы по своему генезису являются почвами лесными, поэтому при нарушении установившегося биологического равновесия они очень быстро начинают деградировать. Почвы требуют осторожного и умелого обращения с ними в условиях сельскохозяйственного производства.

Характерной особенностью использования земель, особенно в мелких хозяйствах, является выращивание на небольшой территории нескольких культур. Так, например, чаще всего в междурядьях молодых плантаций гевеи и масличной пальмы культивируется банан, какао, ананас, папайя. Часто междурядья

используют для выращивания риса, кукурузы, батата, ямса и т. д. Это, конечно, снижает урожайность основной культуры, поэтому в крупных хозяйствах предпочитают выращивать только одну культуру.

В некоторых областях во избежание эрозии почв не рекомендуется обработка их перед посадкой. На склонах обязательна планировка участков. Для защиты от водной эрозии применяют контурные посадки, реже - террасирование.

Несмотря на то, что красно-желтые ферраллитные почвы расположены в гумидной области, хороший эффект дает орошение. Важно наличие дренажных систем, особенно закрытого типа. Вообще на создание оросительной или осушительной системы падает значительная часть затрат по закладке плантаций. На почвах с плохими физическими свойствами или низким плодородием полезно предварительно посеять сидеральные культуры, преимущественно бобовые. В тропиках наиболее часто применяют различные виды: *Pueraria*, *Ludigofera*, *Tephrosia*, *Centrosema*, *Vigna* и т. д. Они способны за короткий срок образовать большую вегетативную массу, запашка которой резко улучшает физические и химические свойства почвы. Такой же результат дает внесение высоких доз органических удобрений. К сожалению, их ресурсы во многих странах очень ограничены. Так, при выращивании кокосовой пальмы на полях, очень часто на ночь оставляют скот. Такой способ удобрения почв распространен, например, в Восточной Африке.

Минеральные удобрения пока применяются на очень небольшой площади. Вместе с тем нужно отметить, что их применение представляет собой определенную проблему. Вносимые азотные и калийные удобрения быстро исчезают из почвы вследствие интенсивных микробиологических процессов и выноса просачивающимися атмосферными водами, фосфор переходит в труднодоступные соединения. А так как выращивают в тропиках 2—3 урожая в год, то внесение удобрений требует точного учета погодных условий и состояния растений. Местное население очень часто использует в качестве удобрений бытовые отходы, мусор, а также покровные культуры, которые высевают на несколько месяцев или лет для защиты почв от эрозии. Травы регулярно скашивают и ос-

тавляют на поверхности в качестве мульчи. Покровные культуры в жаркую погоду защищают поверхность почвы от перегрева, применяют как сидеральные культуры, так и сорняки, особенно двудольные. Этот прием не требует особых затрат, в то же время он довольно эффективен. Корневые системы сорняков (или сидератов) скрепляют почву, что уменьшает ее смыв в период дождей, а скашивание дает возможность в известной степени регулировать их рост в зависимости от условий водообеспеченности.

Сведение лесов и чрезмерная эксплуатация почв приводят к быстрому их разрушению, так как интенсивное выветривание без компенсации его с помощью лесной растительности или удобрений уничтожает гумус и минеральную часть, оставляя вместо почвы железистые коры, песок, гравий.

В тропической гумидной формации в автоморфных условиях встречаются темно-красные латеритные (ферраллитно-маргалитовые) почвы, формирующиеся на основных породах. В полугидроморфных условиях — красно-желтые ферраллитные заболоченные и латеритные глеевые, в - гидроморфных — болотные (тропические).

Вопросы:

1. Назовите общие диагностические признаки красно-желтых ферраллитных почв.
2. Особенности почвообразования красно-желтых ферраллитных почв.
3. Генезис красно-желтых ферраллитных почв.
4. Что такое литомарж?
5. Что мы называем латеритными горизонтами?
6. В чем сущность ферраллитного процесса?
7. Как зависят свойства красно-желтых ферраллитных почв от почвообразующей породы и условий дренажа?
8. Строение красно-желтых ферраллитных почв.
9. Свойства красно-желтых ферраллитных почв.
10. Сельскохозяйственное использование красно-желтых ферраллитных почв.

3.1.2. Мангровые почвы

Мангровые почвы встречаются в приокеанических районах под различными названиями: кислые тионовые почвы, «poto-poto», «Katcays», «Thionic Fluvisols» (сернистые аллювиальные).

Площадь, занимаемая этими почвами, невелика (47,8 млн га) и составляет более или менее цельные массивы лишь на Восточном побережье Южной Америки, Западном побережье Африки и Северном побережье Австралии, встречаются они и на Индийском полуострове.

Мангровые почвы отнесены в формацию засоленных и щелочных почв различных климатических поясов (Е. В. Лобова и А. В. Хабаров, 1983). М. А. Глазовская (1972) включила их в семейство кислых глеевых квасцовых почв (кислых тионовых), которые образуются в приморских дельтах и на низменных заболоченных морских побережьях.

С. В. Зонн (1974) считает, что заросли мангровых растений приурочены только к тропическим областям, где они занимают пологие глинистые побережья морей и океанов, а также устья и эстуарии рек, впадающих в моря и океаны.

Условия образования и особенности генезиса мангровых почв

Мангровые почвы находятся под чередующимся влиянием приливных морских засоленных вод, пресных осадков и вод, стекающих с континента. Это наиболее специфические молодые почвенные образования, формирование и развитие которых часто непосредственно связано с хозяйственной деятельностью человека. Располагаясь на границе суши и моря, они играют роль своеобразного природного фильтра, задерживающего рыхлые продукты плоскостного смыва. В силу этого, отмечает Г. В. Добровольский (1968), состав мангровых аккумуляций отличается как от покровных отложений суши, так и от осадков шельфа. Пространства, занятые мангровыми почвами по поймам рек, могут глубоко вдаваться в сушу, занимая разные высотные уровни речных и морских террас, и чаще всего окаймляются тропическими ферраллитными почвами. Формирование мангровых почв происходит в условиях климата, где осадки превышают испаряемость, что затрудняет накопление большого количества солей. Образуются эти почвы под влиянием мангровой растительности в прибрежных районах, затапливаемых приливными водами морей и океанов, на аллювиально-морских отложениях и представляют собой своеобразные солонча-

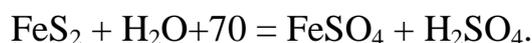
ковые болота. В составе мангровой растительности доминируют ризофора (*Rhizophora*) и авиценция (*Avicennia*). Ризофора обычно составляет наружную, обращенную к морю часть зарослей. Авиценция тяготеет к частям мангровых зарослей, обращенным к суше.

Общая биомасса мангровых растений достаточно велика, она почти вдвое превосходит биомассу формирующейся под саванной растительности и составляет 1273 ц/га, при этом на корни приходится от 11 до 40%. Опад обладает высокой зольностью листьев (до 10%). В связи с особенностями местообитания мангровые деревья обладают рядом приспособительных органов: это прежде всего специальные воздушные корни, которые позволяют им дышать в период полного затопления поверхности почвы приливными водами. Деревья имеют живородящие семена, которые произрастают, находясь еще на дереве. После опадания на почву такое проросшее семя сразу (может укорениться и давать начало новому растению). Так как мангры затапливаются солеными водами, то все древесные растения устойчивы к засолению. В составе зольных элементов листьев преобладают SO_3 , CaO , MgO , Al_2O_3 , K_2O , довольно много содержится азота, что создает благоприятные условия для гумусонакопления, несмотря на достаточно высокое содержание солей. Верхняя толща почв характеризуется высокой биогенностью и служит убежищем для большого количества морских животных - различных крабов, рачков, рыб, червей. Уровень воды в таких почвах обычно находится на глубине 10 - 30 см от поверхности.

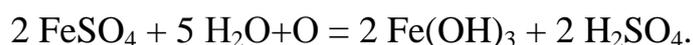
Несмотря на слабую изученность мангровых почв, в настоящее время, благодаря работам В. М. Фридланда (1964), М. А. Глазовокой (1972), их генезис представляется следующим образом. В районах дельт и устьев рек, где происходит контакт пресных и соленых морских вод в результате коагуляции коллоидов и осаждения мути, почвы обогащаются соединениями железа и алюминия. В условиях восстановительной среды при обилии разлагающихся растительных остатков в присутствии сернокислых солей, содержащихся в морской воде, сероводород вступает в реакцию с закисным железом. В результате образуется черный коллоидный осадок сернистого железа — гидротроиллит (FeS_2 -

nH₂O), который по мере старения и кристаллизации дает пирит и марказит. На этой стадии развития дельты почвы имеют нейтральную или даже слабощелочную реакцию. В толще наносов и почв часто встречаются известковые раковины морских моллюсков.

По мере роста дельты и ее обсыхания в почвах происходит смена окислительно-восстановительных условий. Сначала окисляется сера:



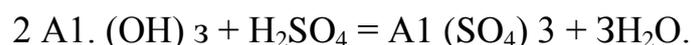
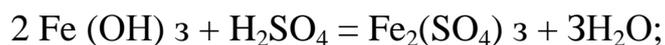
Серное закисное железо неустойчиво в окислительных условиях, поэтому реакция окисления идет дальше:



Появление свободной серной кислоты приводит к разрушению находящихся в почвах известковых раковин:

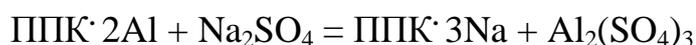


Избыток серной кислоты растворяет гидраты окислов железа и алюминия, переводя их в сернокислые соли - железные и алюминиевые квасцы:



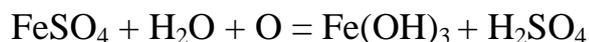
Это соли слабых оснований и сильных кислот, поэтому в водных растворах, подвергаясь гидролизу, они дают кислую реакцию.

По мере смены восстановительной стадии на окислительную, почвы утрачивают черный цвет и приобретают бурые и красноватые тона. В. М. Фридланд отмечает, что в условиях контакта пресных речных и соленых морских вод может идти процесс обмена между щелочными и щелочноземельными катионами морской воды (преимущественно Na⁺ и Mg⁺⁺) и обменно-поглощенным алюминием, находящимся в частицах почв и пород, транспортируемых речными водами:



Коллоидный комплекс насыщается натрием и по мере обсыхания почв дельт придает им черты солонцеватости (плохая водопроницаемость, слитость).

Для участков с застойными водами формирование мангровых почв связано с биохимическими процессами восстановления железа и образования сульфидов, которые при последующем окислении и гидролизе дают гидрат окиси железа и серную кислоту:



Классификация мангровых почв

Генетическая классификация мангровых почв в настоящее время разработана недостаточно. Обычно их классифицируют в соответствии с растительным покровом. Так, Доор при описании мангровых почв Африки и Англдет при характеристике мангровых почв рисовых полей мира выделили две основные группы этих почв, не отражая их генетической сущности: «мангровые почвы под Ризофорой» и «мангровые почвы под Авиценией». Джефри разделил эти почвы на две большие группы по степени и качеству засоления. Он выделил «серусодержащие почвы» и «почвы мангров, бедные серой». В.Д.Муха, исследовавший мангровые почвы в Гвинее, разделил их на пять подтипов: 1) мангровые неразвитые или примитивные; 2) мангровые слаборазвитые; 3) мангровые типичные или развитые; 4) мангровые скрытосолонцеватые; 5) мангровые солонцеватые. Он указывает, что развитие этих почв при освоении идет, как правило, в сторону осолонцевания, т.е. по классической схеме К.К.Гедройца: солончак – солонец – солодь.

В общей схеме образование мангровых почв следует рассматривать как результат эволюции болотных мангровых солончаков в заболоченные солонцеватые в той или иной степени солончаковые почвы. Этот переход довольно четко прослеживается по строению профиля и по агрономическим свойствам. По мнению С.В.Зонна, мангровые почвы, особенно глинистого состава, после осушения имеют тенденцию эволюционировать в темные вертисоли.

Строение и свойства мангровых почв

Профиль мангровых почв слабо дифференцирован, типа АС или А(В)С. Гумусовый горизонт небольшой мощности, темно-бурого цвета, довольно заметно переходит в серую или оливково-серую бесструктурную влажную или-

стую массу. На глубине 17 - 20 см быстро просачивается вода. В связи с высокой биологической продуктивностью мангровых зарослей почвы характеризуются значительным содержанием гумуса, которое в верхнем горизонте может достигать 3—5%, а иногда и 7—8% (табл. 12).

Таблица 12

Физико-химические свойства и содержание подвижных соединений в мангровых почвах (данные В. Д. Мухи, 1980)

Глубина, см	С, %	N общ., %	рН водн.		Поглощенные катионы, мг-экв/100 г почвы			Подвижные окислы, %		
			в поле	в лаборатории	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Мангровая слабообразованная почва										
0-19	1,53	0,09	5,5	4,0	9,9	19,7	0,4	2,5	0,3	0,3
19-18	-	-	6,5	4,0	9,3	20,2	0,5	2,0	0,5	0,4
48-75	-	-	7,5	5,0	8,7	20,2	1,0	1,6	0,3	0,3
Мангровая типичная почва										
0-18	2,30	0,15	5,5	4,0	6,6	17,1	0,3	1,9	0,2	0,2
18-38	2,04	0,14	6,0	4,0	6,1	18,7	0,4	1,3	0,5	0,2
38-76	2,12	0,11	6,5	4,5	4,6	19,4	0,7	1,6	0,4	0,2
76-103	-	-	7,0	5,0	5,6	17,8	0,9	1,1	0,2	0,2

Реакция почвенного раствора кислая или слабокислая, в связи с чем мангровые почвы относят к кислым сульфатным и сульфато-хлоридным солончакам (В. А. Ковда) или к кислым глеевым квасцовым почвам (М. А. Глазовская). Вместе с тем В. М. Фридланд (1964) отмечает мангровые почвы, имеющие в верхнем горизонте нейтральную или даже слабощелочную реакцию, переходящую в средней части в кислую, а в нижних горизонтах - в нейтральную, и связывает это с их промывкой и повышенным содержанием подвижных форм алюминия и железа. В составе почвенно-поглощающего комплекса преобладают магний и кальций, присутствует обменный водород. Высокое содержание обменного магния может указывать на монтмориллонитовый состав глинистых минералов. Количество подвижных форм алюминия и железа колеблется в зависимости от длительности затопления. Чем более длителен этот период, тем больше подвижных форм железа и алюминия накапливается в верхней части профиля.

В мангровых почвах преобладает сульфатно-магниевое-натриевое засоление (табл. 13). Количество солей в почвенном профиле значительно меньше, чем в подпирающих их грунтовых и затопляющих морских водах. Засоленность мангровых почв уменьшается по мере удаления от побережья.

Таблица 13

**Данные водной вытяжки мангровых почв
(В. Д. Муха, 1980)**

Глубина см	Сухой остаток %	Мг-экв/100 г почвы					
		НСО ₃ ⁻	Сl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺
Мангровая слабообразованная почва							
0-19	3,54	следы	45,24	14,06	6,53	11,27	41,50
19-48	5,58	1,21	50,48	38,59	7,16	22,31	61,01
48-75	5,86	1,09	38,26	54,07	13,28	26,50	53,04
Мангровая типичная почва							
0-18	2,70	нет	13,86	27,34	1,62	6,57	32,21
18-38	3,09	нет	16,83	30,52	2,63	7,96	36,76
38-76	3,31	нет	18,21	32,75	3,35	13,28	34,33
76-103	5,60	нет	39,02	50,93	7,75	29,87	52,33

Мангровые почвы интенсивно подкисляются при осушении и последующей мелиорации. По данным В. Д. Мухи, слабокислая и даже нейтральная реакция мангровых почв в естественных условиях в поле резко изменяется в сторону подкисления при высушивании почвенных образцов в лаборатории (табл. 21).

Сельскохозяйственное использование мангровых почв

Сельскохозяйственное использование мангровых почв возможно только после освоения дна морского мелководья и промывки их от избытка солей. В настоящее время эти почвы широко используются для возделывания риса. Под культуру риса обычно выбирают участки, занятые Авиценией. Для Гвинеи В. Д. Муха предложил следующие мероприятия по освоению и сельскохозяйственному использованию мангровых почв: 1) уничтожение кустарников; 2) сооружение плотины, защищающей освоенную территорию от приливных вод океана; 3) разбивка территории сетью открытых дренажей и небольших дамб на ряд секторов - рисовых полей (чеков); 4) промывка подготовленных участков дождевыми водами, осуществляемая во влажный период (сумма осад-

ков за год в прибрежных районах Гвинеи около 4 тыс. мм); 5) контрольные посевы риса и уничтожение сорняков.

Предлагается засеять рисом небольшие участки в различных концах поля в первый год промывки. Первый сплошной посев проводят через 3 года после начала промывки, сорняки уничтожают регулярно. Освоение почв приводит, как правило, к их осолонцеванию и вызывает необходимость применения извести как при освоении, так и при возделывании риса. Известкование солонцовых почв объясняется высоким содержанием сульфатов и других соединений серы в мангровых почвах, наличием в ППК водорода и алюминия, высокой кислотностью этих почв, вызванной окислением и гидролизом восстановленных соединений серы до серной кислоты, особенно в результате аэрации при освоении мангровых почв.

Содержание подвижных форм калия и фосфора в мангровых почвах сильно варьирует. При сельскохозяйственном использовании может произойти связывание фосфора в труднодоступные органико-минеральные комплексы с участием алюминия и железа. В связи с этим возникает необходимость в применении фосфорных удобрений. Минеральные и органические удобрения особенно эффективны на фоне внесения извести.

Вопросы:

1. Где встречаются мангровые почвы?
2. Условия образования мангровых почв.
3. Генезис мангровых почв.
4. Классификация мангровых почв.
5. Свойства мангровых почв.
6. Сельскохозяйственное использования мангровых почв.

3.2. Почвы тропической семигумидной формации

3.2.1. Красные ферраллитные и альферритные почвы переменного - влажных лесов и высокотравных саванн

Почвы входят в семейство фульвоферраллитных. На почвенной карте мира ИПАН/МГУ (1975) они обозначены как ферраллитные слабо- и средненасыщенные, на почвенных картах ФАО/ЮНЕСКО (1971 - 1975) - как акрисоли,

ферральсоли, лувисоли. Во Франции они известны как sols ferrallitiques rouges, в США — Red latosols eutrortox.

Близкие по своему генезису к красно-желтым ферраллитным почвам, они располагаются по периферийной части последних, образуя своеобразный ареал.

Красно-желтые ферраллитные и альферритные почвы встречаются в Южной Америке: в Бразилии, Гвиане, Венесуэле, Колумбии, Эквадоре, в северной части Перу, Боливии, в восточной части Парагвая; в странах Центральной Америки, а также на юге Мексики. В Африке область их распространения охватывает такие страны, как Гвинея, Мали, Сьерра-Леоне, Берег Слоновой Кости, Гана, Бенин, Нигерия, Того, Либерия, Камерун, Конго, Заир, Центрально-Африканская Республика, Габон. Встречаются они в Австрало-Азиатской области красных почв листопадных лесов и редколесий: на территории Индии, Непала, Пакистана, Бангладеш, Тайваня, Лаоса, Вьетнама, юга Китая, Кампучии, Индонезии, Филиппин, Малайзии и северной окраины Австралии.

Наибольшие площади этих почв находятся в Южной Америке— 2235,8 тыс. км² или 12,5% от площади материка. В Африке их площадь составляет 1433,8 тыс. км², или 4,73%. В Евразии — 957,8 тыс. км², или 1,75%, в Австралии и Океании— 62,5 тыс. км² или 0,73% от площади материков. Они распространены в областях, где направление выветривания изменилось из-за смены общеклиматических условий или антропогенного воздействия на ландшафт, связанного с огневой культурой и вырубкой лесов. В областях распространения древних ферраллитных кор выветривания красные ферраллитные почвы проникают даже в зону типичных саванн.

Условия почвообразования

Климат. Для тропической семигумидной (или субгумидной) формации характерны среднегодовые температуры воздуха самого теплого месяца +28, 30°С, самого холодного — + 20, 25°С. По температурному режиму почвы здесь довольно близки к красно-желтым ферраллитным. Осадков выпадает в среднем 1000—1800 мм в год, коэффициент увлажнения колеблется от 0,6 до 1,5. Атмосферное увлажнение обеспечивает получение двух урожаев в год, однако в су-

хой сезон возможен перегрев почв. Таким образом, формирование красных ферраллитных почв идет примерно в тех же термических условиях, при достаточном количестве осадков, но при более выраженном сухом сезоне, продолжительность которого составляет 3—4 месяца.

Растительность. Растительный покров вследствие сухого зимнего периода претерпевает существенные изменения. Флористический состав менее разнообразен: в лесах намечается господство определенных пород деревьев и они менее сомкнуты. Количество лиан сокращается, и под пологом леса возможно развитие кустарников и трав. На месте вырубленных и сожженных лесов возникают пышные высокотравные саванны с травостоем, достигающим в момент его максимального развития 4 м высоты, травы скрывают даже слонов, а у жирафов видны только головы. Это переходная полоса от влажных тропиков к сухим саваннам. В целом формирование красных ферраллитных почв идет под листопадными или полулистопадными тропическими лесами, частично парковыми, и высокотравными, как правило, вторичными саваннами тропического пояса.

Рельеф. В значительной степени это почвы высоких равнин, лишь редко выходящие в низкие предгорья.

Почвообразующие породы. Почвообразование идет на древних ферраллитных и альферритных корах выветривания, на красных породах основного и ультраосновного состава, обогащенных Fe и Mg и содержащих в небольших количествах кремнезем (типа серпентинита).

Генезис

Формирование красных ферраллитных и альферритных почв идет под влиянием ферраллитного почвообразовательного процесса, который протекает в более слабой степени и обычно сочетается с процессами ферриаллитизации, латеритизации, лессиважа, оглеения и т. д. Поэтому иногда эти почвы относят к ферраллитизованным или слабоферраллитизованным, подчеркивая их переходный характер к типичным ферраллитным почвам. Несмотря на генетическую их близость к красно-желтым ферраллитным почвам влажных тропиче-

ских дождевых лесов, они характеризуются следующими особенностями:

1. Изменяется годовой ход водного режима почв, они глубоко просыхают в сухой сезон.
2. Верхние горизонты, вследствие интенсивного прогревания в сухой сезон, приобретают красный цвет как результат термической дегидратации окислов железа.
3. Гумусовый горизонт приобретает темно-бурую окраску, возрастает его мощность, особенно под саванной, до 30 - 40 см, он может содержать в верхней части профиля до 4% гумуса.
4. Увеличивается возможность выпадения гидроокислов железа в конкреционных формах.

Наличие более длительного сухого периода, разреженность древесного яруса или его полное отсутствие обуславливают в сухие периоды года сильное иссушение и прогревание почв, с чем связана дегидратация окислов железа и красный цвет этих почв, который постепенно ослабляется в нижней части профиля.

Смыв и переотложение почвенного материала и материала коры выветривания в переменнно-влажных тропических областях распространены довольно широко. Многие почвоведы не обнаруживают в связи с этим четкой дифференциации профиля на горизонты, гумусовый горизонт таких почв развит очень слабо.

Красные ферраллитные и альферритные почвы имеют хорошую мелкокомковатую структуру, во многом обусловленную цементирующим влиянием окислов железа. В профиле почв часто отмечается наличие железистых округлых конкреций размером от 3 до 5 мм, которые могут образовывать сплошные конкреционные или латеритные горизонты.

Дюшофур различает три пути образования панцирей и кор:

1. Панцири, которые возникают в процессе эрозии в результате разрушения лесных почв путем смыва поверхностных горизонтов и последующего затвердевания почвенного горизонта В (панцири во вторичных саваннах гвинейской зоны).

2. Гидроморфные панцири, возникающие при абсолютной аккумуляции мигрирующих полуторных окислов; это, главным образом, коры, обогащающиеся Fe_2O_3 в специфических условиях, т. е. в депрессиях с грунтовой водой или в понижениях у подножия склонов, где есть боковой подток воды.
3. Коры относительной аккумуляции, где выпадение полуторных окислов происходит благодаря выносу других элементов.

Образование такого конкреционного горизонта можно наблюдать как на поверхности, так и на небольшой глубине.

По Оберу, если материал конкреционного горизонта растирается в руке, то его называют «кора», если же затвердение древнее и поддается разрушению лишь с помощью кирки, то его называют «панцирем».

Эти конкреционные горизонты могут быть двух видов:

1. **пизолитовый латерит** (гороховый, конкреционный), состоящий из рыхлорасполагающихся или сцементированных между собой железистых округлых или шлаковидных конкреций;
2. **вермикулярный латерит** (ячеистый), представляющий собой железистую неравномерно сотовидную матрицу, ячейки которой выполнены каолинитом. Достаточно мягкий, в слабой степени ожелезнения вермикулярный латерит получил название **плинтита**. Обычно в профиле ферраллитных почв мы встречаем латеритные горизонты двух видов, при этом пизолитовый слой залегает над вермикулярным. Под этими затвердевшими горизонтами чаще всего располагается пятнистая зона и горизонт выветривания С.

Явление затвердевания некоторых горизонтов ферраллитных почв, в результате чего образуются коры и панцири, возникает из-за следующих процессов: концентрации свободных полуторных окислов Al_2O_3 и Fe_2O_3 происходящей или вследствие относительной аккумуляции путем выноса других элементов — кремнезема и оснований, когда на месте остаются одни полуторные окислы или изменения состояния полуторных окислов, а именно окислов желе-

за, которые кристаллизуются и дегидратируются при сильной инсоляции, при этом происходит массовое образование конкреций.

Панцири, которые можно встретить в экваториальном лесу, являются древними ископаемыми, так как формирование их связано с наличием более сухого климата. В настоящее время они играют роль материнской породы, где под действием леса формируются маломощные бедные почвы.

В условиях с выраженным сухим периодом, когда почва и лес находятся в сравнительно неустойчивом равновесии с окружающей средой, воздействие человека часто ведет к деградации почв. Разрушительная деятельность человека проявляется, с одной стороны, вследствие практикуемой системы лесных залежей, а с другой - подсечно-огневой системы земледелия.

Образование панцирей под лесом происходит только в исключительных случаях, они несильно затвердевают, глубоко лежат и приурочены, главным образом, к перегибам склонов. В наиболее сухих лесах отмечается присутствие большого количества конкреций в горизонте В, который приобретает черты гравийного горизонта.

После уничтожения леса и замещения его саванной начинается серия процессов деградации:

1. Верхние рыхлые горизонты срезаются эрозией, в результате горизонт В постепенно обнажается и все более подвергается воздействию солнца и резких температурных колебаний.
2. В горизонтальных местоположениях уровень грунтовой воды приближается к поверхности, вследствие чего миграция вверх закисного железа усиливается; горизонт В инкрустируется окислами Fe, выпадающими при переходе из закисного в окисное состояние при окислении. На склонах увеличивается боковое перемещение закисного Fe, участки панциря, которые местами существовали под лесом, утолщаются и сливаются.
3. Дегидратируясь, окислы Fe затвердевают и образуют вначале коры, затем все более и более твердые панцири.

Строение, состав и свойства

Профиль красных ферраллитных и альферритных почв состоит из трех горизонтов:

A – B - Cferal

где: А - гумусово-аккумулятивный, который более четко по сравнению с красно-желтыми ферраллитными почвами выделен за счет интенсивного процесса гумусонакопления. Горизонт красно-бурого или буровато - красного цвета, мощностью до 35 - 45 см.

В - глинисто-иллювиальный, может быть глинисто-метаморфическим, ярко-красного или желтого цвета. Французские и бельгийские почвоведы (Меньен, Д'Ор) полагают, что дифференциация глины в этих почвах связана с процессом лессивирования, что проявляется в появлении глинистых натеков, включая глинистые пленки на гранях структурных отдельностей и в тонких порах горизонта В, который часто проявляется как горизонт Вt (t - текстурный). Часто горизонт характеризуется максимальной аккумуляцией оксидов железа вплоть до образования железистого панциря.

Cferal - почвообразующая порода, отличающаяся по оттенку от горизонта В.

Общая мощность профиля составляет около 250 см.

Несмотря на то, что профиль относится к элювиально-иллювиальному типу, элювиальный горизонт морфологически не выражен.

Основная масса оксидов железа в профиле рассматриваемых почв распределена равномерно в почвенном материале, некоторая часть связана в конкреции. Благодаря конкреционной деятельности железа, почвы обладают удовлетворительными физическими свойствами (высокая фильтрационная способность, порозность, хорошая аэрация). Плотность горизонта А под лесом составляет 1,0—1,2 г/см³, вниз по профилю увеличивается до 1,3—1,4 г/см³.

Содержание гумуса колеблется в среднем от 2,5 до 3,5%. Гумус гуматно-фульватный, отношение С_{гк} : С_{фк} - 0,7 - 0,9. В распахиваемых почвах содержание гумуса снижается, и он становится фульватно-гуматным. Запасы его составляют около 250 т/га.

Реакция почвы слабокислая по всему профилю, несколько увеличивается с глубиной. Емкость поглощения может колебаться от 3 - 5 до 10 - 20 мэкв на 100 г почвы, насыщенность ППК кальцием и магнием обычно превышает 50%, количество их примерно равное.

Большой ареал распространения красных ферраллитных и альферритных почв определяет их разнообразие, связанное со спецификой проявления факто-

ров почвообразования. Поэтому наряду со средними статистическими показателями красной ферраллитной и альферритной почвы в качестве примера приведем характеристику почв конкретных почвенных разрезов, заложенных в Африке и Юго-Восточной Азии.

Красные ферраллитные почвы Южной Африке рассмотрим на примере двух разрезов: развитой на доломите и на кислых кристаллических породах (C.R. van der Merwe, 1941). (табл. 14)

По гранулометрическому составу выявлены следующие различия. Почвы, развитые на доломите, характеризуются высоким содержанием ила, количество которого увеличивается с глубиной. Отличается она и высоким содержанием фракции мелкой пыли. Красная ферраллитная почва на кристаллических породах также имеет высокое количество илистой фракции, содержание которой вниз по профилю увеличивается, но наиболее существенные

Таблица 14

**Некоторые показатели красных ферраллитных почв Южной Африки
(по C.R. van der Merwe, 1941).**

Глубина, в см	Содержание фракций, %, размер частиц, мм					рН во дн.	С	N	Обменные основания, мэкв на 100 г почвы				
	2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,005	0,005 - 0,002	<0,002				%				
									Ca ⁺⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	
Почва на доломите													
0-28	12,2	3,2	12,5	17,7	53,5	5,7	3,41	0,213	0,09	0,13	0,04	0,04	
28-56	7,3	4,2	18,7	17,7	52,8	5,6	1,72	0,093	0,11	0,14	0,06	0,08	
56-84	9,6	3,2	19,2	17,2	52,1	5,8	0,95	0,065	0,06	0,17	0,15	0,07	
84-112	4,2	2,9	17,9	14,9	60,1	6,0	0,36	0,050	0,10	нет	0,03	0,04	
Почва на кислых кристаллических породах													
0-14	22,2	9,4	12,7	7,1	46,9	5,8	2,94	0,223	13,67	1,53	0,20	0,44	
14-23	22,3	10,4	12,4	6,9	47,5	5,9	2,49	0,202	-	-	-	-	
23-56	9,2	5,6	10,3	6,8	68,6	5,9	1,05	0,076	5,16	1,23	0,20	0,23	
56-112	6,9	5,6	10,8	8,0	69,2	6,0	0,53	0,043	3,11	0,90	0,35	0,19	
112-163	6,2	5,6	15,4	9,3	64,6	6,1	0,37	0,059	2,10	0,99	0,42	0,18	

различия выявлены по содержанию песчаной фракции и фракции крупной пыли, что несомненно связано с высоким содержанием кварца, сильно измельчающегося при выветривании.

Реакция среды в двух рассматриваемых почвах кислая, в нижних гори-

зонтах ослабевает (6,0-6,1). По содержанию углерода почвы близки, отношение C: N в верхних горизонтах шире, к низу сужается. Почвы существенно различаются по содержанию обменных оснований.

По химическому составу (табл. 15) красные ферраллитные почвы, сформированные на разных почвообразующих породах, существенно отличаются. В почве на доломите накопление кварца меньше, более равномерно по профилю почвы распределяется Fe_2O_3 , значительно выше содержание Al_2O_3 . Обращает внимание большее обеднение CaO почвы на доломите, чем почвы на граните, что обусловлено преобладанием в ней $CaCO_3$ и его более высокой растворимостью, чем Ca, связанного с силикатами в почве на граните. В обеих почвах MgO содержится больше, чем CaO, что связано с меньшей его подвижностью. Молекулярные отношения свидетельствуют о ферраллитном составе.

Таблица 15

Валовой химический состав красных ферраллитных почв Южной Африки, % на прокаленное вещество (по C.R. van der Merwe, 1941).

Глубина, в см	SiO ₂		Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Молекулярные отношения	
	кварца	силикатов								$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
Почва на доломите											
0-28	24,12	5,36	24,98	37,95	0,12	1,67	0,17	0,44	0,21	1,32	3,13
28-56	20,22	7,40	25,09	40,81	0,09	1,29	0,20	0,43	0,17	1,15	2,92
56-84	16,91	5,97	24,79	46,02	0,09	1,38	0,31	0,67	0,18	0,84	2,45
84-112	8,83	11,02	27,48	47,76	0,08	1,32	0,23	0,83	0,19	0,69	1,86
112-168	11,92	11,95	25,10	43,34	0,08	1,29	0,21	0,68	0,93	Не опр.	
Почва на кислых кристаллических породах											
0-14	36,22	22,65	13,40	22,85	0,78	0,69	0,20	1,03	0,33	4,47	11,66
14-23	38,44	19,79	14,78	21,57	0,65	0,44	0,14	1,12	0,28	4,58	10,52
23-56	21,28	24,60	28,26	26,90	0,36	0,69	0,15	0,34	0,25	2,89	5,26
56-112	19,04	21,92	23,74	29,69	0,07	0,58	0,10	0,56	0,26	2,33	4,61
112-163	16,93	26,25	24,02	27,27	0,09	0,78	0,09	0,34	0,25	2,67	4,79

Красные ферраллитные почвы Юго-Восточной Азии сформированы на глинистой коре выветривания известняков. По гранулометрическому составу они глинистые, содержат повышенное содержание частиц от 0,05 до 0,001 мм, что связано с микроагрегированием более мелких фракции полутонкими оки-

сями железа. Почвы характеризуются кислой реакцией среды по всему профилю (рН – 5,4-5,8). Содержание гумуса высокое, общий углерод в верхнем горизонте составляет 4,14%, он постепенно снижается по профилю и на глубине 60 см его количество еще составляет 1,86%. Для группового состава гумуса характерны близкие величины гуминовых и фульвокислот.

По данным валового анализа в почвах преобладают полуторные оксиды железа и алюминия. Распределение железа более равномерное по профилю почв. Содержание SiO_2 относительно невысокое, что характерно для элювиев известняков. Молекулярные отношения $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ и $\text{SiO}_2:\text{Fe}_2\text{O}_3$ соответствуют ясно выраженной ферраллитизации. В илистой части еще больше возрастает содержание полуторных окисей, особенно железа за счет уменьшения SiO_2 . Молекулярные отношения узкие, что подчеркивает еще большую ферраллитность илистой фракции. (табл 16).

Таблица 16

Валовой состав красной ферраллитной почвы Бирмы, % на прокаленное вещество (по данным С.В.Зонна, 1974)

Глубина, в см	ППР, %	SiO_2	R_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Молекулярные отношения			
									$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	
Почва												
0-12	20,91	44,86	50,10	37,52	13,16	0,74	0,66	0,30	1,64	2,05	9,05	
22-30	18,10	43,14	53,40	39,67	13,76	0,66	0,52	0,24	1,52	1,86	8,31	
49-69	15,86	43,22	56,23	42,65	13,61	0,45	0,68	0,17	1,42	1,72	8,31	
89-102	11,57	41,94	50,24	38,63	12,69	0,41	0,58	0,16	1,52	1,85	8,70	
Ил												
0-12	Не опр	32,32	65,64	43,82	21,82	Не определялось			0,95	1,25	3,94	
22-30	-	30,67	64/95	44,61	20,24	-			0,88	1,17	4,02	
49-69	-	30,25	64/05	44,53	19,52	-			0,85	1,16	4,13	
89-102	-	31,90	65,16	40,75	24,41	-			0,96	1,33	3,39	

Сельскохозяйственное использование

Климатические условия зоны распространения красных ферраллитных и альферритных почв в целом благоприятны для возделывания различных сельскохозяйственных культур и позволяют выращивать два урожая. Несмотря на то, что непродолжительный сухой период (3-4 месяца) отрицательно

оказывается на росте и развитии растений, именно благодаря ему здесь культивируются растения, которые сильно страдают от постоянной избыточной влажности (арахис) или требуют наличия сухого периода для своего развития и вызревания (хлопок, кофе и т. д.).

Обладая большими запасами гумуса, более мощным гумусовым профилем, лучшими физическими свойствами, чем красно-желтые ферраллитные почвы, они лучше противостоят процессам эрозии, меньше разрушаются при интенсивной обработке их различными механизмами. Эти почвы широко используются под продовольственные и технические культуры. В более ксерофитных условиях они используются под менее влаголюбивые культуры, особенно под арахис, кукурузу, бананы, сорго и др.

В саваннах, кроме названных растений, выращиваются также батат, масличные, кокосовые пальмы и многие другие традиционные культуры. Однако до сих пор, несмотря на круглогодичное обилие тепла, на этих почвах выращивается один урожай, обеспечиваемый влагой дождливого сезона. Лишь культура риса наряду с суходольной, возделывается и при орошении, но на ограниченных площадях.

Красные ферраллитные и альферритные почвы по своему генезису почвы лесные. При сведении лесов емкость биологического кругооборота значительно снижается, органическое вещество быстро минерализуется, ранее накопившиеся в верхней части почв элементы выщелачиваются, плодородие почв быстро падает. Они становятся одними из самых бедных почв мира и требуют при освоении значительных доз удобрений, организации мер по предотвращению быстрой минерализации органических веществ и смыва верхнего, наиболее богатого гумусом горизонта.

Для выращивания сельскохозяйственных культур осваиваются огромные площади лесов и саванн, так как через 2 - 3 года они забрасываются из-за потери почвами естественного плодородия. Так нарушаются сложившиеся соотношения естественных лесов и саванн, в результате чего происходит катастрофическое развитие эрозионных процессов. Они усиливаются из-за ежегодного

выжигания лесной растительности на участках, предназначенных для освоения, а также оставшейся к началу дождливого сезона сухой растительности в саваннах.

Освоение этих почв затрудняется вследствие недостатка в них питательных веществ, и, прежде всего, азота и фосфора.

С целью предохранения почвы от эрозии и поверхностного панциреобразования применяют теневую культуру земледелия (выращивание культур под тенью оставленных при сведении леса или специально выращенных деревьев), широко применяют мульчирование различными органическими материалами.

Недостаточная изученность этих почв, как с генетической точки зрения, так и с точки зрения особенностей их рационального освоения и использования требует разработки способов и приемов, которые должны предусматривать:

1. правильное соотношение лесных, пахотных и пастбищных угодий. Не менее 30% площадей следует оставлять под лесом для предохранения почв от эрозии;
2. повышение плодородия пахотных почв путем внесения органических, минеральных, зеленых удобрений и удобрений, смешанных с базальтовой пылью, применение рациональных севооборотов, известкование, развитие орошения и т. д.;
3. ведение борьбы с эрозионными процессами агротехническими и агрометеорологическими приемами и способами;
4. меры по регулированию выпаса скота на единицу площади, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах; создание загонной системы выпаса и искусственное улучшение пастбищ путем внесения удобрений и подсева трав.

Площади почв, которые по тем или иным причинам выбывают из сельскохозяйственного пользования, целесообразно осваивать под лесные насаждения из ценных древесных пород.

Необходимо предусматривать и организационные мероприятия с целью борьбы с деградацией красных ферраллитных и альферритных почв. К ним от-

носятся мероприятия по регламентации подсечно-огневого земледелия, системы лесных залежей. Если нельзя полностью избежать использования подсечно-огневого земледелия, требуется запретить позднее выжигание, которое наносит наибольший вред. Раннее выжигание (менее вредное) позволяет растительному покрову возобновляться в более короткие сроки. Рекомендуется максимально удлинять лесной период, а период сельскохозяйственного освоения территории по возможности сократить, отдавая при этом предпочтение кустарничковым культурам (кофе, какао), выращиваемым под пологом леса, что лучше затеняет почву. При обнажении почвы в сухой период необходимо применять мульчирование.

Вопросы:

1. К какому семейству относятся красные ферраллитные и альферритные почвы, их географическое распространение?
2. Особенности условий почвообразования красных ферраллитных и альферритных почв.
3. Пути образования кор и панцирей.
4. Какие виды конкреционных горизонтов выделяют в красных ферраллитных и альферритных почвах?
5. Строение, состав и свойства красных ферраллитных и альферритных почв.
6. Сельскохозяйственное использование красных ферраллитных и альферритных почв.

3.2.2. Черные тропические почвы

О генезисе черных тропических почв в литературе мы встречаем противоречивые сведения, так как к этой категории очень часто относят и почвы, формирующиеся в других почвенно-климатических поясах. По мнению Боула, Хоула, Мак-Крекена (1977), около 2350000 км² темных глинистых почв распределены по всем континентам, за исключением Антарктиды, главным образом между 45° с. ш. и 45° ю. ш. Огромные территории, занятые этими почвами, характерны для Австралии, Индии (Деканское плоскогорье), Кубы, Африки, Южной и Северной Америки, Европы. Таким образом, они характерны для жаркого, тропического климата (черные тропические глины Африки, регуры Индии или черные хлопковые почвы), субтропического климата (средиземноморские

тирсы) и для европейского (некоторые смолницы на Балканском полуострове, смолницы в Болгарии и слитые черноземы на Северном Кавказе). В Южной Африке их называют «блек турф» или «влей», в Гане — «меланиты», в Судане — «бадобы», «маргалитовые почвы» — в Азии, «грумосоли» — в США и т. д. Подобные почвы, отмечает Дудаль, известны более чем под 40 различными наименованиями.

Черные тропические почвы входят в группу почв, широко известных под названием вертисоли — темноокрашенные глинистые (преимущественно монтмориллонитовые) насыщенные слитые почвы.

На XII Международном конгрессе почвоведов (1982) было предложено ограничить круг почв, относящихся к вертисолям. В качестве неперменного признака вертисолей указывается резкое варьирование мощности гумусового горизонта в связи с гильгайным микрорельефом, особое сложение почвенной массы в виде параллелепипедов с осью наклона 30 - 60°. Почвы, не обладающие полным набором свойств, предлагают относить к вертисольным (vertisolic).

Характерной чертой условий среды, в которых формируются рассматриваемые почвы, является сезонное иссушение почвенного профиля. В сухое время почвы покрываются сетью широких и глубоких трещин, заплывающих в дождливые периоды. Хотя сухой сезон и является неперменным условием формирования черных тропических почв, продолжительность его сильно варьирует. Средние климатические условия ареалов этих почв можно себе представить как условия переменного-влажного, иногда муссонного климата. Наиболее аридные из черных тропических почв промачиваются лишь в течение одного или двух месяцев, оставаясь сухими остальное время. На другом конце ряда располагаются влажные черные тропические почвы с иссушением профиля, продолжающимся всего несколько недель, причем иногда несколько раз в течение года.

Исследования 60 - 70-х гг. опровергли идею рассмотрения черных тропических почв как аналога черноземов. Черные тропические почвы с монтмориллонитовыми глинами некоторые авторы рассматривают как интразональные.

Однако уже в (работе Дюшофура (1970) высказано мнение, что почвы с разбухающими глинами могут быть разделены на тропические и средиземноморские (тирсы). Кроме того, известно, что черные тропические почвы развиваются как в автоморфных условиях (на материнских породах с определенными свойствами), так и в депрессиях, по долинам и террасам, где почвы имеют гидроморфный генезис. Эти разные условия формирования почв не имеют интразонального характера.

Таким образом, под черными тропическими почвами мы понимаем почвы, формирующиеся в условиях тропического почвенно-климатического пояса. Черные тропические почвы встречаются на различных континентах. В Африке наибольшие (площади приурочены к территориям, расположенным к югу от - Сахары. Подобные почвы описаны в Нигерии, Судане, в Республике Чад. Крупными массивами они встречаются в Анголе, Эфиопии, Сенегале, в западной части Мадагаскара, в Сомали и др. Большие массивы этих почв расположены вдоль западных склонов гор Восточной Африки, на междуречьях Голубого Нила и Белого Нила. К западу от Белого Нила они примыкают к зонам железистых тропических и красных ферраллитных почв. Значительные площади их расположены к югу от депрессии озера Чад, к югу-востоку от озера Виктория и в верхнем течении реки Нигер. На юге Африки эти почвы распространены мало.

Общая площадь черных тропических почв в Африке составляет 1697,6 тыс. км², или 5,6% от площади материка. В Азии они встречаются в Индии, Индонезии, Таиланде, Бирме, где площадь черных тропических почв составляет 809,7 тыс. км², или 1,48% от территории. В Южной Америке эти почвы описаны в Уругвае, Аргентине, в Центральной Америке, на Кубе, в Пуэрто-Рико и на о. Гаити. Общая площадь этих почв составляет 211,2 тыс. км², или 1,18% территории. В Австралии эти почвы занимают 614,5 тыс. км² или 7,22% территории континента.

Учитывая значительное распространение черных тропических почв по странам и континентам, нужно отметить, что условия формирования их довольно разнообразны.

Условия почвообразования

Климат. На Африканском континенте формирование почв происходит при среднегодовой температуре +25°, +28°C и сумме годовых осадков от 200 до 1000—1500 мм. Характерно резкое чередование влажного и сухого сезонов. Сухой сезон длится 5—8 месяцев. По степени увлажненности климат относится к периодически аридному. В Азии климат муссонный, с влажным летом и сухой зимой. Среднегодовая температура + 23,4°, +27,8°C, летняя температура +26,1°, +32,0°C и зимой + 20,6°, +23,7°. Среднегодовое количество осадков колеблется от 590 до 900 мм в год.

Растительность. Растительный покров характеризуется довольно большим разнообразием. Растительность Индии — сухие саванны и колючекустарниковые леса. Муссонные леса более богаты по составу, встречаются тик, сал, атласное дерево, красный и белый сандал. Леса сильно вырублены. Вторичные леса состоят из засухоустойчивых акаций, терминалий, бамбуков, пальм, атласных и других деревьев, образующих густые заросли - джунгли. Относительно сухой климат, характерный для формирования черных тропических почв, ограничивает возможности развития леса. Черные тропические почвы – это, прежде всего почвы саванн или, до освоения, лесосаванн.

Высокая и мощно развитая травянистая растительность саванн почти всегда сочетается с кустарниками и единичными деревьями. Однако как по биомассе, так и по почвообразующему эффекту травянистая растительность доминирует. В растительности саванн в основном (представлены злаки и бобовые, но много также деревянистых трав (*Clitroria*, *Eriosema*, *Galaetia*). В числе видов, слагающих травянистую растительность саванны Южной Америки, следует указать *Trachypogon*, *Panicum maximum*.

В африканской саванне при осадках около 1500 мм в год из растительности преобладают высокие и мощно развитые *Imperata cylindrica*, *Pennisetum purpureum*, *Andropogon*, *Hypharrheusia*. При меньших количествах влаги (1000 мм и меньше, сухой период до 6 месяцев) формируются плотно-кустовые саванны (*bunch grass savann*) с высотой растений 1 - 2 м и почти без деревьев. На-

земная фитомасса слоновой травы с подстилкой достигает огромной величины – 40 - 50 т/га (без корней). При этом на 1 га в круговорот вовлекается ежегодно не менее 300 кг N, 25 кг P, 50 кг S, 50 кг Ca, 100 кг Mg и -360 кг K. *Imperata cylindrica* образует фитомассу, раз в десять меньшую. При этом корни в два раза превышают надземную фитомассу (надземная часть около 4 т/га, корни около 10 т/га).

В условиях семиаридной и субгумидной саванны травянистая растительность представлена, по Дудалою: *Schocufeldia gracilis*, *Ctenium elegaus*, *Vetiveria fulvibarlis*, *Brachiaria faleifera*, *Cymbopogou nervatis*, *Hilaria mutica*, *Aristida*, *Andropogon*, *Themeda* и др. В сухих районах - кустарниковая саванна. В аридных сухих саваннах появляются различные виды бородача, дрина, др.

Растительность саванн обогащает почвы щелочными землями, особенно калием, а также кремнеземом. Это обуславливает относительно малую отзывчивость почв саванн на удобрение Ca, K и высокую отзывчивость на азот.

Почвообразующие породы. Почвообразующие породы - преимущественно тяжелые монтмориллонитовые глины и продукты выветривания, главным образом основных вулканических пород. Часто монтмориллонитовые глины подстилаются известняками, глинистыми сланцами, мергелями.

Для материнских пород характерна щелочная реакция. Они могут быть представлены карбонатными осадочными породами, основными изверженными породами (черные по цвету - диабаз, базальт, габро, траппы), осадочными бескварцевыми породами, вулканическими пеплами и их дериватами; формирование может идти на разнообразных переотложенных глинистых породах (озерных или аллювиальных), особенностью которых является обогащенность их минералами группы монтмориллонита.

Рельеф. Черные тропические почвы развиваются на древнеаллювиальных равнинах, в депрессиях разного происхождения, а также на плато и пенеппленах с равнинным и пологоволнистым рельефом. Крайне редко такие почвы формируются на склонах крутизной от 1 до 8°С, на более крутых склонах, как правило, не обнаруживаются. В целом для холмистых территорий они не характерны.

Очень часто в местах залегания вертисолей образуется своеобразный микро-рельеф «норы крабов», «гильгай» или полигональный рельеф. Рисунок микро-рельефа «гильгай» может быть сетчатым, дендровидным или волнистым, в зависимости от протяженности депрессий. Австралийскими почвоведомы описаны шесть типов «гильгайного микро-рельефа»: нормальный, сетчатый, волнистый, прямоугольный, каменистый и арбузовидный.

Формирование черных тропических почв в долинах и депрессиях связано со своеобразием геохимических условий, и прежде всего с влиянием вод, стекающих с пространств, где распространены породы (лавы, пеплы), насыщенные основаниями.

В бассейн Нигера и Калахари не поступают воды, обогащенные основаниями, и черные тропические почвы встречаются редко. В бассейне Конго, несмотря на связь аллювиальных толщ с основными породами, черные тропические почвы не развиваются, так как климатические условия (большое количество осадков) благоприятствуют интенсивному выщелачиванию оснований.

Генезис

В условиях переменного-влажного климата выветривание пород, богатых основаниями (плагиоклазы, железо-магнезиальные минералы), приводит к освобождению щелочноземельных оснований, причем, находясь в свободном состоянии, они остаются в зоне выветривания, так как в сухой период миграции не происходит, а в теплый дождливый сезон миграция ослаблена по причине плохого дренажа и тяжелого механического состава этих почв. В условиях нейтральной и щелочной реакции происходит неосинтез вторичных минералов, но не каолиновой, а монтмориллонитовой группы. Таким образом, генезис черных тропических почв связан с образованием разбухающих монтмориллонитовых глин, причем чередование переувлажнения почв с их высыханием благоприятно для синтеза разбухающих глин, когда Mg участвует в синтезе, а Ca обеспечивает щелочную реакцию среды.

Формирование черных тропических почв может идти по автоморфному и гидроморфному типу. В автоморфных условиях в тропиках имеет место сиал-

литный процесс выветривания, который идет с образованием глин типа иллита и монтмориллонита (при определенном рН и сочетании температуры и влажности). Таковы, например, черные почвы Ганы. Под саваннами (часто с акациями и баобабами) черные тропические почвы часто сочетаются с красно-бурыми и занимают в рельефе пониженные позиции. В отличие от красно-желтых, красных, красно-бурых ферраллитных и железистых, черные тропические почвы не образуют оплошной зоны, а встречаются отдельными массивами. Они постепенно сменяют почвы влажных тропических областей и отличаются такими свойствами, характеризующими их аридность, как малая гумусность, появление в профиле карбонатов, а в наиболее засушливых районах (с бурыми тропическими почвами) и легкорастворимых солей. Характерна также двучленность профиля, со слоеватым гумусовым горизонтом и уплотнение в средней части горизонта В.

Для черных тропических почв, формирующихся при близком залегании грунтовых вод, характерно сочетание дернового почвообразовательного процесса с процессами геохимической и механической аккумуляции, т. е. формирование идет в условиях затрудненного естественного дренажа аккумулятивных ландшафтов на великих древних или современных дельтово-аллювиальных равнинах.

Причиной сиаллитности черных тропических почв, залегающих среди почв с аллитным (ферраллитным) типом минеральной массы, отмечает Зонн, является то, что они формируются на делювиальных или элювиально - делювиальных наносах, обогащенных первичными минералами, в процессе переотложения, а также благодаря аккумуляции минеральных веществ из минерализованных вод.

Черные тропические почвы образуются в результате особого процесса слитогенеза, который обуславливается множеством причин, но главная из них - это сезонное поверхностное или грунтовое переувлажнение нейтральными или щелочными водами, обогащенными Ca, Mg, Si (и отчасти Na). Наличие этих элементов обеспечивает устойчивость монтмориллонитового состава глини-

стых минералов и внедрение в ППК катионов Са и особенно Mg, которые могут замещать в кристаллической решетке каолинита ионы Н, вследствие чего происходит его преобразование в минералы монтмориллонитовой группы. Содержание минералов типа 2:1 и определяет главнейшие отличительные свойства слитных почв:

1. Иловато-глинистый механический состав с содержанием ила ($<0,001$ мм $<0,002$ мм), достигающим 50 - 80% (по классификации США не меньше 35%).
2. Слоеватое строение горизонтов с максимальным накоплением минералов монтмориллонитовой группы, вследствие чего в них образуются в средней части профиля плоскости скольжения. Часто эти горизонты имеют наклон, повторяющий направление общего уклона рельефа.
3. Наличие прочной зернистой структуры в верхних 15 - 50 см.
4. Отсутствие элювиирования или иллювиирования.
5. Набухание, высокая пластичная компактность во влажном и большое сжатие с образованием вертикальной и горизонтальной трещиноватости в сухом состоянии. Трещины могут достигать ширины нескольких сантиметров и глубины до 1 - 11,5 м.
6. Большей частью темный цвет при содержании гумуса, не превышающем 1,5—2,5%. Явление, вероятно, обусловленное преобладанием высокодисперсных гумусовых веществ (преобладают гуминовые кислоты и гумины), зажатых в межслоевых пространствах монтмориллонитовых минералов.
7. Карбонатность или нейтральная реакция.
8. Высокий коэффициент расширения (почти вдвое).
9. Рельеф гильгай.
10. Преобладание в ППК. Са или Са и Mg.
11. Преобладание монтмориллонита среди глинистых минералов.
12. Карбонатно-глинистые материнские породы.
13. Слабое выветривание.

Дюшофур считает, что отличие слитных почв от черноземов заключается в том, что в них гумусовые соединения связаны с Fe, а не с Ca; $C_{гк} : C_{фк} < 1$. Содержание Fe в различных формах - характерное свойство слитых почв. Известно, что Fe приобретает свойства растворимости и подвижности в кислой среде, при pH ниже 3 - 4. Предполагают что различные формы Fe в этих почвах частично сохранились от прошлых условий их формирования в более кислой среде; частично они образуются и в современных условиях - во влажные периоды, когда возможен переход окисных соединений в закисные. Подобные явления могут происходить при невысокой карбонатности слитных почв, в своем образовании связанных с грунтовыми водами. Таким образом, в генезисе черных тропических почв большое значение играет Fe как стабилизатор и катализатор слитогенеза.

Основная неясность слитогенеза заключается в условиях его проявления. Большинство авторов связывают проявление слитогенеза с автоморфными условиями увлажнения и формированием на корях выветривания траппов, базальтов, гранитов, гнейсов, известняков и др. пород. В дальнейшем слитогенез стали дифференцировать по развитию на повышенных территориях и в депрессиях. Исследователи считали, что слитогенез сопряжен с сиаллитно-монтмориллонитовой корой выветривания. Сложной и неясной остается причина темной окраски этих почв, которая не соответствует содержанию в ней гумуса. Высказывают предположение, что цвет обусловлен окраской монтмориллонита. Вместе с тем исследования, проведенные в последнее время, показали широкое развитие слитогенеза в гидроморфных условиях. Там, где слитогенез считался аллювиальным, он оказался в большинстве случаев современным и палеогидроморфным; проявление слитогенеза в элювиальных условиях остается неясным.

Слитогенез — процесс, связанный с привнесением Mg как с твердым (глинистым), так и с жидким стоком, поступающим из ферраллитных (аллитных) и ферритных кор выветривания, поэтому пространственно они связаны с ферраллитными и ферритными почвами, часто входят в состав единичных мезо-и мик-

рокатен. Наиболее вероятно, что слитая масса приобретала и приобретает сиалитность в результате преобразования каолинитизированных (ферраллитных) толщ при их взаимодействии с водами, насыщенными Mg и содержащими Si.

В равной мере есть основания предполагать, что интенсивное гумусообразование происходило в подводной фазе слитогенеза. С осушением в слитой массе сохранились преимущественно гуминоподобные вещества, а остальные подверглись интенсивной минерализации. Для слитогенеза характерно высокое содержание гуминов и гуминовых кислот. Возможно, что слитость есть в какой-то степени и результат воздействия фульватных гумусовых соединений, преобладавших в фазе выхода отложений из подводного состояния. Наличие в слитой массе карбонатов и сульфатов, наиболее вероятно, связано с их накоплением в фазе осушения, а частично и с привносом со стороны. С. В. Зонн выделяет первичный и вторичный слитогенез.

Первичный (основной) слитогенез большей частью проявляется в почвах, образовавшихся на месте бывших водоемов (заливов, озер), заиленных в результате аккумуляции илистого материала из минерализованных вод, содержащих магниезальные и другие соли. В таких мелководных водоемах подводное почвообразование проходило при участии болотной, а местами и мангровой растительности. Продукты разложения их массы и послужили источником образования гуминов в последующие надводные стадии почвообразования. С высоким содержанием гуминов отчасти связаны темные тона окраски таких почв.

Вторичный (налагающийся) слитогенез вызывается сезонным поверхностным или поверхностно-грунтовым переувлажнением, включая и орошение щелочными водами, особенно содержащими Si и магниевые соли. В этих условиях также может происходить монтмориллонизация и появление слитости, особенно при контрастности смен режимов увлажнения и иссушения.

Почвы в сухой сезон растрескиваются до глубины 2 м. В эти трещины засыпаются верхние, обычно более рыхлые слои, что приводит с течением времени к перемешиванию почвенной массы. На поверхности почв образуется бугристость с трещинами полигонального рисунка, трещины охватывают весь про-

филь. Такой специфический микрорельеф - мелкобугристый, трещиноватый, носит название «гильгай». Строение профилей черных тропических почв связано с мощностью мелкоземистой толщи и глубиной залегания грунтовых вод.

Типичные слитые гидроморфные почвы характеризуются, как правило, неясной дифференциацией почвенного профиля:

A – C (Cg); или A - Bg – C (Cg); или A1 – B1 - B2g - Cg.

Примером морфологического описания черной тропической слитой гидроморфной почвы может служить следующий профиль:

Апах - темно-серого, серого цвета, сравнительно рыхлый с грубой комковатой структурой.

A1—гумусово-монтмориллонитовый горизонт, серого, темно-серого или коричневатого цвета, комковато-зернистой структуры в верхней части или глыбистой структуры, в сухом состоянии разбит трещинами, его мощность 50—100 см и более.

B1 (AB, B1g)—слитой, динамо-метаморфический горизонт, серого, темно-серого, коричневатого цвета, слабо отличающийся от верхнего горизонта, глыбистой, крупночешуйчатой структуры. Карбонаты, в случае присутствия, рассеяны в профиле в форме плотных конкреций, имеющих с поверхности черный цвет, встречаются железисто - марганцовистые конкреции. Мощность от 50 до 150 см.

B2g —достигает глубины 120 - 160 см, переходный, глыбисто-пластинчатой структуры, часть с карбонатными или железисто-марганцовистыми конкрециями. В нижней части имеет ясные признаки глееватости - сизые и ржавые пятна, встречаются железо-марганцовистые конкреции.

Cg - простирается до грунтовых вод, постоянно влажный, пластичный, глыбисто-бесструктурный, пропитан карбонатами, встречаются кристаллы и друзы гипса. В ряде случаев почвообразующая порода, представленная корой выветривания массивных пород, сохраняет структуру породы.

Подобные почвы, как правило, приурочены к приморским низменностям или древним речным террасам.

Автоморфные слитые почвы отличаются отсутствием признаков оглеения и большой карбонатностью. Однако нужно помнить, что в большинстве случаев автоморфность «вторичная», т. е. связанная с эволюцией из гидроморфных почв.

Для микроморфологического строения гидроморфных почв характерна пропитанность минеральной части глинисто-железистым, хорошо оптически ориентированным веществом с примесью микрокарбонатных конкреций. Такое совмещение в одном профиле как бы взаимоисключающих образований подтверждает предположение о двухфазности образования подобных почв. Роль карбонатов Са в генезисе этих почв (в отличие от черноземов) подчиненная. Несмотря на формирование во влажных и переменнo - влажных тропических условиях, они характеризуются сиаллитным составом минеральной части с молекулярными отношениями $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 > 4$. Содержание SiO_2 в них высокое и колеблется от 55 до 71%, что не согласуется с составом эффузивных пород, обедненных SiO_2 . С глубиной SiO_2 убывает вследствие неоднородности отлагавшегося минерального материала или потери части ила из верхних горизонтов в результате эрозии и обработки. Причиной может служить и относительное повышение содержания вниз по профилю Fe_2O_3 , при этом содержание Al_2O_3 в 2—3 раза больше, чем железа (табл. 17).

Валовое содержание окисей определенное в илах, также подтверждает их сиаллитный характер. Отмечается ясное увеличение содержания Fe_2O_3 и Al_2O_3 с глубиной. Илы обогащены СаО и MgO, что указывает на богатство почв основаниями. По мнению С.В.Зонна, 1974 причины сиаллитности слитых почв, залегающих среди почв с аллитным типом минеральной массы обуславливаются тем, что они формируются на делювиальных или элювиально-делювиальных наносах, обогащенных первичными минералами в процессе переотложения, а также и аккумуляции минеральных веществ из минерализованных почв (таб. 17).

Содержание валового N около 0,10—0,25%, отношение C:N варьирует от 10 до 12 -13, резко снижается с глубиной. Почвы характеризуются низким со-

держанием гумуса (от 0,5 до 3,0—3,5%) на всем протяжении профиля до глубины 100—180 см, гумус вниз по профилю слабо убывает. В составе гумуса в

Таблица 17.

Валовое содержание окисей в иле (<0,001 мм) слитых почв, в % на прокаленное и бескарбонатное вещество. (по С.В.Зонну, 1974)

Глубина см	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Молекулярные отношения	
						$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
Черная гидроморфная, Индия, район Нагпура							
0-15	60,34	12,20	20,97	1,97	1,87	4,78	13,22
30-60	62,07	9,88	20,49	1,63	1,67	5,17	16,51
90-100	55,34	11,96	23,65	1,67	2,98	4,00	12,30
Черная гидроморфная, Куба, провинция Ориенте							
1-10	58,38	11,63	22,61	0,49	3,20	4,38	13,35
20-30	57,68	12,10	21,79	1,19	3,44	4,27	12,65
60-70	58,42	11,52	22,41	0,64	3,43	4,42	13,48
Черная остаточно-карбонатная, Центральная Бирма, район г. Мандалая.							
1-10	55,43	11,04	25,89	Не определялось		3,58	13,20
25-35	52,19	8,99	27,39	-		3,24	15,40
40-50	51,75	10,38	25,81	-		3,49	16,60

верхней части профиля преобладают гуминовые кислоты, а по всему профилю — гумины, которые составляют 50—80% от содержания общего углерода. Отсутствие или очень небольшое содержание в почвах свободных или так называемых бурых гуминовых кислот и фульвокислот служит показателем преобладания «старых» гумусовых соединений (таб. 18).

Таблица 18

Некоторые химические и физико-химические показатели черных слитых почв (по С.В.Зонну, 1974)

Глубина см	рН водн.	Гумус	CO ₂	Fe, %		ЕКО мэкв на 100 г
		%		По Тамму	По Джек-сону	
Черная гидроморфная, Куба, провинция Ориенте						
1-10	7,2	3,12	нет	Не опр.		
10-20	7,3	3,02	0,83	-		
20-30	7,6	2,56	1,81	-		
40-50	7,8	0,92		-		
Черная остаточно-карбонатная, Центральная Бирма, район г. Мандалая						
1-10	7,4	2,98	1,14	0,63	1,63	Не опр.
25-35	8,7	2,95	1,03	0,68	1,50	-
40-50	8,9	2,79	1,03	0,70	1,75	-

Черные тропические почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом при содержании ила не менее 40% (обычно содержание ила составляет 60 - 80%). Почвы глубокотрещиноватые, с характерными признаками самомульчирования и поверхностями скольжения на комковато-глыбистых структурных отдельностях. Во влажном состоянии они сильно (таб. 19)

Таблица 19

Гранулометрический состав слитых почв (по методу Качинского) (по С.В.Зонну, 1974)

Глубина см	Содержание фракций, %; размер частиц, мм					
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001
Черная гидроморфная, Куба, провинция Ориенте						
1-10	0,4	8,6	9,4	6,7	15,3	59,6
20-30	0,4	8,8	12,2	3,3	11,5	63,8
60-70	0,2	0,4	14,0	10,8	16,2	58,4
140-150	6,5	9,6	9,4	10,9	13,0	51,0
Черная гидроморфная, Индия, район Нагпура						
0-15	28,4	3,2	8,3	2,8	9,8	47,8
15-30	24,1		8,3	6,1	12,0	50,0
60-90	22,2		6,5	8,5	13,1	50,0
120-65	18,2		9,5	9,9	8,2	54,4
Черная остаточно-карбонатная, Центральная Бирма, район г. Мандалая						
0-10	0,6	3,9	12,6	6,7	16,2	59,9
25-35	0,7	1,8	12,7	6,9	16,4	61,4
40-50	1,5	2,2	12,2	5,1	16,9	62,2
60-70	1,1	0,8	10,3	7,3	13,5	66,9

набухают, происходят локальные выпучивания почвенных масс. В сухом состоянии происходит сильное сжатие почвенной массы с образованием трещин шириной от одного см до нескольких сантиметров и глубиной до 1 м и более. Трещины некоторое время остаются открытыми, чаще около 90 дней в году. Почвы отличаются большой слитостью в сухом состоянии и высокой пластичностью во влажном. Емкость поглощения варьирует от 25 до 60 - 70 мг-экв на 100 г, в ППК преобладают Ca^{++} и Mg^{++} , в илистой фракции Mg^{++} больше, чем Ca^{++} . Обычно в почвах присутствуют карбонаты, содержание которых в верхних горизонтах составляет до 5 - 10% и более. В наиболее аридных условиях в профиле наблюдаются сульфаты и хлориды. На более глинистых разновидностях черных тропических почв происходит длительное застаивание атмосферных осадков, появление железистых конкреций и легкорастворимых солей в

нижней части профиля. Гипс отмечается с глубины 90 - 100 см. Для почв характерна щелочная реакция среды (рН 7,5 - 8,0 и более) на протяжении большей части профиля. В солонцеватых слитых почвах наблюдается наличие щелочности от бикарбонатов (HCO_3^-) и наличие поглощенного Na, а также узкое соотношение Ca и Mg (около 2 - 3), которое сужается с глубиной.

Сельскохозяйственное использование

Сельскохозяйственное использование черных тропических почв больше распространено в увлажненных районах, так как эти почвы отличаются большой биологической активностью, имеют богатый минералогический состав, удерживают влагу, а при систематической обработке и специальной агротехнике приобретают рыхлую, зернисто-комковатую структуру. Использование растениями влаги (естественной или при орошении) сталкивается с большими трудностями, так как физические свойства почв (их слитость, быстрое заплывание) определяют плохую фильтрацию. Дренаж затруднен из-за плохой водопроницаемости, а повышенное испарение создает угрозу засоления. Тем не менее, вспашка с оставлением глыб на поле, внесение фосфора, азота, навоза и мульчирование улучшают почвы. Кроме того, практикуется обработка в виде гряд. Применение указанной агротехники позволяет получать высокие урожаи. Это тем более ценно для тех районов, где черные тропические почвы бывают развиты в сочетании с менее плодородными, такими, как железистые тропические, красно-бурые сухих саванн.

Почвы без орошения используются как низкопродуктивные пастбища. Вместе с тем и при орошении эти почвы осваивать сложно, так как они подвержены эрозии и отличаются плохими физическими свойствами. При орошении на них возделывают хлопок, рис, сорго, сахарный тростник, пропашные, бобовые и овощные культуры - бобы, перец, баклажаны, томаты, салат, шпинат и т. д.; без орошения - кукурузу, зерновые колосовые, ограниченно - овощные культуры. При надлежащей обработке почвы, особенно для поддержания рыхлого состояния пахотного слоя, рекомендуются посевы люцерны. Поливные нормы из расчета увлажнения 100 см толщи и поддержание нижнего предела увлажне-

ния на уровне 70% от НВ равны 1000 - 1300 м³/га, при увлажнении верхнего 40-сантиметрового слоя – 400 - 500 м³/га.

Для улучшения физических свойств необходима ежегодная или периодическая (не реже одного раза в 2 - 3 года) отвальная вспашка на 25—30 см с почвоуглубителем. Эффективны щелевание или кротование, при наличии глыб почву необходимо обработать кольчатыми катками или дисковыми боронами.

По мере достижения физической спелости почвы следует провести поверхностную обработку лемешными или дисковыми орудиями на глубину 10 - 14 см с целью создания рыхлого мульчирующего слоя. Для улучшения условий аэрации и водного режима рациональным является гребневой посев культур.

Высокая производительность почв ограничивается низким содержанием ряда элементов (фосфор, азот, сера, цинк, молибден, медь), а также наличием в отдельных профилях токсичного количества водорастворимых солей. В этой связи целесообразно применение на этих почвах органических, минеральных удобрений и сидератов, а также микроудобрений.

Вопросы:

1. География черных тропических почв.
2. Особенности условий почвообразования черных тропических почв.
3. Генезис черных тропических почв.
4. Перечислите отличительные свойства черных тропических почв.
5. Раскройте понятие «слитогенез».
6. Строение профиля черных тропических почв.
7. Состав и свойства черных тропических почв.
8. Сельскохозяйственное использование черных тропических почв.

3.2.3. Рисовые почвы

Термин «рисовые почвы» используется для почв, на которых культивируется орошаемый рис, и поэтому он скорее определяет характер использования земли, но не почву как таковую. Под термин рисовые почвы попадает большая группа почв тропиков и субтропиков. Их объединяют определенные черты и свойства, которые они приобретают в процессе использования под культуру риса, но вместе с тем их свойства весьма разнообразны в зависимости от свойств тех различных почв, из которых они сформировались.

Р.Дюдаль (1965) отмечает следующие изменения свойств почв затопляемых рисовых полей:

При изменении поверхности почвы в результате террасирования, где оросительные воды поступают на рисовые поля самотеком, происходит смыв поверхностного слоя почвы с верхних участков поля и переотложение материала на нижних участках поля. Таким образом, профили одного поля варьируют от почв с совершенно смытой верхней частью до погребенных почв; первичные профили могут быть обнаружены только в центральной части поля. Если террасированные земли орошаются длительное время, верхние слои становятся более однородными за счет аккумуляции ила и образования «рисового» слоя в верхних горизонтах почв.

В процессе затопления, в поверхностном горизонте почв создаются восстановительные процессы и благодаря жизнедеятельности анаэробных бактерий, образуется поверхностное оглеение, именуемое также «перевернутым оглеением», которое может распространяться от поверхности до глубины 50-60 см. Наиболее важными признаками поверхностного оглеения являются многочисленные ржавые пятнышки, часто сконцентрированные в форме трубочек вокруг корней риса и сероватая или серо-бурая окраска почвенной массы, которая в период затопления, при полном господстве восстановительных процессов, приобретает голубовато-серые тона. Верхние несколько сантиметров почвы могут остаться в окисленном состоянии за счет поступления кислорода с ирригационными водами.

В гидроморфных почвах поверхностное оглеение может постепенно переходить в оглеение за счет грунтовых вод, тогда как в не гидроморфных почвах с глубиной постепенно появляется первоначальная окраска.

В зоне господства восстановительных процессов, соединения железа и марганца переходят в подвижное состояние и увлекаются вниз с нисходящими токами. Реагируя с кислородом нижних горизонтов, они вновь переходят в окисные формы и выпадают в осадок. Эти горизонты аккумуляции достигают мощности от 5 до 20 см и формируются на глубине, варьирующей от 20 до 60 см в зави-

симости от гранулометрического состава и водопроницаемости почв. Так как марганец более легко подвергается восстановительным процессам и более растворим, чем железо, он перемещается с нисходящими токами влаги в первую очередь, и обычно выпадение его происходит ниже выделений железа. Аккумулируются эти элементы в форме конкреций или пленочек по трещинам в почве (табл. 20).

Таблица 20

Некоторые свойства рисовых почв (по Р Дюдалю, 1965)

Почвенный слой	Глубина взятия образца, см	Fe ₂ O ₃ , %	Mn ₃ O ₄ , %	pH водн.
Верхний слой	0-15	7,6	0,06	5,2
Плужная подошва	15-22	3,8	0,16	5,2
Слой Fe	22-26	19,4	0,09	5,0
Слой Mn	26-40	16,4	0,45	5,1
Подпочва	60	8,6	0,11	5,5

Вследствие восстановительных процессов и нисходящей миграции железа и марганца верхние горизонты почвенного профиля приобретают более светлую окраску. Иногда одновременно наблюдаются нисходящие миграции илистых частиц, но они недостаточны, чтобы вызвать заметную дифференциацию профиля по гранулометрическому составу.

Обычным признаком многих рисовых полей является формирование «плужной подошвы», как результат многократного взмучивания и разминания почвенной массы.

Происходящие изменения в свойствах почв, при использовании их под культуру риса, в значительной степени будут определяться их генетическими особенностями. В наибольшей степени подвергаются изменениям автоморфные почвы, о чем свидетельствуют данные И.И.Карманова (1965).

В Бирме под рис используют различные типы почв: светлые и темные луговые, темные слитые почвы сухих саванн, красно-бурые почвы сухих саванн, красновато-коричневые почвы сухих лесов и кустарников, красновато-желтые почвы муссонных тропических лесов. При использовании их под рис наиболее резкие изменения претерпевают красно-бурые, красновато-коричневые и крас-

новато-желтые почвы. У почв при использовании их под культуру риса резко уменьшается водопроницаемость (табл. 21)

Таблица 21

Водопроницаемость красно-бурых почв, в мм/час (по И.И.Карманову, 1965)

Гранулометрический состав почв	Естественная растительность и неполивные культуры	Рис
Песок	150-300	-
Супесь	20-8-	4-10
Легкий суглинок	5-12	0,8-2
Средний суглинок	-	0,5-0,8

В красновато-бурых почвах сухих саванн уменьшение водопроницаемости связано прежде всего с легким гранулометрическим составом почв малым содержанием клеящих коллоидных частиц.

В красновато-коричневых почвах, несмотря на лучшую оструктуренность и на более тяжелый гранулометрический состав, отмечается также резкое снижение водопроницаемости, особенно на почвах среднего и тяжелого состава. на естественных аналогах почв это снижение проявляется особенно заметно (табл 22)

Таблица 22

Водопроницаемость красновато-коричневых почв, в мм/час (по И.И.Карманову, 1965)

Гранулометрический состав	Сухой лес	Неполивные культуры	Рис
Супесь	-	20-50	-
Легкий суглинок	20-40	10-20	4-8
Средний суглинок	12-20	5-8	2-4
Тяжелый суглинок	10-15	3-6	0,5-1,2

Красновато-желтые почвы муссонных тропических лесов хорошо оструктурены; под лесом, особенно густым, они очень рыхлые, пронизанные ходами корней. При использовании этих почв под рис, в результате ежегодной интенсивной обработки в переувлажненном состоянии их структура разрушается и происходит значительное уплотнение (табл. 23)

Таблица 23

Водопроницаемость красновато-желтых почв, в мм/час (по И.И.Карманову, 1965)

Гранулометрический состав	Очень густой лес	Лес средней густоты	Платации каучука	Сады	Сахарный тростник	Рис
Супесь	-	-	-	30-60	-	-
Легкий суглинок	-	120-140	100-200	15-25	-	-
Средний суглинок	100-350	40-50	70-100	10-15	8-10	2-3

Разрушение структуры, обогащение коллоидными частицами, уплотнение почвы приводят к увеличению плотности и уменьшению порозности и аэрации почв (табл. 24)

Таблица 24

Плотность и порозность красновато-желтых почв суглинистого гранулометрического состава (по И.И.Карманову, 1965)

Показатель	Густой лес	Лес средней густоты	Каучук		Сады	Рис
			Обычные платации	Хорошо окультуренные		
Плотность	0,8-0,9	1,0-1,2	1,2-1,3	0,9-1,1	1,2-1,4	1,4,1,5
Порозность	62-72	54-60	50-54	57-67	47-54	43-48

В связи с изменением характера поступления и превращения органического вещества при культуре риса, общее количество гумуса в верхних горизонтах заметно убывает (табл. 25). Его уменьшение в верхних горизонтах не сопровождается его увеличением в нижних горизонтах. Общие запасы гумуса значительно снижаются.

Таблица 25

Содержание гумуса в верхнем горизонте, % (по И.И.Карманову, 1965)

почва	Гранулометрический состав	Естественная растительность	Неполивные культуры	Рис
Красно-бурые сухих саванн	Песок	1,3-1,7	0,3-0,5	-
	Супесь	-	0,5-0,8	0,3-0,6
	Легкий суглинок	до 0,2	до 1	0,7-0,9
Красновато-коричневые сухих лесов	Супесь	2-3	0,5-0,1	0,5-1
	Легкий суглинок	-	0,8-1,2	0,6-1,3
	Средний суглинок	3-4	1-1,5	1-2
	Тяжелый суглинок	-	1-2	-
Красновато-желтые муссонных лесов	Супесь	2-3	1-1,5	1-2
	Легкий суглинок	3-5	1-2	-
	Средний суглинок	-	2-3	-

При использовании почв под рис наблюдаются признаки деградации верхнего горизонта почв, изменяется окраска, она становится белесоватой, появляются признаки поверхностного оглеения, изменяется в сторону подкисления реакция среды. Почвы под культурой риса становятся непохожи на естественные свои варианты.

Наиболее резкие изменения претерпевают красно-бурые, красновато-коричневые и красновато-желтые почвы. Различные луговые почвы, темные слитые почвы саванн претерпевают аналогичные изменения, но проявляются они у них гораздо слабее.

Вопросы:

1. Какие почвы мы называем «рисовые»?
2. Генетические особенности рисовых почв.
3. Состав и свойства рисовых почв.
4. Как меняются физико-химические и физические свойства почв при использовании их под культуру риса?
5. Какие из почв (автоморфные, гидроморфные) претерпевают наиболее сильные изменения и почему?

3.3. Почвы тропической семиаридной формации

3.3.1. Железистые тропические почвы

Железистые тропические почвы (*sols ferrugineaux tropicaux*) впервые были выделены в Африке французскими и бельгийскими почвоведомы, которые отделили их от более сухих саванных ожелезненных почв — феррисолей (*ferrisols*), с одной стороны, и более влажных типичных ферраллитных почв (*ferrasols*) — с другой.

Железистые тропические почвы располагаются по периферийной части ареала распространения красных ферраллитных и альферритных почв. Часто встречаются сочетания железистых тропических почв с красными ферраллитными, черными и красно-бурыми тропическими.

По данным Е. В. Лобовой и А. В. Хабарова (1983), почти 50% всех площадей этих почв сосредоточено в Африке, но широкое распространение они имеют и на других континентах.

В Африке площадь железистых тропических почв составляет 4742,1 тыс.

км², или 16,64% от площади материка. В Южной Америке их площадь составляет 981,7 тыс. км² (5,5%), в Евразии — 973,6 тыс. км² (1,77%), в Австралии — 358,7 тыс. км² (4,19%). Учитывая столь широкое распространение этих почв по странам и континентам, а также тот факт, что они занимают промежуточное положение между областями влажных и сухих тропиков, условия почвообразования характеризуются большим разнообразием.

Условия почвообразования

Климат. Развиваются железистые почвы в областях с ярко выраженным сухим периодом, длительность которого может колебаться от 3 - 4 до 8 мес. В Африке эти почвы характерны для зоны с непродолжительным сухим сезоном (3 - 4 мес.). Количество осадков составляет 900 - 300 мм, а среднегодовая температура постепенно увеличивается до 28°.

В странах Юго-Восточной Азии железистые тропические почвы развиты в районах, где выпадает 1300—1500 мм осадков в год. Среднегодовая температура равна 25°, 27°; температура летом 27°, 29°; зимой 21°, 26°.

В Австралии климат на территориях, занимаемых этими почвами, преимущественно субаридный, периодически аридный. Осадков выпадает от 500 до 1500 мм. Колебания между средней температурой влажного и сухого периодов составляют 5 - 10°.

Растительность. Растительный покров характеризуется значительным разнообразием. Формирование железистых тропических почв идет под муссонными лесами (Бирма), смешанными листопадными вечнозелеными лесами, под высоко-и низкотравными саваннами и редкостойными лесами (.где злаки могут достигать 3—5 м высоты, например слоновая трава). Таким образом, область развития железистых тропических почв — это область соперничества и равновесия между травянистыми и деревянистыми ксерофитными формациями, что объясняется климатическими колебаниями, происходившими на протяжении четвертичного периода. Флористический состав, по мере движения на север и юг от экватора, при увеличении аридности климата становится все более ксерофитным.

Общее количество органического вещества, поступающего в почву, уменьшается и составляет лишь 7 т/га в год. Увеличивается содержание в составе зольных элементов, и особенно кремнезема. С опадом ежегодно поступает 300 - 360 кг/га зольных элементов. Вместе с тем ежегодные саванные и лесные пожары (feux de brousse) наносят огромный ущерб, более половины минеральных элементов и большая часть азота теряются по этой причине.

Почвообразующие породы. Почвообразующие породы разнообразны. Формируются они на красноцветных продуктах выветривания основных пород, богатых гидроокислами Fe, на латеритных карках выветривания, часто в ландшафте сочетаясь с выходами этих пород на поверхность, на метаморфических и кристаллических породах, на гранитах, известняках и на древнем аллювии.

Генезис

В условиях более аридного климата с ярко выраженным сухим сезоном, который имеет различную длительность, процессы выветривания значительно ослабевают, что приводит к образованию менее мощных почв. Выветривание железистых почв обладает рядом особенностей. Интенсивное и быстрое во влажном сезоне, оно приводит к освобождению значительного количества окислов Fe; образовавшиеся окислы Al, напротив, не остаются, в свободном состоянии; потеря кремнезема в растворенном состоянии путем выноса гораздо менее значительна, чем в ферраллитных почвах, его остается достаточно для связывания всего освобожденного Al и синтеза глин. В целом глины типа каолинита преобладают, однако имеются глины, богатые кремнеземом (иллиты), особенно в менее кислой среде. Выветривание первичных минералов хотя и более полное, чем в почвах умеренного климата, все же менее сильное, чем в ферраллитных. Освобожденные окислы Fe могут оставаться в почве в гидратированном состоянии, если она влажная, в сухой период они дегидратируются и почва приобретает красный цвет.

Глинистый материал этих почв имеет каолинитово-иллитовый состав при отсутствии гиббсита и характеризуется отношением $SiO_2: Al_2O_3 > 2,0$, что вместе с большим резервом первичных невыветрелых минералов является свидетель-

ством их сиаллитного состава. Поскольку сиаллитный характер минеральной массы сочетается с высоким содержанием железа, эти почвы обоснованно относятся к ферсиаллитным. На свойства железистых тропических почв оказывает безусловное влияние сохранение остаточных свойств ферраллигизации, а также пестрота почвообразующих пород.

Среди железистых тропических почв в настоящее время выделяют железистые тропические, железистые тропические слаболессивированные и лессивированные и железистые тропические оглеенные.

Строение, состав и свойства железистых тропических почв

Почвенный профиль их менее мощный (160 - 250 см) по сравнению с ферраллитными. Они отличаются красновато-бурой или охристой окраской и ожелезнением по профилю. Профиль почв довольно хорошо дифференцирован.

А - гумусовый горизонт, темно-бурый, рыхлый, иногда зернистой структуры, мощностью до 20 - 25 см, книзу уплотняется.

В - горизонт более глинистый, мощностью 50 - 100 см, красного цвета, с крупнозернистой структурой и железистыми конкрециями.

С - суглинистый или глинистый горизонт с включениями обломков плотных пород. Часто это пятнистая глина (ожелезненная каолинитовая глина) или латеритный горизонт.

Название почв (железистые) характеризует не только цвет, но и указывает на значительное присутствие железистых, железисто-марганцовистых конкреций, которые иногда образуют сплошные горизонты на глубине или в профиле почвы. Первичные минералы находятся по всему профилю.

В валовом составе железистых тропических почв преобладают окислы Fe_2O_3 – 40 - 70%, Al_2O_3 - 20—30%, SiO_2 - от 5 до 30%, MnO - 0,3 - 2,5%. Окристаллизованные формы железа составляют 80 - 90% от валового содержания. Почвы характеризуются небольшим количеством гумуса – 1 - 2,5%, в оглеенных почвах и в почвах с латеритными горизонтами его содержание может быть выше. Гумус фульватный, кислый. Запасы его составляют 80 - 150 т/га. Емкость обмена небольшая – 4 - 5 мг-экв на 100 г, иногда может достигать 20 мг-экв на

100 г. В составе ППК преобладают Ca^{++} , Mg^{++} , но есть Al^{+++} и H^+ , степень насыщенности в гумусовом горизонте более 50%, вниз по профилю увеличивается. Величина рН колеблется между 5 и 6. Для гранулометрического состава характерно очень низкое содержание фракции пыли при значительном содержании фракции тонкого песка. Этот признак рассматривается как реликтовый, так как во многих районах железистые тропические почвы формируются при воздействии сухого климата на ранее сформированные почвы ферраллитного типа. На долю тонкого песка приходится 60 - 70%, глины – 18 - 25% и пыли – 2 - 3%; очень часто отмечается интенсивный лессиваж глин из верхних горизонтов вглубь, что приводит к образованию на глубине 40 - 60 см кольматированного горизонта, который влияет на распределение Fe и Mn. Структура почв довольно грубая, нечеткая. Водопроницаемость их хорошая при плотности 1,0—1,2 г/см³.

Сельскохозяйственное использование

В сельском хозяйстве эти почвы используются мало. Неодинаковое распределение влаги, поступающей на поверхность почвы, длительный сухой сезон, слабая сопротивляемость почв эрозии, неблагоприятный питательный режим, образование почв со слитым профилем, который препятствует нормальной аэрации и проницаемости, мешает продуктивному их использованию в сельском хозяйстве.

Большая часть осадков выпадает в дождливый период, который в среднем длится 5 - 6 мес. В это время необходимо заботиться о проведении мероприятий против водной эрозии, особенно на склонах, крутизна которых превышает 4°.

Общее количество зольных элементов, поступающих из растительного опада в почву, меньше, чем в ферраллитных почвах, и они находятся в менее доступных формах. Закрепление фосфора в недоступных для растений формах происходит в железистых почвах быстрее, чем в ферраллитных. Лучшие, наиболее увлажняемые железистые почвы используются под плантации кофе. В более сухих районах возделываются хлопчатник, арахис. Почвы используются

под плантации ананасов, томатов и других пищевых культур благодаря внесению удобрений и принятию противоэрозионных мер (в зависимости от уклона местности), практикуется введение прямостоячих сидеральных культур и мульчирование.

Вопросы:

1. География железистых тропических почв.
2. Условия почвообразования железистых тропических почв
3. Особенности генезиса железистых тропических почв
4. Строение, состав и свойства железистых тропических почв.
5. Сельскохозяйственное использование железистых тропических почв.

3.3.2. Красно-бурые тропические почвы

По Глазовской, почвы относят к семейству ферроземов. Ферроземы — одна из наименее изученных почвенных групп мира. В Австралии они широко распространены в семиаридных тропических и субтропических областях и известны под названием red earth (красные земли). Выделяются две группы почв—с карбонатным горизонтом и без него.

По данным французского исследователя Мэнье (1965), тропические зоны, где по сравнению с железистыми почвами еще (более удлиняется сухой сезон (6 - 7 мес), являются областями формирования маломощных (50—100 см) красно-бурых и бурых почв.

В Индии красноцветные почвы сухих саванн и редколесий называют red soils (красными почвами) и не отличают от красных ферраллитных почв. В Бразилии почвы сухих колюче - лесов и саванн объединяют в группу ферраллитных почв семиаридных тропиков (ferralsols of semiarid tropics).

На Почвенных картах физико-географического атласа мира они выделяются как красно-бурые ферритизированные почвы сухих саванн, красно-коричневые ксерофитных тропических лесов и редколесий. Сюда же относится часть красных ферритных почв, объединенных в одних контурах с красными ферраллитными почвами саванн.

Условия формирования этих почв определяются их географическим положением. По мере удаления от экватора и ослабления экваториального мус-

сона типичные саванны сменяются сухими и опустыненными.

В Африке зона красно-бурых почв саванн пересекает континент между 12—18° с. ш. Ее северная граница проходит несколько севернее устья Сенегала, далее - на восток по линии Томбукту-Хартум и выходит к побережью Красного моря близ Порт-Судана, т. е. расположена эта зона севернее железистых тропических почв.

В Южной Африке они встречаются на подгорных равнинах к западу от Драконовых гор. Эта зона пересекает поверхности цокольных и пластовых равнин, а также значительные пространства аккумулятивных равнин в бассейне озера Чад и Белого Нила. Абсолютные высоты в пределах плато составляют 300 - 500 м, а в отдельных местах, на плоскогорьях Кардоран, Дерфур - до 1000 м. Общая площадь их в Африке составляет 3122,7 млн км², или 10,3% от площади почв континента. В Евразии площадь красно-бурых тропических почв—11614,6 млн км², или 2,94%. Значительные пространства заняты ими в Австралии — 1934,5 млн км², или 12,15% от площади почв континента.

Условия почвообразования.

Климат. Зона красно-бурых тропических почв формируется в условиях двухсезонного климата с годовым количеством осадков от 200 до 800 мм при продолжительности сухого периода 5 - 7 месяцев. Коэффициент увлажнения 4 - 6 мес в году составляет 0,6 - 0,8, а остальные - в пределах 0,3 - 0,4. Среднемесячные температуры колеблются в пределах 26°, 30°.

Растительность. По характеру растительности - это области распространения типичных и сухих саванн, ксерофитных тропических редколесий, кустарниковых формаций и колюче-лесов с опадающей в сухой зимний период листвой.

Растительность зоны в ее южной, несколько лучше увлажненной части, представлена саваннами суданского типа с баобабами (*Adausonia digitata*) и акациями (*Acacia giraffae*, *A. albida*) в древесном ярусе и с *Andropogon Hirtiflorus*, *Themeda rtiandra* в травяном покрове.

На севере, по мере увеличения сухости климата, появляются опустыненные саванны сенегало-суданского типа с аристидой и невысокими акациями.

Рельеф. Почвы развиваются на древних континентальных поверхностях выравнивания. Они распространены на Восточно-Африканском плоскогорье, Эфиопском нагорье, во впадине Калахари, а также в зоне Сахеля (на границе с Сахарой) . В Австралии они занимают территории в пределах Западного плато и на востоке Центральной части континента. В Евразии рельеф холмистый, с плоскими равнинами, местами осложненный низкогорьями.

Почвообразующие породы. Почвообразующими породами служат продукты выветривания палеогеновых песчаников, кварцево - полевошпатовые пески, элювий базальтов, а также древние ферраллитизированные коры выветривания. В Евразии наиболее распространенными породами являются песчаники и глинистые сланцы. В качестве почвообразующих пород встречается сиаллитная или сиаллитно-карбонатная ферритизированная кора выветривания элювиальных ландшафтов, которая сочетается с аккумулятивной монтмориллонитовой, местами с содовым и хлоридно-сульфатным соленакоплением, в геохимически подчиненных аккумулятивных ландшафтах депрессий. Формирование их идет и на древних аллювиальных отложениях.

Генезис.

Постоянно высокие температуры и резко изменяющееся по сезонам года увлажнение — характерные особенности гидротермического режима почв этих областей. Они определяют в значительной мере направление процессов выветривания и почвообразования. В отличие от постоянно влажных экваториальных областей с широким развитием процессов ферраллитизации продуктов выветривания и почв, в переменно влажных областях с продолжительным сухим периодом процессы выветривания не достигают ферраллитной стадии ни в коре выветривания, ни в почвах. Это проявляется в составе глинистых минералов. На долю каолинита приходится здесь, лишь 20 - 30%, остальную часть составляют иллит, гидрослюды и смешаннослоистые минералы иллит-монтмориллонитовой группы. Подобный состав глинистых минералов сказыва-

ется на емкости поглощения ферроземов: она несколько выше, чем в фульво-ферраллитных почвах. В толще коры выветривания и почв присутствуют разнообразные первичные минералы, сохраняются полевые шпаты и даже такой малоустойчивый минерал, как биотит. Минералы гидратов окислов алюминия (гиббсит) в этих почвах отсутствуют. В заметном количестве присутствуют гидраты окислов железа — гематит и гидрогематит.

Освобождающиеся при выветривании и почвообразовании бикарбонаты щелочей и щелочных земель, а также некоторая часть кремнезема выносятся за пределы почвенного профиля, лишь в сухих саваннах в глубоких частях профиля почв (на глубине 100 см и более) формируется иллювиальный карбонатно-кремниевый горизонт.

Таким образом, состав минеральной части почвенной массы имеет феррсиаллитный, а в случае значительного количества каолинита, унаследованного от древней коры выветривания, — феррсиаллитно-алитный характер. Отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ обычно составляет 3,0—3,2.

Для рассматриваемой территории характерен своеобразный биологический круговорот веществ, характеризующийся высокой емкостью и интенсивностью. Годичная продуктивность естественного растительного покрова достигает 80 - 100 ц/га, а запас биомассы – 500 - 1500 ц/га, причем в составе биомассы большую роль играет зоомасса.

Ежегодно продуцируемая значительная фитомасса, надземная и подземная, в значительной мере уничтожается огромным количеством травоядных животных и термитами, которые потребляют не только отмирающую, но и живую массу. В сухой жаркий сезон идет интенсивная минерализация органического вещества. Все это сказывается на характере проявления дернового почвообразовательного процесса. В отличие от травянистых экосистем лугов и степей, органическое вещество не аккумулируется ни в подстилке, ни в почве. Дернина в профиле практически отсутствует, гумуса в почве содержится мало.

Наиболее яркой внешней чертой этих почв является красный, розовый или оранжевый цвет на всем протяжении профиля. Яркая окраска почвы далеко

не всегда результат высокого валового содержания окислов железа, часто оно составляет 2—5%, т. е. не больше, чем в обычных, не окрашенных в красный цвет почвах. Причина сильной красящей способности окислов железа заключается в высокой степени их дисперсности: тончайшие пленки гетита и гематита равномерно покрывают как крупные зерна минералов, так и глинистые частицы.

Строение, состав и свойства

Морфологическое строение профиля:

К – А – Abm – Bm,fe,Bt - Cfsial

где: К - желтовато-сероватая или буроватая корочка мощностью 1—2 см, обычно листоватой структуры. Очень часто поверхность почвы покрыта железистым или кремниевым щебнем или округлыми железистыми конкрециями, остающимися на поверхности почвы по мере смыывания или выдувания мелкоземистой части.

А - гумусовый горизонт, красновато-бурого или красновато-серого цвета, часто легкого механического состава, имеющего крупчатую или ореховатую структуру. Мощность его 10—20 см. Ниже он постепенно переходит в гумусово-метаморфический переходный горизонт АВ,

АВm - гумусово-метаморфический горизонт, имеет более яркий цвет, более тяжелый гранулометрический состав, структуру непрочную, комковатую. Мощность его варьирует от 30 до 40 см.

Bm,fe, Bt - иллювиально-метаморфический горизонт, более тяжелого гранулометрического состава, более компактного сложения, с хорошо выраженной комковато-ореховатой структурой: по граням структурных отдельностей видны местами пленки (тонкие, глянцевидные) коллоидного вещества. Цвет горизонта обычно ярче: кирпично-красный или оранжевый, с темными железистыми или марганцовистыми конкрециями. Горизонт начинается на глубине 50 - 60 см от поверхности, а нижняя граница его проходит на глубине 100 - 150 см. Часто в горизонте В сверху вниз можно наблюдать три зоны. Верхняя, равномерно пропитанная оксидами железа, представлена микроагрегатным материалом. Далее идет горизонт железистых конкреций, а еще ниже - железисто-известковых конкреций - **канкар**. Совместная аккумуляция оксидов железа и извести в конкреционной форме — это уникальное явление, встречающееся только в красно-бурых саваннах почвах.-

Cfsial -- латеритная порода феррсиаллитного или феррсиаллитно-аллитного состава, в случае залегания продуктов выветривания *in situ* сохраняет структуру породы. В некоторых случаях в нижней части профиля имеется над горизонтом почвообразующей породы карбонатный конкреционный горизонт Bca.

Содержание гумуса в почвах невелико и колеблется от 0,5 до 2 - 3%, он довольно равномерно распределяется по профилю и на глубине 60 - 70 см еще находят около 0,5 - 1% гумуса. Малое содержание гумуса, несмотря на обильное поступление органических остатков, связано с их быстрой минерализацией. При ежегодном поступлении органического вещества 75—115 ц/га отношение веса неразложившейся подстилки к весу опада составляет всего лишь 0,2 - 0,1%. В составе гумуса преобладают фульвокислоты, в некотором количестве может быть фракция гуминовых кислот, связанная с Са отношение Сгк:Сфк = 0,3 - 0,5.

Соотношение количества органических кислот и присутствующих в почве оснований первичных и вторичных минералов, а также свободных полуторных окислов таково, что на большей части профиля красно-бурых почв создается слабокислая или почти нейтральная реакция (рН 6,0 - 6,5). В случае присутствия карбонатов в нижней части профиля рН повышается до 7,2 - 7,5. Степень насыщенности этих почв составляет 15 - 25% от емкости поглощения. Гранулометрический состав красно-бурых почв отличается крайне низким содержанием фракций пыли (менее 10%), что характерно для влажного тропического выветривания и может свидетельствовать о древности красно-бурых почв.

Существенное значение в оструктуривании и аэрации почв имеет деятельность муравьев и термитов. Часто весь верхний горизонт почв состоит из рассыпчатой массы мелких (размером с просяное зерно) капролитов — муравьев. Ходы термитов, пронизывающие толщу почвы и уходящие вглубь за ее пределы, часто инкрустированы органическими полуразложившимися остатками, принесенными термитами с поверхности; стенки ходов покрыты темными гумифицированными органическими пленками. Роющая деятельность почвенных насекомых способствует глубокому перемешиванию почвенных масс, переработка термитами органических остатков убыстряет гумификацию последних.

Сельскохозяйственное использование

Освоение почв часто сопровождается широким развитием процессов эрозии и дефляции. Поэтому часто встречаются смытые почвы со слабой дифференциацией профиля и с аккумуляцией в эродированных поверхностных гори-

зонтах железистых или кремниевых конкреций с обломками латеритных панцирей.

Основные площади этих почв используются как пастбища. На красно-бурых тропических почвах возделывают просо, арахис, кунжут, бобовые, хлопчатник. При низкой технологии земледелия и отсутствии противоэрозионных мероприятий почвы быстро деградируют. В ряде регионов мира, особенно в Сахельской зоне Африки, эти почвы подвергаются интенсивному современному антропогенному опустыниванию.

Вопросы:

1. К какому семейству по М.А.Глазовской относят красно-бурые тропические почвы?
2. Распространение красно-бурых тропических почв.
3. Особенности почвообразования красно-бурых тропических почв.
4. Генезис красно-бурых тропических почв.
5. Строение, состав и свойства красно-бурых тропических почв.
6. Сельскохозяйственное использование красно-бурых тропических почв.

3.4. Тропическая аридная формация

3.4.1. Бурые тропические почвы

Бурые тропические почвы наибольшее распространение получили в Африке и Австралии. На юге они граничат с красно-бурыми почвами саванн, а на севере - с серо-бурыми и серыми аридными почвами. Как самостоятельный тип, они были выделены французским ученым Мэнье (1959, 1962, 1965), который проводил широкие исследования в Западной Африке. Им было выявлено и описано закономерное изменение почвенного покрова Африки. Так, по мере движения к югу от Сахары происходит постепенная смена почв от бурых тропических субаридных к красно-бурым почвам саванн, а затем к почвам разреженных лесов (железистым) и почвам под тенистыми дождевыми лесами (ферраллитными). Развиваются они в районах между изогиями 200 мм на севере и 500 мм и а юге. Встречаются в подгорных равнинах Аравийского полуострова, в Южной Америке в Венесуэле. Ряд авторов подразделяют эти почвы на две подгруппы: красно-бурые и собственно бурые. Бурые тропические субаридные

почвы известны также как бурые эутрофные,

Общая площадь бурых тропических почв в Африке составляет 1441,9 тыс. км², или 4,76%; в Австралии — 88,8 тыс. км², или 1,04%; в Южной Америке — 69,2 тыс. км², или 0,33% от площади почв континента.

Условия почвообразования

Климат. Специфика бурых тропических субаридных почв состоит в том, что они формируются в условиях двухсезонного климата, когда в течение трех месяцев выпадают кратковременные, но массивные дожди, сменяющиеся резко сухим продолжительным периодом. Количество осадков колеблется от 200 до 350—400 мм в год. Среднегодовая температура воздуха 28°, 30°. Средняя температура лета 33°, зимы - 26°. В сухой и жаркий сезон температура достигает 45°.

Растительность. Растительный покров сформирован злаками (ариетиды, андропогоны) и древесными формами (колочие - травная саванна с акациями, в которой растения часто имеют зонтиковидные формы). Проектное покрытие 60 - 80%. В период дождей появляется значительный травяной покров, но в почвенных процессах участвуют главным образом корневые системы, так как из-за частых пожаров верхний ярус уничтожается. В Африке бурые тропические почвы формируются под низкотравными саваннами.

Почвообразующие породы. Формирование идет на различных по генезису и составу почвообразующих породах. Это могут быть рыхлые пролювиальные отложения большей частью основных вулканических пород (базальтов), метаморфических пород. Мэнне указывает, что бурые почвы, развивающиеся на древних красноцветных образованиях, не должны смешиваться с краснобурыми почвами, в которых цвет является результатом современного почвообразования.

Рельеф. Бурые тропические почвы располагаются на древних поверхностях, которые представлены выровненными, слабонаклонными поверхностями с останцами и со сглаженными низкогорьями.

Генезис

Генезис бурых тропических почв изучен недостаточно. Известно, что генетические особенности бурых тропических почв связаны со следующими элементарными почвенными процессами: гумусонакопление, карбонатизация, феррисиаллитизация, ферритизация и неосинтез глин и т.д..

Гумусонакопление идет в среде от нейтральной до сильнощелочной. Большую роль в этом процессе играют микроорганизмы, развитие отдельных групп которых связано с различным уровнем увлажнения почвы. При гумификации образуются коллоидные органические комплексы, достаточно устойчивые против микробного воздействия. Вместе с тем интенсивно протекающие процессы минерализации обуславливают невысокое содержание гумуса, количество которого редко превышает 1%.

Карбонатизация имеет особое значение в типологии и развитии субаридных почв. На более или менее значительной глубине часто наблюдается горизонт скопления CaCO_3 даже в том случае, если материнская порода бедна кальцием. Кальций может накапливаться: за счет выщелачивания из верхних горизонтов; в результате биологической активности, связанной с развитием корневой системы злаков; в процессе восстановления, которое происходит в более глубоких карбонатных породах, близких к материнской породе. В этом случае кальций концентрируется в виде бикарбонатов (гидрокарбонатов, протобикарбонатов) и осаждается в сухой сезон на глубине в зависимости от дренажа. В среде бедной основаниями и хорошо аэрируемой, карбонаты выделяются диффузно, в почвах тяжелого гранулометрического состава образуются известковые псевдомицелии. В бурых аридных почвах чаще карбонатные конкреции имеют форму куколок от 2 до 3 см. длиной, которые скапливаются на контакте с материнской породой.

Ожелезнение (ферритизация) является специфической особенностью этих почв и связана со значительным освобождением полуторных окисей железа. Процесс приводит к окрашиванию почв в рыжий или бурый цвет. Достаточно небольшого количества железа, чтобы окрасить профили. По мнению Мэньена

(1965) возможной причиной этому являются очень тесные связи между органическим веществом и железом. Более 70% валового содержания железа в субаридных почвах находится в свободном состоянии.

Неосинтез глин (оглинение). Значительные количества глинистых продуктов представлены в бурый тропических почвах смесью каолинита, иллита и монтмориллонита. Несмотря на то, процессы, связанные с водным режимом, иногда очень ограничены во времени, тем не менее они могут весьма интенсивно проявляться в течении коротких периодов. Так, при нормальном режиме преобладает каолинизация, причем продукты выветривания поставляются в основном плагиоклазами. Иллиты появляются главным образом в результате выветривания сланцев и филлитов. Каолиниты и иллиты могут быть также унаследованными продуктами древних почв или осадочных отложений.

При недостаточном естественном дренаже и при рН от нейтрального до щелочного наблюдаются весьма значительные глинистые новообразования типа 2:1. Эти неосинтезы приводят к возникновению монтмориллонитов, которые образуются в присутствии Mg.

Выщелачивание. Имеет весьма ограниченное значение в бурых тропических почвах, вследствие со спецификой гидротермического режима территории. Особенностью проявления этого процесса на наблюдаемых территориях является то, что никогда не происходит вымывание глины, выщелачивание затрагивает только легкоподвижные продукты почвообразования и в первую очередь железо.

Строение, состав и свойства

Бурые тропические почвы характеризуются профилем:

A – B - C,

мощность которого в среднем составляет 100 см.

A - гумусовый горизонт, светло-бурого цвета, верхняя часть имеет слегка листоватую структуру, которая вниз по профилю переходит в мелкокомковатую, зернистую, а далее в призмовидную. В нижней части горизонта, обычно с 30 см, появляются карбонаты.

В - переходный горизонт более темной окраски, более плотный, с тонкими прожилками мицелия карбонатов, комковато-ореховатой структуры. Горизонт переходит в рыхлую карбонатную почвообразующую породу. В случае формирования на плотных породах профиль характеризуется типом АС или АR.

Почвы имеют сиаллитный состав минеральной части, отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 > 5$, а $\text{SiO}_2 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ колеблется от 9 до 21. Характеризуются небольшим содержанием гумуса (0,5— 1,0%), гумусовый профиль растянут до глубины 50— 60 см. В составе гумуса преобладают серые гуминовые кислоты, связанные с кальцием (более 70%). В ряде случаев в горизонте В отмечается некоторое увеличение гумуса (т. е. мы будем иметь элювиально-иллювиальный тип профиля). Отношение C: N = 8 - 9. Реакция среды от слабо - до сильнощелочной (рН 7,4 до 8,6—8,9). Почвы имеют невысокое содержание карбонатов, с повышенным содержанием CO_2 карбонатов в нижней части горизонта В. Максимальное содержание поглощенных оснований на поверхности и в верхней части горизонта В, преобладают Ca и Mg. В горизонте В отмечается накопление Al_2O_3 и ила. Почвенные растворы обладают высокой буферностью. Карбонатность почв выше у подножия склонов, чем на водоразделе, что может быть обусловлено переносом $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ боковыми токами воды. Песчаные почвы менее карбонатны, чем глинистые. Отмечается более легкий гранулометрический состав верхних горизонтов, что связано с опесчаниванием, выдуванием или плоскостным смывом тонких частиц. В гранулометрическом составе по всему профилю преобладают фракции мелкого песка и крупной пыли.

Миграция глины по профилю не наблюдается, поэтому глинистость более глубоких горизонтов объясняется преимущественно процессами неосинтеза в щелочной среде, которые сопровождаются накоплением смеси каолинита, иллита и смектита. Занимая в автоморфных условиях повышенные участки рельефа, по понижениям могут переходить в темные слитные почвы.

Приведенные характеристики близки к данным по бурным полупустынным почвам России и Казахстана. Вместе с тем влияние тропического климата

проявляется в следующих особенностях описываемых почв:

- глубокое и равномерное прокрашивание гумусом, при низком его содержании;
- почвы содержат меньше карбонатов и легкорастворимых солей, по сравнению с бурыми полупустынными субтропическими почвами;
- специфичны появление слитизации в менее дренированных условиях и переход к черным тропическим почвам;
- значительное количество свободного железа, достигающее 70 - 75% от валового.

Сельскохозяйственное использование.

Территории с бурыми тропическими субаридными почвами пригодны для пастбищ. Современные методы бурения позволяют получать воду из глубоких скважин для водопоя (следует отметить, что концентрация стад у водопоя приводит к деградации растительности). Дождевой сезон используется для возделывания арахиса и проса. В долинах пойменный режим увлажнения благоприятен для кукурузы, риса и проса.

Вопросы:

1. Распространение бурых тропических почв.
2. Особенности почвообразования бурых тропических почв.
3. Генезис бурых тропических почв.
4. Строение, состав и свойства бурых тропических почв.
5. Сельскохозяйственное использование бурых тропических почв.

3.4.2. Пустынные песчаные почвы

Почвы приурочены к песчаным пустыням и занимают огромные площади на территории земли, оказывая разностороннее влияние не только на области, примыкающие к ним, но и на удаленные территории. Огромная площадь их составляет 431,7 тыс. км². Из них на тропические пустыни приходится 211,4 тыс. км², а на субтропические — 220,3 тыс. км².

Выделяются четыре тропические полупустынные и пустынные области: наиболее крупная из них Афро-Азиатская, охватывающая юг Сахары и южную часть Аравийского полуострова; Австралийская — занимает значительную

часть материка; Южно-Африканская — пустыни Калахари, Намиб; Южно-Американская, включающая высокогорную пустынную область на севере Чили и примыкающую к ней тропическую пустыню Тихоокеанского побережья Южной Америки (пустыня Атакама).

Субтропические полупустынные и пустынные области непосредственно примыкают к тропическим, поэтому наряду с вышеперечисленными областями можно назвать еще одну Северо-Американскую (район Калифорнии). Почвенный покров прерывистый. Примитивные пустынные почвы образуют различные ассоциации с подвижными незакрепленными песками.

Условия почвообразования

Климат. Пустынные почвы формируются в широком диапазоне климатических режимов от 200 - 300 мм до 16 мм годовых осадков, среднегодовые температуры колеблются от 12 - 16° до 23,5°, с максимумом их в июле (до 45°).

В условиях жаркого лета температуры могут достигать в тени 36°, на солнце - 56°, а на поверхности песка 60 - 70°. Суточные колебания температуры песчаной поверхности пустынь составляют более 80°.

Воздушные массы в зонах тропических пустынь из-за недостаточного испарения содержат мало водяного пара, поэтому облачность незначительна и приток солнечной радиации на земную поверхность отзывается больше, чем в экваториальных широтах. Годовое количество суммарной радиации достигает 180 - 200 ккал/см² год, однако по причине сухости воздуха отражательная способность поверхности пустынь велика и поступающий радиационный баланс составляет 30% от поступающей солнечной радиации.

В субтропических пустынях годовое количество солнечной радиации уменьшается примерно на 20% по сравнению с тропиками, но возрастают ее сезонные колебания.

Сухость воздуха, частые ветры, высокие температуры воздуха и поверхностных пустынных образований обуславливают в течение всего года высокую испаряемость, колеблющуюся от 1000 до 1500 мм в год. Эти величины говорят о дефиците влаги, необходимой для нормальной жизни растений и животных.

На западных побережьях материков в зонах тропических пустынь преобладает избыток относительно холодного морского воздуха, что создает своеобразный климат прибрежных влажных пустынь (западное побережье Сахары, пустыня Намиб, пустыня Атакама, юг Калифорнии). Годовой ход температуры воздуха на этих территориях мал. Для них характерны частые туманы.

Ветровой режим является очень важным климатическим показателем, так как с ним связана не только сепарация мелкозема (выдувание ила и накопление песчаных фракций), но и динамика форм рельефа, обусловленная интенсивным переносом (перевеванием) песчаного материала. В результате на одном песчаном массиве часто встречаются различные генерации почв - плейстоценовые, среднеголоценовые и более молодые.

Растительность. Растительный покров очень беден, изрежен и свидетельствует о суровых условиях почвообразования. Встречаются здесь солянкокустарничковые ассоциации с преобладанием атриплекса (*Atriplex vesicaria*), кохии (*Kochia sedifolia*) и ксерофитными древесно - кустарничковыми сообществами. В пустыне Калахари широко распространены колючие подушкообразные растения, травы с мощными корневищами и клубнями. В Сахаре произрастают суккулентные растения и многие лишайники, высятся древовидные молочаи. Каменистые пустыни, как правило, безжизненны или имеют очень скудный растительный покров.

В субтропических пустынях Северной Америки растительный покров более разнообразен, встречаются кактусы, опунции, кустарники, черная грама. При переходе в опустыненные саванны видовой состав становится богаче, появляются заросли колючих кустарников и небольших деревьев (акации, тамариксы), некоторые жесткие многолетние злаки.

В гумификации растительных остатков пустынных почв существенное участие принимают актиномицеты, более других организмов приспособленные к условиям пустыни.

Почвообразующие породы представлены известняками, песчаниками, гранитами, сланцами, кварцитами, а также продуктами их выветривания. В

аридных районах Африки, Австралии и Аравии широко распространены железистые красноцветные коры - реликты гидроморфного почвообразования в условиях влажных тропиков, а также мощные реликтовые горизонты аккумуляции гипса, углекислого кальция, легкорастворимых солей. Почвообразование в пустынных и полупустынных областях идет также на продуктах выветривания древнеаллювиальных пестроокрашенных отложений, на мощных пролювиальных наносах подгорных и межгорных областей.

Рельеф пустынных территорий разнообразен. Так, пустыня Сахара представляет собой плоскогорье, которое перекрыто толщей осадочных отложений разного возраста и происхождения. В центральной части имеются горные массивы и высокие плато (Центральнoсахарский массив с отметками высот, достигающий 2000—3000 м над уровнем моря). В Южной и Северной Америке наряду с равнинными территориями имеются столовые плато, предгорья, долины.

Специфика рельефа во многом объясняется деятельностью ветра, его режимом, длительностью переработки. Кроме того, играет роль состав почвообразующих пород, мощность песчаной толщи, характер растительного покрова, а также влияние эрозии и потока воды после линия в условиях пустыни. Характерные формы рельефа связаны с различными видами песков, среди которых выделяют закрепленные пески - грядовые и бугристые и подвижные пески - барханные и бугристо - барханные. Грядовые пески - песчаные отложения вытянутой формы. Гребни гряд волнистые, с чередованием вершин и понижений между ними при одном направлении преобладающего ветра. Бугристые пески образуют возвышения разных очертаний, между которыми размещаются различной глубины понижения и котловины выдувания. Формируются они при ветрах взаимноперпендикулярных или многосторонних направлений.

Рельеф и характер почвообразующих пород существенным образом влияют на водный режим пустынных песчаных почв. В автоморфных условиях они глубоко промачиваются, не происходит потери влаги на поверхностный и грунтовый сток, очень незначительное количество ее испаряется, почвы имеют наиболее благоприятный водный режим. Наихудшие условия водного режима

создаются на почвах глинистых и лессовых равнин.

Общие черты генезиса и свойства пустынных песчаных почв

В западноевропейской литературе песчаные гряды известны под названием «дюны». Пески имеют различный минералогический и химический состав. Так, в Африке основные площади занимают кварцевые, местами карбонатные пески. Реже встречаются железистые остаточные-латеритные, кварцево-полимиктовые и засоленные приморские пески.

В условиях частых колебаний температуры и влажности в сочетании с длительным периодом засухи преобладают процессы физического выветривания. Однако в короткие влажные периоды протекают и обычные химические процессы выветривания— окисление, растворение, гидролиз, приводящие к распаду первичных минералов и образованию легкорастворимых солей, карбонатов кальция и магния, растворимых силикатов, вторичных алюмосиликатов. Выветривание первичных минералов сопровождается, как правило, слабым глинообразованием. Ожелезненность пустынных почв, несмотря на ее незначительное проявление, считается одним из своеобразных процессов выветривания в пустыне. Слабую ожелезненность Е. В. Лобова рассматривает как аналог рубефикации и латеритизации. При резкой контрастности гидротермических условий в присутствии органического вещества (особенно фульвокислот) этот процесс приводит к желтовато-охристому окрашиванию поверхностных горизонтов пустынных почв и песков.

Пустынные и полупустынные области на почвенной карте мира представлены формацией засоленных карбонатных пустынных почв, для которой характерно крайне слабое выветривание и значительное влияние почвообразующих пород. Главные процессы: карбонатизация, гипсонакопление, ожелезнение (при обезвоживании), соленакопление. Значительное развитие получают золотые процессы. Прослеживается остаточное влияние влажного тропического почвообразования.

На почвенной карте мира (В. А. Ковда, Е. В. Лобова) значительная территория представлена гаммадами, регосолями (реги), песками.

Каменистые пустыни, занимающие обширные пространства Сахары, где происходит накопление обломочного материала, получили название «**гаммады**». Они представляют собой плато известняка или песчаника, лишенное всякого рыхлого покрова; поверхность - местами голая, частично покрыта осколками крупного щебня и камней, беспорядочно нагроможденных или образующих скопление в виде причудливых бугров.

Наряду с «гаммадой» выделяют «**реги**», под которыми подразумевают каменистую или глинистую пустыню, расположенную на древнеаллювиальных равнинах. «Рег» — каменистая пустыня - абсолютно плоская поверхность из гравия аллювиального происхождения, с которой песок развеян ветром; гравий лежит на глине или прямо на породе. «Рег» - глинистая пустыня - поверхность глинистая, по которой ветер гонит песок. Ж. Обер под «регом» понимает почвы, возникшие после развеивания мелкозема, образованные из камней, которые часто цементированы затвердевшей коркой, а наносные пустынные почвы он называет «эрги». Выделяется еще одно образование - «серир», представляющее собой галечниковую поверхность, менее плотную и плоскую, чем «рег», подстилаемую твердым песком.

Гравийный панцирь на поверхности пустынных почв - явление обычное, объясняется главным образом дефляцией. Вместе с тем образование гравийной поверхности может быть связано с чередованием циклов увлажнения и пересыхания. Обломочный материал может выталкиваться вверх заземленным почвенным воздухом, который находится в почве в период ее избыточного увлажнения.

Среди щебнистых накоплений гаммады выделяют изолированные плато с крутыми скалистыми склонами - «**тара**».

Наряду с корковыми солончаками, гаммадами, регами, серирами к почвенным образованиям относят суглинисто - пылеватые поверхности почвы (top soils).

Элементы первичного почвообразования представлены в форме пустынного «загара», или «защитных кор» пустынь. С поселением растительности на

песках постепенно прекращается их движение, начинается активный процесс почвообразования, основными чертами которого является обогащение верхнего горизонта гумусом, пылеватыми и илистыми частицами и постепенное его уплотнение. В результате возрастает запас питательных веществ и емкость поглощения, но заметно ухудшаются водные свойства и уменьшается содержание влаги в нижних слоях песчаной толщи. Скорость процесса зависит от климатических условий, развития растительности, состава песков, рельефа, гидрологии и т. д. Е. В. Лобова отмечает следующие особенности пустынного почвообразования: содержание гумуса в них низкое, обычно не превышает 1%, а чаще достигает 0,3 - 0,5%. Гумусовый горизонт образуется не с поверхности, а на глубине 3 - 5 см, так как поверхность почв сильно прогревается и уплотняется. В составе гумуса преобладают фульвокислоты упрощенной структуры, связанные с Fe_2O_3 . Энергичная минерализация растительной массы при слабом вымывании продуктов распада приводит к накоплению в верхних горизонтах почв биогенных карбонатов. Это отчетливо наблюдается и на некарбонатных породах. Для строения пустынных почв типично образование пылевато-глинистых поверхностных корок с характерной структурой, пористой до глубины 2—3 см и слоевой - глубже. Корки образуются в результате быстрого высыхания весной, после зимне-весеннего увлажнения, при котором происходит переход бикарбонатов натрия и кальция в нормальные карбонаты, которые цементируют образовавшиеся в почвенной массе поры (при выделении CO_2). Для рассматриваемых почв характерны малая мощность почвенных горизонтов вследствие неглубокого промачивания, которое ограничивает интенсивность (глубину) почвообразования; наличие маломощного оглиненного горизонта красновато-бурого цвета, обусловленного пленками гематита. В пустынях это связано с ожелезнением, которое происходит в наиболее увлажняемых и прогреваемых горизонтах: в средней части профиля и значительно слабее вверху. Красноцветность песков и мелкоземистых почв может быть связана, не только с характером пустынного химического выветривания, но и с широким распространением красноцветных песчаников и розовых туфов (пустынные почвы Сахары).

В пустынных и полупустынных областях тропиков и субтропиков могут встречаться различные почвенные ассоциации.

В Южной Америке в аридных условиях среди подвижных песков встречаются солевые коры, солончаки, щебнистые и каменистые железисто-сульфатные коры, а в тропических районах - железистые остаточные - латеритные и кварцевые пески.

Для пустыни Намиб характерны щебнистые, песчаные и каменистые пустыни с мощными известковыми, кремниевыми, реже гипсовыми корами.

В Австралии к пустынным почвам отнесены красные корковые почвы тропических пустынь, серо-бурые, красные карбонатные маломощные и почвы субтропических пустынь.

В пределах полупустынных и пустынных областей тропиков развееваемые песчаные пустыни занимают свыше 280 млн га, а глинистые и каменистые пустыни вместе с солончаками - 480 млн га.

В гранулометрическом составе пустынных песчаных почв преобладают фракции мелкого и среднего песка (табл. 26).

Таблица 26

**Гранулометрический состав пустынных песчаных почв
(данные Ливийской почвенно-экологической экспедиции, 1980)**

Глубина взятия образца, см	Фракция < 2 мм, %	Размер частиц (мм), содержание фракций, %							
		2-1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
0-10	3,0	0,1	34,0	56,8	2,6	0,7	2,5	3,3	6,5
70-80		0,1	52,5	40,1	4,7	0,7	0,4	1,5	2,6
110-120			33,0	61,6	2,7	0,7	0,8	1,2	2,7
200-210		0,1	53,4	42,8	2,7	0,5	0,2	0,2	0,9
290-300	2,0	0,1	44,5	52,0	2,6	0,5	0,2	0,1	0,8

Анализы илистой фракции показывают присутствие глин типа гидрослюды, иллитов, каолинита, палыгорскита. Почвообразующие породы богаты первичными минералами.

Содержание гумуса в пустынных почвах колеблется в пределах 0,1-0,7%,

редко достигая 1%. В почвах полупустынь оно вдвое-втрое выше. Соотношение С : N в аридных почвах низкое. Процессы гумификации направлены в сторону образования преимущественно низкополимерных фракций, т. е. фульвокислот (табл. 27).

Таблица 27

Некоторые химические показатели пустынных песчаных почв.

Глубина взятия образца в см	Гумус, %	Азот валовой, %	рН водн.	СО ₂ карбона- тов, %	Подвижные		SO ₄ гипса, %
					калий	фосфор	
					мг/100 г почвы		
0-10	0,22	0,030	8,7	12,68	9,9	0,24	0,01
70-80	0,77	0,007	8,8	12,61	4,2	0,15	0,01
110-120-			8,7	12,98	4,2	0,11	0,06
200-210			8,5	6,77	7,1	0,24	0,02
290-300			8,6	12,23	5,6	0,11	0,02

Реакция среды колеблется от слабо - до сильнощелочной. Емкость поглощения в почвах не превышает 5 - 8 мг-экв на 100 г почвы. Среди обменных катионов преобладает кальций, значительно меньше магния, имеется натрий. Почвы бедны элементами питания, особенно азотом и фосфором. При близком уровне грунтовых вод образуются солончаки, при опускании грунтовых вод на поверхности солончака развивается плотная глинистая такыровидная корка. Почвы засолены, как правило, солонцеваты.

Сельскохозяйственное освоение пустынных песчаных почв.

Пустынные почвы Северной Африки используются как естественные пастбища. Особый характер почв в Сахаре имеют оазисы. Часть оазисов существует за счет артезианской воды, но большинство снабжается водами родников и небольших солоноватых озер, выходящих на линии разломов в тектонических депрессиях, особенно часто встречающихся в северной Сахаре и Ливийской пустыне. Почвы подобных оазисов солончаковатые луговые и настоящие солончаки, преимущественно сульфатного засоления, с исключительно обильным накоплением гипса. Оазисы северной Сахары по характеру засоления почв свидетельствуют о связи грунтовых вод с морскими. Так как в ряде случаев в почвах накапливаются преимущественно магниезально-натриевые соли.

В песчаных пустынях Сахары, исключая оазисы и глубокие котловины выдувания, вскрывающие грунтовые пресные и солонцеватые воды, земледелие и продуктивное животноводство невозможно.

Глинистые и песчаные пустыни при больших затратах труда и средств и наличии доступных источников воды, включая подземные воды, могут быть мелиорированы. В случае орошения пустынных почв и внесение минеральных и органических удобрений может повышаться их плодородие, однако при орошении возникает опасность вторичного засоления и загипсования почв.

Пустыни Южной Африки не столь безжизненны. Наличие разреженного растительного покрова позволяет использовать их в качестве пастбищ.

Вопросы:

1. Распространение пустынных песчаных почв.
2. Особенности почвообразования пустынных песчаных почв.
3. Общие черты генезиса и свойства пустынных песчаных почв.
4. Состав и свойства пустынных песчаных почв.
5. Сельскохозяйственное освоение пустынных песчаных почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ПО ПОЧВАМ ТРОПИКОВ

1. Авдонин Н. С. Коренные вопросы земледелия в Нечерноземной зоне// Вопросы повышения плодородия почв нечерноземной полосы. М.: МГУ, 1954.
2. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л., 1980.
3. Базилевич Н.И. Лесостепные солоды. М.,»Наука», 1967
4. Базилевич Н.И., Родин Л.Е. , Географические закономерности продуктивности и икруговорота химических элементов в основных типах растительности земли, - В кн.: Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л., 1969.
5. Берг Л.С. Основы климатологии. Л., 1938.
6. Боул С, Хоул Л., Мак-Крекен. Генезис и классификация почв. М.: Прогресс, 1977.
7. Виленский Д. Г. Почвы Северной и Южной Америки. –Почвоведение. Т. 31, № 4, 1936.
8. Виленский Д. Г. Почвоведение. М.: Учпедгиз, 1960.
9. Вильямс В. Р. Почвоведение. М.: Сельхозгиз, .1936.
- 10.Волобуев В.Р. Экология почв. Баку, 1963.
- 11.Гаркуша И. Ф. Почвоведение. М.: Сельхозгиз, 1946.
- 12.Гедеванов Д. О почвах Кинтришского района Батумской области//Тр. почв. Бат. эксп. по иссл. Колонии район. Закавказья. 1912.
- 13.Гедройц К. К- Избр. соч. М.: Сельхозгиз, 1:955.
- 14.География и классификация почв Азии. М.: Изд-во Наука, 1965
- 15.Герасимов И. П. О почвенно-климатических фациях равнин СССР и прилегающих стран. Л., 1933.
- 16.Герасимов И. П. Пятый международный конгресс по почвоведению и
- 17.Вопросы генезиса и классификации почв тропических областей // Почвоведение, 1955. № 12.
- 18.Герасимов И. П. Генетические, географические и исторические проблемы

- современного почвоведения. М.: Наука, 1976.
19. Глазовская М. А. Принципы классификации почв мира. - Почвоведение, 1966, №8.
 20. Глазовская М. А. Почвы мира. М.: Изд-во МГУ, 1972.
 21. Глазовская М. А. Почвы мира. М.: Изд-во МГУ, 1973.
 22. Глинка К.Д. Латериты и красноземы. «Почвовед», V, 1903.
 23. Глинка К. Д. Почвоведение. СПб., 1908.
 24. Денисов И. А. Основы почвоведения и земледелия в тропиках(на примере тропической Африки). М.: Колос, 1971.
 25. Денисов И.А., Воронова Е.П. Основы почвоведения в тропиках и субтропиках, часть I и II. Краснодар, 1974
 26. Добровольский Г. В Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1968.
 27. Докучаев В. В. Картография русских почв. СПб., 1879.
 28. Докучаев В. В. Русский чернозем. Отчет Вольному экономическому обществу. СПб., 1883.
 29. Докучаев В. В. Предварительный отчет об исследовании на Кавказе летом 1889 г. Изд. отд. Рус. Геогр. общ. Т. 12. Тифлис 1900.
 30. Докучаев В. В. Лекции о почвоведении / Избр. соч. Т. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1948.
 31. Докучаев В.В. Разбор главнейших почвенных классификаций. «Избр. соч.», т.3, М.,Изд-во АН СССР, 1948.
 32. Драницы Д. М. Поездка в Алжир. Тр. Докучаевского почвенного комитета. Вып. 3. Пгр., 1915.
 33. Дюдаль Р. К вопросу о генезисе и классификации рисовых почв. В книге «География и классификация почв Африки». Изд-во «Наука», М., 1965.
 34. Дюшофур Ф. Основы почвоведения. М.: Прогресс, 1970.
 35. Захаров С. А. К вопросу о генезисе Чаквинских красноземов//Почвоведение. 1910.
 36. Захаров С. А. О главнейших итогах и основных проблемах изучения почв

- Грузии // Изв. Тифл. Гос. Политех. Института. Вып. 1. 1924.
37. Захаров С. А. Почвы опытных станций и совхозов «Чай-Грузия». Тифлис, 1929.
38. Захаров С. А. О переделке почв субтропиков Закавказья // Сов. субтр. 1934. № 1.
39. Земятчинский П. А. О латерите // Почвоведение. 1899.
40. Зонн С. В. Введение в изучение почв тропиков и субтропиков, Ч. 1. Основы почвообразования. М.: Наука, 1969.
41. Зонн С. В. Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков. М.: Изд-во УДН, 1974.
42. Зонн С. В. Тропическое почвоведение. М.: Изд-во УДН, 1986.
43. Зонн С. В., Шишов Л. Л. О составе и свойствах некоторых почв Колумбии // Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов. М., 1974.
44. Ивановой Е. Н., Розов Н. Н. Классификация и картография почв на VI Международном конгрессе почвоведов в Париже 1956 г. - Почвоведение, 1957, № 1.
45. Иванова Е. Н. Классификация почв СССР. М.: Наука, 1976.
46. Иенни Г. Факторы почвообразования. М.: Ин. лит., 1948.
47. Калинин М. Ф. Материалы. Объяснительная записка к почвенной карте Кутаисской губернии, Тр. Лабор. при Сак. пит. 1901.
48. Карманов И. И. О почвах Бирмы // География и классификация почв Азии. М., 1965.
49. Классификации почв и диагностика почв СССР 1977
50. Ковда В. А. Очерки природы и почв Китая. М.: АН СССР, 1959.
51. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Книга первая. М.: Наука, 1973.
52. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Книга вторая. М.: Наука, 1973.
53. Коссович П. С. Основы учения о почве. СПб., 1911.
54. Костычев П. А. Почвоведение. М.: Сельхозгиз, 1940.
55. Краснов Л. П. Чайные округа субтропических областей Азии. Вып. I.

- Япония. СПб., 1897.
56. Крупеников И. А. История почвоведения. М.: Наука, 1981.
57. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977.
58. Лебедев А. Ф. Подвижность воды в почвах и грунтах. Пг., 1917.
59. Лобова Е. В., Хабаров А. В. Почвы: Сер. Природа мира. М.: Мысль, 1983.
60. Мэнье Р. Бурые субаридные тропические почвы Западной Африки // География и классификация почв Азии. М., 1965.
61. Муха В. Д. 1980
62. Набоких А. И. Классификационные проблемы в почвоведении. СПб, 1902,. Ч. I.
63. Накаидзе Э. К. Коричневые и лугово-коричневые почвы Грузии. Тбилиси: Мецниева, 1977.
64. Неуструев С. С. Генезис и география почв. М.: Наука, 1977.
65. Остряков А. Н. К познанию латеритных почв. Казань, 1916.
66. Петров В. П. Основы учения о древних корах выветривания. М.: Недра, 1967.
67. Погребняк П. С. Общее лесоводство. 2-е изд. 1968.
68. Польшов Б. Б. Кора выветривания. М, Л. 1934.
69. Почвоведение / Под ред. Кауричева И. С., Гречина И.П., М.: Колос, 1969.
70. Почвоведение / Под ред. Кауричева И. С. М.: Колос, 1975.
71. Почвоведение / Под ред. Кауричева И. С. М.: Колос, 1989.
72. Почвоведение / Под ред. Ковды В. А, Розанова Б. Г. Ч. 1. М.: Высшая школа, 1988.
73. Почвоведение / Под ред. Ковды В. А., Розанова Б. Г. Ч. 2. М.: Высшая школа, 1988.
74. Роде А. А. Почвоведение. Гослесбумиздат, М.-Л., 1955.
75. Роде А. А. Система методов исследования в почвоведении. Новосибирск: Наука, 1971.
76. Розанов Б. Г. Почвенный покров земного шара. М.: Изд-во МГУ, ,1977.
77. Розанов Б. Г. Генетическая морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1975.

78. Розов Н. Н., Строганова М. Н. Почвенный покров мира. М.: Изд-во МГУ, 1979.
79. Розанов Б. Г., Розанова И. М. К вопросу о генезисе «деградированных» почв рисовых полей тропиков // Генезис и география почв Азии. М.: Наука, 1965.
80. Соколов И.А. Дискуссионные проблемы тропического почвообразования и выветривания // Почвоведение. 1992, №12.
81. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Наука. Сиб.отд., 1993.
82. Соколов И.А. Проблемы изучения генезиса и эволюции почв на основных изверженных породах // Почвоведение. 1996. №5.
83. Соколов И.А. О тропических текстурно-дифференцированных почвах с горизонтами латерита и плинтита // Почвоведение. 1997. № 12.
84. Соколов И.А. Почвообразование и экзогенез. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 1997.
85. Соколов И.А. О генезисе тропических красных ферраллитных почв на осадочных породах. // Почвоведение. 1998. № 4.
86. Соколовский А. Н. Сельскохозяйственное почвоведение. Сельхозгиз. М., 1955.
87. Соколовский А. Н. Избранные труды. Почвоведение и агрохимия. Киев: Урожай, 1971.
88. Танфильев Г. И. Географические работы. М.: Географгиз, 1953.
89. Томпсон Л. М., Троу Ф. Р. Почвы и их плодородие. М.: Колос, 1982.
90. Фагелер П. Основы учения о почвах субтропических и тропических стран. М, 1936.
91. Фридланд В. М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972.
92. Фридланд В. М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков. М, 1964.
93. Шокальская З. Ю. Почвенно-географический очерк Африки. М.: Изд-во АН СССР, 1948.

94. Aubert G. Les sols tropicaux. In: VIII-e Congr. Intern. de la Science des Sols. Buc, 1964, 1964. T. VI.
95. Aubert G. Classifications des Sols. Cahiers ORSTOM, vol. III fasc. 3, 1965.
96. Buchanan F. Journey from Madras through Mysor, Canada and Malabar. Geol. Mag., vol. 2.
97. Bauer M. Beitrage zur Geologie der Seyschellen, insbesondere zur Kenntniss des Laterit. N. Jahrb. Fur Miner., Geolog. Und Pal., 1898/
98. Boulaine J. Etude des sols des plaines du Chelif. Clairbois - birmandreis (Banlien d'Alger), 1957.
99. Cambell A. The origin of laterit. Cransaction Instit. of Mining and Metallirgy, XIX, 1910.
100. Dafert E. W. Uber das Wesen der Boden Kunde: Eine Kritische Studie. Ladmirt Jahrb., 1886, Bd. 15.
101. Demolon A. Principes d'agronomie 5-e ed. t. t. Paris, Dunod, 1960.
102. D'Hoore J. L. The classification of tropical soils, In RP. Moss (ed). The soil resources of tropical Africa. Cambridge Unive. Press. London, 1968.
103. Durand J. H. Les sols d'Algerie. Serv. des etudes. Sc. Pedologie Clair-bois Birmandries, 1954.
104. Harrassowitz H. Laterit. Haudbuch der Bodenlehre. B., 1930. Bd. III.
105. Harroy J. P. Afrique-terre qui meurt (La degradation des sols sous l'influence de da colonisation). Bruxexelles, 1944.
106. Holland. On the constitution. Origin and Dehydration of Laterite. Geol. Magaz., X. 1903.
107. Lacrois. Madagascar au debut du XX Sciecle. Mineralogie, 1902.
108. Lacrois. Les laterites de Guinee. Nouvelles Archives de Museum. 5-e Serie, t. V, 1913.
109. Leneuf N. L'alteration des granites calco-alcalns te des granodiorites en Cote divoire forestiere et les. sols qui en sont derives. ORSTOM. Paris, 1959.

110. Maignien R. Les sols subarides au Senegal l'agronomie rtropical ORSTM, vol. 5. 1959.
111. Maignien R. Compte rendu des recherches sur les laterites. Paris, UNESCO, 1966.
112. Marbut C. F. Introduction. In: Joff J. S. Pedology. New Bruswick, 1936.
113. Ma11hci A. Schematische Ubersichtskarte des Bodentypen in Siidamerika. Ernährung Pflanze, 1935. H. 13/14.
114. Meyr. Der Kilimanjaro. Berlin, 1900.
115. Milne G. A provisional soil map of East Africa with explanatory memoir. Amani memoirs, 1936.
116. Mohr E. C. Наблюдения и исследования для увеличения познания о почве. Jaarbak van net Department van Landbouw in Nederlandisch.- Indie, 1906.
117. Moh E. C. Baren F. H. van. Tropical soils: A critical study of soil genesis as realted to climate, rock and vegetation. Interscience, New-Yark, 1954.
118. Prescotte J. A. The soil zones of Australia. Soil Res. 1933, vol. III. N 3.
119. Prescotte J. A. A soil map of Australia. Comm. of Austr. CSIRO. Bull, N 177, 1944.
120. Richthofen F. Aufgaben und Methoden der hentigen Geographic. Leipzig, 1883.
121. Robinson G. W. Mother Earth. London, Murby, 1947.
122. Simonson R. W., Gardnes D. R. Concept and function of the pedon «Trans 7-th Int. Congr. Soil Sci.» Madison, 1960, vol. 4.
123. Soil classification. A comprehensive system. 7-th Approximation U. S. Dept. of Agric. U. S. Government. Printing Office. Washington, 1960.
124. Soil studies in the casterne zone of the Socialist People's Libyan Arab Zamahiriya. Tripole, 1980.
125. Torp J. Geofraphy of the soil of China. Nanking, 1936.
126. Van Baren F. A. Soils of equatorial regions London. New York, 1954.

127. Van der Merwe. Soil group and sub-group of South Africa. Science Bulletin, 231. Pretoria, 1941.
128. Wohltmann F. Die natürlichen Factoren der Troyischen Agrikultur und die Merkmale ihrer Benrteilung. Ltipzig: Duncher und Humbolt, 1892.

4. ПОЧВЫ СУБТРОПИЧЕСКОГО ПОЯСА

4.1. СУБТРОПИЧЕСКАЯ ГУМИДНАЯ ФОРМАЦИЯ

4.1.1. Красноземы и желтоземы влажных лесов

По классификации ФАО/ЮНЕСКО, красноземам и желтоземам соответствуют акрисоли. При наличии оподзоленности они входят в обширную группу лювисолей, которые встречаются во всех поясах.

По М. А. Глазовской (1972), Е. В. Лобовой (1983) это формация ферриаллитных кислых, реже нейтральных почв влажного субтропического климата, характеризующихся выветриванием средней интенсивности с сохранением резервов первичных минералов. Глинообразование охватывает значительную часть профиля (3-4 м). Главные процессы: слабое гумусонакопление, сравнительно небольшая миграция продуктов выветривания. Заметно влияние остаточного тропического почвообразования. Современные почвенные горизонты нечетко отличаются от более древних. По мощности профиля (2-4 м), отсутствию латеритообразования, по слабому выносу кремнезема и алюминия почвы влажных субтропиков выветриваются слабее, чем влажных тропиков.

Первые исследователи грузинских красноземов (Краснов, 1897; Докучаев, 1900) отнесли их к латеритным почвам. Позднее (Добровольский, 1969) на первой мировой почвенной карте были выделены краснозем, желтозем, латерит. В настоящее время как зональный почвенный тип красноземы вместе с желтоземами, так как чаще всего они географически сопряжены, стали считать почвами влажных субтропиков, а латеритные, или ферраллитные, - почвами влажных тропиков.

Красноземы и желтоземы распространены в субтропических лесах северного и южного полушарий. Наиболее крупные массивы приурочены к восточным приокеаническим секторам континентов: южной части Кореи, южным островам Японии, центральному и юго-восточному Китаю. В Северной Америке они занимают южную часть Аппалачей и прилегающие равнины, а так-

же наиболее хорошо дренированные территории во Флориде. В южном полушарии желтоземы и красноземы распространены в горном поясе восточной Австралии, на северо-востоке Тасмании, на северном острове Новой Зеландии и на крайнем юго-восточном побережье Африки.

В субтропическом поясе западных секторов континентов встречаются локально, в особых орографических условиях и достаточно влажном климате: в южной Болгарии, Югославии, на Черноморском побережье Кавказа (в Аджарии и Абхазии), на побережье Каспийского моря (в Ленкорани) и некоторых других местах.

В Евразии красноземные почвы занимают 371,7 тыс. км², или 0,68% от площади материка. Желтоземов значительно меньше - 69,9 тыс. км², или 0,13%. Более распространены горные желтоземы и красноземы - 1126,8 тыс. км², или 2,05%, причем преобладают горные желтоземы - 786,9 тыс. км². Площадь красноземов и желтоземов в Австралии составляет соответственно 132,7 тыс. км², или 1,56%, и 6,9 тыс. км², или 0,08%. В горах встречаются лишь желтоземы, на долю которых приходится 16,9 тыс. км², или 0,2%. В Южной Америке территория красноземов достигает 1030,9 тыс. км², или 5,8% от площади материка; в горных областях их немного - 5,8 тыс. км², или 0,03%. В Северной Америке площадь красноземов— 808,2 тыс. км², или 3,33%.

Условия почвообразования

Климат. Среднегодовое количество осадков во влажных субтропиках колеблется в пределах 1000 - 2500 мм; преобладают осенне-зимние, как правило, ливневого характера. Относительная влажность воздуха очень высокая, нередко - 75 - 80%. Лето - теплое, продолжительное, зима - короткая, мягкая. Среднегодовая температура воздуха 13...15°, июля 21...23° и января 5...7°. Общая сумма температур выше 10° около 3000—4000°. Продолжительность вегетационного периода 240—250 дней.

Рельеф. Красноземы и желтоземы развиваются в условиях расчлененного рельефа, залегают преимущественно в районе холмистых предгорий и низких гор с абсолютной отметкой до 600 м. Субтропические подзолистые (под-

золисто-желтоземные) почвы формируются на выровненных или слабоволнистых древних аккумулятивных террасах. Сильно расчлененный рельеф оказывает большое влияние на распределение тепла и влаги, обуславливает развитие эрозии на крутых склонах, переувлажнение, заболачивание у подножий склонов и в различного рода депрессиях. Все это приводит к большой пестроте растительности и почвенного покрова. Водный режим - промывной.

Почвообразующие породы. Наиболее распространенными являются продукты выветривания изверженных горных пород: андезитов, базальтов, порфировых туфов и осадочных третичных отложений - глинистых и песчано-глинистых сланцев. На более низких территориях почвообразующими породами служат AL и DL-PrL глинисто-песчаные и галечно-валунные отложения. В теплом и влажном климате выветривание идет очень интенсивно и на большую глубину. Кора выветривания - ферраллитная или сиаллитно-ферраллитная, для нее характерно довольно узкое отношение кремнезема к глинозему (2 - 4), почти такое же, как у красно-желтых почв влажных тропических лесов. Но устойчивые первичные минералы в субтропиках менее разрушены выветриванием, железистых конкреций немного, и встречаются они главным образом в полугидроморфных условиях, а сплошных латеритных горизонтов, способных к затвердеванию не наблюдается.

Красноземы развиваются на мощной красноцветной коре выветривания (до 10-12 м), желтоземы - на менее мощных кислых продуктах выветривания осадочных отложений - глинистых сланцах и песчаниках, чаще с несколько затрудненным дренажем. Для них характерно более высокое содержание кремнезема, оснований и более низкое - железа и алюминия. Желтоземы отличаются не только цветом. Они менее выветрены, в составе глинистых минералов появляются гидрослюды и монтмориллонит. В районе распространения красноземов на пологих предгорьях часто встречается пестроцветная кора выветривания - «зеброидная» глина, имеющая неоднородный коричневатокрасный цвет с белесыми пятнами и полосами.

Растительность. Желтоземы и красноземы формируются под влажными вечнозелеными субтропическими лесами с примесью листопадных пород, мало сохранившимися в естественных условиях. Во Флориде они, кроме того, развиваются под сосновыми лесами, в Австралии и Тасмании - под эвкалиптами. На Черноморском побережье Кавказа древесная растительность представлена густыми лиственными лесами колхидского типа, состоящими из граба, бука, каштана и других широколиственных пород с мощным вечнозеленым подлеском из рододендрона, лавровишни. Часто древесные породы густо переплетены лианами и диким виноградом. Под пологом субтропического леса и на лесных полянах обильно произрастает папоротник. Субтропические вечнозеленые леса имеют более бедный видовой состав, чем тропические. Общая биомасса, накапливаемая растительными сообществами, составляет около 400 т/га, ежегодный опад - 20 т/га. Значительное количество зольных элементов и азота (до 700 кг/га).

Генезис и классификация красноземов

Формирование красноземов протекает в своеобразных условиях влажных субтропиков на красноцветной (ферраллитной или феррсиаллитной) коре выветривания. Их развитие может происходить либо параллельно с формированием коры выветривания, либо путем наложения современных почвенных процессов на сформированный ранее профиль коры выветривания. Большое количество органического вещества, поступающего главным образом на поверхность почвы, обуславливает развитие дернового процесса, однако гумусовый горизонт в ряде случаев выражен слабо.

В современном профиле почв, сформированных на древней коре выветривания, процессы миграции тех или иных элементов или их соединений имеют свою специфику. Так верхние горизонты могут быть обогащены кальцием, магнием, калием; в профиле может наблюдаться перераспределение кремнезема, окисей железа и алюминия. Почвообразование в зоне влажных субтропиков протекает в кислой среде, поэтому одновременно с дерновым процессом может идти оподзоливание. Подзолообразование проявляется не

повсеместно, что связано с высоким содержанием в растительном опаде оснований и полутороокисей. Степень выраженности процесса определяется характером почвообразующих пород: более отчетливо он выражен на галечно-валунных отложениях, чем на основных изверженных породах, а также при временном переувлажнении, что чаще всего наблюдается на повышенных элементах рельефа.

Красноземы типичные занимают покатые склоны, оподзоленные - развиваются на пологих склонах, характеризуются менее яркой окраской и наличием оподзоленного горизонта А2 светло-палевого цвета. В условиях избыточного увлажнения на пониженных элементах рельефа встречаются глеевые и глееватые красноземы.

Красноземы, развитые на базальтах, отличаются ярко-красной окраской, они глинисты. Общая мощность почвенного профиля - 3 м, гумусовый горизонт - 30 см. На гранитах почвы имеют более кислую реакцию, крайне бедны Са, Mg, P₂O₅. Общая степень аллитизации слабее, что обуславливает меньшую фиксацию анионов фосфорной кислоты, благодаря чему обеспеченность усвояемым P₂O₅ выше.

Строение, состав и свойства типичных неоподзоленных красноземов

Морфологическое строение профиля:

A₀ – A₁ – B – C

где: A₀ - дернина или лесная подстилка, состоящая из полуразложившихся остатков папоротника и листьев древесных пород, мощностью 3-4 см.

A₁ - гумусовый, серовато-темно-коричневый, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый или глинистый, рыхлого сложения, с большим количеством корней папоротника, мощностью 20-25 см;

B - переходный горизонт, подразделяется на гор. B₁ B₂; мощность горизонта колеблется от 35 до 80 см; B₁ - серовато-красный, комковатый, тяжелосуглинистый или суглинистый, уплотненный; B₂ - буровато-красный с черными и бледно-желтыми пятнами, более плотный, комковатый, тяжелосуглинистый или глинистый;

C - почвообразующая порода, неоднородноокрашенная, красная, с большим количеством крупных и черных железо-марганцевых конкреций и светло-желтых пятен кремнезема, ореховато-комковатая, тяжелосуглинистая, плотная.

Гранулометрический состав красноземов, как правило, тяжелосуглинистый и глинистый, что говорит о сильном выветривании. В крупных фракциях содержится незначительное количество полевых шпатов и других пер-

вичных минералов. В илистой фракции преобладают минералы каолинитовой группы (галлуазит и каолинит), много минералов группы полутороокисей. Отмечается невысокое валовое содержание SiO_2 (около 36%) и больше R_2O_3 (около 50%). Щелочных и щелочноземельных оснований мало (табл. 28). В горизонте А гумуса 5-6%, иногда 10-12%, преобладают фульвокислоты; азота - 0,2—0,4%, фосфора - 0,08-0,1 %. Почвы особенно бедны подвижными формами, что связано со слабой растворимостью фосфатов железа и алюминия. Сумма обменных катионов в верхнем горизонте - около 20 и в нижнем - около 10-12 мэкв на 100 г почвы. Среди поглощенных катионов преобладает H^+ и Al^{+++} , составляющий 60-75% емкости поглощения, остальная часть приходится на кальций и магний (табл. 29). Степень ненасыщенности достигает 80 - 85% от суммы поглощенных оснований. Реакция среды кислая или сильнокислая - рН 4,2-5,5. Физические свойства благоприятные: хорошо выраженная водопропрочная структура, высокая водопроницаемость, большая влагоемкость и пористость. В образовании водопропрочной структуры значительную роль играет Fe_2O_3 , которое покрывает поверхность почвенных частиц и склеивает их в агрегаты. При неумеренном сведении леса и сжигании его почвы теряют плодородие, приобретают грубоглыбистую структуру.

Желтоземы

Желтоземы содержат больше кремнезема (55-65%) и значительно меньше полутороокисей (25-30%), в связи, с чем у них нет такой яркой окраски, как у красноземов. Отличаются более феррсиаллитным характером выветривания. Формируются на средних и нижних частях склонов в менее дренированных условиях. Присутствуют гидратированные формы железа, признаки оподзоленности выражены сильнее, дифференцирование профиля на генетические горизонты четкое.

Валовой химический (% от массы безводной безгумусовой почвы) состав лесного краснозема и красноземной коры выветривания из окрестностей Батуми (по Б.Б.Полынову, 1934).

Гори – зонт	Глубина взятия образца, см	Химически связанная вода, %	Гумус, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅
				% на прокаленную навеску							
A ¹ ₀	0-3	-	-	22,93	15,75	7,49	1,83	23,09	6,18	5,06	1,13
A ¹¹ ₀	3-10	19,18	78,57	46,21	29,84	9,67	Следы	2,12	1,82	0,87	2,12
A ₁	10-15	15,35	10,53	59,14	22,54	14,13	0,08	0,41	1,22	0,73	1,47
A ₁	20-25	11,71	4,01	53,63	28,86	16,60	0,08	0,35	1,03	0,63	0,90
B	60-65	11,22 9,57	0,54	53,21	29,31	14,04	0,14	0,52	1,19	0,58	1,11
Образцы коры выветривания	1,5 м	9,07	-	53,03	30,1	13,72	0,18	0,12	1,13	0,90	0,73
				56,82	26,82	14,19	0,20	0,05	0,92	0,84	0,55
		-		53,37	31,27	12,09	0,20	0,09	1,08	0,91	0,57
Порфириты	-		-	46-48	19-21	7,2-7,5	-	11 - 12	7-8	-	

**Содержание и состав обменных катионов и рН в красноземах под лесом
(по Б.Б.Полынову, 1934)**

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание обменных катионов, мэкв на 100 г сухой почвы				Состав обменных катионов, % от суммы			
		рН вод.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
A1	10-15	5,1	0,46	0,56	24,49	25,51	1,8	2,2	96,0
A1	20-25	5,0	0,40	1,00	21,85	23,25	1,7	4,3	94,0
B	60-65	—	0,69	0,67	19,40	20,76	3,3	3,2	93,5
Образцы ко- ры выветри- вания	1-5 м	5,0	0,37	0,58	19,76	20,71	1,8	2,8	95,4
		—	1,30	0,54	17,52	19,26	6,2	2,8	91,0
		5,0	1,20	0,37	18,86	20,43	5,0	1,8	92,3

Желтоземы

Развиваются в условиях влажного субтропического климата под лесами с большим участием вечнозеленых растений.

Преобладание годовой суммы осадков над годовой испаряемостью создает в них промывной водный режим, который в западной части господствует в течение всего года, а в восточной с мая по август прерывается засушливыми условиями.

Распространены желтоземы на расчлененных древних морских террасах и примыкающих к ним предгорьях и низкогорьях, формируясь в холмистых и низкогорных районах на продуктах выветривания плотных пород, в первую очередь сланцев, относящихся к группе кислых и средних пород, а в террасовых регионах — на рыхлых, преимущественно глинистых породах.

В естественных лесных условиях в профиле желтозема выделяются следующие горизонты:

A₀—A—AB—B—BC—C.

где: A₀ — лесная подстилка мощностью до 1 см, в отдельные годы к концу лета полностью исчезающая.

A — гумусовый горизонт, темно-серый (серый или светло-серый) с палевым, иногда желтым оттенком, комковатый, иногда комковато-ореховатый, мощность 10—15 см.

AB — переходный гумусово-метаморфический горизонт, серовато-желтый (серовато-палевый), неяснокомковатый, в нижней части нередко содержит в небольших количествах

мелкие, иногда точечные железисто-марганцовые конкреции, а также сизоватые и ржавые пятна, мощность 15—20 см.

В — иллювиально-метаморфический горизонт, желтый или ярко-желтый, плотный, призмовидный, мелкоглыбистый, иногда бесструктурный, во влажном состоянии вязкий, мощность 30—40 см.

BC — переходный к почвообразующей породе горизонт, его свойства в значительной степени зависят от характера породы. Обычно желтый или палево-буроватый, бесструктурный, нередко пестрый (присутствуют красноватые и желтоватые тона окраски). Обломки породы, как правило, сильновыветрелые, мощность 20—40 см.

С — почвообразующая порода, желтая, как правило, сохраняет строение исходной породы.

Процессы выветривания во влажносубтропической зоне обуславливают несколько повышенное содержание в желтоземах полуторных окислов, снижение содержания кремнезема, значительный вынос магния и калия (их количество варьирует от 0,1 до 3,5%) и еще более интенсивный вынос кальция и натрия (содержатся в количестве от 0,5 до 2,5%). Высокое содержание полуторных окислов обеспечивает заметную анионную поглотительную способность почв Е—7 мг-экв. на 100 г). Молекулярное отношение SiO₂ : R₂O₃ составляет обычно 3,8—5,0.

Содержание гумуса в верхнем горизонте желтоземов колеблется от 2 до 7%, причем меньшие количества характерны для почв равнинно-холмистых районов, а большие—для низкогорий. С глубиной содержание гумуса в желтоземах довольно быстро понижается. Отношение C_г : C_ф колеблется от 0,5 до 0,25. Реакция кислая, обменная способность — от низкой D—5 мг-экв.) до средней B₀—30 мг-экв. на 100 г почвы). Поглощающий комплекс не насыщен основаниями, однако степень ненасыщенности существенно меняется (от 4—7 до 60—70%). Различия в степени ненасыщенности, а также в реакции (более кислые и менее кислые) связаны, как правило, с биоклиматическими условиями.

Механический состав желтоземов по профилю может не меняться, но нередко верхние горизонты обеднены илистыми частицами. Характер распределения ила по профилю отделяет желтоземы от подзолисто-желтоземных почв. Почвы, в которых отношение количества ила в иллювиальном горизонте к количеству ила в элювиальном горизонте (коэффициент дифференциации ила)

больше 2, относятся к подзолисто-желтоземным, а почвы с отношением меньше 2 — к желтоземам. Это различие в степени дифференциации отчетливо проявляется также в валовом составе, обменной способности, распределении подвижных форм железа и др.

От бурых лесных почв, развивающихся в более прохладных условиях, желтоземы отличаются более глубокой выветрелостью («гнилые» обломки породы, большее количество минералов каолиновой группы), большим количеством полуторных окислов и меньшим количеством кремнезема, щелочных земель и щелочей. В связи с этим и анионная обменная способность у бурых лесных почв близка к нулю, а у желтоземов обычно составляет 5—7 мг-экв. на 100 г почвы. Различаются почвы и по характеру органического вещества: отношение C : N в органическом веществе кислых бурых лесных почв обычно составляет 12 : 16 а в органическом веществе желтоземов — 6—8

От красноземов, развивающихся в сходных условиях Мощность почвенных горизонтов колеблется от 30-40 до 60-70 см, глинистого желтозема - от 1 до 2 м. Гранулометрический состав преимущественно глинистый и суглинистый. Гумуса содержат 4-5% (в отдельных случаях до 10%), азота - 0,2- 0,4%. С глубиной их количество резко уменьшается. Емкость поглощения - низкая (8-13 мэкв). В составе обменных катионов преобладает Ca^{2+} (60-80% от E), имеется Mg^{2+} и H^+ . Реакция - слабокислая (рН 5-6). Физические свойства в целом менее благоприятные, чем красноземов.

Сельскохозяйственное использование

Природные условия весьма благоприятны для многих сельскохозяйственных культур. Возделывают главным образом чайный куст, цитрусовые и эфиромасличные культуры, табак. Однако почвы бедны питательными веществами, поскольку подвижные формы азота легко вымываются из верхних горизонтов, а фосфаты из-за большого количества полуторных окислов малодоступны для растений. Поэтому требуется внесение больших норм удобрений, в первую очередь азотных и фосфорных, а также органических. Так, на плантациях цитрусовых вносят 300-350 кг P_2O_5 , 200-250 кг N, 100-120 кг K_2O и 40 т навоза на 1

га. Кислая реакция красноземов и желтоземов, их небольшая насыщенность основаниями наиболее подходят для культуры чая, который не переносит щелочных почв. Исследования подвижного состава катионов в почвах Грузии показали, что для чайного куста оптимальное соотношение в почве подвижного А1 и Са должно быть больше 1. В этой зоне сильно проявляется водная эрозия. Меры борьбы: террасирование склонов, шпалерная посадка чайных растений, создание полос-буферов из многолетних трав, создание лесных полос, а также устройства по регулированию водного стока поверхностных вод.

Вопросы:

1. Распространение красноземов и желтоземов.
2. Особенности почвообразования красноземов и желтоземов.
3. Генезис красноземов.
4. Строение, состав и свойства красноземов.
5. Строение, состав и свойства желтоземов.
6. Сельскохозяйственное использование красноземов и желтоземов.

4.2. СУБТРОПИЧЕСКАЯ СЕМИГУМИДНАЯ ФОРМАЦИЯ

4.2.1. Красновато-черные почвы прерий (брюниземы)

Красновато-черные почвы прерий входят в формуцию нейтральных и слабощелочных почв сухого субтропического климата.

Черноземовидный облик этих почв послужил причиной того, что в научной литературе они получили следующие названия: аргентинские черноземы, брюниземы красноватые (Почвенная карта мира. ИАПАН/МГУ, 1975), черноземные красноватые, почвы субтропических степей (ФГАМ), файозем (Почвенная карта Южной Америки. ФАО/ЮНЕСКО).

Общая площадь красновато-черных почв прерий невелика. Главные массивы находятся на юге Бразилии, в Уругвае, Аргентине, встречаются также в юго-восточной Африке на восточном склоне Драконовых гор, в восточной Австралии. В Южной Америке они занимают 533,3 тыс. км², или 2,99% площади материка. Это наиболее плодородные почвы континента.

Условия почвообразования

Климат. Умеренно влажный и теплый. Среднегодовое количество осадков 1400-1600 мм, они равномерно выпадают в течение года. Лето - жаркое (24...27°), зима - мягкая (10...16°), но с внезапными похолоданиями. В некоторые годы отмечаются недостаток увлажнения летом или переувлажнение зимой. В течение ряда месяцев испарение эквивалентно осадкам, что создает специфический водный режим. Осадки не проникают за пределы почвенного профиля, и влажность почвы сохраняется длительное время. Характерно отсутствие резких температурных различий между сезонами года (среднегодовая температура 14,8... 18,0°, а летом 24...31°).

Рельеф. Отличается неоднородностью. Распространены плоские, хорошо дренируемые равнины и пампа - волнистая, слабодренированная равнина с замкнутыми блюдцеобразными суффозионными понижениями. Характерным является также холмистый расчлененный рельеф.

Почвообразующие породы. Почти вся территория покрыта четвертичными отложениями значительной мощности, представленными лёссовидными средними и тяжелыми пылеватыми суглинками и глинами. Своеобразие лёсса заключается в содержании вулканического пепла, перевеянного ветром. Как правило, эти наносы богаты карбонатами, легкоразрушаемыми минералами, подобными роговым обманкам, пироксенам, плагиоклазам, и содержат много вулканического стекла. Присутствуют также продукты выветривания кислых изверженных и метаморфических пород.

Растительность. Травянисто-степная с плотной дерниной, в составе которой преобладает ковыль. В Южной Америке широко распространена пампа - злаковые высокотравные луговые степи со значительным участием бородачей (*Andropogon*), ковылей (*Stipa*) и других злаков из родов *Aristida*, *Poa*, *Briza*, *Melica*, *Eragrostis*, *Hordeum*, *Sporalobus*, *Bromus*, *Panicum*, *Paspalum*, а также растения из родов *Verbena*, *Veronica*, *Aster*, *Gnaphalium*, *Salvia*, *Adesmia*, *Solanum* и др. Благодаря своеобразным климатическим условиям растительность пампы вегетирует и зимой.

Генезис, классификация, строение, состав и свойства почв

Красновато-черные почвы формируются на границе между влажными лесными и сухими субтропиками, где влажные тенистые леса сменяются травянистыми прериями с разнотравно-злаковой мезофильной растительностью. Довольно богатая по видовому составу, она имеет глубокую, хорошо разветвленную корневую систему. Количество органических остатков составляет 100-130 ц/га, в них содержится более 500 кг зольных элементов. Большая часть поступает непосредственно в почву, что обуславливает интенсивное гумусонакопление, формируется мощный (50-60 см) темный гумусовый горизонт с зернистой структурой. Содержание гумуса может достигать 10%. Почвообразование сопровождается активным внутрипочвенным глинообразованием, чему способствует постоянное увлажнение почв, теплый климат, обилие корней, а также наличие исходного материала, податливого к процессам выветривания. Сильно оглиненный горизонт В содержит ила до 40%, в породе его 10-15%, в горизонте А – 18-25%.

В Аргентине и Уругвае указанные почвы подразделяются на типичные, без ясного оглинения горизонта В (*Orthiephaezem*) и лессивированные, с текстурным горизонтом В (*Luvie phaeozem*). Кроме того, выделяются красноватые брюниземы, развивающиеся главным образом на древних красно-цветных или на допалеозойских кристаллических породах, красноватость почв по-видимому, имеет чисто породный генезис, не связанный с условиями климата.

Красновато-черные почвы встречаются в сочетании с черными насыщенными субтропическими почвами, гумусными планосолями (луговыми солодями), гумусными глеевыми почвами (на низменных плохо дренируемых участках в замкнутых депрессиях и на террасах рек), с вертисолями и регосолями, в некоторых случаях (по депрессиям и в приморской полосе) - с солончаками и солонцами.

Профиль красновато-черных почв имеет следующее строение:

Ад – А – В1 – В2 - Ск

где: Ад - дернина, густо переплетенная корнями;

А - гумусово-аккумулятивный горизонт темно-серого, темно-бурого или серовато-

бурого цвета с пороховато-зернистой, мелкокомковато-зернистой структурой; книзу структура укрупняется. Крупнопористый и кавернозный, плотный, много средних и мелких корней травянистой растительности. Средняя мощность 30-40 см, переход заметный;

V1 - иллювиальный метаморфический горизонт темно-бурого цвета, глинистый, плотный и твердый, лишенный карбонатов, с хорошо выраженной ореховатой, ореховато-призматической структурой. По граням структурных отдельностей видны гумусово-глинистые пленки. Горизонт залегает до глубины 100-140 см;

V2 – переходный горизонт, темноокрашенный, оглиненный, орехо или призматической структуры, плотный, твердый. На глубине 150-180 см наблюдаются иногда выделения карбонатов в виде мелких карбонатных конкреций. В ряде случаев карбонаты отсутствуют и вскипание начинается в горизонте Ск;

Ск — палево-бурый, более легкого гранулометрического состава, неясно угловатый, слабтвердый, пластичный, сильнопористый с многочисленными плотными карбонатными конкрециями, бурно вскипает от соляной кислоты.

В пределах горизонта А и В, весьма обильны ходы червей, иногда они сплошь сложены капролитами червей, особенно до верхней части горизонта V1. Во многих почвах на глубине 2—3 м появляется оглеенность из-за близкого уровня грунтовых вод.

Гранулометрический состав преимущественно пылевато-суглинистый (табл. 30).

Таблица 30.

Гранулометрический состав (% на абсолютно сухую почву) красновато-черной почвы Аргентины (Т. Л. Быстрицкая, М. И. Герасимова, 1976)

Генетический зонтогори	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	Потеря от обработки НС1, %	Размеры фракций, мм						
				1,0 – 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
Апах	0—10	3,1	4,6	0,6	18,3	29,8	5,5	13,0	28,3	46,8
А	10—20	3,2	4,0	0,8	17,1	30,6	3,6	11,7	32,1	47,4
V2	20—42	4,9	4,7	0,5	17,2	23,4	3,8	5,2	45,1	54,2
V2 ₂	42—70	5,8	4,7	0,4	13,0	22,9	0,3	6,6	52,1	59,0
V2 ₃	70—90	5,2	4,1	0,5	18,6	22,9	2,0	6,5	45,4	53,9
V3	90 - 120	4,8	4,5	0,8	19,1	25,3	0,9	7,9	41,4	50,3
С	120- 160	4,6	22,1	0,7	8,3	20,2	3,2	9,6	36,0	48,7

Количество физической глины и ила колеблется от 23 до 50%, много крупной пыли. В составе пылеватых и песчаных частиц преобладает вулканическое стекло, а в илистых — значительное количество своеобразного смекти-

то-подобного минерала, придающего почвам слитость, а также гидрослюд.

Содержание гумуса – 3 - 5% в горизонте А, с глубиной количество его постепенно падает (табл. 31). Отношение Сг: Сф=1,0—1,6. Содержание общего азота в горизонте А - 0,1-0,2%. Отношение С:N = 7-12. Молекулярные отношения $SiO_2:R_2O_3 = 2,5-7,0$; $SiO_2: Al_2O_3 = 5,5—8,0$; $SiO_2: Fe_2O_3 = 23,0-50,0$. Наименьшие величины характерны для иллювиально- метаморфического горизонта.

Таблица 31

**Химические свойства красновато-черной почвы Аргентины
(Т. Л. Быстрицкая, М. И. Герасимова, 1976)**

Генетический горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Сг.к.:Сф.к.	Обменные основания, мэкв на 100 г почвы		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺
Апах	0-10	5,03	1,6	19,4	8,0	0,03
А	10—20	3,75	—	18,4	10,6	0,03
B2 ₁	20—42	2,50	1,3	23,2	10,4	0,09
B2 ₂	42—70	1,72	1,0	23,0	12,0	0,11
B2 ₃	70—90	0,62	—	21,2	12,0	0,04
B3	90—120	Не опр.	—	23,6	8,8	0,03
С	120—160	Не опр.	—	26,0	9,9	0,08

Реакция почв в верхней части профиля слабокислая (рН 5,3-6,0), а в нижней - нейтральная или слабощелочная (рН 7,0-7,6). Степень насыщенности основаниями в горизонте А -80-90%, в горизонте В - 95%. Емкость поглощения в зависимости от механического состава варьирует от 15 до 40 мэкв на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований до 70% приходится на долю Са, от 5 до 20% - на долю Mg, 3-10%-К и 1-2% - Na. В верхних горизонтах присутствует водород.

Сельскохозяйственное использование почв

Основная часть красновато-черных почв распахана. Возделываются пшеница, кукуруза, сахарная свекла, ячмень, овес, картофель, маниока, подсолнечник, люцерна. Широко распространены круглогодичные пастбища. В некоторые годы для борьбы с летними засухами необходимо проводить мероприятия по сохранению зимней влаги в почве. Выщелоченные почвы хорошо отзываются на внесение азотных и фосфорных удобрений (при падении рН до 5,5).

Вопросы:

1. Распространение красновато-черных почв прерий.
2. Особенности почвообразования красновато-черных почв прерий.
3. Генезис, строение, состав и свойства красновато-черных почв прерий.
4. Сельскохозяйственное использование красновато-черных почв прерий.

4.2.2. Рендзины

Термин «рендзина» введен Н. М. Сибирцевым в 1895 г. Это маломощные биолитогенные почвы на известняках и дериватах со слабодифференцированным, часто укороченным профилем. Развиваются они во всех климатических условиях, однако более благоприятен сухой климат.

В субтропическом поясе общая площадь рендзин составляет 17,2 млн га (Reifenberg, 1952). Они формируются на карбонатной материнской породе при определяющем влиянии литогенного фактора. Для рендзин Средиземноморья наиболее типичен профиль АС. Лишь при выщелоченности карбонатов (CaCO_3) на глубине более 40 - 50 см обнаруживается в той или иной степени выраженный горизонт В.

В переменнно-влажных тропиках (сухой сезон от 3 до 5 мес) типичные рендзины также имеют профиль АС, причем общая мощность его увеличивается до 50 - 70 см, ниже начинается толща мергелистых пород.

Рендзины наиболее широко распространены в субтропических средиземноморских странах: Турции, Сирии, Ливане, Иордании, Израиле, Тунисе, Ливии, Алжире, Марокко, Испании, на юге Франции и Италии, в Албании, Югославии и Греции.

В тропическом поясе встречаются в Венесуэле, на Кубе, Пуэрто-Рико, Гаити и во многих других странах. Кроме того, рендзины образуются в горных областях: в субтропиках они развиваются под лиственными и хвойными лесами, а также под субальпийской растительностью на высоте свыше 1200 м и до 2000—2500 м над уровнем моря, в тропиках - под лесами из хвойных и широколиственных пород и приурочены к выходам известняков под субальпийской травянистой растительностью.

Подчеркивая большую роль литогенного фактора в образовании рендзин, нужно отметить, что для их формирования необходимо, чтобы произошло полное перемешивание (биологическим или механическим путем) тонко размельченного известняка, органического вещества и силикатной части породы. Такие условия часто создаются на некоторых мергелях, мягких мелах и на коллювии склонов. На плотных, крупноблоковых известняках указанные процессы протекают слабо, и образовавшаяся почва, по мнению Дюшофура (1970), не является подлинной рендзиной. Это могут быть гумусные карбонатные почвы, характеризующиеся неполным смешением гумуса и известняка.

Условия почвообразования

Рельеф. Как правило, рендзины формируются в условиях расчлененного и сильно расчлененного холмистого и грядово-холмистого рельефа. По мере его выполаживания степень участия рендзин в почвенном покрове уменьшается, вплоть до полной замены зональными почвами.

Морфологические и химические свойства рендзин в большей степени определяются рельефом на мезо- и микроуровне, от которого зависит перераспределение тепла, влаги, мелкозема, степень выветрелости пород и тип растительности. Рендзины крутых склонов более эродированы, скелетны, каменисты, на северных склонах - более темноцветны, гумусированы, менее эродированы, чем на южных. Мощность мелкозёмистого профиля увеличивается от вершины к подножию склонов. Поверхность почв характеризуется микрозадинами, ложбинами, мелкобугристым микрорельефом. Часты выходы коренных горных пород. Грунтовые воды залегают глубоко и не оказывают влияния на почвообразовательный процесс.

Растительность. Встречаются деревянистые, кустарниково-деревянистые и кустарниковые формации при различном участии травянистой растительности. Так, при почвенно-экологическом обследовании Ливии (1980) на территориях распространения рендзин отмечены следующие основные доминанты и субдоминанты этих формаций: *Poterium spinosum*, *Arbutus pavaril*, а также растения-кальциефилы: *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus ligidoides*, *Cistus*

parviflorus, Thymus capitatus, Phlomis Floccosa.

Однако из-за недостаточной обеспеченности влагой рендзины очень часто неблагоприятны для произрастания леса и основной растительностью тогда является ксерофитный луг с Bromus erectus и Festuca durincula. Проектное покрытие растений 40 - 60%, иногда 80%. Прогрессирующая аридизация и вместе с тем подверженность почв эрозии в условиях расчлененного и сильно расчлененного рельефа определяют сравнительно низкую продуктивность биоценозов.

Генезис, классификация

Повышенное содержание активных карбонатов обуславливает преимущественное развитие процесса гумусонакопления. Органическое вещество в присутствии Ca^{++} быстро гумифицируется, при этом образуется устойчивый флокулированный глинисто-гумусовый комплекс, почвы приобретают характерную зернистую структуру. Насыщенность ППК Ca^{++} является своеобразным фильтром, препятствует миграции ила и минеральных веществ по профилю. Это способствует накоплению гумуса в верхней и средней частях профиля. Сопутствующими и дополняющими процессами могут быть: выщелачивание карбонатов, засоление, сиаллитизация (феррсиаллитизация).

Эволюция рендзин в субтропических и тропических областях изучена недостаточно. Принципиально она, вне зависимости от климатических особенностей, проходит следующие стадии: а) начальную - карбонатно-каменистую; б) декарбонатизацию - выщелачивание CaCO_3 ; в) декальцификацию - выщелачивание обменного Ca; г) лессиваж - выщелачивание ила. Таким образом, эволюцию лесных почв на известняках (по Дюшофуру, 1970) можно представить как переход слаборазвитых рендзин в типичные - коричневые рендзины, бурые лесные лессивированные почвы (A1 A2, B, C).

Как в субтропиках, так и в тропиках эволюция рендзин сопровождается минерализацией гумуса вследствие замедления темпов его накопления, обусловленного выщелачиванием CaCO_3 . При этом минерализованная часть гумуса не восполняется за счет его аккумуляции. В связи с этим в субтропиках рендзины эволюционируют в красно-бурые остаточно-карбонатные, а в наиболее

сухих условиях - в коричневые карбонатные или остаточные - карбонатные почвы. В тропиках рендзины также могут переходить (в районах с наиболее длительным сухим сезоном) в коричневые карбонатные почвы.

При наложении гидроморфности усиливается оглинение, появляются признаки глеевого процесса - сизые и ржавые пятна, мелкие железистые конкреции, по свойствам они приближаются к черным слитым почвам. В субтропиках при подтоке поверхностных или внутрипочвенных вод, а также при орошении рендзины подвергаются «тирсификации» (слитообразованию).

Каковы же главные типы рендзин? Это типичные рендзины, которые формируются на материнских породах, богатых как карбонатами, так и глинами, и те и другие необходимы для образования гумуса типа насыщенного кальцием мюлля. Среди них выделяется несколько подтипов, классифицируемых по цвету. Это серые или белые рендзины, очень богатые известью, и малогумусные (на мелах); красные, богатые окислами железа, если окислы железа рубефицированы, то покраснение почти всегда имеет древнее происхождение. На юге красные рендзины образуются в результате переотложения терра-россы *, обломков известняков, т. е. они почти всегда вторичны.

* Terra rossa - почвы, формирующиеся в условиях субтропического влажного с сухим сезоном средиземноморского климата на окристаллизованных известняках. Мелкозем не вскипает, но могут содержаться обломки карбонатной породы. Характеризуются красной окраской. Как реликтовые образования встречаются и в других биоклиматических условиях (древние t. r.), где они являются почвообразующей породой для современных почв.

Черные лесные рендзины образуются на склонах с осыпями, они гумусные и содержат мало глины. Этот подтип является переходным к типу горных гумусных карбонатных почв.

Второй тип - карбонатные брьюнифицированные почвы, являющиеся переходными к бурым лесным почвам, формируются на глинистых и суглинистых материнских породах, содержащих мало карбонатов (А, В/С, АВС). По классификации Л. Л. Шишова (1981), они входят в класс сиаллитных нейтрально-щелочных почв, в подкласс - карбонатно-сиаллитных. Выделено 2 подтипа: красные и темные. За основу морфологического разделения взят цвет мелкозе-

ма. Рендзины красные имеют цвет от желто-красного до темно-красного; темные - от желтовато-бурого до темно-серого. На роды рендзины подразделены по карбонатности, выщелоченности, засоленности или совокупности двух из этих признаков.

Общими морфологическими признаками служат: недифференцированный (A1) или слабодифференцированный (A, B/A1, R/R, R), в основном укороченный, значительно реже мало- и среднемощный профиль (A, B, BR, R); повышенное, по сравнению с зональными почвами, содержание гумуса и равномерное его распределение по профилю; обогащенность мелкозема фрагментами известняковых пород; сильная карбонатность почвообразующих пород; высокая биологическая переработанность мелкозема; хорошо выраженная зернистая или комковато-зернистая структура; вскипание от 10%-й HCl с поверхности или в пределах мелкоземистого профиля.

Топографическая локализация красных и темных рендзин определяется свойствами почвообразующих пород и прежде всего их твердостью, степенью окристаллизованности и содержанием глинистых минералов. Рендзины красные, имеющие наибольшую распространенность, формируются на твердых известняках, образующих в средиземноморском климате красноцветные продукты выветривания. Рендзины темные приурочены к менее плотным меловидным и мергелитным известнякам, обогащенным глинистыми минералами. При маломощности мелкоземистого профиля твердые трещиноватые известняки оказывают дренирующее влияние, а пористые меловидные и мергелистые обладают способностью удерживать влагу, улучшая влагообеспеченность и условия гумификации.

В структуре почвенного покрова сухих субтропиков в отдельных районах с сильно расчлененным рельефом рендзины занимают до 70% территории. Они выделяются в виде самостоятельных контуров или в ассоциациях со скальными выходами, красными феррсиаллитными почвами укороченного профиля, реже наблюдается сочетание красных и темных рендзин с коричневыми сиаллитными почвами.

Строение, состав и свойства профиля рендзины темной

(по данным почвенно-экологической экспедиции, Ливия, 1980)

Почвы имеют, как правило, профиль:

A1 – AR - R,

сильноэродированные:

AR - R;

рендзины со слабо- и среднеразвитым профилем:

A1 - B1_{Ca} - (иногда B2_{Ca}) - R.

где: A1 (гумусово-аккумулятивный) - средняя мощность 16 см (5—31 см), от светло-вато-бурого до темно-серого (почти черного) цвета, от супесчаного до глинистого гранулометрического состава, рыхлый или слабоуплотненный, хорошо гумусированный, оструктуренный (зернистый или комковато-зернистый) горизонт пронизан корнями, с обилием капиллитов, в различной степени скелетный;

AR (переходный) - при залегании после A1 средняя мощность 14 см (10 - 26 см), при залегании с поверхности - 16 см (6 - 29 см). Цвет такой же, как в горизонте A1 или несколько светлее; отличается сильной скелетностью, меньшим распространением корней и биологической переработанностью. Мелкозем из этого горизонта по трещинам в коренных породах может проникать на глубину до 1 м и более;

B1_{Ca} - средняя мощность 21 см (11-46 см), отличается осветленностью, уплотненностью, окарбоначенностью; карбонатные новообразования выражены слабо, обычно в форме псевдомицелия;

B2_{Ca} - выделяется лишь у рендзин темных со среднеразвитым профилем; средняя мощность 18 см (14-23 см), менее гумусирован, иногда пятнистый, с большим количеством фрагментов коренной породы, с карбонатными новообразованиями в виде псевдомицелия и мучнистого налета на поверхности скелета;

R - коренная порода, залегающая в зависимости от мощности рендзин на глубине от 6 до 80 см.

Свойства рендзин

Содержание SiO₂ в рендзинах в целом невысокое, вниз по профилю наблюдается резкое его уменьшение. Анализ молекулярных отношений свидетельствует о сиаллитном составе и о преобладании алюминия над железом (табл. 32).

Гранулометрический состав чаще суглинистый и глинистый (табл. 33, 34). Четких закономерностей в его изменении по профилю нет. Исключение составляют темные рендзины, где отмечается тенденция к дифференциации ила по профилю - увеличение его содержания во втором горизонте по сравнению с

Валовой химический состав карбонатных рендзин

Гори зонт	Глубина взятия образца см	ППП. %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	Молекулярные отношения		
			% на прокаленную навеску									$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
Красная легкосуглинистая														
A1	0 – 8	14,87	62,81	14,86	7,27	1,05	0,11	9,48	1,63	0,16	0,49	7,15	3,20	5,46
AR	8 – 15	18,89	58,96	13,63	6,61	0,97	0,09	16,18	1,64	0,18	0,47	7,33	3,22	5,61
R	15 - 25	43,70	8,50	2,00	0,60	0,14	0,02	83,50	1,90	0,01	0,40	7,20	5,21	0,04
Темная тяжелосуглинистая														
A	0 – 22	18,98	53,30	16,71	7,01	1,06	0,09	16,75	1,92	0,02	0,51	5,41	3,72	4,26
B _{Ca}	35 – 45	20,42	49,50	16,44	6,81	0,97	0,10	21,85	1,47	0,06	0,47	5,10	3,77	4,03
BR _{Ca}	60 – 70	39,08	11,96	5,80	2,20	0,12	0,04	78,25	1,07	0,03	0,26	3,50	4,12	2,81
R	70 - 80	41,30	5,80	3,07	1,33	0,06	0,04	88,46	0,61	0,02	0,24	3,20	3,61	2,60

**Гранулометрический состав карбонатных рендзин
(содержание фракций, %)**

Гори- зонт	Глубина взятия образца, см	Фракция > 2 мм	Размеры частиц, мм							
			2-1	1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
Красная легкосуглинистая										
A1	0-8	2,7	1,6	2,9	28,1	41,6	4,8	15,7	5,3	25,8
AR	8-15	13,0	5,7	0,3	35,9	34,9	3,4	13,1	6,7	23,2
Темная тяжелосуглинистая										
A _p	0-22	13,2	2,9	4,1	20,6	23,7	13,0	12,1	22,7	48,7
B1 _{Ca}	35-45	18,0	3,3	6,5	18,6	26,3	6,7	13,7	24,9	45,3
BR _{Ca}	60-70	55,9	22,2	15,9	13,7	11,0	1,4	15,5	20,3	37,2

Таблица 34.

Микроагрегатный состав карбонатных рендзин (%)

Гори- зонт	Глубина взятия образца, см	Размеры агрегатов, мм					
		<0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
Красная легкосуглинистая							
A1	0-8	5,3	34,7	38,0	6,6	12,4	3,0
AR	8-15	10,4	34,9	34,2	6,0	10,9	3,6
Темная тяжелосуглинистая							
A _p	0-22	11,7	32,1	32,0	8,9	11,4	3,9
B1 _{Ca}	35-45	13,7	34,7	27,7	7,0	10,1	6,8
BR _{Ca}	60-70	49,3	25,9	14,2	4,4	2,9	3,3

верхним, что может быть объяснено вымыванием ила из верхних горизонтов вследствие водной эрозии; наличием внутрипочвенного оглинивания; возможностью перемещения ила вниз по профилю.

По данным рентгенструктурного анализа, илистая фракция рендзин представлена каолинит-палыгорскитовой ассоциацией в сочетании со значительным количеством иллит-сметтита, иллита, примесями хлорита и набухающего хлорита.

Наличие активных карбонатов в профиле, достаточно развитый растительный покров, благоприятные гидротермические условия обеспечивают стабильное протекание процесса гумусонакопления. Органическое вещество быстро гумифицируется, образуя устойчивый флокулированный глинисто - гумусо-

вый комплекс, препятствующий миграции минеральных элементов и ила. Содержание гумуса достигает 8-9%, вниз по профилю оно постепенно уменьшается. Гумус выполняет роль противоядия от извести (снижается значение pH), улучшает структуру и составляет основу поглощающего комплекса (табл. 35).

Свежее органическое вещество (растительные остатки, органические удобрения) быстро минерализуется, активно идет процесс нитрификации, особенно если органическая и минеральная части почвы хорошо перемешаны (деятельность животных, окультуривание). Гуматы кальция, напротив, минерализуются медленно и поэтому играют слабую роль в азотном питании растений. Отношение C : N в поверхностных горизонтах достигает 12-15 в лесных рендзинах и 10-12 в луговых. В глубине профиля, где преобладают гуматы кальция, отношение сужается до 8-10.

В почвах встречаются легкорастворимые соли. По засолению относятся, как правило, к слабозасоленным. Тип засоления - сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный (табл. 36).

Величина pH в верхних горизонтах колеблется от 7,1 до 8,8 (табл. 37). Вниз по профилю щелочность возрастает. Емкость катионного обмена изменяется в широких пределах - от 10,0 до 40,0 мэкв на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований преобладает Ca^{++} (5,0—35,0 мэкв на 100 г почвы), магния значительно меньше (0,5-8,0 мэкв/100 г). Доля обменного натрия небольшая (0,01 - 1,50 мэкв/100 г) - не превышает 5%. Содержание CO_2 карбонатов изменяется от 0,3 до 38,0%, может быть незначительное количество гипса.

В условиях избытка иона кальция, в щелочной среде минеральное питание растений затруднено. Это объясняется явлениями антагонизма, так как ион кальция препятствует поглощению других ионов. Кальциефобные растения не могут использовать железо и марганец и поэтому страдают от хлороза (табл. 38). Кроме того, фосфор часто переходит в нерастворимое состояние, в форму апатитового фосфата. В результате слаборазвитые рендзины, сильнокарбонатные и малогумусные почвы становятся неблагоприятными для развития

Таблица 35

Химический состав карбонатных рендзин

Горизонт	Глубина взятия образца см	Гумус	Азот	C:N	Валовое содержание, %		Доступные формы, мг на 100 г		Карбонаты, %			SO ₄ гипса, %
		%			K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	Ca	Mg	
Красная легкосуглинистая												
A1	0-8	2,71	0,155	10,1	1,79	0,26	124,0	0,86	4,46	3,58	0,28	0,23
AR	8-15	2,35	1,130	10,5	1,42	0,02	104,0	0,41	9,80	8,79	0,30	0,26
R	15-25	-	-	-	0,82	0,02	3,2	0,06	38,38	35,14	0,15	0,01
Темная тяжелосуглинистая												
Ap	0 - 22	4,22	0,312	7,8	2,39	0,11	82,4	0,65	8,60	6,04	0,17	0,08
B1 _{Ca}	35 – 45	1,98	0,140	8,2	2,35	0,09	70,7	0,40	12,34	9,48	0,17	0,05
BR _{Ca}	60 – 70	0,57	0,042	7,9	0,59	0,04	17,0	0,31	27,19	23,28	0,21	0,05
R	70 - 80	-	-	-	0,26	0,00	8,9	0,07	35,47	31,36	0,20	0,02

Таблица 36

Электропроводность и состав водорастворимых солей в темных карбонатных тяжелосуглинистых рендзинах
(в числителе - % к воздушно-сухой почве, в знаменателе – мэкв на 100 г почвы)

Горизонт	Глубина взятия образца см	ЕС ммс/см, 25 ⁰	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
Ap	0 - 22	0,18	<u>0,033</u> 0,54	<u>0,001</u> 0,03	<u>0,008</u> 0,17	<u>0,006</u> 0,30	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,008</u> 0,33	<u>0,001</u> 0,03	0,058
B1 _{Ca}	35 – 45	0,23	<u>0,028</u> 0,46	<u>0,001</u> 0,03	<u>0,020</u> 0,41	<u>0,011</u> 0,56	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,005</u> 0,22	<u>0,002</u> 0,04	0,068
BR _{Ca}	60 – 70	0,15	<u>0,026</u> 0,43	<u>0,001</u> 0,03	<u>0,012</u> 0,25	<u>0,008</u> 0,40	<u>0,002</u> 0,16	<u>0,003</u> 0,14	<u>0,001</u> 0,01	0,053
R	70 - 80	0,10	<u>0,020</u> 0,33	<u>0,001</u> 0,03	<u>0,003</u> 0,07	<u>0,005</u> 0,30	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,001</u> 0,04	<u>0,001</u> 0,01	0,032

Физико-химические свойства карбонатных рендин.

Гори зонт	Глубина взятия образца см	рН	Обменные катионы, мэкв на 100 г почвы				
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма
Красная легкосуглинистая							
A1	0-8	8,0	17,06	3,00	2,02	0,56	22,64
AR	8-15	8,0	14,07	2,31	1,63	0,69	18,70
R	15-25	8,4	4,11	0,93	0,18	0,29	5,51
Темная тяжелосуглинистая							
Ap	0 - 22	8,0	19,08	2,85	1,75	0,33	24,01
B1 _{Ca}	35 – 45	8,1	22,97	2,64	1,50	0,23	27,34
BR _{Ca}	60 – 70	8,2	14,26	0,64	0,36	0,16	15,42
R	70 - 80	8,3	3,25	0,55	0,30	0,15	4,25

Таблица 38

Содержание подвижных микроэлементов в карбонатных рендинах
(мг/кг почвы)

Горизонт	Глубина взятия образца см	B	Cu	Zn	Co	Mo	Fe	Mn
Красная легкосуглинистая								
A1	0-8	2,10	0,20	0,38	0,03	0,07	6,63	33,0
AR	8-15	1,95	0,34	0,38	0,03	0,07	5,64	35,0
R	15-25	0,43	0,18	0,12	0,02	0,02	1,24	12,0
Темная тяжелосуглинистая								
Ap	0-22	2,85	0,09	0,60	0,14	0,05	13,24	57,0
B1 _{Ca}	35-45	1,85	0,09	0,30	0,15	0,05	3,65	27,0
BR _{Ca}	60-70	0,75	0,21	0,72	0,19	0,09	2,69	20,5
R	70-80	0,60	0,21	0,68	0,12	0,03	2,62	10,0

растений. С уменьшением щелочности при нейтральном рН минеральное питание растений значительно улучшается (брюнифицированные рендины, некоторые черные и бурые рендины с повышенным содержанием гумуса).

Физические свойства рендин в целом неблагоприятны для растительности. Это связано главным образом с тем, что они маломощны. При превосходном воздушном режиме водные запасы в сухой сезон явно недостаточны, появляются свойства сухих почв (табл. 39).

Основные водно-физические свойства карбонатных рендин

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Фракция <0,01 мм, %	Плотность, г/см ³		% от объема почвы					
			твердой фазы	почвы	Р общ.	НВ	Раэр.	ВЗ	Доступная влага	Естественная влажность на дату отбора образца
Красная легкосуглинистая										
A1	0-8	34,3	2,68	1,17	56,3	29,2	27,1	12,5	16,7	4,6
AR	8-15	41,8	2,68	1,46	45,5	30,7	14,8	11,9	18,9	4,8
Темная тяжелосуглинистая										
Ap	0-22	48,7	2,63	1,25	52,5	27,9	24,6	16,3	11,6	25,4
B1 _{Ca}	35-45	45,3	2,67	1,34	49,8	26,6	23,2	15,7	10,9	20,4
BR _{Ca}	60-70	37,2	2,68	1,66	38,0	18,1	19,9	8,8	9,3	15,3

Сельскохозяйственное использование

Основная часть рассматриваемых почв находится под древесной и кустарниковой растительностью, а также естественными пастбищами для овец и коз. В последние 5—10 лет на значительных площадях производятся искусственные лесопосадки. Наиболее освоены под сельскохозяйственные угодья рендзины темные, сформировавшиеся на рыхлых породах и рас положенные на относительно выровненных элементах рельефа. Используются под пашню, виноградники, реже косточковые плодовые культуры. На рендзинах красных ограничено возделываются некоторые сельскохозяйственные культуры и виноград. Лимитирующими факторами являются: расчлененный и сильно расчлененный, часто крутосклонный рельеф, укороченный профиль, обычно сильные каменистость, скелетность, частые выходы коренных пород на поверхность, низкая влагоемкость. Тем не менее они вполне пригодны для сельскохозяйственных и лесохозяйственных целей благодаря достаточно высокому естественному плодородию, субгумидному климату с благоприятным увлажнением и температурным режимом. Выровненные и пологие склоны можно отводить под посевы зерновых, многолетних и однолетних трав, при орошении - под - виноградники, косточковые плодовые, а также некоторые овощные культуры (шпинат, салат, лук, бобы).

На участках с покатыми склонами следует ограничиться культурами сплошного сева (преимущественно травами). Крутые и очень крутые склоны лучше занимать лесопосадками. Исследования показывают, что сосновые насаждения в возрасте 10—17 лет вполне удовлетворительно развиваются при мощности мелкозема более 25 см.

Для зерновых культур мощность профиля должна быть более 20 см. Основным лимитирующим фактором для них является дефицит почвенной влаги, обусловленный ограниченной мощностью мелкозема. Интересно отметить, что при одинаковой мощности влажность почвы в сухой период была выше, а состояние зерновых культур (пшеница, ячмень) лучше на участках с очень сильной (почти сплошной) каменистостью, чем на участках, лишенных камней. Это

наблюдение согласуется с положительными результатами по изучению влияния каменистой мульчи на влагообеспеченность аридных почв и близких к ним.

При выборе удобрений следует учитывать, что в первом минимуме находится подвижный фосфор, содержание подвижного калия, как правило, высокое, обеспеченность азотом неравномерная. Необходимо внесение микроудобрений, особенно цинка, молибдена, кобальта.

Вопросы:

1. Распространение рендзин.
2. Условия почвообразования рендзин.
3. Генезис рендзин.
4. Строение, состав и свойства рендзин.
5. Сельскохозяйственное использование рендзин.

4.3. СУБТРОПИЧЕСКАЯ СЕМИАРИДНАЯ ФОРМАЦИЯ

4.3.1. Коричневые почвы ксерофитных лесов и кустарников

Коричневые почвы входят в почвенно-агроэкологическую формацию субтропического пояса, в класс субтропических формаций теплых почв с зимним охлаждением, в подкласс субтропической семиаридной формации (Розов, Строганова, 1979), или их относят к формации нейтральных и слабощелочных почв сухого субтропического климата (Лобова, Хабаров, 1983). Встречаются они в сочетании с красными средиземноморскими почвами, с каштаноземами, серо-коричневыми, рендзинами и черными субтропическими почвами (смолницы, тирсы).

Впервые описаны С. А. Захаровым в 1924 г. как оригинальные почвы, которые формируются под ксерофитными дубово-грабовыми лесами и зарослями кустарников на Кавказе. Позднее их обнаружили в Средней Азии - среди горных почв Таджикистана, Южного Казахстана, Узбекистана, Киргизии.

Из бурых лесных почв как их крайние «сухие» варианты в 1949 г. И. П. Герасимовым был выделен особый тип, получивший название коричневые почвы (Герасимов, 1976). Они формируются под сухими субтропическими лесами и кустарниками типа средиземноморских «маквисов» (вечнозеленые с непадающей листвой).

Таксономическое деление неоднозначное: по французской классификации - средиземноморские красные и коричневые почвы (*sols rouges et bruns mediterrances*), а также цвет каштана (*sols marron*). Многие западно- европейские почвоведы до сих пор относят их к группе средиземноморских бурых лесных почв. В США их называют красновато-каштановые и бескарбонатные бурые, по 7-му приближению - эутрохрепты, в новой американской систематике - *Argixerolls*; по классификации ФАО - окрашенные и известковые камбисоли, цинамоник. По М. А. Глазовской (1972, 1973) - кальций-гумусовые оглиненные почвы. Коричневым почвам советской классификации на карте ФАО/ЮНЕСКО отвечают частично фayoземы и каштаноземы.

Коричневые почвы встречаются почти на всех материках. Ареал определяется зональной биогеоклиматической обстановкой и охватывает субтропические и тропические засушливые ксерофитно-лесные и кустарниково-степные (саванные) регионы земного шара. Наибольшее распространение имеют в Средиземноморье (Средиземноморское кольцо), где они занимают возвышенные равнины, межрядовые долины низкогорий и нижние части горных склонов.

Общая площадь коричневых почв в Евразии - 510,4 тыс. км² (или 0,93%); в Африке - 44,1 (0,15%); в Северной Америке - 515,5 (2,12%); в Австралии - 455,6 (5,35%). В субтропическом поясе на равнинных территориях - 160, горных - 203,6 млн га. На территории СНГ (без горных территорий) коричневые почвы вместе с серо-коричневыми составляют 2,3 млн га, или 0,1 %.

В целом можно отметить следующую особенность: указанные почвы приурочены к районам, где в наибольшей степени выражены средиземноморские черты в характере климата и растительности. Именно здесь развит особый, ранее не выделявшийся генетический тип почв, которые были названы коричневыми.

Условия почвообразования

Климат. Коричневые почвы формируются в условиях переменновлажного субтропического климата средиземноморского или муссонного типа при периодическом промывном типе водного режима. Сухое, жаркое лето, про-

хладная зима, зимне-весенние осадки - такие условия имеются как в типичных средиземноморских областях, так и в районах, удаленных от Средиземного моря (большой частью горные и подгорные районы). Главная особенность климата - наличие 2 контрастных гидротермических периодов: в мае- октябре сухого, жаркого (ксеротермического) и в ноябре - апреле умеренно влажного, теплого (мезотермического). Осадков выпадает от 350 до 800 мм в год, иногда и более. Летом происходит капиллярный подъем воды, почвенный профиль, как правило, иссушается, коэффициент увлажнения (КУ) уменьшается до 0,2—0,3, зимой из-за промывного типа водного режима $KY > 1,0$. Средняя температура воздуха самого теплого месяца $22,0^{\circ} \dots 30,0^{\circ}$, холодного - $4,0^{\circ} \dots 8,0^{\circ}$. По температурным параметрам данные почвы относятся к теплым сезонно-охлаждаемым. Продолжительность вегетационного периода 200 дней.

В прохладную влажную зиму наблюдается полное удаление легкорастворимых солей и частичное выщелачивание карбонатов кальция, одновременно выветриваются первичные минералы. Летом при иссушении почвы вверх подтягиваются слабощелочные растворы, карбонаты выпадают в виде мицелия и конкреций; при увлажнении в средней части профиля, по - видимому, происходит выветривание и глинообразование, щелочная или нейтральная реакция почв способствует образованию фульватно-гуматного гумуса ($C_{г.к}:C_{ф.к.} > 1$).

Сдвиг активных фаз почвообразования на относительно холодную половину года в сочетании с довольно длительной жаркой и сухой летней фазой создают специфическую обстановку. Она существенно отличается как от «бореальных» условий, при которых активная фаза почвообразования идет в течение умеренного теплого и влажного лета, так и от «тропических» условий с длительным жарким и влажным периодом почвообразования.

Рельеф. Формирование почв идет в равнинных, предгорных и горных районах, часто на крутых склонах, что приводит к интенсивному проявлению процессов эрозии.

В Северной Африке (в Ливии) коричневые почвы встречаются на нагорье Джебель-Аль-Ахдар (на высоте от 400 до 900 м над уровнем моря) с довольно

разнообразным рельефом: слабоволнистым, ложбинно-грядовым, холмистыми равнинами, аллювиально-пролювиальными равнинами. Особенность геоморфологии территории определяет (наряду с другими факторами) вертикальную зональность почв, инверсию почвенных зон и сложную мозаику структур почвенного покрова. Грунтовые воды расположены глубоко и не оказывают влияния на ход почвообразовательного процесса.

Почвообразующие породы. Преобладают карбонатные породы: известняки, доломиты, миоценовые и плиоценовые сланцы, а также основные и вулканические породы. Часто встречаются иловато-глинистые и гравелистые отложения аллювия, на подгорных равнинах в конусах выноса - отложения пролювия. Общей особенностью является сиаллитный состав минеральной части ($\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 > 2,5$).

Растительность. В лесокустарниковой растительности ксерофитного типа преобладают листопадные древесные породы, но встречаются и вечнозеленые. Мезофильную формацию составляют дубовые леса различных видов (*Quercus subar*, *Q. lusitanga*, *Q. ilex*), в более высокой зоне - из кедра (*Cedrus libanotica*), тисса, клена, падуба с кустарниковым подлеском из можжевельника, барбариса, крушины, ракитника. Ксерофитные леса представлены пробковым дубом и мощным кустарниковым подлеском из туи (*Calitris quodri-valvus*), мирта, дрока. В Африканском Средиземноморье преобладают заросли кустарников, например, в Алжире формация типа м а к к и, состоящая из мирта, дрока, ракитника, вереска, дуба-кормеса, мастикowego дерева и одиночной оливы.

Более выраженный ксерофитный характер имеют заросли низких кустарников - каменного розана, солонцеватой и карликовой пальмы, которые произрастают на обширных карстовых плато с маломощными красноцветными почвами на известняках (*terra rossa*) и коричневыми карбонатными почвами. Преобладающий тип растительности представлен: *Juniperus phoenicia*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus pavaril*, *Quereus coecifera*, *Calycotome villosa*, *Poterium spinosum*, *Cistus parviflorus*, *Phlomis floccosa*, *Salvia oegyptica*, *Poa bulbosa*, *Seabiosa arenatia*.

Под пологом низкорослых ксерофитных лесов типа маквиса и шибляка в той или иной мере развит злаковый травянистый покров. Под ассоциацией маквис и фригана понимают растительность с вечнозеленой непадающей листвой, если листья опадают, она носит название ш и б л я к.

Особенностью растительности является мощный опад, достигающий 10 т/га, имеющий высокую зольность и содержание азота, что оказывает большое влияние на процесс гумусообразования.

Генезис, классификация

В современный период развитие субтропических коричневых почв определяется совокупностью почвенных процессов, так называемым коричневозеомообразованием. Для них характерно: образование, аккумуляция, частичная минерализация и полимеризация гумуса, что является следствием послеледникового остепнения субтропиков; обескарбоначивание поверхностной толщи почвы и формирование типичного иллювиально-карбонатного или даже конкреционно-корового горизонта; некоторая рубефикация верхних почвенных горизонтов; метаморфическое оглинение (сиаллитизация) средней уплотненной, обескарбонированной толщи, а также профиля с утяжеленным механическим составом и красноватым оттенком; отсутствие в профиле легкорастворимых солей и часто признаков солонцеватости.

Строение, состав и свойства

Профиль полноразвитых коричневых типичных почв представлен следующими генетическими горизонтами:

A1 - B - B_{Ca} - BC_{Ca} - C_{Ca};

коричневой карбонатной:

A1_{Ca} - B1_{Ca} - B2_{Ca} - BC_{Ca} - C_{Ca} - R_{Ca}.

В неполноразвитых почвах формирование профиля ограничивается близким залеганием плотных коренных пород (R).

где A1 - хорошо развитый ореховатый гумусовый горизонт буровато-серого цвета, который переходит в более плотный, иногда глыбистый или ореховато-комковатый горизонт Bt (текстурный) красновато-коричневого цвета. В типичных коричневых почвах этот горизонт сменяется карбонатно-иллювиальным B_{Ca}, а в выщелоченных карбонаты опущены глубже горизонта B.

C_{Ca} – карбонатная почвообразующая порода

R_{Ca} – плотная карбонатная порода

Проявлению дернового процесса способствует наличие значительного травянистого покрова. Биологический круговорот травянистых ценозов сухих субтропиков характеризуется интенсивностью и большой емкостью (жизненный цикл трав – 1-3 года). Растительный опад имеет высокую зольность (3-13%), повышенное содержание кальция и общего азота. В составе фитомассы трав на долю корней приходится 45-85% (до 97% к общей массе). Сильная разветвленность корневых систем обуславливает активизацию микрофлоры, биохимических процессов и, в частности, гумусообразование с последующим закреплением органических продуктов *in situ* в почве, насыщенной основаниями.

На темп и направленность гумификации растительных остатков большое влияние оказывают также особенности климата, состав и свойства субстрата, высокая среднегодовая температура почвы, повышенное содержание общего азота, щелочно-земельных катионов, обменного калия и илистых частиц. Чередование оптимальных условий увлажнения с резким недостатком влаги и сильным прогреванием почвы летом приводит к тому, что активная жизнедеятельность микроорганизмов сменяется депрессией. Такая природная обстановка предохраняет гумусовые вещества от быстрого абиотического и биологического разложения. При этом в жаркие и сухие периоды гумусовые компоненты почвы полимеризуются и дегидратируются, приобретая еще большую устойчивость и слабую миграционную способность.

Поверхностное иссушение почвы обуславливает подтягивание пленочной влаги за счет градиента температур и частичный возврат в верхние горизонты карбонатов и растворенных веществ (прежде всего солей) из более глубоких горизонтов. Во влажный период идет процесс выщелачивания одно- и двухвалентных катионов, в первую очередь калия и натрия, которые выносятся, как правило, за пределы почвенного профиля. Кальций и магний выщелачиваются менее интенсивно, соли этих катионов в виде карбонатов осаждаются на некоторой глубине (60, 80-120 см) и формируют педогенный карбонатный горизонт.

Определенную роль в генезисе коричневых почв играет трансформация соединений железа. Во влажный сезон года потеря карбонатов связана с акти-

визацией гидратации и гидролиза железосодержащих минералов, при этом высвобождается значительное количество слабокристаллизованных форм. В ксеротермическую фазу гидроксиды и новообразованные органо - минеральные соединения дегидратируются, окисляются и в разной степени кристаллизуются, необратимо пептизируются, придавая почве своеобразную окраску. Указанные физико-химические явления представляют сущность процесса рубефикации, которому предшествует обескарбоначивание почвы. В коричневых почвах он выражен слабо.

Оглиненные горизонты, в которых образуются глинистые минералы типа монтмориллонита, смешанно-слюдистые минералы и т. д., называются текстурными, или метаморфическими, и обозначаются *Vt*. Этот сложный биохимический процесс сопровождается высвобождением различных соединений железа, часто сопряжен с рубефикацией. Наиболее интенсивно он протекает на глубине 30 - 80 см от поверхности, которая более длительное время находится во влажном состоянии.

С повышенным содержанием монтмориллонита связано сильное уплотнение, переходящее в слитость, трещиноватость и глыбистость оглиненного горизонта в сухом состоянии. Признаки и свойства слитости проявляются в коричневых почвах Средиземноморья, это так называемая тирсификация (Марокко) или туаресофикация (Алжир).

Коричневые почвы встречаются в субтропических ландшафтах Ливии в виде обширных однородных массивов, но чаще в ассоциации с зональными красновато-бурыми аридными, коричневыми литосолями, феррсиаллитными и другими почвами, при этом образуются сложные сочетания элементарных почвенных структур.

При нарастании сухости климата и высокой обеспеченности теплом коричневые почвы сменяются серо-коричневыми, а последние сероземами и полупустынными, а при нарастании влажности — красноземами и желтоземами. В системе вертикальной зональности коричневые почвы в верхней части горного пояса при увеличении увлажнения и похолодания переходят в бурые лесные

остаточно-карбонатные или типичные, что определяет совмещение признаков и свойств степного и лесного почвообразования. Ниже коричневых карбонатных почв располагаются серо-коричневые. Если их нет, то пояс коричневых почв может контактировать с черноземами или каштановыми почвами в зависимости от местоположения горных систем и примыкающих к ним подгорных равнин.

Эволюция коричневых почв связана главным образом со сменой растительности. Например, появление лугово-степной растительности при вырубке лесов приводит к остепнению, почвы приобретают признаки и свойства, обусловленные слитогенезом.

В России коричневые почвы подразделяются на следующие подтипы: а) карбонатные - вскипающие с поверхности (наименее увлажненные); б) типичные - вскипающие в горизонте В; в) выщелоченные - вскипающие с горизонта С, для которых характерна нейтральная или слабокислая реакция, заметное перераспределение железа и ила по профилю.

В Северной Африке в районах с годовым количеством осадков 300 - 400 мм встречаются коричневые тирсифицированные почвы, содержащие магний в составе поглощенных оснований. Для этих почв характерно сильное уплотнение, переходящее в слитость, трещиноватость и глыбистость оглиненного горизонта в сухом состоянии (Лобова, Хабаров, 1983).

Для Ливии (Шишов, 1981) разработана классификация, согласно которой в типе коричневых сипаллитных почв выделяются подтипы: типичные, слитые и коровые. Каждый подтип подразделяется на роды: карбонатно-засоленные, карбонатные и выщелоченные.

Для коричневых почв характерны следующие генетические признаки и свойства: глубокое внутрипрофильное проникновение почвообразовательных процессов и весьма значительная мощность почвенной толщи (1,5-2,5 м), уменьшающаяся на пологих склонах (до 0,8-1,3 м); глубокая гумусированность (до 0,3-0,5 м); оглинение почвенной толщи, особенно средней и нижней частей, результатом чего является большая плотность и характерная комковато-глыбистая структура; коричневая окраска профиля, обусловленная перераспределением

форм железа; наличие выраженного иллювиально-карбонатного горизонта, что свидетельствует о выщелачивании и образовании мобильных химических соединений; нейтральная или слабощелочная реакция верхних горизонтов; высокая емкость поглощения, связанная с насыщенностью почвенно-поглощающего комплекса, щелочно-земельными основаниями, а также с повышенной оглиненностью; сравнительно низкие молекулярные отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$, плавно изменяющиеся в пределах почвенной толщи; высокое природное плодородие при бедности фосфатами.

Свойства

(По данным почвенно-экологической экспедиции в Ливии, 1980).

Закономерность распределения фракций мелкозема по профилю коричневых почв следующая: верхние горизонты по сравнению с породой содержат больше пылеватых частиц и илистой фракции, что особенно четко выражено в иллювиальных слоях. Указанное явление весьма характерно для суглинистых разновидностей (табл. 40, 41).

Верхние горизонты обогащены кремнеземом и полуторными окислами. По молекулярным отношениям $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ и $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ почвы относятся к сиаллитным. Минеральный состав илистой фракции представлен аморфными

Гранулометрический состав коричневых типичных карбонатных почв (содержание фракций, %)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Фракция <2 мм, %	Размер частиц, мм							
			2-1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
Глинистая										
Ap	0-18	нет	2,6	4,7	17,4	20,8	6,9	10,9	36,7	54,5
B1 _{Ca}	25-35	0,6	2,8	4,9	16,2	20,8	7,9	11,4	36,0	55,3
B2 _{Ca}	45-55	нет	4,3	4,4	14,6	21,4	7,9	11,1	36,3	55,3
B3 _{Ca}	70-80	-	1,2	1,2	11,0	28,9	10,6	7,6	39,5	57,7
BC _{Ca}	110-120	-	1,3	1,1	18,2	29,5	11,6	7,0	31,3	49,9
C _{Ca}	150-160	-		1,9	22,4	27,4	12,1	13,1	23,1	48,3
	200-210	-	-	2,2	30,9	26,0	10,6	12,5	17,8	40,9
Среднесуглинистая										
A1	0-19	19,4	3,2	8,4	29,0	26,8	5,6	13,9	13,1	32,6
B1 _{Ca}	30-40	20,1	3,4	8,6	29,3	24,2	5,2	14,8	14,5	34,5
Выщелоченная глинистая										
Ap	0-12	нет	нет	0,5	19,8	25,3	3,2	11,5	39,7	54,4
B1	15-25	-	-	0,5	19,8	26,5	2,8	10,9	39,6	53,2
	30-40	-	-	0,5	18,4	25,6	3,2	10,8	41,4	55,4

**Микроагрегатный состав коричневых сипаллитных типичных карбонатных почв
(содержание фракций, %)**

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Размер агрегатов, мм					
		<0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,01
Глинистая							
Ap	0-18	19,1	27,0	29,5	5,4	9,7	9,3
B1 _{Ca}	25-35	20,4	18,8	22,7	7,7	17,6	12,8
B2 _{Ca}	45-55	27,9	17,7	26,9	4,6	12,6	10,3
B3 _{Ca}	70-80	11,0	13,0	35,2	12,9	15,3	11,7
C _{Ca}	110-120	10,0	19,3	37,2	12,5	10,7	10,3
	200-210	3,1	31,8	32,1	12,4	13,5	7,1
Засоленная среднесуглинистая							
A1	0-19	17,0	26,6	38,1	12,3	8,7	2,3
B1 _{Ca}	30-40	19,3	29,7	29,3	11,2	8,1	2,4

соединениями SiO₂, полевыми шпатами и глинистыми минералами - иллитом, каолинитом, палыгорскитом и сопутствующими – иллит-сметтитом, сметтитом, хлоритом и набухающим хлоритом (табл. 42).

Содержание гумуса в коричневых почвах в зависимости от местных условий, гранулометрического состава может значительно колебаться. В Ливии оно варьирует в горизонте А в пределах 1,1-5,8%, резко уменьшаясь в песчано-супесчаных почвах за счет более интенсивной минерализации растительного опада и гумуса почвы.

В групповом составе гумусовых соединений преобладают гуминовые кислоты. Отношение С_{гк} : С_{фк} всегда больше 1. Отношение С : N – 9-11. Коричневые почвы имеют высокую емкость поглощения (до 40 мэкв на 100 г почвы), насыщены основаниями (табл. 43). Реакция среды, как правило, слабощелочная и незначительно изменяется по профилю (рНвод. 8,0-8,7). Среди поглощенных катионов доминирует Ca²⁺ и Mg²⁺, при этом доля щелочных катионов (K⁺ и Na⁺) на 1-2 порядка меньше суммы щелочно-земельных оснований (табл. 44). Редко встречаются и солонцеватые почвы, где количество поглощенного натрия превышает 5% от суммы обменных катионов. Почвы, как правило, бедны доступными формами фосфора и

Валовой химический состав коричневых сипаллитных типичных карбонатных почв

Гори – зонт	Глубина взятия образца, см	Потери при прокаливании, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	Молекулярные отношения		
			% на прокаленную навеску									$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
Глинистая														
Ap	0-18	25,77	48,93	14,47	8,66	1,13	0,03	24,28	1,00	0,12	0,15	5,73	2,61	4,14
B1 _{Ca}	24-35	27,14	46,41	13,97	8,19	1,06	0,03	28,27	0,80	0,04	0,10	5,63	2,67	4,09
B2 _{Ca}	45-55	27,01	45,66	14,11	8,46	1,10	0,03	28,48	0,80	0,05	0,13	5,49	2,61	3,96
B3 _{Ca}	70-80	27,91	43,48	14,61	6,99	1,10	0,01	30,47	1,37	0,08	0,10	5,04	3,27	3,86
BC _{Ca}	110-120	30,55	36,92	12,28	6,17	0,94	0,01	40,71	1,10	0,10	0,10	5,10	3,11	3,85
C _{Ca}	150-160	30,90	34,51	9,20	5,96	0,82	0,02	46,36	0,88	0,28	0,15	6,36	2,41	4,49
	200-210	31,31	33,88	8,03	5,41	0,70	0,02	49,28	0,40	0,32	0,15	7,15	2,32	3,22
R	210-220	43,20	6,96	3,82	1,83	0,15	0,02	84,62	0,80	0,22	0,21	3,09	3,26	2,36
Засоленная среднесуглинистая														
A1	0-9	24,47	49,18	13,95	5,20	0,85	0,1-	26,04	1,69	0,18	0,52	5,98	4,19	4,84
B1 _{Ca}	30-40	28,36	40,38	12,08	4,40	0,80	0,09	38,08	1,56	0,12	0,63	5,66	4,29	4,59
R	58-68	44,30	5,24	1,22	0,64	0,32	0,05	90,20	0,70	0,07	0,36	7,30	2,98	5,44
Выщелоченная глинистая														
Ap	0-12	15,52	63,29	20,87	9,73	1,03	0,10	1,46	1,19	0,08	0,39	5,14	3,35	3,95
B1	15-25	14,55	62,23	21,48	10,07	1,10	0,11	1,38	1,30	0,08	0,37	4,91	3,33	3,77
	30-40	13,25	62,23	21,95	10,30	0,56	0,09	1,23	1,16	0,08	0,34	4,81	3,41	3,69
R	44-54	43,49	4,65	0,68	0,10	0,02	0,02	91,63	0,40	0,03	0,06	11,59	10,62	10,59

Химические свойства коричневых сиаалитных типичных карбонатных почв

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус	Азот	C:N	Валовое содержа- ние, %		Доступные фор- мы, мг на 100 г почвы		Карбонаты, %			SO ₄ ²⁻ гипса, %
		%			K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	Ca	Mg	
Глинистая												
Ap	0-18	1,62	0,098	9,6	1,18	0,10	37,7	0,23	12,58	9,06	0,14	0,14
B1 _{Ca}	25-35	1,28	0,116	6,4	0,01	0,07	21,2	0,15	14,22	11,32	0,16	0,08
B2 _{Ca}	45-55	0,87	0,080	6,3	0,98	0,07	18,8	0,28	14,86	11,75	0,16	0,06
B3 _{Ca}	70-80	0,34	0,033	6,0	0,74	0,05	11,8	0,08	19,14	15,39	0,29	0,12
BC _{Ca}	110-120	0,30	0,030	5,8	0,66	0,04	11,8	0,04	24,79	20,22	0,52	0,12
C _{ca}	150-160	нет	нет	-	0,96	0,09	11,8	0,04	25,61	22,18	0,32	0,35
	200-210	-	-	-	0,86	0,07	9,4	нет	26,80	23,14	0,39	0,40
R	210-220	-	-	-	0,12	0,04	2,8	-	39,40	34,20	0,30	0,24
Среднесуглинистая												
A1	0-9	4,86	0,268	10,5	2,22	0,15	55,1	0,72	10,51	7,63	0,19	0,01
B1 _{Ca}	30-40	2,12	0,155	7,9	1,48	0,12	35,5	0,28	12,50	8,90	0,21	0,09
R	58-68	-	-	-	0,12	0,08	4,6	0,09	40,75	36,50	0,34	0,08
Выщелоченная глинистая												
Ap	0-12	3,39	0,304	6,5	2,03	0,13	48,0	0,60	0,19	0,11	0,05	0,04
B1	15-25	2,93	0,283	6,0	1,94	0,14	39,6	0,34	нет	нет	нет	0,03
	30-40	2,35	0,240	5,7	1,98	0,14	32,2	0,16	-	-	-	0,09
R	44-54	-	-	-	0,02	0,09	6,2	0,04	40,90	36,11	0,65	0,01

Физико-химические свойства коричневых сialлитных типичных карбонатных почв

Горизонт	Глубина взятия образца в см	pH	Обменные катионы, мэкв на 100 г почвы				
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма
Глинистая							
Ap	0-18	8,0	22,40	2,55	0,80	0,11	25,70
B1 _{Ca}	25-35	8,1	23,56	3,02	0,45	0,16	27,19
B2 _{Ca}	45-55	8,3	22,99	3,65	0,40	0,38	27,42
B3 _{Ca}	70-80	8,6	21,93	3,80	0,35	0,66	26,74
BC _{Ca}	110-120	8,4	12,92	3,66	0,25	0,69	17,52
C _{Ca}	150-160	8,2	1,46	2,80	0,25	0,69	15,20
	200-210	8,2	9,22	2,82	0,20	0,72	12,96
R	210-220	8,3	3,45	0,95	0,18	0,22	4,80
Засоленная среднесуглинистая							
A1	0-9	8,1	17,86	1,54	1,17	0,07	20,64
B1 _{Ca}	30-40	8,2	18,20	1,60	1,20	0,08	21,08
R	58-68	8,2	3,52	0,78	0,34	0,11	4,75
Выщелоченная глинистая							
Ap	0-12	7,3	17,44	3,20	0,69	0,01	21,34
B1	15-25	7,5	19,20	2,40	0,57	0,11	22,28
	30-40	7,6	16,00	1,44	0,48	0,83	18,75
R	44-54	8,3	4,41	1,29	0,10	0,02	5,82

и высоко обеспечены обменным калием. Возделываемые в субтропиках культуры в достаточной степени обеспечены бором, но испытывают недостаток в меди и кобальте (табл. 45).

Сельскохозяйственное использование

Благоприятные агрогенетические и физико-химические свойства коричневых почв позволяют выращивать на них однолетние зерновые (ячмень, пшеница), многие виды овощных, арахис и плодовые культуры. На почвах тяжелого гранулометрического состава возможности производства картофеля и моркови часто ограничены. На суглинистых разновидностях рекомендуется возделывать такие плодовые культуры, как абрикос, персик, инжир и виноград, а на почвах с тяжелым механическим составом предпочтительнее семечковые плодовые культуры. Цитрусовые требуют дифференцированного подхода: апельсин и мандарин лучше произрастают на супесях, а лимон - на песчаных почвах. К нарушению водного баланса, возникающему при суховеях, особенно чувствителен апельсин. К почвенной засухе наиболее устойчив мандарин, ли-

мон занимает промежуточное положение. Для уменьшения неблагоприятного действия горячих и сухих ветров и дефляции почвы цитрусовые сады следует защищать лесополосами.

Таблица 45

Содержание подвижных микроэлементов в коричневых сиаалитных типичных карбонатных почвах (мг/кг почвы).

Горизонт	Глубина взятия образца см	B	Cu	Zn	Co	Mo	Fe	Mn
Глинистая								
Ap	0-18	1,95	0,03	0,28	0,13	0,04	5,70	20,00
B1 _{Ca}	25-35	1,45	0,01	0,20	0,11	0,01	10,00	14,00
B2 _{Ca}	45-55	2,10	0,03	0,14	0,18	0,01	9,00	12,00
B3 _{Ca}	70-80	1,55	0,03	0,56	0,03	0,01	4,50	8,00
BC _{Ca}	110-120	1,20	0,02	1,62	0,03	0,01	7,00	8,00
C _{Ca}	150-160	1,55	0,15	1,94	0,01	0,20	9,00	33,00
	200-210	1,10	0,10	2,88	0,06	0,05	7,60	27,00
R	210-220	0,75	0,06	0,24	0,03	0,02	3,20	5,00
Засоленная среднесуглинистая								
A1	0-9	0,63	0,12	0,32	0,19	0,04	8,02	40,00
B1 _{Ca}	30-40	0,88	0,14	0,37	0,08	0,04	6,01	27,00
R	58-68	0,32	0,10	0,18	0,04	0,03	3,22	8,00
Выщелоченная глинистая								
Ap	0-12	4,75	0,34	1,13	0,05	0,05	72,06	23,50
B1	15-25	4,30	0,25	1,09	0,07	0,03	81,70	33,00
	30-40	2,60	0,30	0,96	0,21	0,06	66,01	26,50
R	44-54	1,12	0,13	0,24	0,10	0,03	3,50	6,00

В условиях орошаемого земледелия необходимо учитывать гранулометрический состав и мощность мелкоземистого слоя, характер подстилающих пород. На легких почвах с мощным и глубокоразвитым профилем в связи со слабой влагоемкостью поливные нормы устанавливаются из расчета увлажнения 0-100 см слоя и поддержания нижнего предела предполивной влажности на уровне 70% от наименьшей влагоемкости. Нормы полива (как показали опыты в Ливии) на песчаных разновидностях должны составлять (в м³/га): 300-350, супесчаных и легкосуглинистых – 600-800, на почвах со слабо развитым профилем - 200.

На низкогорных рельефах закладка виноградников и персиковых садов должна сопровождаться террасированием склонов и залужением междурядий (для борьбы с водной и ветровой эрозией).

Необходимо отметить, что в настоящее время эти почвы подвергаются сильному отрицательному антропогенному воздействию. Разрушительная хозяйственная деятельность такова, «что если бы вернулись римляне, они не узнали бы своих земель, так как агрономические цивилизации, сменяющиеся вокруг Средиземного моря, принесли с собой пожары средневековья, чрезмерную пастбищную нагрузку и распашку в более поздние времена» (Булэн, цит. по: (Лобова, Хабаров, 1983).

Вопросы:

1. Кем и где впервые были описаны коричневые почвы?.
2. Распространение коричневых почв.
3. Условия почвообразования коричневых почв.
4. Генетические особенности коричневых почв.
5. Строение, состав и свойства коричневых почв.
6. Сельскохозяйственное использование коричневых почв.

4.4. СУБТРОПИЧЕСКАЯ АРИДНАЯ ФОРМАЦИЯ

4.4.1. Красновато-бурые аридные почвы

Красновато-бурые аридные почвы занимают значительные площади в Северной Африке, что объясняется их реликтовостью и полигенетичностью: современный цикл развития наложился на древнюю рубефикацию. Средиземноморский климат оказался исключительно благоприятным для консервации красных реликтовых почв благодаря резкому сухому сезону и интенсивной солнечной радиации. На юге континента они граничат с саваннами и пустынями. Эти специфические почвенные образования до недавнего времени были слабо изучены. Оставались неразработанными такие важные вопросы, как критерий генетической диагностики и агрономической оценки почв, что затрудняло идентификацию классификационной принадлежности.

Отмечалась преобладающая красная или красноватая окраска почв (Драницын, 1915), их относили к terra rossa (Reifenberg, 1952), к переходным между типичными terra rossa и почвами пустынных областей Северной Африки, приближающимся к красным почвам (Comel, 1933), к каштановым, к аналогам сероземов, светло-бурым и красно-бурым почвам пустынно- степных областей

(Мэр, 1933). В 30-40-е годы на почвенных картах К- Ф. Марбута, Л. И. Прасолова они обозначались как каштановые почвы.

Представления о почвах Северной Африки усложняются отсутствием единой номенклатуры. Так на карте ФАО/ ЮНЕСКО значительная часть территории отнесена к ермосолям. На почвенной карте мира (составленной под ред. В. А. Ковды) - к сероземам и горным коричневым почвам (побережье Ливии). Исследования И. П. Герасимова (1953) позволили наиболее полно представить характер почвообразования в Северной Африке. Он отметил широкое развитие в Средиземноморье процесса сиаллитизации, выделил в самостоятельный тип коричневые почвы, показал их эволюционную связь с красноцветными почвами.

На основании результатов Ливийской почвенно-экологической экспедиции Л. Л. Шишовым (1981) была разработана первая классификация почв Ливии, по которой в классе сиаллитных нейтрально-щелочных почв, в подклассе малогумусных карбонатно-щелочных почв выделен самостоятельный тип - красновато-бурые аридные почвы. По мере усиления аридизации климата они переходят в бурые аридные почвы, по мере увеличения увлажнения - в коричневые сиаллитные почвы.

Условия почвообразования

Климат. Северная Ливия входит в северный субтропический пояс. Это область зарождения северных пассатов, устремляющихся из зоны высокого давления к экваториальной депрессии. Устойчивое положение нисходящих атмосферных потоков определяет основные показатели - сухость воздуха, высокие годовые температуры, малое количество осадков. Среднегодовая температура $20,3^{\circ}$, самого теплого месяца (августа) $26,1^{\circ}$, самого холодного (января) $12,4^{\circ}$. Абсолютный максимум температур колеблется от $44,8^{\circ}$ в нагорье Джебель-аль-Нефус (Гарьян) до $46,8^{\circ}$ в приморской части (Карабулли). Абсолютный минимум увеличивается по мере удаления от моря и повышения уровня местности от $-0,6^{\circ}$ (Триполи) до $6,7^{\circ}$ (Гарьян). Количество осадков составляет 300-500 мм, выпадают они в осенне-зимний период. Относительная влажность

воздуха находится в пределах от 49 до 63%- Индекс аридности по Де-Мартону вычисляется по формуле:

$$i = P/T+10$$

где P - среднегодовое количество осадков, T - среднегодовая температура воздуха.

Ветровой режим активный. Безветрие наблюдается лишь в 5,4-6,8% дней в году. Около 200 дней дуют ветры со скоростью, превышающей 3 м/с. Специфичны сухие, горячие ветры из Сахары, называемые гибли, несущие большое количество пыли. Активный ветровой режим обуславливает на большей части территории развитие дефляционных процессов.

Климатические параметры свидетельствуют о принципиальном отличии экологических условий рассматриваемого района по сравнению с аналогичными районами суббореального и субтропического поясов. Располагаясь несколько севернее широты, условно ограничивающей тропическую зону, по основным температурным показателям территория формирования красновато-бурых аридных почв соответствует критериям тропического климата. В связи с этим аридное почвообразование носит элементы тропического.

Рельеф. В результате неотектонических движений горизонтально залегающие породы претерпели ряд разломов, в результате чего с севера на юг выделяют 3 крупных морфоструктуры: приморскую, останцовую равнину и эскарп (поднятую равнину - плато). Наиболее крупные черты рельефа сориентированы по главным орографическим линиям, абсолютные высоты и экспозиция определяют географическую зональность. Тип красновато-бурых аридных почв приурочен к приморской и останцовой равнинам на плато. Начиная с отметок 350-400 м абсолютной высоты формируются коричневые сиаллитные почвы, которые занимают все водораздельное пространство. На южном макросклоне, обращенном к Сахаре, вновь появляются красновато-бурые почвы, которые далее к югу сменяются бурыми аридными.

Разнообразие форм рельефа оказывает влияние на почвообразование и дифференциацию почв в пространстве. В береговой зоне встречаются плоские

или слабоволнистые равнины, сложенные наземным дельтовым аллювием, тонкими хорошо слоистыми песками с редкими прослоями гравия и гальки. Останцовая равнина характеризуется ложбинно-грядовым, холмистым и холмисто-грядовым рельефом.

Почвообразующие породы. Пространства, прилегающие к эскарпу, заняты наклонными или слабоволнистыми подгорными равнинами, сложенными пролювиальными или аллювиально-пролювиальными отложениями, преимущественно галечниково-гравийными. Формирование красновато-бурых почв идет также на эоловых песчаных и супесчаных отложениях, отчасти на элювии коренных пород (преимущественно карбонатного характера: мергелистые известняки, доломитизированные опесчаненные известняки и т.д.). Грунтовые воды повсеместно находятся глубже 10 м и на ход почвообразовательного процесса влияния не оказывают.

Растительность. Естественная растительность встречается лишь фрагментарно среди агрофитоценозов. Представлена она сообществами крупных кустарников, часть из которых (*Rhus tripartida*, *Calycotome villosa*) характерна для гариги Средиземноморья. В прибрежной части обильно произрастают *Tamarix aphylla*, *Zygium euroraеum*. Проективное покрытие крупными кустарниками достигает 15-20%. Из полукустарников обычна *Artemisia monosperma*. Травы (*Plantago albi-caus*, *Erodium glaucum*, *Hordeum Leporinum* и т. д.) покрывают до 60-80% поверхности почвы. Естественная растительность встречается лишь фрагментарно среди агрофитоценозов. Представлена она сообществами крупных кустарников, часть из которых (*Rhus tripartida*, *Calycotome villosa*) характерна для гариги Средиземноморья. В прибрежной части обильно произрастают *Tamarix aphylla*, *Zygium euroraеum*. Проективное покрытие крупными кустарниками достигает 15-20%. Из полукустарников обычна *Artemisia monosperma*. Травы (*Plantago albi-caus*, *Erodium glaucum*, *Hordeum Leporinum* и т. д.) покрывают до 60-80% поверхности почвы.

На останцовой равнине преобладают формации мелкого кустарника *Hammada scoraria* в сочетании с *Hammada schmittiana* и *Mixtoher bosa*. Общее

проективное покрытие кустарниками и травами-10-20%. В пределах временных водотоков (вади) встречаются заросли крупного кустарника *Ziziphys lotus*.

В целом растительный покров имеет больше общих черт с Сахарской провинцией Сахаро-Аравийской области, чем со Средиземноморской областью.

Разнообразие форм рельефа, почвообразующих пород, растительности, структуры современных экзогенных процессов определяют пестроту почвенного покрова. Так, на приморской равнине наряду с красновато-бурыми аридными почвами встречаются приморские континентальные пески, коры, редко литосоли, солончаки; на останцовой равнине - континентальные пески, красновато-бурые литосоли, ограниченно солончаки.

Генезис, классификация

Аридный тип почвообразования обуславливает формирование таких признаков, как высокая карбонатность, засоленность, образование горизонтов цементации, слабая дифференциация профиля на генетические горизонты, низкое содержание гумуса и др. В короткий зимний период, когда выпадает основное количество осадков, профиль почв промачивается, что вызывает перемещение на значительную глубину различных солей и органо-минеральных соединений. При длительном иссушении почвенного профиля наблюдается интенсивная минерализация гумуса, закрепление части растворимых соединений.

Для красновато-бурых аридных почв характерны следующие черты: красновато-желтый, красновато-бурый цвет, который связан с сиаллитным типом выветривания; слабая гумусированность; постепенный переход генетических горизонтов; рубефикация всего профиля; мицеллярное выделение карбонатов; бесструктурность почв легкого механического состава; остаточная слоистость; слабая устойчивость к водной и ветровой эрозии; слабая цементация профиля; динамичность почвообразования; возможность перемещения почвенной массы; высокая карбонатность. На значительной площади отмечен навесный слой (10-30 см), перекрывающий поверхность почв.

Тип красновато-бурых аридных почв подразделяется на подтипы: дифференцированные; дифференцированные коровые; слабодифференцированные;

слабодифференцированные коровые; недифференцированные коровые; гидроморфные коровые. Гумусированность возрастает от подтипа недифференцированных почв к дифференцированным. В недифференцированных почвах генетические горизонты находятся в начальной стадии образования и не имеют отчетливых специфических морфологических признаков, а переходы между ними очень постепенные и растянутые.

Внутри подтипа выделяются роды: карбонатные засоленные; карбонатные гипсированные; карбонатные солонцеватые; карбонатные солонцевато-засоленные; выщелоченные; бескарбонатные.

Строение, состав и свойства

Морфологическое строение профиля:

A1 – B1ca – B2ca – B3ca – BCca - Cca

где: A1 - гумусово-аккумулятивный, мощность в среднем 15 см (10 до 21 см). На распахиваемых участках вместо A1 выделяется техногенный горизонт Ap мощностью в среднем 16 см (10-28 см). Преобладающий цвет красновато-желтый. Староосвоенные почвы, а также территориально контактирующие с коричневыми сиаллитными имеют светло-коричневые тона. Горизонт A1, как правило, песчаный или супесчаный, слабоуплотненный, Ap - рыхлый, бесструктурный (иногда непрочнокомковатый), содержит много корней, умеренно перерыт землероями, насекомыми, карбонатный. Карбонатные новообразования отсутствуют. Сравнительно часто горизонт A1 перекрыт навесным слоем мощностью от 10 до 30 см или же подвергается эрозии, в связи с чем имеет меньшую мощность. От HC1 вскипает обычно сильно, переход в нижележащий горизонт хорошо выражен по цвету, плотности, нередко и гранулометрическому составу;

B1ca - переходный между A1 и B2ca, сочетает их свойства, слабо окрашен гумусом. Средняя мощность достигает 20 см (11-35 см), что обусловлено наличием навесного слоя или эродированностью. Цвет красно-желтый, изредка светло-коричневый, часто более тяжелого гранулометрического состава, чем горизонт A1. Сложение слабоуплотненное, бесструктурное или непрочнокомковатое, пористость тонкая и редкая. Часто пронизан корнями, нередко ходы и камеры насекомых с вкраплениями переработанного мелкозема. Горизонт карбонатный, от HC1 вскипает сильно, но карбонатные новообразования обычно отсутствуют или же наблюдаются в виде выцветов, иногда псевдомицелия или прожилок в нижней части горизонта. Переход в нижележащий горизонт хорошо выражен по цвету, плотности, карбонатным новообразованиям;

B2ca - переходный между B1ca и B3ca (или BCca). Мощность равна в среднем 53 см (20-112 см). Цвет обычно красновато-желтый, реже при обилии карбонатов розовато-серый, розовато-белый. Гранулометрический состав супесчаный или легкосуглинистый, нередко суглинистый. Сложение более уплотненное, чем горизонта B1ca, что обусловлено слабо выраженной силикатно-карбонатной цементацией. Бесструктурен или непрочно комковатоглыбистый, пронизан тонкими порами. Ходов насекомых не наблюдается, корни мелкие и редкие. Характерен максимум видимых карбонатов в форме псевдомицелия, жилок, белоглазки, конкреций, нередко плотные и мергелистые прослойки. От HC1 вскипает сильно, переход в нижележащий горизонт обычно постепенный по цвету, плотности, карбонатности;

B3ca — переходный между B2ca и Cca, иногда отсутствует и заменяется горизонтом BCca- Мощность равна в среднем 58 см, колебания от 27 до 113 см, что объясняется наличием

ем навесного слоя или эродированностью, подстилением плотной коренной породой, прерывающей мелкоземистую толщу, а также образованием дифференцированных почв с укороженным скелетным профилем на элювии или делювии коренных пород. В случае хорошо выраженной скелетности горизонт, переходный к коренной породе, обозначается индексом BR. Мощность мелкоземистых отложений в среднем 65 см (20-156 см). Цвет красновато-желтый или более светлый от обилия карбонатов, нередко слоистый. Гранулометрический состав - от супесчаного до суглинистого, уплотненный или плотный, наблюдается разная степень цементированности. Пронизан единичными тонкими корнями. Карбонатные новообразования представлены псевдомицелием, жилками, белоглазкой (нередко частой и крупной), конкрециями, мучнистыми или цементированными карбонатными прослоями или корами, залегающими глубже 120 см;

Са—почвообразующая мелкоземистая порода, неизменная или очень слабо затронутая почвообразованием, обычно карбонатная. На некоторых участках переслаивается или подстиляется гравийными, груботекстурными отложениями, короподобными или мергелевидными прослоями, плотными коренными породами. Нередко содержит слои с палеопочвами. Цвет преимущественно красновато-желтый или розовый. Сложение уплотненное или плотное, иногда выражена в разной степени цементация. Карбонатные новообразования наблюдаются обычно в виде конкреций, плотных прослоек, в некоторых случаях отмечены коры.

В гранулометрическом составе преобладают супесчаные, суглинистые разновидности, реже песчаные и глинистые. Песчаные фракции представлены в основном частицами мелкого песка. Характерным является повышение содержания физической глины (частиц меньше 0,01 мм) в средней части профиля по сравнению с верхней (табл. 46).

Таблица 46

Гранулометрический состав красновато-бурых дифференцированных карбонатных среднесуглинистых почв (содержание фракций, %)

Горизонт	Мощность, см	Глубина взятия образца, см	Размер частиц, мм							
			2-1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
A1	0-19	0-19	4,1	5,2	24,4	32,2	8,6	17,3	8,2	34,1
B1 _{Ca}	19-34	20-30	3,8	4,4	22,7	23,9	9,2	19,9	16,1	45,2
B2 _{Ca}	34-51	40-50	6,5	4,2	18,3	21,1	8,7	19,0	22,2	49,9
B3 _{Ca}	51-95	70-80	5,5	4,0	14,8	17,3	8,7	29,6	20,1	58,4
BC _{Ca}	95-165	110-120	19,2	13,1	16,9	14,7	6,6	18,7	10,8	36,1
C1 _{Ca}	165-250	200-210	8,5	9,0	22,1	20,6	6,9	13,5	19,4	39,8
C2 _{Ca}	250-300	290-300	1,5	3,3	18,5	28,8	7,1	18,4	22,4	47,9

Примечание. частиц > 2 мм нет.

Это связано, очевидно, с процессом внутрпочвенного оглинения в средней части профиля, а также дефляционным выносом тонких фракций из верхнего горизонта. К тому же можно допустить вероятность передвижения мелких

фракций вниз по профилю суглинистых почв в период временного увлажнения.

Свойства

(в этом разделе все данные в таблицах приведены по красновато-бурым дифференцированным карбонатным среднесуглинистым почвам, 1980).

Микроагрегированность почв относительно слабая (табл. 47), на крупнопылеватую (0,05-0,01 мм) и мелкопесчаную (0,25-0,05 мм) фракции приходится более 50% агрегатов.

Своеобразно изменение содержания глинистых минералов по профилю: верхний горизонт обогащен палыгорскитом, а нижние – иллит-сметтитом, т. е. набухающими глинистыми минералами, причем в нижних горизонтах, как правило, отмечается также повышенное содержание ила.

Таблица 47

Микроагрегатный состав красновато-бурых дифференцированных карбонатных среднесуглинистых почв (содержание фракций, %)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Размер частиц, мм					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
A1	0-19	11,0	25,6	34,3	9,2	14,2	5,7
B1 _{Ca}	20-30	9,3	28,2	31,5	8,9	14,3	7,8
B2 _{Ca}	40-50	11,1	22,4	34,7	8,9	15,1	7,8
B3 _{Ca}	70-80	15,0	16,6	21,9	39,6	6,6	0,3
BC _{Ca}	110-120	37,5	16,8	14,3	31,2	0,2	нет
C1 _{Ca}	200-210	21,1	21,2	22,6	6,7	13,8	14,6
C2 _{Ca}	290-300	5,4	20,2	33,0	9,1	15,8	16,5

Анализ валового химического состава свидетельствует о сиаллитном составе минеральной части почвы (табл. 48, 49). Молярные отношения $SiO_2:R_2O_3 = 6-7$; $SiO_2:Al_2O_3 = 7-8$. Широкие молярные отношения $Al_2O_3 : Fe_2O_3 (3-4)$ указывают на значительное преобладание алюминия над железом.

Содержание SiO_2 в верхних горизонтах значительно варьирует (от 30 до 70%), что обусловлено разной степенью карбонатности. Повышение его, связано также с привнесением тонкого кварцевого песка из Сахары (благодаря эоловому фактору). Количество Al_2O_3 к горизонту B_{ca} снижается, а затем в гори

Таблица 48

Валовой состав красновато-бурых дифференцированных карбонатных среднесуглинистых почв (в % на прокаленную навеску)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	SO ₃	Na ₂ O	Молярные отношения		
											$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
A1	0-19	58,60	13,05	5,62	0,87	16,44	2,40	0,13	0,13	0,67	7,61	3,62	6,46
B1 _{Ca}	20-30	56,74	13,24	5,96	0,87	17,31	2,57	0,13	0,10	0,54	7,26	3,47	6,26
B2 _{Ca}	40-50	56,77	12,33	5,12	0,86	19,14	2,92	0,18	0,12	0,50	7,73	3,76	6,20
B3 _{Ca}	70-80	42,65	8,96	3,62	0,58	38,21	3,45	0,19	0,15	0,48	8,06	3,86	7,10
BC _{Ca}	110-120	34,16	8,07	3,14	0,51	48,25	3,61	0,18	0,16	0,46	7,17	4,01	7,00
C1 _{Ca}	200-210	50,59	10,74	4,26	0,75	27,71	3,00	0,18	0,07	0,70	7,98	3,93	6,91
C2 _{Ca}	290-300	58,90	12,77	5,69	0,89	16,44	2,32	0,12	0,03	0,73	7,81	3,50	6,53

Таблица 49

Химический состав красновато-бурых дифференцированных карбонатных среднесуглинистых почв

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус	Азот	C:N	Валовое содержание, %		Доступные формы, мг на 100 г почвы		CO ₂	Ca	Mg	SO ₄ гипса, %
					%		K ₂ O	P ₂ O ₅				
A1	0-19	1,65	0,117	8,2	2,56	0,06	138,0	1,29	8,71	7,10	0,45	0,26
B1 _{Ca}	20-30	1,21	0,082	8,6	2,77	0,18	114,0	0,12	9,64	7,80	0,50	0,13
B2 _{Ca}	40-50	0,92	0,075	7,1	2,76	0,10	97,0	0,20	10,29	8,30	0,42	0,15
B3 _{Ca}	70-80	0,46	0,032	8,3	1,84	0,12	46,4	0,10	21,60	18,51	0,46	0,18
BC _{Ca}	110-120	0,36	0,025	8,2	1,62	0,10	46,4	0,10	25,77	21,81	0,60	0,20
C1 _{Ca}	200-210	-	-	-	2,26	0,18	80,0	0,20	15,94	13,13	0,46	0,09
C2 _{Ca}	290-300	-	-	-	2,46	0,18	114,0	0,15	9,64	7,73	0,43	0,04

зонте С снова увеличивается. Содержание железа колеблется в пределах 5-6%. Валовых форм СаО и MgO много.

Гумусированность горизонта А составляет 0,56-1,65% (в среднем 1,04%). Обеспеченность азотом низкая, отношение С : N узкое. Почвы бедны фосфором (валовым и подвижным), но высоко обеспечены калием.

Данные определения CO₂ подтверждают морфологические наблюдения о дифференциации профиля по карбонатности. Общей тенденцией является возрастание ее с глубиной, достигающее максимального значения в горизонте Вса. В составе карбонатов соотношение СаО и MgO варьирует в довольно широких пределах, что свидетельствует о разнообразии известковых пород, на которых сформированы почвы, и возможности их доломитизации. Содержание-SO₄ гипса низкое. Почвы характеризуются щелочной и сильнощелочной реакцией среды. Среднее значение рН в верхнем горизонте составляет 8,5 (от 7,3 до 9,1). С глубиной щелочность возрастает (табл. 50). Емкость катионного обмена колеблется от 8,20 до 17,60 мэкв на 100 г почвы.

Таблица 59

Горизонт	Глубина взятия образца, см	рН	Обменные катионы, мэкв на 100 г почвы				
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма
A1	0-19	8,2	9,60	0,80	0,76	0,34	11,50
B1 _{Ca}	20-30	8,3	9,76	2,56	2,17	0,34	14,83
B2 _{Ca}	40-50	8,5	8,80	1,76	1,68	0,13	12,37
B3 _{Ca}	70-80	8,5	5,60	1,76	0,81	0,17	8,34
BC _{Ca}	110-120	9,1	3,36	0,96	0,76	0,17	5,25
C1 _{Ca}	200-210	9,5	5,10	1,77	1,43	0,23	8,53
C2 _{Ca}	290-300	9,6	5,44	2,56	1,33	0,32	9,65

Вниз по профилю она постепенно снижается. В составе поглощенных оснований, как правило, преобладает кальций и только в нижних горизонтах ряда почв отношение Са:Mg <1. В почвенно-поглощающем комплексе содержится натрий, в отдельных случаях его количество может превышать 5,0% от суммы обменных оснований.

Почвы имеют низкую обеспеченность медью, цинком, молибденом, кобальтом и высокую бором и марганцем. Содержание подвижного железа не

достигает критического для растений уровня (табл. 51).

Таблица 51

Содержание подвижных микроэлементов в красновато-бурых дифференцированных карбонатных среднесуглинистых почв

Горизонт	Глубина взятия образца, см	B	Cu	Zn	Co	Mo	Fe	Mn
A1	0-19	3,25	0,77	0,85	0,23	0,05	3,99	70,0
B1 _{Ca}	20-30	2,60	0,59	0,73	0,15	0,04	2,22	43,0
B2 _{Ca}	40-50	2,65	0,45	0,73	0,17	0,06	4,44	32,0
B3 _{Ca}	70-80	2,90	0,64	1,25	0,24	0,02	2,21	18,0
BC _{Ca}	110-120	5,65	0,61	1,49	0,33	0,03	2,65	11,0
C1 _{Ca}	200-210	13,80	0,51	1,07	0,24	0,22	3,93	22,0
C2 _{Ca}	290-300	7,92	0,67	0,79	0,14	0,33	3,05	20,0

Количество водорастворимых солей варьирует в значительных пределах. Вниз по профилю их содержание увеличивается (табл. 52).

Таблица 52

**Электропроводность и состав водорастворимых солей в красновато-бурых дифференцированных карбонатных среднесуглинистых почв
(% к воздушно-сухой почве)**

мЭКВ на 100 г почвы

(по данным почвенно-экологической экспедиции в Ливии, 1980)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	ЕС ммс/с М 25°	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ^{..}	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
A1	0-19	0,24	нет	<u>0,034</u> 0,55	<u>0,020</u> 0,56	<u>0,012</u> 0,25	<u>0,008</u> 0,40	<u>0,002</u> 0,18	<u>0,015</u> 0,65	<u>0,005</u> 0,13	0,095
B1 _{Ca}	20-30	0,18	-	<u>0,041</u> 0,68	<u>0,004</u> 0,12	<u>0,018</u> 0,38	<u>0,008</u> 0,40	<u>0,002</u> 0,18	<u>0,012</u> 0,50	<u>0,004</u> 0,10	0,089
B2 _{Ca}	40-50	0,18	-	<u>0,041</u> 0,68	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,009</u> 0,18	<u>0,008</u> 0,40	<u>0,003</u> 0,23	<u>0,005</u> 0,20	<u>0,004</u> 0,09	0,071
B3 _{Ca}	70-80	0,21	-	<u>0,038</u> 0,63	<u>0,007</u> 0,20	<u>0,008</u> 0,16	<u>0,006</u> 0,30	<u>0,002</u> 0,20	<u>0,010</u> 0,45	<u>0,002</u> 0,04	0,073
BC _{Ca}	110-120	0,19	-	<u>0,048</u> 0,78	<u>0,002</u> 0,07	<u>0,011</u> 0,22	<u>0,004</u> 0,20	<u>0,002</u> 0,13	<u>0,016</u> 0,70	<u>0,002</u> 0,04	0,084
C1 _{Ca}	200-210	0,40	<u>0,009</u> 0,30	<u>0,070</u> 1,15	<u>0,022</u> 0,62	<u>0,037</u> 0,78	<u>0,010</u> 0,50	<u>0,002</u> 0,15	<u>0,048</u> 2,10	<u>0,004</u> 0,10	0,202
C2 _{Ca}	290-300	0,36	<u>0,014</u> 0,45	<u>0,025</u> 1,40	<u>0,015</u> 0,42	<u>0,004</u> 0,09	нет	нет	<u>0,053</u> 2,30	<u>0,002</u> 0,06	0,173

В карбонатных засоленных и солонцевато-засоленных почвах сумма водорастворимых солей высокая, начиная с поверхности. Тип засоления преимущественно хлоридный и сульфатно-хлоридный.

Плотность твердой фазы почв изменяется по профилю в пределах 2,64-2,73 г/см³. её значения в основном увеличиваются с глубиной, хотя в сильно-опесчаненных верхних горизонтах они могут быть более высокими, чем в нижних. Верхние горизонты почвы имеют, как правило, среднюю степень уплотненности (1,21-1,22 г/см³), нижние - более высокую (до 1,27-1,36 г/см³).

Общая порозность верхних горизонтов составляет в среднем 54%, в нижних она уменьшается до 47%. Хорошая аэрация почв даже при увлажнении до наименьшей влагоемкости обеспечивает высокую порозность аэрации - в пределах 18 - 26% от объема почвы. Наименьшая влагоемкость (НВ) равняется 27-30% от объема почвы. Однако запасы влаги при этом определяются главным образом мощностью мелкоземистого слоя.

Среднесуглинистые глубококоразвитые почвы с залеганием корового горизонта с 90 см являются средневлагоемкими (запас влаги при НВ 2500 м³/га), среднеразвитые легкосуглинистые - маловлагоемкими (1750 м³/га). Влажность завядания в слое 0-50 см 13-15%, количество доступной влаги составляет 13-16% от объема почвы. Запасы недоступной и максимально доступной влаги примерно одинаковы – 700 - 740 м³/га.

Исследуемые почвы характеризуются удовлетворительной скоростью впитывания воды с поверхности за 1-й час полива (57 мм/ч), хорошей (0,6 мм/мин) и высокой (0,8 мм/мин) скоростью фильтрации, что связано во многом с сильно распыленной структурой верхнего слоя почв.

Сельскохозяйственное использование

Значительные площади красновато-бурых аридных почв интенсивно используются в сельском хозяйстве под ячмень, в меньшей степени - под овес, пшеницу.

Наиболее освоены почвы легкого гранулометрического состава. На фоне орошения получают хорошие урожаи апельсина, мандарина, лимона, маслин,

бахчевых и овощных культур. Выращивают также виноград, инжир, миндаль, иногда финиковую пальму, которая относится к солеустойчивым культурам. Почвы тяжелого гранулометрического состава в основном заняты естественными пастбищами.

Развитие земледелия лимитируется климатическими условиями и прежде всего недостатком влаги. Но и потенциальное плодородие почв невысокое, поэтому требуется непременно применение органических и минеральных удобрений, в первую очередь азотных и фосфорных, посев многолетних трав, применение микроудобрений при обязательном орошении. Нормы удобрений определяются мощностью мелкоземистого слоя. Засоленные почвы требуют промывки, лучше использовать закрытый дренаж. При высокой каменистости, щебнистости необходимо проведение культуртехнических мероприятий. Для предотвращения деградации почв нужны защитные мероприятия от водной и ветровой эрозии, борьба с деградацией (наступление песков). Хорошие результаты дает лесонасаждение.

Вопросы:

1. Распространение красновато-бурых аридных почв.
2. Особенности почвообразования красновато-бурых аридных почв.
3. Генезис красновато-бурых аридных почв.
4. Строение, состав и свойства красновато-бурых аридных почв.
5. Сельскохозяйственное использование красновато-бурых аридных почв.

4.4.2. Бурые аридные субтропические почвы

Первые сведения о бурых полупустынных почвах можно найти в работах С. Г. Гмелина (1768) и П. С. Паласса (1773). Как самостоятельный тип они были выделены В. В. Докучаевым, который в своей первой классификации (1879) назвал их красными солончаковыми, а в последующей (1900) переименовал в бурые солонцовые.

М. А. Глазовская (1972) включает данный тип в генерацию субэрадных фульватно-карбонатных почв, в семейство фульватно-ксерокарбонатных, широко распространенное в сухих и пустынных степях умеренных субтропических и тропических поясов. К этому семейству принадлежат: 1) сероземы;

2) бурые (несолонцеватые) пустынно-степные (центрально-азиатские и патагонские), полупустынь умеренных широт; 3) бурые, серые и красные (красновато-бурые) карбонатные почвы пустынных степей и пустынных саванн субтропического и тропического поясов (brown, grey and red calicheous soils, soils brunes de steppe a croute calcaire).

Е. В. Лобова и А. В. Хабаров (1983) включают бурые полупустынные почвы в формацию нейтральных и слабощелочных почв сухого субтропического климата, в полупустынную субтропическую фацию.

Несмотря на накопленный значительный материал по географии и характеристике в систематике многое остается еще неясным. Так, в прибрежной полосе Северной Африки (вдоль Атлантического океана и Средиземного моря), а также в области Атласских гор в сухой степи выделяют каштановые, а в районах, обращенных к пустыне, - сероземы и светло-бурые наряду с солончаковыми почвами и мокрыми солончаками (Шишов и др., 1984). В свою очередь, Н. Н. Розов, М. Н. Строганова (1979) отмечают, что на склонах Атласских гор, обращенных к Сахаре, преобладают сероземы под опустыненными степями с альфой. На почвенной карте мира (под ред. В. А. Ковды, 1975) в районе Северной Африки выделен лишь тип серозем.

В Северной Африке бурые аридные субтропические почвы занимают северо-западную часть Сахары у южного подножия Атласских гор; в Южной Африке - западное краевое плато Большого уступа, плато Верхнее Карру. В Южной Америке распространены в области Прекордильер и Пампинских сьерр, в западной части Гран-Чако, в междуречье Рио-Негро и Рио-Колорадо. Встречаются в Северной Америке на территории высокого нагорья (Большой Бассейн), между Скалистыми горами на востоке, Каскадными горами и хребтом Сьерра-Невада на западе (главным образом, в штате Невада и во внутренней части Мексиканского нагорья).

Общая площадь в Африке составляет 406,1 тыс. км², или 1,34% от площади континента; в Южной Америке - 405,3 тыс. км² (2,27%) и в Северной Америке - 290,8 тыс. км² (1,20%). Вместе с тем условия формирования бурых полу-

пустынных субтропических почв имеют свои особенности.

Условия почвообразования

Климат. Формирование бурых полупустынных субтропических почв происходит в условиях аридного и экстрааридного типов биоклимата при чередовании короткого (3 - 4 мес – октябрь-апрель) периода увлажнения и длительного (8-9 мес) периода иссушения. Среднегодовая температура около 20°, абсолютный максимум достигает 55°. Самый жаркий месяц - август, а самый холодный - январь; очень высоки суточные амплитуды температуры воздуха. Индекс аридности - 3,1-5,9. Годовое количество осадков составляет 400 мм и менее. Большое значение имеет ветровой режим и дефляция. Так, на севере Сахары преобладают ветры со скоростью 40-45 км/ч, дующие около 90 дней в году. Сухость воздуха, частые ветры, высокие температуры воздуха и поверхностей обуславливают высокую испаряемость в течение года.

В южно-африканской части фации наблюдается значительная континентальность климата, осадков меньше (100 - 350 мм), выпадают они преимущественно зимой и имеют ливневый характер. Тип водного режима непромывной. Среднегодовая относительная влажность воздуха - около 40%. Специфика климатических условий объясняется расположением этой территории на стыке двух биоклиматических областей: субтропической и тропической. Своеобразный гидротермический режим, связанный с неравномерностью увлажнения на фоне резких колебаний годового и суточного температурных режимов, оказывает влияние на весь спектр биологических процессов и физико-химических процессов, обуславливающих характер почвообразования. Влияние Средиземного моря сводится к минимуму, поэтому остепнение и опустыненность (дезертификация) начинаются вблизи Средиземноморского побережья и в современный период охватывают почти всю зону Сахеля.

Возраст средиземноморских почв древний (10 тыс. лет и более), что позволило им пережить несколько фаз почвообразования, обусловленных чередованием климатических условий в четвертичном периоде (плювиальные и межплювиальные климаты). Таким образом, это сложные полигенетические почвы,

свойства которых во многом унаследованы от предыдущих эпох.

Рельеф. Для африканских субтропиков характерно преобладание плато, часто расчлененных сухими руслами рек (вади), высотой от 300 до 1500 м, иногда с останцовыми массивами, островными горами, пониженными участками древних аккумулятивных равнин.

Средиземноморское побережье Африки представлено последовательной серией четвертичных террас, связанных с постепенным тектоническим поднятием материка. Бурые аридные почвы формируются по южным склонам, обращенным к пустыне. В Ливийской Джамахирии они встречаются на южном макросклоне нагорья Джебель-аль-Ахдар в пределах волнистого, ложбинно-рядового, холмистого и столового типов рельефа. Бурые аридные почвы занимают различные элементы мезорельефа: днища вади, склоны, реже встречаются на водоразделах.

Почвообразующие породы. Образование бурых аридных почв связано прежде всего с почвообразующими породами, обогащенными карбонатами, содержащими гипс и легкорастворимые соли.

Солевые аккумуляции в почвообразующих породах и плакорных почвах аридных областей могут быть связаны: 1) с накоплением солей в предшествующие геологические эпохи, в период формирования самих пород или в предшествующую гидроморфную фазу засоления почв; 2) с поступлением на поверхность почв солей с осадками и пылевыми массами.

В аридном климате древние солевые сульфатные и хлоридно-сульфатные аккумулятивные коры выветривания очень консервативны. Малое количество осадков (в 10-15 раз меньше, чем возможная испаряемость) - основная причина сохранения солей в современном почвообразовании. Даже при разливе и дефляции соленосных пород в новых аккумулятивных аллювиальных, делювиальных, пролювиальных и эоловых наносах присутствуют гипс и легкорастворимые соли.

Бурые аридные почвы формируются на элювиальных, элювиально-делювиальных и элювиально-пролювиальных карбонатных, часто засоленных от-

ложениях суглинистого, реже глинистого гранулометрического состава. Коренные породы представлены олигоценowymi и миоценовыми известняками. Образуются в условиях хорошего дренажа, при глубоком залегании грунтовых вод.

Растительность. Растительный покров отчетливо и ярко отражает специфичность климатических условий. Усиление аридности климата к югу наряду с антропогенным влиянием способствует развитию пустынных формаций с преобладанием ксерофитных полукустарников, особенностью которых является замедленный цикл развития и относительная бедность флористического состава. Сказывается присутствие в почвообразующей породе и в почве гипса и легкорастворимых солей, поэтому для этих почв характерны полукустарничковые пустынные степи, саванны и пустыни с господством различного рода полыней (*Artemisia*) и ксерофитных полукустарничковых галофитов из рода *Anabasis* и др. Эдификатором полынной формации является *Artemisia inculta*, образующая преимущественно ассоциации *Thymus capitatus*, *Mixto herbsa* и *Artemisia inculta-Mixto herosa*. Из других видов растений в указанных ассоциациях встречаются кустарники: *Anabasis oropediorum*, *Hammada scoparia*, *Noaea mucronata*; однолетние травы: *Tristaria glumcia*, *Avena barbata*, *Malva aegyptia*, *Stipa capensis* и др.; многолетние травы: *Stipa lagascae*, *Ly-gemu spartum*. Весной однообразный фон растительного покрова оживляют эфемеры, среди которых наибольшее распространение имеет *Poa bulbosa*. Полынь покрывает до 15 - 20% поверхности почвы, а травы до 30 - 40%.

Флористический состав наглядно свидетельствует о преобладании представителей пустынной флоры. Большинство полукустарничков, кустарничков полупустынных и пустынных группировок содержит много зольных элементов, особенно в листьях, поступающих в наземный опад. В полынях содержание золы в листьях составляет 4,7 - 6,5%. В ней преобладает калий, кальций, а также натрий и магний.

Для южной части Африки характерны сообщества суккулентных кустарников, алоэ, акаций, жестких трав, а также отдельных деревьев семейства молочайных.

Генезис, классификация

Сложность трактовки генезиса бурых полупустынных субтропических почв обусловлена, с одной стороны, слабой изученностью фациальных особенностей, а с другой - недостаточностью данных о специфике почвообразовательных процессов и генетических особенностей. Длительный цикл континентального развития в условиях экстрааридности климата и непромывного типа водного режима определил господство полупустынного почвообразования. В свою очередь, с этим тесно связано ослабленное гумусонакопление. На основной дерновый почвообразовательный процесс часто накладываются процессы засоления, оглинения и осолонцевания.

Особенности гидротермического режима обуславливают наличие 2 периодов почвообразования: непродолжительного теплого и влажного, когда активно протекают биологические процессы, гумификация и одновременно интенсивная минерализация органического вещества с высвобождением значительной части зольных элементов; длительного летнего сухого и жаркого (ксеротермического), когда почти полностью прекращается биологическая деятельность.

При гумификации образуются преимущественно фульвокислоты. Невысокое содержание гумуса и преобладание в его составе светлоокрашенных веществ обуславливает светлую окраску гумусовой части профиля. Светлопалевый, бурый цвет верхнего горизонта связан также с наличием карбонатов кальция по всему профилю. Преобладающие окислительные условия приводят к высокой минерализации органического вещества, к накоплению окристаллизованных форм железа и к появлению в связи с этим красных и коричневых тонов в окраске почв. Во влажный период наблюдается внутрипочвенное выветривание и оглинение средней части профиля.

Бурые аридные почвы характеризуются слабой выщелоченностью карбонатов и легкорастворимых солей (до глубины максимального промачивания). Освобождающийся при минерализации органических остатков натрий частично связывается в сульфаты и хлориды - хорошо растворимые соли, значительная

часть которых вымывается в нижние горизонты. Часть освобождающегося натрия связывается углекислотой в бикарбонат NaHCO_3 , подвижность его значительно меньше, что обусловлено обменными реакциями с присутствующим в поглощающем комплексе почв кальцием. В результате образуется коллоид-бикарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ легко переходящий в нерастворимый карбонат CaCO_3 , не участвующий в дальнейших обменных реакциях. При ежегодном поступлении бикарбонатов натрия из разлагающихся растительных остатков и многократном воздействии на почву щелочных растворов органические и минеральные коллоиды в поверхностном горизонте почвы при увлажнении пептизируются и перемещаются вниз по профилю на небольшую глубину (15 - 20 см). По мере увеличения общей концентрации растворов и замены поглощенного натрия кальцием гипса коллоиды выпадают в осадок.

Для районов распространения бурых природных субтропических почв характерна фасеточная структура почвенного покрова. Компонентом являются в основном красновато-бурые аридные аналоги, приуроченные к микропонижениям. На микроповышениях, где складываются менее благоприятные условия водно-солевой циркуляции, преобладают бурые полупустынные почвы. На юге они граничат с сероземами, с серо-бурыми и серо - коричневыми почвами субтропических полупустынь, с примитивными почвами пустынь, солевыми корами, песками. В Северной Африке встречаются как в виде однородных выделов, так и в ассоциациях с литосолями бурыми и солончаками автоморфными.

Бурые полупустынные субтропические почвы имеют элювиально-иллювиальный профиль, характеризуются: бурой или светло-бурой окраской; слоистой структурой верхнего горизонта; низким содержанием гумуса; оглинением; насыщенностью почвенно-поглощающего комплекса щелочно-земельными основаниями; карбонатностью всего профиля при заметном уменьшении содержания карбонатов в верхней его части; хорошо выраженными карбонатными новообразованиями; частым засолением; каменистостью и защебненностью; подверженностью воздействию водной и ветровой эрозии.

По классификации Л. Л. Шишова (1980) [21], тип бурых аридных почв подразделяется на подтипы: дифференцированных и слабодифференцированных. В пределах подтипов выделяют роды: карбонатный, карбонатный засоленный, карбонатный солонцевато-засоленный.

Строение профиля, состав и свойства

Для почв с мощным и глубококоразвитым профилем характерна дифференциация на горизонты:

A1 - B1ca - B2ca - B3ca – BCca – Cca – R.

В менее развитых профилях часть нижних горизонтов (B2ca, B3ca, BCca, Cca) отсутствует в связи с высоким залеганием плотных коренных пород.

Морфологическое описание дается на примере профиля, заложенного в Ливийской Джамахирии.

A1 - гумусово-аккумулятивный горизонт, мощность 17 - 20 см, светло-бурый или бурый цвет (иногда с желтоватыми тонами), легко-, средне-, реже тяжелосуглинистый и глинистый гранулометрический состав, слоеватая или комковато-пылевая (на пашне) структура, слабоуплотненное или рыхлое сложение, заметная переработанность насекомыми, обилие мелких корешков, наличие мелких камней, обломков ракушек;

B1ca - средняя мощность 24 см (от 11 до 40 см). Бурый или светло-бурый цвет, более тяжелый гранулометрический состав, большая уплотненность, комковатая, реже ореховато-комковатая структура, заметная переработанность насекомыми, наличие карбонатных новообразований, представленных псевдомицелием, реже мелкими конкрециями. Встречаются мелкие и средние камни, обломки ракушек;

B2ca - средняя мощность 40 см (от 13 до 68 см). Интенсивный бурый и красновато-бурый цвет, в большинстве случаев более тяжелый, чем B1ca, гранулометрический состав, заметная оглиненность, плотное сложение, слабо развитая коричневая система, наличие редких ходов насекомых, мелких и средних камней, изредка обломки ракушек. Карбонатные новообразования представлены пятнами, мелкими и средними конкрециями, иногда отмечается слабая цементация;

Сса - почвообразующая порода светло-бурого цвета; тяжелосуглинистый и глинистый гранулометрический состав, бесструктурность, плотное и очень плотное сложение, карбонатная цементация, наличие обломков известняка;

Р - коренная порода, представленная плотным известняком белого, розовато-белого или розовато-серого цвета.

Род карбонатных засоленных почв, наряду с описанными признаками, характеризуется присутствием в почвенном профиле на глубине до 120 см повышенных количеств водорастворимых в виде пятен, прожилок и выцветов. Почвы карбонатного солонцевато-засоленного ряда имеют осветленный верхний горизонт слоегато-пластинчатой структуры, который ясно переходит в горизонт Вса, более тяжелый по гранулометрическому составу, имеющий отчетливые признаки солонцеватости: мелкоглыбистую или призмовидноглыбистую структуру, плотное сложение, трещиноватость, иллювиально-карбонатный горизонт отчетливо выражен и имеет плотное сложение.

В отличие от бурых (по данным почвенно-экологической экспедиции в Ливии; Л. Л. Шишов и др., 1980) аридных дифференцированных почв подтип бурых слабодифференцированных почв в мезорельефе занимает более приподнятые участки. По гранулометрическому составу доминируют легко- и среднесуглинистые почвы, по лощинам распространены глинистые, вблизи пустыни - супесчаные разновидности (табл. 53).

Таблица 53

Гранулометрический состав бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы (содержание фракций, %)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Фракция >2 мм, %	Размер частиц, мм							
			2-1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
Ap	0-21	2,5	0,7	2,6	15,8	40,8	14,2	18,4	7,5	40,1
B1 _{Ca}	30-40	5,0	1,0	6,2	23,0	32,1	10,7	17,0	10,0	37,7
B2 _{Ca}	60-70	11,5	3,0	7,4	19,3	28,9	12,1	16,8	12,5	41,4
B3 _{Ca}	88-98	11,1	2,4	5,8	14,8	26,4	12,7	17,4	20,5	50,6

Вниз по профилю, особенно в иллювиальном горизонте, по сравнению с верхним увеличивается содержание физической глины и ила. Наиболее четко

эта дифференциация наблюдается в роде карбонатных засоленных и карбонатных солонцевато-засоленных почв. Микроагрегированность в верхних горизонтах средняя, реже слабая и хорошая. Водопрочность микроагрегатов возрастает в средней части профиля (табл. 54).

Таблица 54

Микроагрегатный состав бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы (содержание фракций, %)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Размер частиц, мм					
		>0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
A1	0-21	5,1	27,2	35,7	13,8	13,1	5,1
B1 _{Ca}	30-40	8,3	36,2	30,0	9,6	10,7	5,2
B2 _{Ca}	60-70	12,5	32,5	27,2	11,5	11,5	5,2
B3 _{Ca}	88-98	10,8	38,6	25,8	8,3	15,0	1,5

Минеральная часть имеет сиаллитный состав, свидетельством чего являются широкие молярные отношения $SiO_2 : Al_2O_3$ и $SiO_2 : R_2O_3$. Максимальное количество SiO_2 находится в верхнем горизонте, вниз по профилю его содержание постепенно снижается. Содержание валовых R_2O_3 колеблется незначительно, что является особенностью автоморфных почв (кроме солонцеватых) аридной зоны. Молекулярные отношения $SiO_2 : R_2O_3$ и $SiO_2 : Al_2O_3$ варьируют в незначительных пределах, что указывает на устойчивость минеральной плазмы и незначительную химическую трансформацию ряда химических соединений в процессе полупустынного почвообразования (табл. 55).

Илистая фракция бурых аридных дифференцированных почв представлена иллит-палыгорскит-каолининовой ассоциацией. В небольших количествах присутствуют иллит-сметтит, хлорит, набухающий хлорит, иногда смектит, из неглинистых минералов - изредка кварц. Минералогический состав вторичных минералов обуславливает такие особенности химических и физических свойств, как обогащенность калием и магнием, низкий коэффициент объемного расширения, в целом хорошую водопроницаемость.

Таблица 55

Валовой состав бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы (в % на прокаленную навеску)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Потеря При прокаливании, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	SO ₃	Na ₂ O	Молярные отношения		
												$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
Ap	0-21	19,24	52,26	13,02	5,70	0,93	22,48	3,14	0,08	0,08	0,56	6,8	3,6	5,3
B1 _{Ca}	30-40	21,81	48,34	12,12	5,30	0,86	28,58	2,75	0,08	0,06	0,66	5,7	3,6	5,3
B2 _{Ca}	60-70	20,88	49,10	12,69	5,50	0,81	26,75	2,88	0,08	0,08	0,58	6,5	3,6	5,1
B3 _{Ca}	88-98	22,64	45,40	13,08	5,80	0,86	28,76	3,27	0,07	-,05	0,60	5,9	3,5	4,6
R	98-108	41,89	7,18	1,30	0,82	0,15	88,10	2,09	0,10	0,13	0,10	9,4	2,5	6,7

Таблица 56

Химический состав бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус	Азот	C:N	Валовое содержание, %		Доступные формы, мг на 100 г почвы		CO ₂	Ca	Mg	SO ₄ гипса, %
					K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅				
Ap	0-21	0,95	0,078	7,1	1,52	0,14	117,8	1,23	11,72	8,37	0,69	0,09
B1 _{Ca}	30-40	0,64	0,055	6,7	1,08	0,11	75,4	0,71	14,90	11,03	0,58	0,07
B2 _{Ca}	60-70	0,55	0,050	6,4	1,27	0,11	47,1	0,35	13,69	10,84	0,57	0,04
B3 _{Ca}	88-98	0,62	0,044	8,2	1,84	0,11	68,3	0,42	14,48	11,22	0,60	0,06
R	98-108	-	-	-	0,08	0,04	10,7	0,41	38,39	33,12	0,69	0,16

Содержание гумуса (табл. 56) в верхних горизонтах сильно варьирует в зависимости от гранулометрического состава - от 0,51 до 1,85%. Отношение $C_{гк} : C_{фк}$ меньше 1. С усилением солонцеватости фульвокислот становится больше, а гуминовых меньше. Малая гумусированность и преобладание в составе гумуса фульвокислот обуславливает их бесструктурное состояние. Количество валового азота в верхних горизонтах составляет 0,030 - 0,128% (в среднем 0,070%). отношение $C : N$ - в среднем 8,2. Преобладают почвы с узким и средним отношением $C : N$, что свидетельствует о высокой степени гумификации органического вещества. Бедность гумусом и азотом объясняется ксерофитным характером растительности, быстрой минерализацией органического вещества в аридных условиях.

Общее содержание фосфора - 0,10-0,18%. Подвижных форм его также мало, обычно не более 2 мг на 100 г почвы. Максимальное количество доступного фосфора отмечается в верхних горизонтах, что связано с его биогенной аккумуляцией, а в пахотных горизонтах - и с применением минеральных удобрений. Доступного фосфора больше в карбонатных и карбонатных засоленных почвах, меньше - в карбонатных солонцевато-засоленных.

Общее содержание валового калия - 0,66-3,15% доступного калия - в верхних горизонтах 73,0-263,8 мг на 100 г почвы. Такая обеспеченность объясняется минералогическим составом, где широко представлены минералы группы гидрослюды и, в частности, минерал, богатый калием - иллит.

Содержание CO_2 карбонатов высокое - 3,5-8,0%. Преобладают соединения кальция, однако в некоторых возрастает доля карбонатов магния, что свидетельствует о доломитизированности почвообразующих пород. Содержание SO_4^{2-} - гипса низкое - 0,02 - 0,27%. Бурые аридные почвы имеют щелочную реакцию среды - 7,9-9,0, по мере приближения к засоленной почвообразующей породе щелочность повышается. Емкость катионного обмена в верхних горизонтах варьирует в пределах 8,7-25,0 мэкв на 100 г почвы и увеличивается в горизонте V_{ca} . Среди обменных катионов преобладает кальций, обменного магния несколько меньше. В солонцевато- засоленных почвах количество обменного натрия превышает 5% от емкости катионного обмена (табл. 57).

Физико-химические свойства бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	рН	Обменные катионы, мэкв на 100 г почвы				
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма
Ap	0-21	8,8	8,32	2,85	2,50	0,21	13,88
B1 _{Ca}	30-40	8,7	9,39	3,77	1,60	0,22	14,52
B2 _{Ca}	60-70	8,7	9,69	4,97	1,00	0,52	16,18
B3 _{Ca}	88-98	8,5	10,64	4,56	1,45	0,41	17,06
R	98-108	8,8	6,27	1,25	0,75	0,30	8,57

Степень солонцеватости колеблется от слабой до сильной.

Бурым аридным почвам свойственен процесс континентального соленакопления, обусловленный главным образом гидротермическим режимом, характером растительности. Отчасти имеет значение наличие солей в почвообразующих породах, они не выносятся из почвенного профиля, а лишь выщелачиваются из верхних горизонтов на некоторую глубину. Образование солей в почвах может быть связано также с процессом импัลверизации. Тип засоления по анионам хлоридный, сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный, по катионам - натриевый и кальциево-натриевый, реже маг-ниевый-натриевый. Степень засоления варьирует от слабой до очень сильной. Среди водорастворимых солей преобладает токсичный для растений хлористый натрий (табл. 58).

Особенности водно-физических свойств в основном определяются тяжелым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса и слабой оструктуренностью по профилю. Плотность твердой фазы и плотность почв составляют соответственно 2,60-2,70 и 1,25-1,52 г/см³. Максимальная уплотненность профиля отмечается в горизонте B2_{Ca}. Общая порозность уменьшается с глубиной и варьирует в пределах 43,4-52,3%. Наименьшая влагоемкость - от 24,6 до 31,2%. Влажность устойчивого завядания растений в слое 0 - 100 см - 12,0-19,6%, содержание доступной влаги - 8,7 - 15,1% от объема почвы. Сквашность аэрации при НВ составляет 22,2-26,5% и только в горизонте максимального уплотнения - B2_{Ca} она неудовлетворительная - 12,3%.

**Электропроводность и состав водорастворимых солей бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжело-суглинистой почвы
(% к воздушно-сухой почве)
мЭКВ на 100 г почвы
(по данным почвенно-экологической экспедиции в Ливии, 1980)**

Горизонт	Глубина взятия образца, см	ЕС ммос/см 25 ⁰	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
Ap	0-21	0,21	<u>0,043</u> 0,10	<u>0,004</u> 0,12	<u>0,011</u> 0,22	<u>0,009</u> 0,44	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,008</u> 0,34	<u>0,007</u> 0,18	0,083
B1 _{Ca}	30-40	0,28	<u>0,003</u> 0,49	<u>0,014</u> 0,39	<u>0,015</u> 0,33	<u>0,007</u> 0,35	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,016</u> 0,70	<u>0,003</u> 0,08	0,086
B2 _{Ca}	60-70	0,36	<u>0,033</u> 0,54	<u>0,028</u> 0,78	<u>0,017</u> 0,36	<u>0,010</u> 0,50	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,025</u> 1,08	<u>0,001</u> 0,02	0,115
B3 _{Ca}	88-98	0,44	<u>0,032</u> 0,52	<u>0,030</u> 0,84	<u>0,030</u> 0,62	<u>0,011</u> 0,54	<u>0,003</u> 0,24	<u>0,026</u> 1,14	<u>0,002</u> <u>0,06</u>	0,1343

Примечание. CO₃⁻⁻ — не обнаружено

Бурые аридные почвы являются средневлагоемкими: запас влаги при НВ в слое 0,100 см – 2560-2780 м³/га, в том числе доступной – 1055-1140 м³/га, а не доступной – 1505 - 1640 м³/га, что составляет более 50% от НВ (табл. 59).

Почвы суглинистого гранулометрического состава в целом характеризуются удовлетворительной водопроницаемостью с поверхности за 1-й час (30,0 мм/ч) и пониженной водопроницаемостью (0,2 мм/мин) при установившемся расходе влаги. Нижние горизонты профиля имеют низкую водопроницаемость (0,1 мм/мин). В условиях орошения поливные нормы из расчета увлажнения 0-100 см слоя и поддержания предполивной влажности на уровне 70% от НВ должны составлять 800-850 м³/га.

Таблица 59

Водно-физические свойства бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы (% от объема почвы)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Плотность, г/см ³		Общая порозность	Наименьшая влагоемкость	Порозность аэрации	Влажность завядания	Доступная влага	Естественная влажность
		твердой фазы	почвы						
Ap	0-20	2,62	1,25	52,3	27,1	25,2	12,0	15,1	9,5
B1 _{Ca}	30-40	2,69	1,30	51,7	25,5	26,2	15,2	10,3	13,1
B2 _{Ca}	60-70	2,69	1,52	43,5	31,2	12,3	19,6	11,6	19,2
B3 _{Ca}	88-98	2,70	1,40	48,1	25,9	22,2	-	-	18,4

Вниз по почвенному профилю содержание бора увеличивается, марганца и цинка уменьшается. Отмечается биогенная аккумуляция в верхних горизонтах меди, цинка, кобальта. Распределение молибдена по профилю почв неравномерное. Обеспеченность цинком, молибденом, железом низкая, медью и кобальтом - средняя и низкая, бором и марганцем - высокая (табл. 60).

Сельскохозяйственное использование

Аридный и экстрааридный биоклимат, характеризующийся неурегулированным водным режимом, а также наличие негативных эдафических свойств (маломощность, скелетность, засоление) определяют ограниченное использование бурых полупустынных субтропических почв в сельском хо-

зяйстве. В настоящее время они заняты главным образом естественными пастбищами.

На отдельных участках, по выровненным понижениям распространено богарное земледелие с возделыванием ячменя по зерно-паровому типу.

Таблица 60

Содержание подвижных микроэлементов (мг/кг почвы) бурой аридной дифференцированной карбонатной засоленной тяжелосуглинистой почвы.

Горизонт	Глубина взятия образца, см	B	Cu	Zn	Co	Mo	Fe	Mn
Ap	0-20	2,50	0,50	0,81	0,17	0,02	2,72	76,0
B1 _{Ca}	30-40	3,75	0,17	0,71	0,15	0,02	2,22	63,0
B2 _{Ca}	60-70	3,35	0,10	0,67	0,14	0,04	2,74	47,5
B3 _{Ca}	88-98	3,35	0,07	0,55	0,12	0,02	2,72	44,0
R	90-108	1,02	0,18	0,78	0,24	0,02	1,05	10,0

В перспективе бурые аридные почвы легкосуглинистого гранулометрического состава следует более широко вовлекать в производство зернового направления с возделыванием в богарных условиях ячменя, проса, нута, вики, сорго. При возможности орошения предпочтительнее культура пшеницы, гороха, суданской травы, африканского проса, люцерны и овощных культур, а на землях легкого гранулометрического состава - бахчевых. Породный состав многолетних насаждений должен быть ограничен маслинами, миндалем, виноградом.

На слаборазвитых, а также песчаных и супесчаных почвах с большой мощностью мелкоземистого слоя целесообразна организация пастбищ с выращиванием засухоустойчивых культур кустарничкового и полукустарничкового типа.

Слабо- и средnezасоленные почвы можно отводить под посевы ячменя, а при орошении - под солеустойчивые овощные культуры, сорго и люцерну. При сильной степени засоления оставлять их под естественными пастбищами.

Обязательным условием должно быть широкое внедрение полевых защитных лесных полос, лесопосадок, применение специальной системы обработки, направленной на накопление и сохранение почвенной влаги, а также предотвращения дефляции. Для почв среднего и тяжелого гранулометрического состава необходима глубокая отвальная вспашка плугом с почвоуглубителем при чередовании с мелкой обработкой (на 10-14 см) культиватором со стрельчатыми лапами или культиватором-плоскорезом. На почвах легкого гранулометрического состава следует применять исключительно безотвальную обработку, а на подверженных дефляции - комплексную противоэрозионную.

Вопросы:

1. Распространение бурых аридных субтропических почв.
2. Условия почвообразования бурых аридных субтропических почв.
3. Генезис бурых аридных субтропических почв.
4. Строение, состав и свойства бурых аридных субтропических почв.
5. Сельскохозяйственное использование бурых аридных субтропических почв.

4.4.3. Сероземы

Сероземы являются продуктом субаридных субтропических условий и, по мнению ряда исследователей, условия их образования близки к сухим средиземноморским. Они выделены в США, Иране, Китае, Северной Африке, в Южной и Северной Америке, в Средней Азии, Юго-Восточной Азии, Австралии. Российские почвоведы (С.В. Зонн, 1974) считают эталоном пустынных условий почвообразования Среднюю Азию с её теплым и сухим климатом, с годовым атмосферным увлажнением в пределах 150-350 мм.

Не во всех странах, где выделены сероземные почвы, диагностические показатели совпадают. Однако выделение этих почв в качестве самостоятельных типов, указывает на известную устойчивость диагностических признаков и свойств, проявляющихся как в субаридных, так и в аридных областях.

Области сероземообразования существенно отличаются от климатических режимов формирования бурых полупустынных почв.

Условия почвообразования

Климат. Среднегодовая температура в типичной сероземной области изменяется в пределах 9,3-16,5⁰, средние температуры января колеблются от +2⁰ до -5⁰, а июля от - 26 до 30⁰. Среднегодовое количество осадков от 130 до 353 мм. Основная их масса выпадает в зимнее-весенний период. Летом осадков почти нет.

Рельеф. Почвы формируются на разных элементах рельефа, что во многом обуславливает их разделение па подтипы. Светлые сероземы занимают равнинные территории, типичные – предгорные равнины и темные – в высоких предгорьях и в горах.

Почвообразующие породы. Почвы формируются преимущественно на мелкоземистых, типа лессовидных суглинков, породах. Значительно реже сероземообразование отмечается на элювии коренных пород. почвообразующие породы сероземов образовались в условиях аридного субтропического выветривания, для которых характерны миграция и аккумуляция легкорастворимых солей – хлоридов, сульфатов и карбонатов – и образование солевых корок и кор, а также миграция и переотложение кремнезема, т.е. силификация. В Северной Африке встречаются коры карбонатные и другого химического состава, мощность которых достигает нескольких метров. Часто в почвах наблюдаются и коровые горизонты.

Растительность. Растительный покров представлен субтропической степью или низкорослой саванной, дающим незначительное количество высокозольного растительного опада. Многие исследователи относят растительность к эфемерной- низкотравно-полусаванной. Количество надземных органических остатков колеблется в пределах 0,5 – 1,5 т/га, а подземных (корневых) 15-21 т/га. Суммарное поступление равно – 16-22,4 т/га, что близко к суммарному количеству органической массы, поступающей с опа-

дом в степи и сухой степи. Однако запасы гумуса в сероземах значительно уступают его запасам в темно-каштановых и черноземных почвах. В 50 см толще в сероземах запасы гумуса колеблются от 62 до 107 т/га, тогда как в темно-каштановых почвах они равны 200-250 т/га. Эти различия указывают на более интенсивную минерализацию органических остатков в сероземных областях не только на поверхности, но и в корнеобитаемой толще.

Процессы аридного выветривания не доходят до стадии распада алюмосиликатов на отдельные окиси. Продукты выветривания отличаются высоким содержанием гидрослюд и первичных минералов. Глинистые минералы образуются в условиях нейтральной или щелочной реакции. Для почвообразующих пород сероземов, наряду с гидрослюдами, характерно высокое содержание монтмориллонитовых глин.

Генезис сероземов

Ведущий процесс почвообразования – дерновый. В специфических условиях формирования сероземов дерновый процесс протекает ослаблено. Небольшие количества поступающих в сероземы растительных остатков минерализуются почти нацело, и в поверхностном горизонте почв накапливается 1,5-3,0% нейтрального или щелочного гумуса. В составе гумусовых кислот фульвокислоты преобладают над гуминовыми.

Фульватный характер гумуса и щелочная реакция среды способствуют мобилизации и передвижению кремнезема, а продолжительный сухой сезон препятствует этому. Железо и алюминий мало подвижны.

В формировании сероземных почв участвуют процессы карбонатизации и декарбонатизации. Галоморфные процессы засоления и рассоления проявляются не во всех почвах сероземного типа, а в основном в светлых сероземах (Розанов, 1951). Высокое развитие карбонатизации в значительной степени подавляет процессы осолончакования и осолонцевания.

В значительной степени проявляется процесс метаморфического оглинивания, который особенно активно проявляется на глубине 20-40 см от по-

верхности. Вместе с тем ряд исследователей утяжеление средней части профиля сероземной почвы связывают не с процессом оглинивания, а относят это явление к реликтовым признакам (Н.Г.Минашина, 1974). Она отмечает, что повышение ила характеризует остаточные горизонты палеопочв, погребенных более «молодыми» отложениями.

Как гумусообразование и оглинивание первичных минералов, так и вымывание карбонатов и легкорастворимых солей активно проявляются в дождливый сезон.

Классификация, строение, состав и свойства сероземов

В соответствии с классификацией почв СССР (1977) в типе сероземных почв выделяют три подтипа: сероземы светлые, типичные и темные. С.В.Зонн (1974) предлагает в обширной группе сероземных почв выделять несколько типов:

1. **пустынные сероземы** с подтипами: такыровидные, гипсоносные, коровые;
2. **сероземы** с подтипами: северные, типичные, солончаковатые, солонцеватые, орошаемые;
3. **сероземно-луговые** почвы с подтипами: алювиально-луговые, дельтово-луговые, сазовые луговые, орошаемые

Профиль типичных сероземов имеет строение:

A1 – B1 – Bca – Cca,

где: A1 – гумусовый, светло-серого цвета, слабооструктуренный, сверху слоевато-чешуйчатый, к низу структура переходит в комковатую, средняя мощность горизонта 15-20 см, переход в следующий горизонт слабозаметный по цвету;

B1 – второй гумусовый горизонт (переходный), более светлой окраски, палевый, горизонт комковатый, рыхлый, средняя мощность 10-15см;

Bca – иллювиально-карбонатный горизонт, коричневатопалевой окраски, карбонаты в виде расплывчатых пятен, конкреций желтовато-бурого цвета, мощностью 60-90 см;

Cca – почвообразующая лессовидная порода, скопления карбонатов, со 130-200 см скопления гипса.

Морфологической особенностью сероземов является слабая дифференциация профиля на генетические горизонты, особенно в светлом подтипе,

что дало основание некоторым авторам считать возможным не устанавливать дифференциацию профиля. Вместе с тем по цвету, сложению, формам выделения карбонатов горизонты четко разделяются, особенно в подтипе серозем темный.

Валовой состав показывает однородность и устойчивость минеральной массы сероземов. В них нет элювиального передвижения отдельных окисей и ясно преобладает силикатный MgO и CaO, особенно в коллоидной фракции. Кроме того, в последней, существенно увеличивается содержание Na₂O, что позволяет предположить преобладание монтмориллонитовых минералов. Минералогический состав крупной фракции этих почв представлен полевыми шпатами, кварцем и слюдами. Из высокодисперсных минералов преобладают монтмориллониты и гидрослюды, встречаются также вермикулит, хлорит, опал и т.д. (табл. 61).

Таблица 61

Валовой состав светлого суглинистого серозема, в % на безгумусовое и бескарбонатное вещество (А.Н.Розанов, 1951)

Глубина см	ППП, %	CO ₂ %	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Молекулярные отношения	
											$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
Почва												
0-10	10,26	6,84	70,04	6,09	13,12	0,22	1,18	2,14	2,74	1,37	9,1	30,7
12-22	10,03	7,83	69,67	6,09	13,42	0,19	1,28	2,08	2,03	1,20	8,8	30,6
30-40	10,74	8,71	69,77	6,27	13,30	0,18	0,73	2,13	2,02	1,50	8,8	30,0
50-60	11,41	9,44	69,52	6,09	13,30	0,14	1,12	2,03	2,91	1,42	8,8	30,5
70-80	11,93	9,47	64,27	6,08	13,48	0,14	1,16	2,-4	2,61	1,48	8,7	30,4
100-110	11,99	10,40	70,28	6,53	12,38	0,16	1,13	1,85	2,13	1,48	9,7	28,7
Коллоидная фракция (<0,2 мк)												
30-40	19,93	Не опр.	53,16	10,58	21,35	0,07	0,02	4,08	2,86	7,76	4,2	13,4
150-160	15,01	-	52,91	10,57	19,71	0,51	0,09	4,76	2,96	7,79	4,6	13,3

В почвах преобладают фракции размером от 0,25 до 0,01 мм, что снижает адсорбционную способность почв не только в отношении катионов, но и гумусовых веществ. В распределении фракции <0,001 мм заметно слабое увеличение её до глубины 50-60 см, т.е. до горизонта с повышенным количе-

ством карбонатов. Более детальное изучение распределения по профилю частиц <0,001 мм и <0,2 мк, позволило А.Н.Розанову (1951) утверждать, что увеличение ила и коллоидов до глубины 60 см, обусловлено метаморфическим оглинением.

Содержание гумуса в светлых сероземах не превышает 2,0-2,5%. В темных сероземах - 4-5%. Азота от 0,08-0,14% в светлых до 0,3-0,4; в темных подтипах. Гумусовый горизонт растянут и включает горизонты (А1+В1). Содержание гумуса с глубиной падает постепенно и часто нижняя граница гумусового горизонта находится на глубине 80-100 см. (таб. 62).

Таблица 62

Физико-химические показатели сероземов (А.Н.Розанов, 1951)

Глубина см	рН водн.	гумус	азот	C:N	ЕКО мэкв/100 г	Обменные катионы, %				Сухой остаток, %
		%				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	
0-10	8,1	2,23	0,14	9	8,11	84	10	6	нет	0,158
12-22	8,4	1,00	0,007	8	7,20	76	17	7	-	Не опр.
30-40	8,4	0,52	Не опр.		6,12	58	27	12	3	0,084
50-60	8,5	0,48	-		5,18	68	18	12	2	0,424
70-80	8,3	0,31	-		4,74	75	19	4	2	Не опр.
100-110	8,2	0,22	-		5,08	49	46	3	2	0,140
150-160	8,7	нет	-		4,94	35	55	6	4	Не опр.

Сероземы имеют относительно невысокую емкость катионного обмена, что связано с невысоким содержанием гумуса и глинистых минералов. Степень насыщенности основаниями высокая, среди оснований преобладает кальций. Реакция среды щелочная, к низу щелочность увеличивается.

Для сероземов характерно высокое содержание карбонатов. Количество и состав карбонатов увеличивается с глубиной, указывая на некоторое перемещение их под влиянием осенне-зимних осадков. В составе карбонатов преобладают CaCO₃, содержание MgCO₃ невысокое.

Сероземы обладают высокой порозностью, хорошо выраженной микроструктурностью, для них характерна высокая водопроницаемость, оптимальная плотность (1,1-1,2 г/см³).

При орошении физические свойства сероземов ухудшаются.

В Средней Азии районы поливного земледелия носят название - оазисы. Учитывая, что культура орошаемого земледелия в странах Средней Азии имеет большую историю, а общая площадь оазисов составляет более 60 тыс. км², то есть необходимость рассмотреть особенности этих почв.

Изменения естественной почвы под влиянием орошаемого земледелия (Горбунов, 1965) проявляется в следующем: 1) развитию элювиального процесса под влиянием дополнительного увлажнения оросительными водами; 2) формирование нового агроирригационного горизонта почвы в результате привноса водами взвесей и растворимых веществ; 3) повышению биологической активности и аккумуляции биологически деятельных элементов в почве при посредстве культурных растений и в результате сопутствующего культуре агротехнического воздействия на почву.

Дополнительное поступление воды в почву при орошении создает новый ирригационный тип водных режимов, существенным отличием которых, по А.А.Роде, является «многократность увлажнения, сопровождаемая глубоким (сквозным или несквозным) промачиванием почвы или почвенно-грунтовой толщи в течение вегетационного периода» (А.А.Роде, 1965).

Свойственный сероземам непромывной режим под влиянием орошения преобразуется в промывной. Эта смена режимов влажности ведет к интенсификации элювиального процесса.

Поступление воды при орошении способствует разрушению микроагрегатов, свойственных карбонатным почвообразующим породам и развитым на них почвам на большую глубину. Орошение активизирует процессы физического и химического выветривания и приводит к заметному оглиниванию профиля, и к некоторому увеличению емкости обмена.

С поливной водой приносятся на орошаемые поля, как в твердом, так и растворимом виде громадные количества взвесей и питательных веществ. Ежегодно на каждый гектар орошаемой пашни поступает до 10-17 т взвесей, что дает ежегодный прирост ирригационных отложений в 0,8-1,3 мм. По

данным Б.В.Горбунова (1965) мощность антропогенных горизонтов в почвах таких древних оазисов, как Хорезмский, Бухарский, Самаркандский, Мургабский, достигает 1-2 м и более.

Смена условий поступления, минерализации и синтеза органических веществ, изменение теплового, воздушного, водного и питательного режимов, аккумуляция ирригационных наносов и формирование культурного генетически нового горизонта, обогащенного биологически деятельными элементами, - все это позволяет рассматривать почвы оазисов в качестве особых типов.

Сельскохозяйственное использование

В сельском хозяйстве сероземы используются только под орошаемые культуры, что связано с крайне засушливым климатом районов их распространения. Почвы имеют хорошие физические свойства, богаты калием, фосфором, микроэлементами. Бедность гумусом, азотом требуют внесения как минеральных, так и органических удобрений, на которые сельскохозяйственные культуры особенно отзывчивы в условиях орошения.

Почвы характеризуются слабой сопротивляемостью к водной эрозии, они быстро заплывают при орошении, образуя на поверхности корку. Поэтому при орошении почвы требуют специальной обработки, а также использования севооборотов и противоэрозионных мероприятий.

При правильном орошении с использованием мер по борьбе с вторичным засолением, при проведении глубокой обработки почв для улучшения физических свойств орошаемых земель и других мероприятий на сероземах получают постоянные и высокие урожаи самых требовательных культур, в том числе и наиболее ценную культуру – хлопчатник.

На сероземах возделывают и получают высокие урожаи риса, кукурузы, джугара, свеклы, люцерны, табака, клещевины, сои, арахиса, гороха и т.д. Успешно вводится в культуру сахарный тростник. Наряду с полеводством на сероземах развито плодоводство и овощеводство.

Вопросы:

1. Диагностические показатели пустынных почв субтропиков.
2. Особенности пустынного почвообразования (по Е.В.Лобовой).
3. Особенности почвообразования сероземов.
4. Генезис сероземов.
5. Строение, состав и свойства сероземов.
6. Сельскохозяйственное использование сероземов.

4.4.5. Серо-бурые пустынные почвы

Серо-бурые пустынные почвы встречаются в КНР, Монголии, Иране, Афганистане, в республиках Средней Азии.

Серо-бурые пустынные почвы – это супесчаные и более тяжелые почвы суббореальных и субтропических пустынь, обладающих пористой коркой на поверхности, слоеватым горизонтом под ней и серией карбонатных, гипсоносных горизонтов. Распространены исключительно в Азии.

Условия почвообразования

Климат пустынь сухой, резко континентальный, характеризуется низким количеством осадков в сочетании с интенсивным испарением. Годовая норма осадков колеблется от 80 до 100 мм, испаряемость достигает 1500 мм. $KУ = 0,1-0,2$. Режим увлажнения обладает резкой контрастностью. На фоне общего господства в течение года чрезвычайной низкой влажности наступают кратковременные периоды сравнительно высокого увлажнения, к которым приурочена бурная вспышка в развитии растений, почвенных микроорганизмов, разнообразных биохимических процессов и выветривания. Периоды увлажнения наступают зимой и ранней весной; летом осадков практически не бывает.

Рельеф. Серо-бурые пустынные почвы распространены на равнинах древнего возраста, таких как Устьурт, Бекпак-Дала, Мангышлак и т.д.

Почвообразующие породы представлены главным образом элювием-делювием глин, песчаников, мергелей, известняков, магматических пород. Часто эти отложения перекрыты лессовидными суглинками и супесями. Ли-

тологическое своеобразие пустынной зоны заключается в том, что элювиальные, пролювиальные и делювиальные отложения имеют преимущественно песчаный или супесчаный гранулометрический состав и в той или иной мере скелетны. Причины скелетности – удаление мелкозема ветром.

Геохимическая особенность пустынного ландшафта – широкое распространение древних форм коры выветривания, благодаря сухому климату. Отложения сильно загипсованы, широко распространены хлоридное и сульфатное засоление, засолен даже элювий.

Растительность. Особенности растительности пустынной зоны – изреженность и наличие своеобразных форм, выработанных как приспособление для экономичного расходования влаги: ксерофильность, сокращение листовой поверхности, суккулентность (представителями суккулентов являются агавы, кактусы, алоэ, которые способны сохранять большое количество воды в листьях и стволах). Так как почвы летом высыхают до воздушно - сухого состояния, в вегетации растений, наряду с зимним, появляется устойчивый летний период биологического покоя. Это препятствует развитию степных дерновинных злаков, широкое распространение получает полынно - солянковая растительность с глубокой корневой системой. Весной развиваются эфемеры и эфемероиды. Общая биомасса около 40 ц/га, из них 80-90% приходится на корни. Ежегодный прирост небольшой и равен, практически опад – 12 ц/га. С опадом в почву поступает 60 кг/га азота и зольных элементов. Общий запас органической массы солянковых пустынь и кустарниковых тугаев превышает 10 ц/га. Опад отличается высокой зольностью. В зеленых частях полукустарничковых растений она достигает 15-20%, солянок – до 50%. Зольность эфемеров не превышает 5-8%. Деятельность растений может способствовать засолению поверхностных горизонтов серо-бурых почв. Особенно характерно засоление содой, образующейся при разложении опада, богатого натрием, в процессе взаимодействия последнего с CO_2 воздуха.

На поверхности, характерной для серо-бурых пустынных почв, корочки, отмечается наличие водорослей и лишайников.

По характеру растительности, тесно связанному с экологическими условиями, различают следующие типы пустыни: каменистые (гамады), песчаные, глинистые, солончаковые.

Каменистые пустыни (гамады) занимают древние плато и останцовые возвышенности и покрыты полынно-солянковой полукустарничковой растительностью со слабым развитием эфемеров.

Песчаные пустыни значительно богаче, как по видовому составу, так и по продуцируемой растительной массе. Распространены: песчаная осока, мятлик луковичный, песчаный овес (селин), кустарники кандым, песчаная акация, белый саксаул и др. На этих территориях атмосферные осадки глубже проникают в почву, труднее испаряются, в них создается дополнительное увлажнение за счет конденсации влаги паров воздуха.

Глинистые пустыни выделяются мелкоземистыми почвогрунтами различного, не обязательно глинистого гранулометрического состава, но, как правило, имеют на поверхности глинистую или илистую пленку и отличаются плохими водно-физическими свойствами. Характерный ландшафт глинистых пустынь – безжизненные, лишённые высшей растительности пространства такыров, покрытые водорослями и лишайниками.

Солончаковые пустыни имеют очень разреженную растительность, нередко массивы «злостных» солончаков, на которых растительность полностью отсутствует.

Наряду с серо-бурыми пустынными почвами в пустынной зоне большие территории заняты: пустынными песчаными почвами, такыровидными пустынными почвами, такырами, лугово-пустынными и луговыми почвами.

Генезис серо-бурых пустынных почв

Существуют две точки зрения на генезис серо-бурых пустынных почв:

1. свойства серо-бурых пустынных почв соответствуют комплексу современных факторов почвообразования, прежде всего характеру климата и растительности;

2. многие свойства серо-бурых пустынных почв не объяснимы современными факторами и процессами и связаны с предшествовавшими эпохами более влажного климата.

Плювиальные эпохи обусловили более активную геохимическую миграцию веществ, мощную эрозионную деятельность и интенсивную гидрогенную аккумуляцию. С влажным климатом было связано и приближение к поверхности почвенно-грунтовых вод, развитие процессов гидрогенной аккумуляции карбонатов, гипса, легкорастворимых солей, а также проявление таких процессов как оглинивание и ожелезнение. Согласно этой точки зрения, аккумуляция в серо-бурых пустынных почвах карбонатов и особенно гипса, часто достигающих многих сотен тонн на 1 га, является реликтовыми признаками, не связанными с современными почвенными процессами. К реликтовым признакам относят и дифференциацию профиля серо-бурых пустынных почв по содержанию ила, наличие оглиненного V_{Ca} горизонта.

Аридизация климата, последовавшая за периодом увлажнения, привела к замедлению процессов превращения и миграции минеральных веществ.

Почвообразовательный процесс охватывает небольшую толщ серо-бурых пустынных почв. Глубина проникновения влаги на лессовидных суглинках ограничена 20-30 см, на песках достигает 100 см. Низкая увлажненность обуславливает маломощность почвенного профиля, вялость биохимических процессов. Наиболее активно идущими процессами можно считать образование корки и подкоркового горизонта. Дерновый процесс очень слаб и кратковременен.

Современное засоление связано преимущественно с импульверизацией солей в приморских районах, развеванием солевой корки солончаков и переносом солей на окружающие почвы, а также с вовлечением солей глубоких

почвенных и подпочвенных горизонтов в биологический круговорот. Соли, поступающая с растительным опадом на поверхность почвы, вызывают засоление и подщелачивание почв.

Классификация серо-бурых пустынных почв

По особенностям термического режима серо-бурые почвы делятся на 3 фациальных подтипа:

1. серо-бурых пустынные очень теплые промерзающие (Мангышлак, Центральный Устюрт, северная часть Кызылкумья, Бекпак-Дала);
2. субтропические кратковременно-промерзающие (южная часть Мангышлака, Устюрта и Кызылкумов, Красноводский полуостров, Заунгузские Каракумы, подгорные равнины Ферганской долины);
3. субтропические жаркие непромерзающие (Каракумы, подгорные равнины Копет-Дага и т.д.)

Серо-бурые пустынные почвы подразделяются на роды:

- обычные солончаковатые (легкорастворимые соли залегают с 30 см), поверхность оголенная, трещиноватая (такыровидная), корка непрочная, характерная растительность: белая полынь, боялыш.
- серо-бурые солончаковые, количество солей более 0,3% с самой поверхности. Растительность: биюргун, различные виды солянок;
- серо-бурые гипсоносные – на глубине 50-70 см содержат горизонты шестоватого (губчатого) гипса;
- высокогипсоносные (бозынгены) – с глубины 12-15 см отмечается губчато-шестоватый гипс. Растительность почти отсутствует, очень характерны редкие экземпляры кырк-бугума.
- такырно-солонцеватые – поверхность почвы такыровидная, корка прочная, подкорковый горизонт состоит из более грубых, угловатых отдельностей, весь профиль уплотнен, обнаруживает высокую общую щелочность. Характерное растение биюргун;

- такыро-солонцевато-гипсоносные – те же признаки, но при наличии горизонта обильного скопления гипса;
- промытые – приурочены к блюдцевидным и воронковидным западинам, отличаются полной опресненностью всего профиля, корка тонкая и хрупкая.

Видовое деление серо-бурых пустынных почв отсутствует.

Лугово-пустынные серо-бурые почвы – аналоги лугово-степных бурых полупустынных почв. Развиваются по понижениям под злаково-полынной растительностью.

Строение, состав и свойства серо-бурых пустынных почв

Строение профиля серо-бурых пустынных почв:



С поверхности они покрыты пористой коркой палево-серого цвета мощностью 4-7 см (K), под которым залегает слоеватый, рыхлый горизонт мощностью 5-7 см (A₂ или E). Ниже следует более темный, коричневатый или бурый оглиненный уплотненный горизонт, содержащий белоглазку (B_{Ca}), с глубины 40-50 см появляются выделения гипса и легкорастворимых солей (BCsa).

Во многих случаях профиль переполнен гипсом в виде губчатой массы, окрашенной в белые и красновато-желтые тона.

Образование корки связано с высокой дисперсностью органической и минеральной части и контрастностью гидротермического режима почв. Причина высокой дисперсности – щелочная реакция почвенного раствора. Щелочность обусловлена бикарбонатами и карбонатами натрия, который образуется при минерализации полынно-солянковой растительности. Прочность корки определяется переходом бикарбонатов натрия и кальция, которые цементируют диспергированную массу.

Слоеватость подкоркового слоя возникает вследствие выноса из него высокодисперсных коллоидных частиц. Обогащение ими средней части профиля снижает водопроницаемость, что усиливает выветривание алюмосиликатов и образование глинистых минералов.

Ряд исследователей (Зольников 1965; Лобова, 1965) связывают формирование слоистого горизонта с зимним промораживанием.

Ожелезнение появляется в результате выветривания минералов, содержащих закисное железо, а также вследствие возникновения кратковременных анаэробных процессов. Последующее окисление и дегидратация приводят к образованию железистых пленок на поверхности минералов.

Серо-бурые несолонцеватые почвы отличаются обычно полноразвитым профилем. Сверху легко отслаивается палево-серая и серая корка, мощностью в 2-4, реже 5 см. корка ячеисто- мелкопористая. Под коркой выделяется палево-серый слоистый горизонт. Под ним уплотненный комковатый, реже – призмовидно-комковатый горизонт. Наблюдается увеличение глинистости по гранулометрическому составу и увеличение емкости поглощения при весьма низком содержании поглощенного натрия и при постоянстве содержания полуторных окисей по валовому составу.

Содержание гумуса в несолонцеватых почвах колеблется от 0,3 до 0,7%. Емкость поглощения не превышает 9 мэкв на 100г почвы. В зависимости от местоположения в рельефе, гранулометрического состава почв и почвообразующих пород, степени выраженности солонцеватого и солончакового процессов, для серо-бурых пустынных почв характерны следующие свойства (табл. 63).

Таблица 63

Физико-химические свойства серо-бурых несолонцеватых суглинистых почв (%) (Е.В.Лобова,1965)

Условия залегания почвы	Почвообразующая порода	Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая вода	Гумус	CO ₂	SO ₄ гипса
Плата Болен-Кыр, полынно-боялычная растительность	Суглинок, с 50 см гипсовый песок, с 80 см - известняк	0-10	0,9	0,25	5,1	0,02
		15-20	9,0	0,24	7,0	0,02
		40-50	12,7	-	10,0	34,0
		100-110	1,4	-	6,6	-

В результате интенсивной минерализации растительных остатков, прерывистости и кратковременности гумусообразования, содержание гумуса в серо-бурых почвах очень низкое (до 1%). Состав гумуса фульватный, он имеет упрощенную структуру, гумусовые вещества связаны с R_2O_3 . Характерно высокое содержание битумов (6-8%). Отношение C:N - узкое - 4-5. Распределение гумуса по профилю довольно равномерное и нередко отличается слабовыраженным максимумом на глубине 10-20 см (здесь ветвятся корни, так как верхний горизонт слишком сухой). ЕКО низкое – 10 мг-экв/100 г; в составе обменных катионов преобладают Ca и Mg. Серо-бурые пустынные почвы карбонатны с поверхности. Содержание карбонатов в корочке достигает 7-11% и постепенно убывает вниз по профилю. Это важный диагностический признак, отличающий серо-бурые пустынные почвы от бурых полупустынных и сероземов. В серо-бурых почвах иногда обнаруживается второй иллювиально-карбонатный горизонт (на глубине 30-50 см), который является реликтом предшествующей стадии развития серо-бурых почв в более влажных условиях. Реакция почв щелочная по всему профилю.

Серо-бурые пустынные почвы гипсоносны и в типичном проявлении засолены легкорастворимыми солями. Они содержат соли в количестве, превышающем 0,3% на глубине 30-80 см, то есть солончаковаты (табл. 64).

Таблица 64

Результаты анализа водной вытяжки серо-бурой несолонцеватой суглинистой почвы (знаменатель – мэкв, числитель -%) (Е.В.Лобова,1965)

Глубина взятия образца см	Плотный остаток	Щелоч ность в HCO_3	Cl ⁻	SO_4^{--}	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
0-10	0,06	<u>0,03</u> 0,5	нет	<u>0,017</u> 0,3	<u>0,016</u> 0,8	<u>0,002</u> 0,2	<u>0,001</u> 0,02
15-20	0,05	<u>0,04</u> 0,7	следы	<u>0,014</u> 0,3	<u>0,01</u> 0,6	нет	следы
40-50	1,20	<u>0,02</u> 0,3	<u>0,007</u> 0,2	<u>0,775</u> 16,1	<u>0,324</u> 16,2	<u>0,033</u> 0,3	<u>0,002</u> 0,1
100-110	1,41	<u>0,009</u> 0,1	<u>0,04</u> 1,3	<u>0,907</u> 18,9	<u>0,339</u> 17,0	<u>0,019</u> 1,6	<u>0,04</u> 1,8

Состав солей хлоридно-сульфатный. Особого внимания заслуживает гипс, который часто образует самостоятельный горизонт на контакте с породой, содержащий 30-60% CaSO_4 , мощностью от 30 до 100 см. Гипсовый горизонт распространен очень широко и всегда связан с самыми древними почвами. Молодые почвы не имеют этого горизонта. Широко встречается и солонцеватость.

Профиль серо-бурых почв не обладающий признаками солонцеватости, текстурно слабо дифференцирован. Кремнезем и полуторные окислы равномерно распределены по профилю. По гранулометрическому составу преобладают супесчаные и легкосуглинистые хрящевато - щебневатые или галечниковые. Главная роль принадлежит тонкопесчаной и крупнопылеватым фракциям.

Почвы отличаются высоким содержанием первичных минералов, выветривание идет очень медленно. В илистой фракции преобладают гидрослюды, минералы смектитовой группы, типичен палыгорскит (аттапульгит).

Серо - бурые почвы имеют неблагоприятные водно-физические свойства. Плотная корка характеризуется низкой водопроницаемостью, поэтому почвы не впитывают влагу и теряют её в результате поверхностного стока и испарения.

Сельскохозяйственное использование

Основные массивы серо-бурых пустынных почв используют под пастбища. При интенсивном использовании пастбищ возможно проявление ветровой эрозии (дефляции).

Опыт орошаемого земледелия этих районов свидетельствует о возможности создания культурно-оазисных почв и получения в условиях орошения и применения удобрений высоких урожаев хлопка, риса, кукурузы, овощей, бахчевых, плодовых культур и винограда. Для освоения наиболее пригодны несолонцеватые, незасоленные или слабосолонцеватые, слабозасоленные почвы на легких породах.

Вопросы:

1. Особенности почвообразования серо-бурых пустынных почв.
2. Генезис серо-бурых пустынных почв.
3. Строение, состав и свойства серо-бурых пустынных почв.

4.4.6. Песчаные пустынные почвы субтропиков

Почвы формируются на перевеянных коренных песках или на древне-аллювиальных песчаных отложениях. Пески разнообразны и богаты по минералогическому составу.

В растительном покрове значительную роль играют крупные кустарники: белый саксаул кандым, каллигонум, песчаная акация. Весной песчаная осока и бромус образуют густой зеленый покров с примесью разнотравья. Наиболее густой эфемеровый злаково-осоковый покров образуется по прикустовым буграм крупных кустарников.

Почвообразование на эловых песках начинается под воздействием псаммофитной растительности. Оно проявляется в накоплении и минерализации растительного опада и в небольшом накоплении глинистых и иловатых частиц. В процессе минерализации растительных остатков и распределении конечных продуктов, происходит образование карбонатного профиля с максимумом карбонатов вверху.

Образование слабоуплотненного слоя в песчаных почвах и превращение серых песков в желтые является результатом процесса «ожелезнения». Уплотнение возникает в наиболее увлажняемых слоях вследствие азвития процесса оглинения. Оглиненный горизонт в песках отчетливо бывает «ожелезнен».

Ожелезнение появляется в результате выветривания железосодержащих первичных минералов, на поверхности которых образуются пленки и чешуйки маловодных форм Fe_2O_3 .

Профиль слабодифференцирован. Под слоем навееянного песка 5-6 см, находится гумусовый горизонт (А), содержащий большое количество нераз-

ложившихся корешков «корешковатый», который проникает на глубину до 20-30 см. В средней части профиля иногда наблюдается слабое накопление пылеватых и илистых частиц. Карбонаты выделяются в виде расплывчатых пятен. На глубине 20-30 см. в почвах появляется небольшое покраснение, связанное с дегидратацией окислов железа во время сильного прогревания.

Почвы бедны гумусом (0,09-0,7%), но гумусовый горизонт проникает на глубину до 30-35 см. Реакция слабощелочная. ЕКО очень низкое. В песчаных почвах котловин встречаются плотные известковые конкреции - аккырши. Наиболее плотные аккырши с железистыми пятнами являются древними гидрогенными образованиями. (таб.65, 66).

Таблица 65

**Характеристика песчаных почв, в %
(Е.В.Лобова,1965)**

Почва	Условия залегания	Почвообразующая порода	Глубина взятия образца см	Гумус	Азот	CO ₂	SO ₄ гипса
Тип: песчаная	Каракумы пологий склон гряды. Растительность: эфемеровая	Мелкозернистый песок, 70-90 см – глина, 90-130 см - мелкозернистый песок, 130-150 см Глина, со 150 см – серый песок	0-5	0,13	0,03	3,71	0,01
			5-10	0,18	-	4,06	0,01
			10-15	0,20	0,02	4,15	0,02
			15-20	0,17	0,01	4,07	0,03
			30-35	-	-	4,28	0,04
			50-55	-	0,01	3,96	0,01
			105-110	-	-	3,33	0,03
150-155	-	-	4,60	0,005			
Тип: песчаная	Кызылкумы: Склон с бархана (под осокой)	Развеванный песок	0-5	0,21	-	2,84	0,03
			5-13	0,26	-	3,08	0,04
			20-30	-	-	3,41	0,04

**Гранулометрический состав и некоторые химические показатели песков пустыни
(по данным В.М.Фридланда,1968; С.В.Зонна 1969)**

Глубина, см	Содержаний фракций, %; размер частиц, мм					рН водн.	Гумус	CaCO ₃	Гипс	ЕКО мэкв/100 г	K ₂ O	P ₂ O ₅
	10-1	1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,001	<0,001		%				мг/100 г почвы	
5-15	3,0	48,3	42,6	3,8	2,3	8,3	0,60	Не опр	15,35	3,57	15,06	следы
20-30	1,0	59,6	35,2	3,1	1,1	8,1	0,08	-	13,54	3,57	96,40	-
40-50	3,2	52,5	38,9	1,8	3,6	7,9		-	16,23	3,69	-	-
1-10	18,7	35,0	41,3	2,6	2,4	8,1	0,12	0,60	13,28	3,57	15,06	следы
40-50	21,2	37,6	33,2	5,1	2,9	8,1	0,23	1,58	14,56	5,36	115,79	-
100-110	22,7	24,9	51,6	0,8	-	8,0	0,40	1,78	12,32	-	-	-
170-180	-	7,6	21,4	21,8	49,2	7,7	0,63	1,18	19,18	-	-	-
0-10	нет	12,3	72,3	7,8	0,3	-	0,36	3,81	-	Не опр		-
140-150	-	9,0	78,4	4,4	0,0	-	Не опр	6,27	-	-	-	-
300-325	-	15,4	74,2	1,5	нет	-	-	8,81	-	-	-	-

Разделение типа песчаных пустынных почв на подтипы не проведено.

При освоении почв необходимо применение лесомелиоративных мероприятий (закрепление песков), иногда глинование, внесение удобрений и орошение.

Вопросы:

1. Особенности почвообразования песчаных пустынных почв субтропиков.
2. Строение, состав и свойства песчаных пустынных почв субтропиков.

4.4.7. Такыровидные пустынные почвы

Почвы распространены в глинистых пустынях Средней Азии и Казахстана. Это относительно молодые почвы древних аллювиальных равнин и обсохших дельт. Образовались преимущественно из почв лугового ряда (луговых, лугово-болотных, лугово-солончаковых) при опустынивании вследствие опускания уровня грунтовых вод. Известен и обратный ряд эволюции, когда такыровидные почвы развиваются вследствие освоения такыров высшей растительностью – зарастающие такыры. В настоящее время такыровидные почвы существуют лишь в условиях атмосферного увлажнения.

Почвы имеют неполно развитый профиль, как правило, засолены. Такыровидные пустынные почвы формируются под полынно-солянковой растительностью с эфемерами, при глубоком залегании грунтовых вод. Отсутствие перераспределения карбонатов в профиле этих почв и отсутствие уплотнения в горизонте В – признаки молодости такыровидных почв. Дифференциация профиля отмечается только в самой верхней его части.

Почвы имеют следующее строение. На поверхности формируется непрочная пористая корочка (К), мощностью 2-5 см, под ней слабовыраженный слоегато-чешуйчатый светло-серый или буроватый горизонт (А2 или Е) и бесструктурный, несколько уплотненный горизонт В, часто со значительным содержанием легкорастворимых солей, который на глубине 20-30 см переходит в слабоизмененную материнскую породу.

Содержание гумуса в верхних горизонтах менее 1%, как правило, доли процентов, особенно в наиболее опустыненных разностях (0,2-0,5%). Реакция

почв слабощелочная или щелочная, ЕКО – 7-12 мг-экв./100 г почвы. Почвы бедны подвижными формами фосфора. Характерной особенностью почв – наличие карбонатов только с поверхности, иллювиальный карбонатный горизонт отсутствует. В профиле почв содержатся легко растворимые хлориды и сульфаты при некотором преобладании последних.

В такыровидных пустынных почвах выделяют следующие фациальные подтипы:

- такыровидные пустынные очень теплые промерзающие почвы. Распространены в низовьях Сырдарьи, в Восточном Приаралье и на аллювиальных равнинах к северу от Каратау;
- такыровидные пустынные субтропические кратковременно промерзающие. Основной ареал – староречья Амударьи, Зеравшана и другие регионы южнее Аральского моря и севернее 40⁰с.ш.;
- такыровидные пустынные субтропические жаркие непромерзающие – в районах Средней Азии южнее 40⁰с.ш.

Разделение на роды: обычные (глубокосолончаковатые), солончаковатые, солонцеватые.

Такыровидные почвы в пустынях образуют комплексы с такырами или с такырами и остаточными солончаками. При этом такыровидные почвы занимают основную поверхность равнины, остаточные солончаки – повышения, а такыры – неглубокие слабозаметные замкнутые понижения, обычно небольшие по площади, сложенными с поверхности глинистыми или суглинистыми отложениями.

Такыровидные пустынные почвы обладают, по сравнению с такырами, несколько большей гумусированностью и лучшими водно-физическими свойствами. Выделяют даже древнеорошавшиеся такыровидные пустынные почвы, которые по морфологии и химизму мало отличаются от обычных такыровидных почв. Характеризуются наличием агроирригационного слоя и признаками бывшего орошения.

Почвы составляют существенный фонд земель, который можно эффективно использовать при освоении пустынных земель с использованием орошения. Будучи освоены под орошаемое земледелие, они переходят в новые типы.

Вопросы:

1. Особенности почвообразования такыровидных пустынных почв.
2. Строение, состав и свойства такыровидных пустынных почв.

4.4.8. Такыры

Такыры – особый тип почв глинистых пустынь Средней Азии. Они имеют паркетобразную поверхность, которая в сухое время года разбита сетью трещин на многочисленные полигональные отдельности.

Такыры - почвы пустынь с аридным или супераридным резко контрастным по температурным условиям зимы и лета, дня и ночи климатом, где годовая норма осадков не превышает 150 мм и обычно менее 50 мм.

Почвы формируются на различных в геоморфологическом отношении территориях, но повсюду приурочены к равнинным слабо расчлененным формам рельефа, часто к неглубоким плоским понижениям. Встречаются небольшими участками, протяженностью в несколько десятков или сотен метров, крупные массивы образуют редко.

Развиваются они на породах различного происхождения: древнеаллювиальных и староирригационных наносах, пролювиальных и делювиальных отложениях. Почвообразующие породы, как правило, тяжелого гранулометрического состава с повышенным содержанием ила. В пределах второго метра глина обычно сменяется песком, иногда галечником. Почвообразующие породы отличаются карбонатностью и засоленностью.

Кроме кратковременно вегетирующих водорослей и лишайников, покрывающих поверхность тонкой пленкой, другой растительности такыры почти не имеют.

Генезис такыров

Исследователи по-разному трактуют образование такыров.

Геологи связывают их формирование с отложением тонких взвесей вод-

ными потоками в древний или современный период. Геоморфологи образование такыров объясняют деятельностью ветра, который формирует определенные формы рельефа. По мнению некоторых геологов и геоморфологов, такыры представляют собой ложе древних и современных высохших озер.

Почвоведы связывают образование такыров с процессами попеременного засоления и рассоления их профиля. А сами такыры определены как поверхностные, или карликовые, солонцы пустынной зоны. В образование такыров большую роль играет глинистый гранулометрический состав почвообразующих пород (почвенно-геологическая гипотеза). Биологическая гипотеза отводит большую роль в образовании такыров низшим растениям, в частности лишайникам и водорослям.

Для образования такыров необходимо периодическое заливание территории поверхностными водами, несущими взвешенный материал и соли, и низкий уровень почвенно-грунтовых вод. При несоблюдении второго условия образуются солончаки.

Такыры относятся по совокупности признаков к почвам, в которых совмещаются одновременно солончаковатость, солонцеватость и осолодение. Степень выраженности этих признаков зависит от геоморфологического положения такыров, которое определяет возможность выноса солей, характера почвообразующей породы и фазы развития такыра.

Такыры имеют своеобразное строение профиля. На поверхности находится очень прочная крупнопористая глинистая корка (К) мощностью 2-8 см, разбитая сетью трещин на многогранные плитки с оплывшимися краями. Трещины проникают до глубины 15-20 см. Высохшая водорослевая пленка придает поверхности розовый оттенок. Подкорковый горизонт (А2 или Е) серый мощностью 6-12 см, состоит из твердых слоегато-чешуйчатых отдельностей. При увлажнении корка и подкорковый горизонт превращается в вязкую массу. Ниже залегает уплотненный неяснокомковатый или бесструктурный горизонт, мало отличающийся от неизменной почвообразованием породы. Общая мощность почвенного профиля не превышает 30-40 см.

Образование корки связано с диспергированием почвенной массы ионом Na^+ и последующим высыханием её в условиях экстрааридного климата. В солонцеватых такырах хорошо выражен комковатый переходный горизонт, который сильно уплотнен вследствие обогащения его коллоидными частицами.

Классификация такыров

Такыры разделяются на 2 подтипа: такыры типичные (водорослевые) и такыры опустыненные (лишайниковые). Представлены такыры тремя родами: - обычные – глубокозасоленные;

- солончаковатые – содержание солей больше 0,3% на глубине 30-80 см;

- опесчаненные – с нанесенными на поверхность бугорками и гривками песка.

Состав и свойства такыров

Все такыры карбонатны с поверхности. Содержание гумуса составляет десятые доли процента (0,3-0,8%). В составе гумуса фульвокислоты преобладают над гуминовыми. Характерно очень узкое отношение C:N, что указывает на относительную обогащенность гумуса такыров азотом. ЕКО невысокая – 5-10 мг-экв/100 г почвы. Реакция среды сильнощелочная. Большинство такыров засолено сульфатами и хлоридами натрия, максимум солей приурочен к подкорковому горизонту. Характерно отсутствие гипсовых аккумуляций. Водно-физические свойства неблагоприятны.

Сельскохозяйственное использование

Использование такыров в земледелии связано с применением комплекса высоко затратных мелиоративных приемов: пескование большими дозами, глубокая плантажная вспашка, промывка от солей, внесение органических и минеральных удобрений, посев растений-освоителей (джугара, просо, люцерна, пшеница и др.). После 2-3 лет освоения возможно возделывание при орошении более требовательных культур (хлопчатник и др.).

Вопросы:

1. Дайте понятие такыры.
2. Генезис такыров.
3. Строение, состав и свойства такыров.

4.4.9. Луговые почвы полупустынь и пустынь

В гидроморфных условиях полупустынной и пустынной зон, существующих в долинах рек, дельтах и на подгорных шлейфах (сазовый режим), распространены комплексы луговых, болотных почв и солончаков.

Условием лугового почвообразования служат преимущественно близкие грунтовые воды (1-3 м), которые обеспечивают постоянное умеренное увлажнение, вызывают развитие обильной специфической растительности, аэробное разложение её остатков и восстановительные процессы в водоносной и прилегающей к ней частям профиля.

Растительность луговой формации, вегетирующая до заморозков, представлена главным образом корневищными злаками (пальчатник, аджерек, тростник, вейник) и другими видами. Местами сохранились тугаи с тополем, лохом, тамариксом.

Луговые почвы характеризуются наличием дернового горизонта, повышенным по сравнению с автоморфными почвами содержанием гумуса, наличием глубоко залегающего оглеения и горизонтов скопления карбонатов и гипса не иллювиального происхождения, а наоборот, обязанных выносу и отложению этих солей восходящими токами влаги.

Различное проявление лугового процесса приводит к большому морфологическому разнообразию почв лугового типа. Оно будет обусловлено, прежде всего, глубиной и степенью минерализации грунтовых вод.

Профиль луговых почв полупустынь и пустынь имеет следующее строение:

Ад – АВg - В_{Саg}(Вg) – С_{Саg}(G)

где: Ад – дерновый, богатый гумусом горизонт;

АВg – гумусовый, в разной степени оглеенный;

В_{Саg} – переходный, в разной степени оглеенный, часто аккумулятивно- карбонатный;

С_{Саg} – почвообразующая порода, в разной степени окарбонатенная и оглеенная.

Общетиповые признаки и свойства луговых почв полупустынь и пустынь: повышенное для почв данной зоны содержание гумуса (1,5-3,0, иногда до 4,0 %), широкое отношение углерода к азоту – до 10-14, отсутствие ясных призна-

ков карбонатного иллювиирования. Накопление карбонатов в нижней части профиля связано с поступлением их из грунтовых вод. Наличие признаков оглеения в средней и нижней частях профиля.

Классификация луговых почв

Среди луговых почв полупустынь и пустынь выделяют два подтипа:

Луговые (типичные) – формируются под типичной луговой растительностью с грунтовой водой на глубине 1,5-2,5 м.

Влажно-луговые (болотно-луговые), формируются под покровом травянистой злаковой и осоково-злаковой растительностью при залегании грунтовых вод на глубине 1-1,5 м. Отличается глубокой и прочной задернованностью, перегнойным характером гумусового горизонта, повышенным содержанием гумуса и сильной оглеенностью подгумусовой части профиля.

Выделяют следующие роды:

- аллювиальные – на мелкоземистых отложениях надпойменных террас; характерны ясная слоистость и большие сезонные колебания уровня грунтовых вод;
- аллювиально-галечниковые – с маломощным мелкоземистым профилем, который подстилается на глубине 0,7 м галечником;
- аллювиально-засоленные – с выделением солей или на поверхности или по профилю;
- сазовые – развиваются под влиянием грунтовых вод сазового (подгорного, устойчивого) режима, омергелеванные в нижней части профиля;
- сазовые засоленные;
- сазовые солонцеватые.

По содержанию гумуса луговые почвы полупустынь и пустынь разделяются на два вида: светлые (<2%) и темные (> 2%).

Во многих регионах луговые почвы на значительных площадях освоены под орошаемое земледелие.

Вопросы:

1. Особенности почвообразования луговых почв полупустынь и пустынь.
2. Строение, состав и свойства луговых почв полупустынь и пустынь.

4.4.10. Лугово-пустынные почвы

При понижении, по тем или иным причинам, уровня грунтовых вод до 2,5- 5,0 м бывшие гидроморфные, преимущественно луговые, почвы эволюционируют в лугово-пустынные. Это относительно молодые почвы, которые характеризуются слабо дифференцированным профилем. Ясно выделяется только гумусовый горизонт, непрочно-комковатый, серый или светло-серый, быстро светлеющий книзу и переходящий в толщу слоистого аллювия.

Содержание гумуса в верхнем горизонте около 2%, на глубине 20-30 см снижается до 0,5%. В нижней части профиля обнаруживаются следы былого гидроморфизма в виде ржавых примазок. Почвы карбонатны по всему профилю. Иллювиальный карбонатный горизонт отсутствует.

В типе лугово-пустынных почв выделяют следующие подтипы:

Луговато-пустынные (луговато-такыровидные) – по морфологии близки к такыровидным почвам. Грунтовые воды на глубине 3,5-5 м.

Лугово-пустынные (лугово-такыровидные) – по свойствам приближаются к луговым почвам, грунтовые воды на глубине 2,5-3,5 м.

Лугово-пустынные почвы дополнительного увлажнения – встречаются на небольших участках подгорной равнины Копетдага. Грунтовые воды глубже 10 м.

Лугово-пустынные серо-бурые – близки по морфологии к серо-бурым почвам, грунтовые воды 2,5- 3,0 м. Встречаются на подгорных шлейфах.

Лугово-пустынные песчаные – близки по морфологии к пустынным песчаным почвам, но отличаются повышенным содержанием гумуса (до 1%). Встречаются в молодых придельтовых районах.

Разделяются на роды: обычные – незасоленные и солончаковатые.

Вопросы:

1. Особенности почвообразования лугово-пустынных почв.
2. Свойства лугово-пустынных почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ПО ПОЧВАМ СУБТРОПИКОВ

1. Быстрицкая Т. Л., Герасимова М. И. О некоторых особенностях почв субтропических равнин Аргентины. Биосфера и почвы. М: Наука, 1976.
2. Герасимов И. П. Географические наблюдения в Северной и Западной Африке//Изв. АН СССР. Сер. Географическая. 1953. № 4-6.
3. Герасимов И. П. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. М.: Наука, 1976.
4. Глазовская М. А. Почвы мира. М.: Изд-во МГУ, 1972. Ч. 1. 1973. Ч. 2.
5. Глинка К. Д. Почвообразование, характеристика почвенных типов и география почв. 2-е изд. М., 1924.
6. Горбунов Б.В. География и классификация почв Азии. М.: Изд-во Наука, 1965
7. Денисов И.А., Воронова Е.П. Основы почвоведения в тропиках и субтропиках, часть I и II. Краснодар, 1974
8. Денисов И.А. Основы почвоведения и земледелия в тропиках. «Колос». М., 1971
9. Добровольский В. В. Вещественный состав и морфология коры выветривания. М.: Изд-во МГУ, 1964.
10. Добровольский В. В. География и палеогеография кор выветривания СССР. М.: Мысль, 1969.
11. Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Руссой равнины. М., 1968.
12. Докучаев В. В. Картография русских почв. СПб, 1879.
13. Докучаев В. В. Предварительный отчет об исследовании на Кавказе летом 1889. Тифлис: Изд-во отд. Рус. Географ, общ-ва, 1900. Т. 12, вып. 3.
10. Драницын Дм. Поездка в Алжир // Тр. Докучаевского почвенного комитета. Пгр., 1915. Вып. 3.
11. Дюшофур Ф. Основы почвоведения. М.: Прогресс, 1970.

12. Захаров С. А. О главнейших итогах и основных проблемах изучения почв Грузии // Изв. Тифл. Гос. Полит. Ин-та, 1924. Вып. 1.
13. Зольников В.Г. Почвы. – В кн.: Якутия. М., 1965.
14. Зонн С.В. Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков М.: Изд-во УДН, 1974
15. Зонн С. В. Тропическое почвоведение. М.: Изд-во УДН, 1986.
16. Кимберг Н.В. О пойменных почвах Верхней Гвинеи. Сб. География и классификация почв Азии. М., 1965.
17. Ковда В. А., Розанов Б. Г. Типы почв, их география и использование. М.: Высшая школа. 1988. Кн. 2.
18. Краснов Л. П. Чайные округа субтропических областей Азии. Вып. 1. Япония, СПб, 1897.
19. Лобова Е.В. Общий обзор проблем классификации почв Центральной и Южной Азии. Сб. География и классификация почв Азии. М., 1965.
20. Лобова Е. В., Хабаров А. В. Почвы. Сер. Природа мира. М.: Мысль, 1983.
21. Минашина Н.Г. Орошаемые почвы пустынь и их мелиорация. М., 1974.
22. Накаидзе Э.К. Коричневые и лугово-коричневые почвы Грузии. Тбилиси, Изд-во «Мецниереба», 1977.
23. Петров В. Н. Основы учения о древних корах выветривания. М.: Наука, 1967.
24. Петров В. П. Пустыни земного шара. Л.: Наука, 1973.
25. Польшов Б. Б. Кора выветривания. М.-Л., 1934.
26. Разумова Древние коры выветривания и гидротермальный процесс. М: Наука, 1977,
27. Роде А.А. Учение о почвенной влаге. Гидрометеиздат. Л., 1965.
28. Розанов А.Н. Сероземы Средней Азии. М., 1951.
29. Розов Н. Н., Строганова М Н. Почвенный покров мира. М.: Изд-во МГУ, 1979.
30. Сауков А.А. Геохимия. М.: Наука, 1975.

31. Соколов И.А. Тропическое почвообразование и выветривание (на примере Лаоса). М.: 2004
32. Шишов Л. Л. Классификация и диагностика главнейших типов почв Ливии//Проблемы освоения пустынь. 1981. № 2.
33. Шишов Л. Л., Пантелеев Л. С. Особенности условий почвообразования в средиземноморской зоне Ливии//Проблемы освоения пустынь. 1981. № 2.
34. Шишов Л. Л., Яшин И. М., Кашанский А. Д., Наумов В. Д. Коры - своеобразные почвы аридных субтропиков Ливии //Проблемы освоения пустынь. 1986. № 4.
35. Шокальская З. Ю. Почвенно-географический очерк Африки. М.: Изд-во АН СССР, 1948.
36. Условия формирования, состав и свойства кор Триполитании (Ливия)/Шишов Л. Л., Яшин И. М., Кашанский А. Д., Наумов В. Д. // Изв. ТСХА. 1984. Вып. 4.
37. Эмберже Л. Области северной Африки и Австралии с средиземноморским климатом. В.кн.: Климатология и микроклиматология. М., 1964.
38. Boul, S.W. Present soil-forming factors and processes in arid and semi-arid regions, «Soil Sci. Soc. Am. Proc.», 99, p. 45-49.
39. Cornel A. Le Terre rosse degli altipiana della Tripolitania//Soil Research. 1933. Vol. 111. No. 3.
40. Kriger N.I. Tertiary Deposits of Africa and Near East Asia, Moscow, 1962.
41. Fischer Th. Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise im Atlas-yorland von Marocco geogr. Mitt. 1900. V. 133.
27. Fraas O. Aus dem Orient. Geologische Beobachtungen um Nil, auf der Sinai-Halbinsel und in Syrien. Stuttgart, 1867.
28. FAO/UNESCO. Soil Map of the World 1: 5 000 000. Paris- UNESCO 1971—1975.
29. Maire Rene. Contribution a l'étude de la flore de l'Afrique du Nord, 18, 19, 20, Extraits des Bulletins de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord., tome 24, No 7, Alger, Juillet, 1933.

30. Soil studies in the easterue zone of the Solialist People's Libyan Arab Jamahiria. Tripoli, 1980.

31. Rei fen berg A. The soils of Syria and the Lebanan//J. Soil Sci. 1952. V. 3, No 1.

32. Rutte E. Kalkkrusten in stilichen Mittelmeergebiet//Z. Dtsch. Geol. Ges. 1960. V. 112, No. 1.

Учебное издание

Наумов Владимир Дмитриевич

ПОЧВЫ ТРОПИКОВ И СУБТРОПИКОВ

Учебник

Ответственный редактор Е.Е. Рытова

Подписано для размещения в Электронно-библиотечной системе
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 16.04. 2022 г.

Оригинал-макет подготовлен Издательством РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел. 8 (499) 977-40-64