

ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ГВИНЕИ

Ю. К. Шашко, Т. Н. Азарёнок, О. В. Матыченкова,
С. В. Дыдышко, Г. Г. Карпович

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое развитие растениеводства, как важнейшей отрасли сельскохозяйственного производства, в республике Экваториальная Гвинея наряду с экономическими факторами, существенно ограничено отсутствием научных представлений об актуальном состоянии почвенно-земельных ресурсов.

Республика Экваториальная Гвинея (РЭГ), одна из трех африканских Гвиней, омывается водами Гвинейского залива и располагается в тропическом поясе земледелия. На севере граничит с Камеруном, на востоке и юге – с Габоном. Общая площадь территории страны – 28052 км². Административное деление 7 провинций. Включает материковую часть Рио-Муни (Мбини) (26 тыс. км²), протянувшуюся на 130 км вдоль побережья и на 300 км вглубь материка и 5 островов общей площадью около 2 тыс. км², крупнейшим из которых является остров Биоко вулканического происхождения (до 1973 г. Фернандо-По) в заливе Биафра. На острове представлены 2 провинции: Северный Биоко, площадью 776 км² с административным центром г. Малабо, являющийся центром Островного региона и Южный Биоко, площадью 1241 км² с административным центром г. Луба (рис. 1, 2). Материковая часть Экваториальной Гвинеи – Рио-Муни по рельефу представлена нагорьем высотой 600–900 м (вершины до 1500 м), вдоль побережья Атлантического океана окаймленное низменной равниной [1–3].



Рис. 1. Картограмма
расположения республики
Экваториальная Гвинея [1, 2]



Рис. 2. Административное
деление республики
Экваториальная Гвинея [1, 2]

Сельское хозяйство (включая лесное хозяйство и рыболовство) в структуре ВВП республики занимает 2,6–2,7 %, тогда как в 1970 г. его удельный вес составлял 15,1 %. Стоимость продукции сельского хозяйства РЭГ в 2022 г. равнялась 0,3 млрд \$ США (161-е место в мире), что на 75–96 % ниже соответствующего показателя стран-соседей – Габона и Камеруна. В расчете на душу населения – 180,5 \$ США занимает 172-е место в мире, что на 33–64 % ниже соответствующего показателя в Камеруне и Габоне соответственно. Доля сельского хозяйства Экваториальной Гвинеи в мире по состоянию на 2022 г. составляла 0,0069 %, в Африке – 0,066 %, в Центральной Африке – 0,71 % [4–8].

В РЭГ сельскохозяйственное производство носит экстенсивный характер и основано на архаичных системах земледелия с низкой продуктивностью [9, 10]. Производство растениеводческой продукции представлено в 2-х направлениях: для собственного потребления, с последующей продажей излишков на внутреннем рынке, и для экспорта. Население занимается выращиванием маниока (кассавы), батата, ямса, маланги, кукурузы, плодов древесных культур – бананов, кокосовой и масличной пальмы, овощей (томатов, баклажанов, капусты, салата, фасоли и бамии (фото 5)). Фрукты (ананасы, манго, папайя, авокадо, апельсины, мандарины) производятся для собственного потребления (фото 1–6). Излишки продукции продаются на местных рынках и покрывают спрос только во время сбора урожая.



Фото 1. Корнеплоды маниока (кассавы)

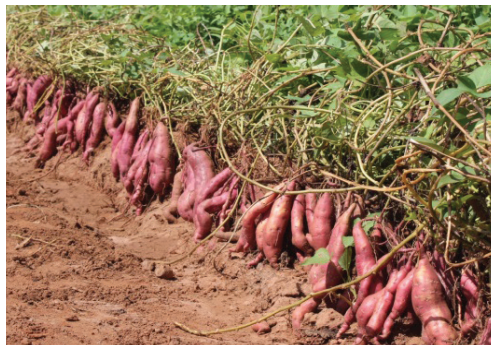


Фото 2. Корнеплоды батата



Фото 3. Корнеплоды ямса



Фото 4. Растение маланга



Фото 5. Плоды бамии



Фото 6. Плоды ананасов

Сельскохозяйственный сектор исторически был известен производством какао: в 1960-х гг. в стране производилось более 36 тыс. т какао, однако в 2015–2017 гг. ежегодное производство какао-бобов (по технологическим и экологическим причинам) снизилось до 4,5–6 тыс. т, а внешнеторговое значение этой продукции фактически достигло наименьшей величины (менее 1 % экспорта страны). Наряду с растениеводством, натуральный характер носит и животноводство. К началу 2000-х годов численность крупного рогатого скота выросла до 5,3 тыс. голов; коз – 8,1 тыс. голов; овец – 36,0 тыс. голов, домашней птицы – 300 тыс. Незначительные излишки сельскохозяйственной продукции поступают на городские рынки лишь в ограниченных количествах, что повышает значение внешних источников получения продуктов питания. В настоящее время РЭГ импортирует практически все виды продовольственных товаров: от зерновой и молочной продукции до жиров и масел. В 2018 г. величина продовольственной зависимости РЭГ от импорта оценивалась в 70 %, что свидетельствует об остроте проблемы продовольственной безопасности в стране [10].

Одним из базисов построения системы обеспечения продовольственной безопасности РЭГ может служить формирование службы почвенно-агрохимической поддержки и ведения растениеводства в республике для развития отраслевой специализации страны. Разработка научно-методических основ по созданию почвенно-агрохимической службы для увеличения плодородия сельскохозяйственных земель, урожайности возделываемых культур, должна основываться на актуальных показателях агроэкологического состояния земельных и почвенных ресурсов республики. Поэтому цель исследования – дать характеристику современного состояния земельных и почвенных ресурсов РЭГ на основании показателей их агроэкологического состояния.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются земельные участки, расположенные в 4-х провинциях РЭГ (Южный Биоко, Литорал, Центро-Сур и Велен-Нзас) (фото 7), подобранные в результате маршрутных исследований на островной и материковой частях. Выбор участков был проведен по следующим критериям: максимально выровненный рельеф, наличие пресной воды для полива, наличие недалеко расположенных населенных пунктов для обеспечения необходимым персоналом.

Данные участки могут быть использованы для проведения научных опытов по повышению плодородия почв и изучения адаптационного потенциала традиционных и новых сельскохозяйственных культур, а также в качестве территориального базиса для размещения сельскохозяйственного производства растениеводческой продукции на постоянной основе.



Фото 7. Провинция Центр-Сур, центр материковой Экваториальной Гвинеи

Климат исследуемой территории – экваториальный, жаркий и постоянно влажный. Среднегодовая температура составляет +25–26 °С, с незначительными сезонными колебаниями (на побережье острова Биоко, на нагорьях – 17–21 °С). Среднегодовая сумма осадков – 1200–1500 мм. На островах достигает 2500–4000 мм. Дождливый сезон длится до 160 дней (апрель–июнь, октябрь, ноябрь). Влажность воздуха в течение года не менее 80 %. Среднегодовой коэффициент увлажнения на большей части территории не ниже 1,5, в сухие зимние месяцы – 0,7–0,8. Продолжительность дня в течение года изменяется в пределах 10,5–13,5 часов, что имеет важное значение для процессов фотосинтеза. Климат является благоприятным для получения 4-х урожаев в год [1–3].

Согласно существующей в Республике Беларусь методике [11] на объектах исследования были отобраны образцы (пробы) почв. Отбор проводился на о. Биоко, в выложенных частях склона вулкана (пика Биао), близ населенного пункта Мусола (8 проб), на материковой части в провинциях Литорал (пос. Мумбе, юго-западная часть РЭГ), Центр-Сур (центральная часть РЭГ) и в провинции Веле-Нзас (восточная часть РЭГ) (13 проб).

Аналитические исследования показателей кислотности, содержания общего азота, гумуса, подвижных форм фосфора, калия, меди, цинка, железа, тяжелых металлов (кобальта, никеля, хрома, свинца) выполнялись согласно принятым методам в Республике Беларусь, имеющим ГОСТ [11, 12].

Исследования выполнены с применением аналитического, статистического методов, метода экспертных оценок. Статистическая обработка проводилась в программе Microsoft Office Excel, пакет «Анализ данных». Фотографии № 7–12 выполнены доктором сельскохозяйственных наук, профессором Ю. К. Шашко при проведении маршрутных исследований в Экваториальной Гвинеи в декабре 2023 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОСУЖДЕНИЕ

Земельные ресурсы выступают в качестве территориального базиса для размещения хозяйственных комплексов, объектов инфраструктуры и расселения людей, являются главным средством сельскохозяйственного производства.

Анализ структуры земельного фонда РЭГ показал, что большую ее часть – 2 448 765 га (87,3 %) занимают лесные земли (табл. 1). Это один из самых высоких показателей в мире – 7-е место. На одного жителя Экваториальной Гвинеи приходится 1,5 га леса, что выше мирового значения (0,52 га) [4–8].

Таблица 1

Состояния земельного фонда Экваториальной Гвинеи [4–8] в 2021–2022 гг.

Категории	Количественное значение
Земельная площадь, га	2805000
Лесная площадь, га	2437545
Лесистость, (%)	87,3
Обеспеченность лесной территории на 1 чел., га	1,5
Освоенность, %	3,7
Обеспеченность с.-х. земель на 1 чел., га	0,06
Удельный вес пахотных земель, %	1,9
Удельный вес многолетних лугов и пастбищ, %	1,7

В структуре земельного фонда РЭГ на сельскохозяйственные земли приходится лишь 103785 га, или 3,7 % (среднемировое значение 36,1 %) от земельной площади. Удельный вес сельскохозяйственных земель, приходящийся на 1 жителя страны составляет 0,06 га (среднемировое значение – 1,6 га). В структуре сельскохозяйственных земель на пахотные земли приходится 53295 га (51,4 %), к ним относятся земли под временные сельскохозяйственные культуры, временные луга на покос или пастбища, земли под коммерческие и приусадебные огороды, а также временно не обрабатываемые (менее пяти лет). Среди них 41000 га отведена для посева сезонных сельскохозяйственных культур с вегетационным циклом менее года, которые необходимо вторично сеять или садить после уборки урожая. Земли, заброшенные в результате сменной культивации, не входят в эту категорию. Земли под паром, которые не засеиваются один или несколько вегетационных периодов составляют 6295 га. Однолетние луга и пастбища, на которых временно (менее 5 лет) выращивают травянистые кормовые культуры на покос или для пастбища, занимают 6000 га.

Земли под многолетними культурами, на которых обрабатываются долгосрочные культуры, не требующие пересадки в течение нескольких лет (какао и кофе, другие деревья и кустарники) занимают 47685 га (45,9 % сельскохозяйственных земель). Многолетние луга и пастбища, которые используются более 5 лет для выращивания травянистых кормовых культур (культурных или дикорастущих) занимают 2805 га. На прочие земли приходится 252450 га, или 9,0 %. На всю посевную площадь вносится лишь 18,4 кг/га минеральных удобрений, а общая площадь земель, оборудованных для орошения составляет всего 1000 га.

В РЭГ государство гарантирует крестьянам право собственности на их земли. После принятия декларации о независимости в 1968 г. плантации испанских колонизаторов (7000 шт.) перешли в государственное управление. Зброшенные земли можно купить, уплатив только 10 % рыночной цены за участок правительству республики. Покупатель должен представить план освоения земли, выполнить его в течение пяти лет и не продавать ее третьему лицу. Если эти условия не выполнены, земля возвращается государству. Сельскохозяйственные земли, которые находятся в собственности государства, могут быть предоставлены во временное или постоянное пользование физическим и юридическим лицам. Любое иностранное лицо, заинтересованное в приобретении земли, должно получить согласие президента. В стране также принят закон о регулировании охраны загрязнения окружающей среды в целях обеспечения качества воздуха, воды и почв, который обязывает Министерство охраны окружающей среды классифицировать и выделять охраняемые зоны: природные парки, природные резерваты, памятники природы, охраняемые ландшафты и научные резерваты [13].

Согласно почвенно-географическому районированию, территория Экваториальной Гвинеи относится к Африканскому приэкваториальному сектору влажно-лесных красно-желтых ферралитных и альферритных почв, Конго-Гвинейской почвенной области, Гвинейской почвенной зоне и подобласти [14]. Наибольшее распространение в РЭГ получили 4 почвенные разновидности: красно-желтые ферралитные, желтые ферралитные местами с горизонтами латерита, вулканические пепловые, мангровые болотные и солончаковые почвы (рис. 3).

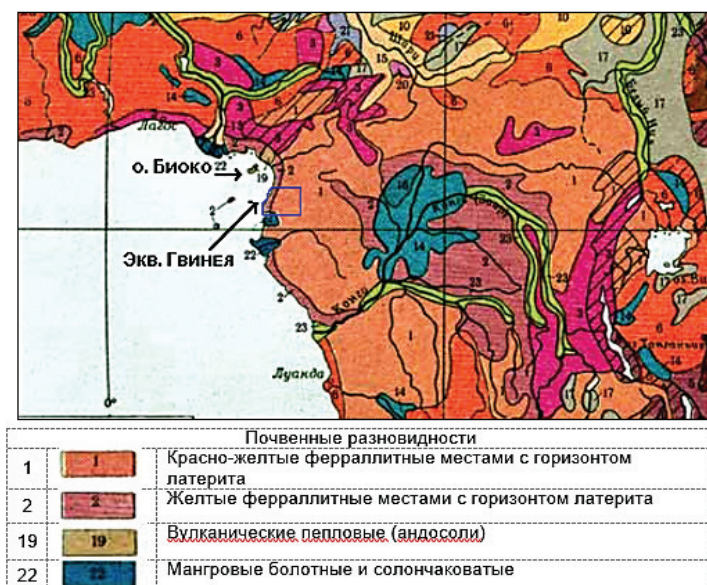


Рис. 3. Почвы Экваториальной Гвинеи [14]

На исследуемых земельных участках материковой части РЭГ, включающей провинции Литорал, Центрo-Сур и Веле-Нзас, получили распространение красно-желтые и желтые ферралитные почвы. Их формирование происходит в условиях хорошего дренажа, на древних ферралитных и аллитных корках выветривания,

под влиянием процесса тропической ферралитизации, приуроченного к породам богатым соединениями железа и алюминия, но обедненных кварцем. Это процесс глубокого преобразования минеральной части почвы, при котором происходит распад первичных минералов и образование вторичных алюминия и железа в форме подвижных гидратов оксидов железа и алюминия [15–18].

В почвенном профиле красно-желтых и желтых ферралитных почв (в системе WRB Ferralsols [19, 20]) выделяется горизонт лесной подстилки мощностью от до 3–5 см, состоящий из сухих листьев, корневищ травянистых и кустарниковых растений. В виду складывающихся уникальных почвенно-биологических условий изучаемой территории (высокая биогенность и минерализация органического вещества), гумусовый горизонт почв развит слабо. Его средняя мощность – 9–12 см. До глубины 5–7 см имеет темно-серую или коричневую окраску, мелкокомковатую или капролитовую структуру (фото 8). Переходный горизонт АВ окрашен в бурый, желтовато- или красновато-бурый цвет (фото 9, 10), в верхней части преимущественно мелкокомковатой, а в нижней части – крупнокомковатой непрочной структуры. Цветовая гамма горизонта обусловлена наличием пленок гетита и гематита на гранях структурных отдельностей из-за дегидратации гидратов оксида железа вследствие проявляющихся процессов физического и химического выветривания.

Общая мощность переходного горизонта может достигать 25–50 см. Ниже по профилю располагается метаморфический горизонт (B_m) с максимальным содержанием ила, мощностью 80–100 см буровато-красного или буровато-желтого цвета, ореховатой структуры, пронизанный корнями и ходами насекомых. Книзу окраска горизонта становится более яркой и на глубине 120 см переходит в почвообразующую породу [15, 16].



Фото 8. Капролитовая структура гумусового горизонта красно-желтых ферралитных почв



Фото 9. Поверхностные горизонты красно-желтых ферралитных почв близ г. Мумбе в провинции Литорал (юго-западная часть материковой Экваториальной Гвинеи)



Фото 10. Поверхностные горизонты желтых ферралитных почв в провинции Веле-Нзас (восточная часть материковой Экваториальной Гвинеи)

В почвах наблюдаются скопление округлых железистых конкреций размером 3–5 мм. Повышенное конкрециообразование связано с протеканием процесса латеритизации, изменением их окислительно-восстановительного потенциала

вследствие смены характера увлажнения в течение года, привноса соединений железа почвенными растворами, под влиянием поверхностного оглеения и бокового стока. В условиях кислой почвенной среды происходит растворение, сегрегация и дегидратация оксидов железа с формированием новообразований как по всей толще почвы, так и в отдельных частях профиля в виде прослоек. Новообразования представлены в виде отдельных или сильно сцементированных, плотных стяжений-нодулей от красноватого до черного цвета различного диаметра, необратимо затвердевающих при контакте с воздухом. Могут занимать до 40 % объема горизонта. Наличие горизонтов с железистыми конкрециями позволяет диагностировать их как «латеритизированные».

По данным маршрутного обследования установлено, что почвы материковой части РЭГ сильнокислые. Показатели кислотности pH_{KCl} изменяются от 3,73 до 4,20 единиц (табл. 2).

Таблица 2

Показатели агроэкологического состояния красно-желтых и желтых ферралитных почв материковой части Экваториальной Гвинеи

№ пробы	pH_{KCl}	Гумус, %	$N_{общ.}$, %	Подвижные формы, мг/кг													
				P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Co	Cr	Cd	Pb	
1	4,20	1,92	0,14	4	41	589	143	4,6	1,6	6,0	79,4	нпо ¹	4,6	нпо	0,4	0,3	
3	4,10	1,87	0,12	4	25	133	35	2,2	0,8	3,2	256,7	0,4	1,4	3,0	нпо	0,5	
4	3,95	2,88	0,17	3	44	125	42	3,0	1,4	3,3	211,4	нпо	2,7	нпо	нпо	0,3	
5	4,08	1,20	0,09	4	48	218	59	1,3	3,4	6,1	124,1	3,2	1,6	4,5	нпо	1,5	
7	3,89	2,11	0,16	4	41	245	59	4,1	5,2	12,2	112,2	3,4	2,6	нпо	0,8	1,9	
8	3,73	3,17	0,21	3	43	195	53	1,0	0,7	3,1	261,2	нпо	2,4	0,3	нпо	нпо	
9	3,84	5,59	0,15	3	51	195	44	2,2	1,9	3,6	217,9	0,6	3,5	0,5	0,2	1,0	
10	3,75	1,90	0,13	4	25	135	33	1,1	1,7	1,1	313,7	0,2	1,2	0,4	нпо	1,0	
11	3,99	2,91	0,19	5	85	639	147	2,8	6,1	6,1	377,3	5,8	2,8	9,5	1,1	1,1	
12	3,88	4,09	0,25	4	60	252	82	2,2	3,4	4,2	222,8	0,7	1,3	нпо	нпо	1,3	
13	4,16	1,58	0,11	4	19	221	50	3,8	6,6	6,1	53,5	7,7	3,2	нпо	1,3	нпо	
14	4,13	2,10	0,17	5	49	326	89	4,0	1,0	16,1	90,4	нпо	2,8	нпо	нпо	0,5	
15	4,03	2,01	0,17	4	108	349	148	6,4	2,0	4,0	55,7	0,6	1,8	нпо	нпо	1,5	
Среднее значение	3,98	2,56	0,16	4	49	279	76	3,0	2,8	5,8	182,8	2,5	2,5	3,0	0,8	1,0	
Min значение	3,73	1,20	0,09	3	19	125	33	1,0	0,7	1,1	53,5	0,2	1,2	0,3	0,2	0,3	
Max значение	4,20	5,59	0,25	5	108	639	148	6,4	6,6	16,1	377,3	7,7	4,6	9,5	1,3	1,9	
Стандартная ошибка среднего (m)	0,04	0,33	0,01	–	7	45	12	0,4	0,6	1,1	29,0	0,9	0,3	1,5	0,2	0,2	

¹ ниже порога определения прибора.

Содержание гумуса в гумусовом горизонте изменяется от 5,59 % («очень высокое») в его поверхностной части до 1,20 % («низкое») в нижней части. Гумус имеет фульватный состав [16]. Почвы этого типа характеризуются невысокой емкостью поглощения оснований – от 10–13 мг-экв. на 100 г почвы в верхнем горизонте до 2–3 мг-экв. на 100 г почвы в горизонте Вm. Среди поглощенных оснований преобладает алюминий, на который приходится 60–80 % суммы поглощенных катионов. В небольших количествах присутствует поглощенный водород. В результате промывного типа водного режима на исследуемой территории, в почвах происходит интенсивный вынос оснований (Ca, Mg, K) и ила по профилю, степень насыщенности основаниями низкая.

Показатели содержания подвижного фосфора крайне низкие – 3–4 мг/кг. Это объясняется тем, что почвы характеризуются высоким содержанием оксидов железа и алюминия, а в кислой среде, в почвенно-поглощающем комплексе анионы фосфорной кислоты утрачивают обменную способность, образуя нерастворимые фосфаты алюминия и железа. Показатели подвижного калия в почвах изменяются от 19 мг/кг до 108 мг/кг, что и соответствует «очень низким» и «низким» значениям. Содержание общего азота в верхнем горизонте почв характеризуется как «очень низкое» и «низкое» (значения изменяются от 0,09 % до 0,25 %).

Обеспеченность обменными формами кальция «очень низкая» и «низкая». Значения изменяются в диапазоне от 125 мг/кг до 639 мг/кг почвы. Показатели содержания обменного магния в поверхностных горизонтах почв – 33–148 мг/кг, что соответствует грациям «очень низкого» и «среднего содержания». В отобранных пробах были проведены исследования на содержание тяжелых металлов. Анализ данных таблицы 2 позволил установить, что среднее содержание подвижных форм меди – 3,0 мг/кг в исследуемых почвах соответствует значениям ПДК, принятых в республике [12]. Однако в 30 % отобранных образцов содержание меди превышало ПДК в 1,3–2,1 раза. Содержание подвижных форм цинка и марганца в отобранных образцах почв не превышало ПДК. Исследуемые почвы характеризуются повышенным содержанием подвижного железа: уже в верхних горизонтах значения изменяются от 53 мг/кг до 377,3 мг/кг. В отдельных образцах (№ 3, 8, 10, 11) содержание подвижного железа соответствует уровню токсической концентрации (более 251 мг/кг). Содержание подвижного никеля в верхних горизонтах почв не превышает установленное значение ПДК – 5,0 мг/кг, однако в пробе № 13 содержание никеля превысило ПДК в 1,5 раза (7,7 мг/кг). Показатели содержания кобальта и свинца в почве находятся в пределах ПДК. Однако в изучаемых почвах содержание подвижного кадмия изменяется в диапазоне значений, соответствующих грациям «повышенное» и «очень высокое содержание» (0,2–1,3 мг/кг почвы).

Почвы характеризуются малой водоудерживающей способностью, хорошей водопроницаемостью, поэтому считаются менее уязвимыми к развитию эрозионных процессов, по сравнению с другими почвами тропиков.

Урожайность культур на красно-желтых и желтых ферраллитных почвах ограничивается из-за дефицита макро- и микроэлементов (цинка, марганца, меди, бора, молибдена). Территория РЭГ входит в ареал почв с дефицитом цинка, недостаток которого особенно сказывается для цитрусовых, бананов, масличной пальмы, арахиса. Эти же культуры в первую очередь реагируют и на низкое содержания магния. Несмотря на бедность питательными элементами используются преимущественно под плантации кофе, какао, бананов [15–18].

Для исследуемых почв остро стоит проблема необменной сорбции фосфора (более 85 % фосфатов недоступны растениям). При продолжительном земледельческом использовании, трудности, связанные с химическими особенностями этих почв, могут быть преодолены внесением удобрений (фосфатов). Для обеспечения растений кальцием и повышения pH необходимо проводить известкование (доломитом или гипсом) [19]. На основании имеющихся опытных данных на почвах такой же типовой принадлежности, установлено, что комплексное применение азотных, фосфорных и калийных удобрений может обеспечивать прибавку урожайности маниока на 77 %, ямса на 23 %, бананов на 300–416 % по сравнению с полученной урожайностью на таких же почвах без удобрений [16].

После введения почв в сельскохозяйственный оборот, необходимы меры, предохраняющие их поверхность от сильного перегрева, вызывающего быструю минерализацию органических веществ и очень сильную дегидратацию окислов железа, прочно цементирующих глинистые частицы почвы в агрегаты. Почвы приобретают «псевдопесчаный» характер, адсорбционные и водоудерживающая способность их понижается, что отрицательно сказывается на плодородии. Для восполнения и сохранения в почвах гумуса и предотвращения его потерь от эрозии, необходим посев почвозащитных и сидеральных культур [15–18, 20, 21].

В результате маршрутного исследования в провинции Южный Биоко (на о. Биоко) диагностировано распространение вулканических пепловых почв (по WRB Andosols [15, 16]). Формирование этих почв происходит на вулканических пеплах и других эффузивных материалах в условиях гористого и холмистого рельефа и под лесной, травянистой, травянисто-кустарниковой растительностью, корни которых скрепляют вулканические пеплы в плотную, хорошо выраженную дернину. Вулканические почвы развиваются в результате альфегумусового почвообразовательного процесса. Быстрое выветривание пористого субстрата приводит к накоплению устойчивых органоминеральных соединений и образованию слабоокристаллизованных минералов аллофанов.

Морфологический профиль вулканических пепловых почв состоит из гумусово-аккумулятивных горизонтов и гумусово-иллювиального горизонта (фото 11). Верхние горизонты имеют темно-бурый цвет. Образующиеся при гумификации растительных остатков фульвокислоты разлагают вулканический материал и частично нейтрализуются освобождающимися при этом оксидами железа и алюминия. Наиболее подвижные фракции фульватов железа и алюминия вымываются в глубокие части профиля, образуя иллювиально-гумусовый горизонт, а менее подвижные ульматы железа остаются в верхнем гумусовом горизонте, придавая ему бурую окраску [15].

Перемещающиеся вниз по профилю в органоминеральных формах железа и алюминий, аккумулируются в заметных количествах, что проявляется наличием железистых или органо-железистых пленок и железистых новообразований в нижней части профиля (фото 12).



Фото 11. Репрезентативный почвенный профиль вулканических пепловых почв (Andosols) в провинции Южный Биоко



Фото 12. Железистые новообразования в вулканической пепловой почве (с глубины 0,58 м)

Вулканические пеплы, состоящие из минерального материала, выпадая на поверхность земли, образуют присыпки в поверхностные горизонты почв, омолаживая их, часто перекрывая, прерывая на время процесс почвообразования и, переводя поверхностные органомогенные горизонты в состояние погребенных [22]. Захоронение гумусовых горизонтов способствует их сохранности, поэтому в этих почвах содержание гумуса во всем профиле очень высокое. Это подтверждается и данными почвенно-агрохимических анализов. Среднее содержание гумуса «очень высокое» – 8,76 % (диапазон значений в пробах от 4,09 % до 16,63 %) (табл. 3), по составу – фульватный ($C_{гк}/C_{фк}$ 0,2–0,3) [15].

Гранулометрический состав почв преимущественно суглинистый, иногда песчаный с примесью крупнообломочного и пористого материала. Верхние органомогенные горизонты имеют мелкокомковатую (крупитчатую структуру), которая при высыхании становится порошкообразной. Вулканические почвы характеризуются рыхлым сложением, малым объемным весом (0,5–0,9 г/см³), высокой пористостью и влагоемкостью, что обеспечивают быстрое впитывание осадков и минимизирует развитие эрозии на них [19].

В зависимости от состава магмы вулкана, образующийся пепел, как почвообразующая толща, содержит различное количество питательных веществ, которое подвержено динамике вследствие процессов эрозии и выветривания [22]. Высокое содержание гумуса и наличие органоминеральных соединений, обуславливает очень высокую емкость поглощения в исследуемых почвах (30–60 мг-экв. на 100 г почвы). В составе ЕКО катионы алюминия и водорода составляют 50 %. В составе

поглощенных анионов преобладает анион фосфорной кислоты (PO_4^{3-}), что приводит к связыванию фосфора в труднодоступные органо-минеральные комплексы с участием алюминия и железа [15–18].

Верхние горизонты этого типа почв характеризуются кислой реакцией (pH_{KCl} 5,36). Диапазон показателей кислотности изменяется от 4,38 («сильнокислые») до 6,13 единиц («близкие к нейтральным») (табл. 3). Среднее значение общего азота в верхних горизонтах «высокое».

Содержание подвижных форм фосфора и калия существенно различается в виду не систематического внесения удобрений. Содержание подвижного фосфора в отобранных пробах составило 55 мг/кг («очень низкое») и изменяется от 9,8 до 298,4 мг/кг. Обеспеченность подвижными формами калия «очень высокая»: среднее содержание – 403 мг/кг, а диапазон значений изменяется от 82,4 до 758,1 мг/кг.

Таблица 3

Показатели агроэкологического состояния вулканических пепловых почв островной части Экваториальной Гвинеи (о. Биoko)

№ пробы	pH_{KCl}	Гумус, %	$N_{общ}$, %	Подвижные формы												
				P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Co	Cr	Cd	Pb
1	5,24	7,08	0,39	10	288	2252	947	49,5	37,8	103,0	44,7	2,6	5,0	5,9	0,3	нпо
2	5,85	16,63	1,00	10	802	4903	1467	22,4	56,8	103,3	7,5	11,8	11,0	8,0	0,6	0,1
3	5,68	4,09	0,13	18	502	1976	783	123,8	71,4	142,4	102,3	6,9	6,8	2,7	0,4	0,3
4	6,13	7,28	0,48	298	309	4455	1128	78,5	46,3	93,6	33,0	4,7	7,3	8,3	0,4	0,7
5	4,38	9,20	0,54	16	154	336	83	97,6	14,1	39,8	70,4	2,5	3,2	6,6	нпо	0,7
6	4,87	7,23	0,32	14	328	1399	542	23,8	23,2	132,3	80,6	2,9	6,8	4,0	нпо	0,1
7	4,78	11,60	0,77	67	758	2306	959	19,5	66,3	67,1	44,3	2,1	5,6	4,1	0,2	0,1
8	5,98	6,94	0,37	10	82	2576	887	487,9	77,8	211,0	32,8	7,5	9,5	3,7	нпо	0,1
Среднее значение	5,36	8,76	0,50	55	403	2525	850	112,9	49,2	111,6	52,0	5,1	6,9	5,4	0,4	0,3
Min значение	4,38	4,09	0,13	10	82	336	83	19,5	14,1	39,8	7,5	2,1	3,2	2,7	0,2	0,1
Max значение	6,13	16,63	1,00	298	802	4903	1467	487,9	77,8	211,0	102,3	11,8	11,0	8,3	0,6	0,7
Стандартная ошибка среднего (m)	0,23	1,35	0,10	35	93	532	144	55,3	8,1	18,4	10,8	1,2	0,9	0,7	0,1	0,1

Вулканические почвы характеризуются высокими средними значениями содержания обменного кальция (2525 мг/кг) и обменного магния (850 мг/кг). Как уже отмечалось выше, микро- и макроэлементный состав вулканических почв определяется составом выпадающих на поверхность земли вулканических пеплов. В момент извержения вулканические пеплы обладают высокой сорбционной способностью. Благодаря этому в процессе извержения и далее при движении от источника до места выпадения пеплы могут сорбировать на своей поверхности химические вещества из газовой тучи, в том числе микроэлементы, которые позже определяют химический состав формирующихся в них почв.

Установлено, что в исследуемых вулканических почвах содержание подвижной меди в 6,5–126,6 раз превышает показатели ПДК [12], аналогичная тенденция наблюдается для цинка – в 4,7–25,9 раза и марганца – в 0,4–2,1 раза. Среднее содержание подвижного железа в верхних горизонтах почвы составляет 52,0 мг/кг и изменяется от 7,5 мг/кг до 102,3 мг/кг. Значения не превышают уровень токсической концентрации (> 251,0 мг/кг). Содержание подвижных форм никеля изменяется от 2,1 до 11,8 мг/кг и в 50 % почвенных проб превышает допустимые значения ПДК в 1,2–3,0 раза. Показатели содержания подвижных форм кобальта изменяются от 3,2 до 11,8 мг/кг (62 % почвенных проб имеют превышение ПДК в 1,2–2,2 раза). Содержание хрома в этих же горизонтах в среднем составляет 5,4 мг/кг, изменяясь от 2,7 до 8,3 мг/кг (в 38 % почвенных проб показатели превышают ПДК в 1,3–4,1 раза). Практически во всех отобранных образцах установлено превышение значений ОДК по содержанию кадмия (табл. 3).

Низкое содержание подвижного фосфора, повышенная кислотность требует проведения агромелиоративных работ по улучшению их агрономических свойств. Набор выращиваемых культур на них самый различный – сахарный тростник, табак, батат, какао, кофе, овощи.

Вдоль побережья Гвинейского залива на территории РЭГ получили распространение мангровые кислые сульфатные болотно-солончаковые почвы. Мангровые почвы образуются под мангровой растительностью в прибрежных районах, затопляемых приливыми водами океана, на аллювиально-морских отложениях и представляют собой своеобразные солончаковые болота. Уровень воды в таких почвах обычно находится на глубине 10–30 см от поверхности. Их профиль слабо дифференцирован. Гумусовый горизонт небольшой мощности, темно-бурого цвета, с заметным переходом в серую или оливково-серую бесструктурную влажную илистую массу. На глубине 17–20 см быстро просачивается вода. В связи с высокой биологической продуктивностью мангровых зарослей, почвы характеризуются высоким содержанием гумуса – от 3 до 8 %. В условиях восстановительной среды при обилии разлагающихся растительных остатков в присутствии сернокислых солей, содержащихся в морской воде, сероводород вступает в реакцию с закисным железом и в результате в почве образуется черный коллоидный осадок сернистого железа (гидротроиллит). По мере смены восстановительной стадии на окислительную, почвы утрачивают черный цвет и приобретают бурые и красноватые тона. Реакция почвенного раствора – кислая или слабокислая, в связи с чем, мангровые почвы относят к кислым сульфатным и сульфато-хлоридным солончакам. В составе почвенно-поглощающего комплекса преобладают магний и кальций, присутствует обменный водород. Количество подвижных форм алюминия и железа колеблется в зависимости от длительности затопления (табл. 4).

Физико-химические свойства мангровых типичных почв [24]

Глубина, см	С, %	N _{общ} , %	рН Н ₂ O	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г почвы			Подвижные оксиды, %		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Мангровая типичная почва									
0–18	2,30	0,15	4,0	6,6	17,1	0,3	1,9	0,2	0,2
18–38	2,04	0,14	4,0	6,1	18,7	0,4	1,3	0,5	0,2
38–76	2,12	0,11	4,5	4,6	19,4	0,7	1,6	0,4	0,2
76–103	–	–	5,0	5,6	17,8	0,9	1,1	0,2	0,2

В мангровых почвах преобладает сульфатно-магниевое-натриевое засоление. Протекающие процессы осолонцевания, высокая кислотность вызывают необходимость проведения работ по известкованию. Содержание подвижных форм калия и фосфора в мангровых почвах сильно варьирует. Эти почвы могут использоваться для возделывания риса после проведения агрономических работ [15, 23, 24].

ВЫВОДЫ

В структуре земельного фонда лесные земли занимают наибольшую площадь, характеризуются высокой степенью лесистости территории РЭГ (87,3 %). Сельскохозяйственные земли, различающиеся по своим природным особенностям, занимают лишь 3,7 % территории страны, что свидетельствует о низкой степени сельскохозяйственной освоенности РЭГ. Пахотные земли, наиболее ценная и интенсивно эксплуатируемая часть земельных ресурсов, систематически обрабатываемая занимает лишь 1,9 % территории Экваториальной Гвинеи.

На основании проведенных маршрутных исследований на территории РЭГ установлено, что красно-желтые и желтые ферралитные почвы характеризуются повышенной кислотностью, повышенным содержанием гумуса, крайне низким содержанием подвижных форм кальция, магния, фосфора и калия. Содержание общего азота в верхних горизонтах почв характеризуется как «очень низкое» и «низкое». Отличительной особенностью почв является повышенное содержание подвижных форм железа, высокое содержание кадмия. Для восполнения и сохранения в почвах гумуса и предотвращения его потерь от эрозии необходим посев почвозащитных и сидеральных культур.

Содержание макро- и микроэлементов в вулканических почвах определяется химическим составом выпавших пеплов и интенсивностью процессов выветривания. Характеризуются различными показателями кислотности, содержания подвижных форм калия, высоким содержанием гумуса, общего азота, высоким содержанием подвижных форм кальция и магния. Однако в верхних горизонтах почвы содержание подвижных меди, цинка, марганца превышает показатели ПДК. В отдельных пробах содержание подвижных форм никеля, кобальта, хрома превышает значения ПДК в 1,2–4,1 раза. Практически во всех отобранных образцах установлено превышение значений ОДК по содержанию кадмия.

Для исследуемых почв (как красно- и желтых ферралитных, так и вулканических пепловых) из-за особенностей химического состава почв остро стоит проблема

необменной сорбции фосфора, что указывает на первоочередную необходимость внесения фосфорных удобрений. Промывной тип водного режима, высокое содержание в составе ППК катионов алюминия и водорода требуют проведения работ по известкованию почв в целях обеспечения благоприятной реакции почвенной среды для выращивания сельскохозяйственных культур.

При проведении широкого комплекса агрономелиоративных работ мангровые болотно-солончаковые почвы могут служить для выращивания риса.

Применение комплекса агрономелиоративных мероприятий, включающих применение макро- и микроудобрений, известкование, обработку почв, строительство оросительных систем (для дождевания почв в сухой, хотя и непродолжительный период), применение средств защиты культур может служить научной основой получения стабильных и высоких урожаев традиционных культур в Экваториальной Гвинее, а сведения об агроэкологическом состоянии почв являются основополагающими в изучении адаптационного потенциала возможных новых сельскохозяйственных культур на территории РЭГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экваториальная Гвинея [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 28.04.2024).
2. Экваториальная Гвинея – подробная информация о стране [сайт]. – URL: <https://wikiway.com/equatorial-guinea> (дата обращения 28.04.2024).
3. Большая Российская энциклопедия 2004–2017 // Экваториальная Гвинея [сайт]. – URL: <https://old.bigenc.ru> (дата обращения: 02.05.202).
4. Мировая и региональная статистика // Экваториальная Гвинея [сайт]. – URL: <https://ru.knoema.com/atlas> (дата обращения: 02.05.2024).
5. Мировая и региональная статистика // Земельные ресурсы [сайт]. – URL: <https://ru.knoema.com/atlas>. – Дата доступа: 02.05.2024.
6. Сельское, лесное и рыбное хозяйство Экваториальной Гвинеи [сайт]. – URL: <https://be5.biz/makroekonomika/agriculture/gq> (дата обращения: 03.05.2024).
7. Forest-cover country 2024 [сайт]. – URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/forest-cover-by-country> (дата обращения: 02.05.2024).
8. Глобальная оценка лесных ресурсов [сайт]. – URL: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/ru> (дата обращения: 03.05.2024).
9. Матвеева, Н. Ф. Проблемы аграрного сектора в нефтедобывающих странах Африки: Экваториальная Гвинея / Н. Ф. Матвеева // Ученые записки Института Африки РАН № 1(50). – 2020. – С. 38–47.
10. Сельское хозяйство республики Экваториальная Гвинея / Дель Пилар Б.Р.М., А. В. Шитикова [сайт]. – URL: <https://elib.timacad.ru> (дата обращения: 02.05.2024).
11. Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, Н. Н. Цыбулько [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии». – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 48 с.
12. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004 / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – 2004. – 31 с.

13. Крассов, О. Земельное право в странах Африки / О. Крассов. – Норма, 2022. – С. 279–281.
14. Фридланд, В. М. Физико-географический очерк. Почвы / В. М. Фридланд // Энциклопедический справочник «Африка» [сайт]. – URL: <https://africa.academic.ru> (дата обращения: 02.05.2024).
15. Глазовская, М. А. Почвы Мира. Основные семейства и типы почв / М. А. Глазовская. – М : Изд-во Московского университета, 1972. – С. 43–46.
16. Глазовская, М. А. Почвы Зарубежных стран. География и сельскохозяйственное использование / М. А. Глазовская. – М : Мысль, 1975. – С. 180–191.
17. Зонн, С. В Тропическое почвоведение: учебное пособие / С. В. Зонн. – М. : Изд-во УДН, 1986. – 400 с.
18. Почвоведение: учебник / Л. Г. Богатырев [и др.] : в 2 ч.; ч. 2: Типы почв, их география и использование. – М. : Высшая школа. – 1988. – 367 с.
19. Мировая коррелятивная база почвенных ресурсов: основа для международной классификации и корреляции почв. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 278 с.
20. Guidelines for Soil Description and Classification Central and Earsten European Students· Version / M. Świtoniak, C Kabala, A. Karklins [et al.]. – Tourin, 2018. – P. 113, 129, 133, 182–183.
21. Плодородие и использование почв тропических и субтропических стран. – М. : Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 1997. – 118 с.
22. Захарихина, Л. В. Особенности строения профилей вулканических почв в условиях высотной поясности Камчатки / Л. В. Захарихина, Ю. С. Литвиненко // Почвоведение. – № 6. – 2013. – С. 643–644.
23. Добровольский, В. В. География почв с основами почвоведения / В. В. Добровольский. – М. : Просвещение, 1967. – С. 308–312.
24. Наумов, В. Д. Почвы тропиков и субтропиков: учебник / В. Д. Наумов; Российский государственный аграрный университет; МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – 223 с. [сайт]. – URL: <http://elib.timacad.ru> (дата обращения: 30.04.2024).

LAND AND SOIL RESOURCES OF EQUATORIAL GUINEA

**Y. K. Shashko, T. N. Azaronak, O. V. Matychenkova,
S. V. Dydysenko, G. G. Karpovich**

Summary

The article presents an analysis of statistical data characterizing the land fund of Equatorial Guinea, examines the features of the country's soil cover. Information is provided on the morphological structure and agroecological state of red- and yellow-ferralite, volcanic ash soils in terms of acidity, total nitrogen content, humus, mobile forms of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper, zinc, iron. Data on the content of heavy metals (cobalt, nickel, chromium, lead) in the upper horizons of soils are presented. The results of the study can be applied to the study of the adaptive potential of crops in Equatorial Guinea.

Поступила 28.10.24