

ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48(571.63)

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ГУМУСООБРАЗОВАНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПРИОКЕАНИЧЕСКИХ БУРОЗЕМОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРЬЯ

© 2015 г. Б. Ф. Пшеничников¹, Н. Ф. Пшеничникова²

¹ Дальневосточный федеральный университет, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8

² Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7
e-mail: bikinbf@mail.ru

Поступила в редакцию 31.03.2014 г.

Рассмотрено своеобразие условий формирования буроземов прибрежной территории юго-восточной части Приморского края. Показана роль растительности в изменении окраски иллювиальных горизонтов от коричнево-бурой в буроземах дубовых лесов, до темно-серой — в буроземах разнотравно-кустарниковых группировок и гари. Установлено, что своеобразие морфологического строения буроземов предопределяется сочетанием аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового процессов почвообразования. Показано, что в буроземах под дубовыми лесами гумусообразование протекает по гуматно-фульватному типу, а под разнотравно-кустарниковыми группировками и на гари — по фульватно-гуматному. Профильная динамика гумуса и его отдельных фракций в определенной степени предопределяет морфохромохимическую дифференциацию буроземов под различной растительностью. В буроземах под дубовыми лесами максимальное осаждение агрессивной фракции ФК-1а в иллювиально-гумусовых горизонтах совпадает с максимумом содержания оксидорастворимых оксидов железа, что в определенной степени и обеспечивает их коричнево-бурую окраску. В буроземах под разнотравно-кустарниковыми группировками и на гари в иллювиально-гумусовых горизонтах наряду с ФК-1а осаждаются и другие фракции — ГК-2 и ФК-2, которые и придают им темно-серые цвета окраски.

Ключевые слова: бурозем (Cambisol), прибрежно-островная зона, растительность, морфологическое строение, тип гумусообразования, гарь.

DOI: 10.7868/S0032180X15040085

ВВЕДЕНИЕ

Согласно сложившимся представлениям, динамика растительности, особенно в лесных зонах, является одним из ведущих факторов почвообразования и во многом предопределяет состояние почв и почвенного покрова [12, 34].

Для приокеанической территории юга Дальнего Востока, которая впервые была выделена как прибрежно-островная зона Зонном [8, 9], характерна специфика биоклиматических условий и геохимического воздействия моря. Это определяет в ее пределах своеобразие процессов почвообразования в целом и процессов гумусообразования в частности. При этом Зонн [8] отмечает, что в зависимости от типа растительности формирование одних почв “отражает черты лесного — буроземного процесса, осложненного местными особенностями гумусообразования”, а в других — “бруниземного (прерийного) почвообразования”.

В пределах прибрежно-островной зоны Японского моря, особенно юго-восточной части Приморья, вопросы взаимосвязи почвенного и растительного покровов изучены слабо. Почвы этого

района отличаются значительным разнообразием, как морфологического строения, так и физико-химических показателей. Им свойственно много специфических черт. Иванов [10], Хавкина [38] отмечают, что в узкой прибрежной полосе по восточным склонам южного Сихотэ-Алиня под обедненными дубовыми лесами развиты своеобразные коричнево-бурые почвы, а в ряде мест на обдуваемых сильными ветрами прибрежных склонах под дубняками встречаются бурые лесные почвы с глубоко- и сильногумусированным профилем. При этом Иванов [10] указывает, что особенности химизма, а также возможные переходы и распределение этих почв остаются пока недостаточно изученными.

Фациальные особенности биоклиматических условий юга Дальнего Востока, в частности Приморья, лежат в основе формирования значительного морфохимического разнообразия зональных для этого региона почв — буроземов. Об этом свидетельствуют многочисленные публикации периода активного изучения почв буроземного ряда Среднего Сихотэ-Алиня [5, 10, 22, 25, 35–38],

отражающие роль различных комбинаций ЭПП в их формировании. В частности, в этих почвах установлены диагностические признаки аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового процессов почвообразования на макро-, мезо- и микро-морфологических уровнях [5, 35–37].

К настоящему времени накоплен фактический материал по условиям формирования, морфологическому строению, профильному варьированию физико-химических свойств, фракционно-группового состава гумуса буроземов, развитых под различными сукцессиями широколиственных лесов прибрежно-островной зоны юга Дальнего Востока [22, 24, 27, 28, 30, 31]. Его интерпретация свидетельствует о том, что качественный состав гумуса приокеанических буроземов в наибольшей степени отражает антропогенную динамику растительности. Это и определило цель настоящей работы – показать влияние растительности на гумусообразование и морфологическое строение приокеанических буроземов юго-восточной части Приморья. Полученные данные могут использоваться при решении вопросов классификационного положения приокеанических буроземов юга Дальнего Востока и выявления закономерностей их пространственной дифференциации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в прибрежной части восточного макросклона южного Сихотэ-Алиня – на мысе Островной и сопредельной территории побережья Японского моря.

В геоморфологическом отношении исследуемая территория дифференцирована на три района: побережье Японского моря с многочисленными небольшими бухтами, сравнительно неширокими песчаными пляжами и береговыми скальными уступами высотой от 30 до 150 м; приморскую низменность; прибрежное низкогорье, сложенное кварцитами и алевролитами. Для низкогорья характерно варьирование высот от 100 до 300 м над ур. м., а крутизны склонов – от 3° до 45°.

Район исследования характеризуется как умеренно теплый, избыточно влажный. Он занимает промежуточное положение между теплым и влажным районом на юге и умеренно прохладным, избыточно влажным районом на севере [1]. Его климатические особенности во многом определяются влиянием Японского моря. Так, средняя температура января от –11 до –12°C, абсолютный минимум температуры воздуха не опускается ниже –30°C, тогда как по мере удаления от моря средняя температура января составляет от –19 до –20°C, а минимальная температура достигает –45°C. Средняя годовая температура составляет на берегу моря 5.2°C, в континентальной части 3.5°C. Среднегодовое количество осадков со-

ставляет 750–850 мм, но в отдельные годы достигает 1000–1200 мм [1, 16]. Географическое положение района исследования предопределяет наиболее активное воздействие атмосферных осадков, приносимых южными и юго-восточными ветрами с морской акватории. Все это позволяет сделать предположение, что в почвах побережья юго-восточной части Приморья складывается оптимальная обстановка для внутривертикальной дифференциации продуктов выветривания и почвообразования.

В пределах прибрежного низкогорья и, особенно, в полосе на расстоянии до 5–7 км от берега моря в глубь континента распространены вторичные дубовые, дубово-липовые леса с примесью березы, ясеня и клена, изреженные остепненные дубняки, возникшие в результате антропогенной трансформации широколиственно-кедрово-еловых лесов [6, 7]. В исследуемом районе преобладают дубово-липовые леса с хорошо развитым кустарниковым ярусом из лещины; травяно-лещиновые заросли с порослью дуба и березы, разнотравно-кустарниковые группировки.

Для выявления влияния растительности на гумусообразование и морфологическое строение буроземов прибрежного низкогорья изучены буроземы под дубовыми лесами и их антропогенными производными – разнотравно-кустарниковыми группировками и лещиново-липовыми лесами на гари.

Согласно классификации почв России [13], исследуемые почвы соответствуют типам буроземов и буроземов темных, по системе WRB – Umbric Cambisol/Mollic Cambisol [33, 18]. В ходе исследований использовали сравнительно-географический, профильно-генетический методы. Физико-химические анализы выполняли по общепринятым методикам [4]. Определение группового и фракционного состава гумуса проводили по схеме Тюрина, в модификации Пономаревой и Плотниковой [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Буроземы, развитые под дубовыми лесами юго-восточного побережья Приморья формируются на хорошо дренируемых склонах и вершинах гор. Они характеризуются сравнительно небольшой мощностью как самого профиля (60–100 см), так и аккумулятивно-гумусового горизонта (8–16 см). Отличительной чертой этих буроземов является коричнево-бурая окраска иллювиально-гумусового горизонта. В типичных буроземах континентальной части Приморья в большинстве случаев окраска иллювиального горизонта желто-бурая, бурая [11], в буроземах на юге Приморья (острова архипелага Римского-Корсакова) – серовато-желтая, желтовато-серая [26]. Ниже приводим описание двух разрезов, ха-

рактизирующих морфологическое строение буроземов под дубовыми лесами юго-восточной части Приморья.

Разр. 5-04 заложен в 50 м от берегового обрыва к морю. Координаты: 42°83'50" с.ш., 133°69'69" в.д. Макрорельеф: прибрежный отрог южного Сихотэ-Алиня; мезорельеф: привершинная часть юго-западного склона, крутизной 13°, микрорельеф: слабовыраженные приствольные повышения. Растительность: дубовый лес с примесью липы, березы, клена; кустарник редкий из лещины; травяной напочвенный покров (проективное покрытие до 30%) включает осоку низенькую, папоротник орляк, какалию ушастую.

О, 0–6 см. Подстилка, состоит преимущественно из опада дуба, слаборазложившаяся в верхней части и средне-, хорошо разложившаяся в нижней части (3–6 см). Переход ясный.

АУ, 6–14 см. Темно-серый до черного, свежий, мелкокомковато-порошисто-зернистый, среднесуглинистый, густо пронизан корнями (диаметром 1–3 мм), отдельные мелкие обломки почвообразующей породы. Переход ясный, граница языковатая.

ВМf,hi, 14–70 см. Темно-коричневый (7.5YR3/4), влажный, порошисто-мелкозернистый, среднесуглинистый; коричнево-бурые органо-минеральные кутаны на поверхности структурных отдельностей и щебне, бурая окраска почвенной массы внутренней части структурных отдельностей; уплотнен из-за большого количества обломков почвообразующей породы (щебень размером 3–6 см составляет до 70% от объема почвы), много корней (диаметром до 2 мм). Переход постепенный.

ВСbm, 70–90 см. Неоднородный по цвету: на коричневом фоне выделяются серовато-желто-бурые участки, влажный, порошисто-мелкозернистый, среднесуглинистый, уплотнен из-за большого количества обломков почвообразующей породы – алевrolита (скелет размером до 15 см составляет 85–90% от объема почвы).

Разр. 11-04 заложен в 300 м восточнее берега моря. Координаты: 42°83'86" с.ш., 133°69'94" в.д. Макрорельеф: прибрежный отрог южного Сихотэ-Алиня; мезорельеф: привершинная часть северо-западного склона, крутизной 14°; микрорельеф: слабовыраженные приствольные повышения. Растительность: дубовый лес с примесью липы, березы, клена; подрост из дуба и клена; кустарник представлен куртинами из лещины; травяной покров (проективное покрытие до 30%) включает папоротник орляк, ландыш, осоку низенькую.

О, 0–6 см. Подстилка, состоит преимущественно из опада дуба, слаборазложившаяся в верхней части и средне-, хорошо разложившаяся в нижней части. Переход ясный.

АУ, 6–22 см. Серый со слабым белесоватым оттенком; свежий, порошисто-мелкозернистый, мелкокомковатый, среднесуглинистый, отдельные обломки почвообразующей породы (до 30% от объема), переплетен корнями растений (диаметром 2–3 мм). Переход ясный, граница языковатая.

ВМf,hi, 22–69 см. Коричнево-бурый (7.5YR4/3), влажный, мелкозернистый; коричнево-бурые органо-минеральные кутаны на поверхности структурных отдельностей и щебне, бурая окраска почвенной массы внутренней части структурных отдельностей; среднесуглинистый, пронизан корнями растений (диаметром 1–2–3 мм), большое количество (70–80% от объема) обломков горных пород (преобладают размеры от 1–2 до 7–8 см). Переход ясный.

С, 69–75 см. Обломки почвообразующих пород – кварцита.

Приведенные данные свидетельствуют, что буроземы, сформированные под дубовыми лесами юго-восточного побережья Приморья, имеют следующий набор генетических горизонтов: О–АУ–ВМf,hi–ВСbm. Визуальными признаками иллювиирования гумуса в буроземах этой группы являются присутствие в гор. ВМf,hi коричнево-бурых органо-минеральных кутан на поверхности структурных отдельностей и бурая окраска почвенной массы внутренней части, а также языковатый характер перехода от аккумулятивно-гумусового к иллювиально-гумусовому горизонту. В рамках современной классификации и диагностики почв России [13] они соответствуют типу буроземы. На подтиповом уровне их можно выделить как буроземы иллювиально-гумусовые, но для обоснованного решения вопросов номенклатуры и их подтиповой принадлежности необходима дальнейшая разработка критериев выделения иллювиально-гумусового подтипа среди типа – буроземы.

Впервые на наличие коричневой окраски иллювиального горизонта в бурых лесных почвах приокеанической части Приморского края обратил внимание Иванов [11]. Позднее он [10] и Хавкина [38] констатировали, что подобные почвы распространены в узкой прибрежной полосе по восточным склонам южного Сихотэ-Алиня, и выделили их как коричнево-бурые почвы.

Под антропогенными сукцессиями дубовых лесов формируются буроземы, существенно отличающиеся по морфологическому строению от вышеописанных. Они выделяются большей мощностью аккумулятивно-гумусового (17–25 см) и иллювиально-гумусового (20–60 см) горизонтов, а также характерной для последнего темно-серой, серой окраской. Подобные почвы распространены не только в прибрежной части юго-восточного Приморья, но и в других районах прибрежно-островной зоны побережья Японского моря [21, 26–29, 32]. Ниже приводим описание двух разре-

зов, характеризующих морфологическое строение буроземов под разнотравно-кустарниковыми группировками (разр. 1-05) и лещиново-липовыми лесами на гари (разр. 13-04).

Разр. 1-05 заложен на мысе Островной, в 20 м западнее берегового уступа. Координаты: 42°81'17" с.ш., 133°72'77" в.д. Макрорельеф: прибрежный отрог южной части Сихотэ-Алиня; мезорельеф: склон южной экспозиции, крутизной 7°; микрорельеф: слабовыраженные приствольные повышения. Растительность: разнотравно-кустарниковая с порослью дуба; кустарниковый ярус представлен шиповником; травяной покров (проективное покрытие 100%) включает полынью Кейске, мятлик, мискантус, подорожник, чертополох, лопух, ландыш.

О, 0–4 см. Подстилка, состоит из неразложившихся и слаборазложившихся травянистых растительных остатков. Переход ясный.

AU, 4–21 см. Темно-серый, свежий, мелкозернистый, легкосуглинистый, слегка уплотнен, густо пронизан корнями (диаметром до 4 мм). Переход постепенный, граница языковатая.

BMhi, 21–45 см. Темно-серый (7.5YR4/1); наличие темно-серых кутан на структурных отдельностях и обломках почвообразующей породы; бурая окраска внутренней части структурных отдельностей; свежий, комковато-зернистый, среднесуглинистый; более уплотненный, чем вышележащий; мелкие корни (диаметром до 5 мм). Переход постепенный, граница языковатая.

BM2hi, 45–73 см. Серый; гумусовые кутаны на структурных отдельностях и обломках почвообразующей породы, бурая окраска почвенной массы внутренней части структурных отдельностей; влажный, комковато-зернистый, среднесуглинистый, включения мелкого щебня и мелких корней (до 3 мм в диаметре). Переход ясный, граница неровная.

BCbm, 73–105 см. Светло-серый с желтоватым оттенком, влажный, мелкокомковато-зернистый, тяжелосуглинистый, скелетный (преимущественно мелкий щебень), на поверхности щебнистых отдельностей кварцита глинистые кутаны.

Разр. 13-04. Заложен в 200 м восточнее берега моря. Координаты: 42°83'86" с.ш., 133°69'87" в.д. Макрорельеф: прибрежный отрог южной части Сихотэ-Алинского хребта; мезорельеф: нижняя часть северо-западного склона, крутизной 14°; микрорельеф: слабовыраженные приствольные повышения. Растительность: лещиново-липовый лес (со следами неоднократного воздействия низовых пожаров) с примесью дуба, березы, клена, яблони; подрост представлен дубом, кленом; в подлеске — хорошо развитая лещина; в напочвенном покрове (проективное покрытие 25–30%) — осока, папоротник, ландыш, майник, полынью Кейске, мышинный горошек.

Opig, 0–6 см. Подстилка из слаборазложившихся остатков древесных и травянистых растений, в нижней части — включения древесных углей. Переход ясный.

AUpir, 6–31 см. Темно-серый до черного, свежий, порошистый, среднесуглинистый, густо переплетен корнями, рыхлый, включение значительного количества частиц древесного угля, большое количество (до 30% от объема) мелкого щебня (размером до 3–4 см). Переход постепенный, граница языковатая.

BMhi,pir, 31–51 см. Темно-серый до черного (10YR3/1); свежий, порошисто-мелкозернистый, среднесуглинистый, темно-серые кутаны на обломках почвообразующей породы, включения мелких частичек древесного угля, густо пронизан корнями, скелетный (мелкие обломки размером 3–4 см составляют до 70% от объема). Переход резкий, неровный.

BC1bm, 51–84 см. Серовато-бурый, влажный, порошисто-мелкокомковатый, среднесуглинистый, большое количество (до 60% от объема почвы) включений обломков почвообразующих пород (преобладающий размер обломков 0.5–1 см), корней меньше, чем в вышележащем горизонте. Переход ясный.

BC2bm, 84–110 см. Серовато-бурый, влажный, мелкокомковатый, среднесуглинистый, много корней размером до 2 мм, сильноскелетный (обломки породы алевролита размером от 1–3 до 5 см составляют 90–95% от объема почвы).

Как следует из вышеприведенных морфологических описаний, для буроземов, развитых под разнотравно-кустарниковыми группировками, характерен профиль O–AU–BMhi1–BMhi2–BCbm, а для буроземов, развитых под неоднократно прогоревшим лесом — профиль Opig–AUpir–BMhi,pir–BCbm со следами пирогенеза в подстилке, аккумулятивно-гумусовом и иллювиально-гумусовом горизонтах. Формирование иллювиально-гумусового гор. BMhi связано с иллювиированием гумуса. Визуально выраженными признаками иллювиирования гумуса в буроземах этой группы являются: языковатые гумусовые затеки в нижней части гор. AU и в гор. BMhi; темно-серая, серая окраска последнего; наличие в нем темно-серых кутан на структурных отдельностях и обломках почвообразующей породы, более светлая (бурая) окраска почвенной массы внутренней части структурных отдельностей этого горизонта. Наибольшая мощность гор. AU и BMhi в этих буроземах отмечается на обезлесенных участках под травянистой растительностью. В рамках современной классификации и диагностики почв России [13] эти буроземы соответствуют типу буроземы темные. На подтиповом уровне их можно выделить как буроземы темные иллювиально-гумусовые, но для обоснованного решения вопросов номенклатуры и их подтипо-

вой принадлежности необходима дальнейшая разработка критериев выделения иллювиально-гумусового подтипа среди типа – буроземы темные.

Сравнительная характеристика физико-химических свойств буроземов (табл. 1) рассматриваемых биогеоценозов обнаруживает как общие, так и индивидуальные закономерности. Они в определенной степени предопределяются фациальностью условий буроземообразования исследуемой территории. В частности, меньшая обеспеченность теплом и более высокий уровень увлажнения обуславливают большую выщелоченность рассматриваемых буроземов и, как следствие, их высокую кислотность.

Буроземы под дубовыми лесами и разнотравно-кустарниковыми зарослями формируются в условиях сильнокислой реакции среды – рН солевой вытяжки варьирует в пределах 3.6–4.1, тогда как буроземы гари – в условиях среднекислой реакции (рН солевой – 4.7), что в определенной степени связано с последствием воздействия пожара [42]. Наибольшая кислотность отмечается в аккумулятивно-гумусовых горизонтах. Варьирование показателей связано не только со своеобразием растительности, но и геоморфологическим положением буроземов. Так, буроземы под лесной растительностью характеризуются наиболее низкими значениями рН солевой вытяжки (3.6–3.9) по сравнению с буроземами разнотравно-кустарниковых зарослей и гари (4.1–4.7). При этом буроземы дубовых лесов (разр. 11-04) подветренных склонов (ветровой тени) выделяются наиболее низкими значениями рН солевой вытяжки – 3.6 по сравнению с буроземами наветренных склонов (разр. 5-04), где рН солевой составляет 3.9. Это связано с подщелачивающим действием морских солей, приносимых ветрами с акватории моря [23, 25]. В целом же, сильнокислая реакция среды рассматриваемых буроземов в значительной степени обусловлена кислыми атмосферными осадками, характерными для исследуемой территории. Величина рН осадков находится в пределах 3.87–4.62, реже поднимается до 5.05–5.35 [3, 14].

Исследуемые буроземы характеризуются хорошо выраженной взаимосвязью варьирования обменной и гидролитической кислотностей. Так, в ряду буроземов (разр. 1-05, 5-04, 11-04) увеличение обменной кислотности (рН солевой вытяжки 4.1–3.9–3.6) сопровождается увеличением показателей гидролитической кислотности: 20.13–22.75–24.06 смоль(экв)/кг. В буроземах гари эти закономерности сохраняются, но они менее четко выражены.

Высокие показатели обменной и гидролитической кислотности исследуемых буроземов согласуются с низкими значениями степени насыщенности почв основаниями (ненасыщенные – слабонасыщенные) за исключением пирогенных буроземов гари. В последних, в связи с резким

увеличением содержания обменных оснований в целом и особенно кальция (23.81 смоль(экв)/кг), возрастает степень насыщенности (81–92%) и снижается величина обменной кислотности.

Профильное распределение содержания обменных кальция и магния в буроземах отдельных биогеоценозов имеет определенное своеобразие. Их максимумы приходятся на аккумулятивно-гумусовые горизонты. Буроземы дубовых лесов наветренных склонов (разр. 5-04) характеризуются большим содержанием обменного кальция – 9.48 и магния – 6.58 смоль(экв)/кг по сравнению с буроземами подветренных склонов (разр. 11-04): кальция – 2.43 и магния – 0.87 смоль(экв)/кг. В буроземах гари резко увеличивается содержание обменного кальция до 23.81 смоль(экв)/кг, что связано с его высоким содержанием в золе растений [10, 22].

Отличительной чертой буроземов, расположенных на наветренных участках, как под дубовыми лесами (разр. 5-04), так и под разнотравно-кустарниковыми зарослями (разр. 1-05), является повышенное содержание магния в составе поглощенных оснований аккумулятивно-гумусовых горизонтов – от 50 до 70%. Это, по нашему мнению, связано с привносом магния с акватории моря на почвы наветренных участков [22, 23].

Профильная дифференциация содержания гумуса свидетельствует о том, что формирование буроземов, как под дубовыми лесами, так и под их антропогенными производными – разнотравно-кустарниковыми зарослями – и на гари определяется сочетанием аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового элементарных процессов почвообразования (ЭПП). Иллювирование гумуса проявляется в его повышенном содержании в горизонтах: VMf,hi, VMhi, VMhi,pig и даже VСbm. В последнем на глубине 70–100 см содержание гумуса остается довольно высоким и варьирует в пределах 1.8–2.2%. Степень развития этих ЭПП обусловлена различиями в растительности рассматриваемых участков.

Буроземы дубовых лесов выделяют большей подвижностью гумуса и соответственно меньшим его содержанием в аккумулятивно-гумусовом (8.52–14.08%) и иллювиально-гумусовом (4.45–6.12%) горизонтах по сравнению с буроземами разнотравно-кустарниковых зарослей и гари. В последних содержание гумуса в гор. AU варьирует от 13.95 до 18.39%, а в гор. VMhi, VMhi,pig – от 6.46 до 10.09%.

Повышенное содержание гумуса в профиле пирогенных буроземов связано с воздействием пожаров на подстилки. Об этом свидетельствуют данные ряда исследователей [40, 41], показывающие, что пирогенная трансформация подстилки сопровождается увеличением выхода водорастворимого органического вещества и активным поступлением его вниз по профилю почвы.

Таблица 1. Физико-химические свойства буроземов

Горизонт	Глубина, см	рН		Гумус, %	Гидролитическая кислотность	Обменные катионы			Степень насыщенности основными, %	Вытяжка Тамма, %		
		водный	солевой			Н ⁺	Са ²⁺	Mg ²⁺		Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃
Бурозем под дубовым лесом, разр. 5-04												
AY	6-14	6.0	3.9	14.08	22.75	8.14	9.48	6.58	66	0.82	0.77	1.59
BMf,hi	15-25	5.1	4.0	6.12	21.00	7.41	2.66	0.72	31	1.37	0.99	2.36
BMf,hi	40-50	5.3	4.0	2.03	16.63	6.95	0.52	1.47	22	0.95	0.97	1.02
BCbm	75-85	5.3	3.9	1.81	17.94	8.02	0.57	3.78	35	0.86	0.98	1.84
Бурозем под дубовым лесом, разр. 11-04												
AY	9-17	4.5	3.6	8.52	24.06	6.71	2.43	0.87	33	0.51	0.53	1.04
BMf,hi	25-35	5.1	4.2	4.45	14.44	2.87	0.25	0.95	30	1.38	0.96	2.35
BMf,hi	50-60	5.2	4.1	4.67	15.31	2.86	0.30	1.05	32	1.46	0.97	2.43
Бурозем под разногравно-кустарниковыми группировками, разр. 1-05												
AU	7-17	5.0	4.1	18.39	20.13	8.64	6.23	6.23	59	0.77	0.60	1.37
BM1hi	25-35	5.1	4.1	6.46	19.25	10.92	2.13	1.36	24	0.70	1.13	1.83
BM2hi	50-60	5.2	4.2	3.71	16.19	10.04	0.64	2.09	21	0.76	0.88	1.64
BCbm	80-90	5.4	4.1	2.20	11.81	6.23	0.73	1.69	28	0.72	0.93	1.65
Бурозем под лещиново-липовым лесом на гари, разр. 13-04												
AUpir	15-25	5.5	4.7	13.95	16.63	5.86	23.81	1.87	81	1.00	0.92	1.92
BMhi,pir	35-45	6.0	4.9	10.09	10.50	1.18	19.62	3.77	94	0.96	0.82	1.78
BCbm	56-66	6.2	4.5	0.87	4.81	0.51	10.16	11.16	98	0.84	0.96	1.80

Определяющим фактором различий профильной дифференциации гумуса в рассматриваемом ряду буроземов является динамика обменной и гидролитической кислотности — с ростом их значений заметно увеличивается подвижность гумуса. Характерной и отличительной чертой рассматриваемых буроземов является высокая степень гумусированности их аккумулятивно-гумусовых и иллювиально-гумусовых горизонтов.

На наличие бурых лесных почв с высокой гумусированностью одним из первых обратил внимание Иванов [11]. Он отмечал, что под порослевыми дубовыми лесами в ряде мест Приморья распространены кислые, сильно ненасыщенные бурые лесные почвы с высоким содержанием гумуса на всю глубину профиля (гор. А1 — 28.5%; А1В — 16.%; ВС 4.8 — 3.1%). Позднее Иванов [10] пришел к выводу, что высокая гумусированность поверхностных горизонтов является характерной чертой для бурых лесных почв Приморья. Она связана с высокой микробиологической активностью, обуславливающей интенсивные процессы минерализации растительных остатков и гумусообразования в условиях повышенной обеспеченности теплом и влагой летом с последующей их консервацией в зимний период.

Отмеченные закономерности распределения гумуса по профилю прибрежных буроземов юго-восточной части Приморья вызваны внутрипрофильной дифференциацией ГК и ФК и их отдельных фракций (табл. 2).

В рассматриваемых буроземах существенные различия прослеживаются, прежде всего, в процессах гумусообразования. В буроземах дубовых лесов гумусообразование идет по гуматно-фульватному (отношение С гк/С фк равно 0.8—0.77), а буроземах разнотравно-кустарниковых зарослей и гари — по фульватно-гуматному типу (отношение С гк/С фк равно 1.20—1.15).

Фульватно-гуматный тип гумусообразования характерен для буроземов и других прибрежных районов Приморья, о чем свидетельствуют не только наши данные [27, 30, 32], но и данные других исследователей [8, 15, 17, 19, 20].

Характерной и отличительной чертой группового состава гумуса пирогенных буроземов гари является сохранение фульватно-гуматного состава в структурно-метаморфическом иллювиально-гумусовом гор. ВМh1 (отношение С гк/С фк равно 1.09), тогда как в буроземах других биоценозов он сменяется на гуматно-фульватный (отношение С гк/С фк составляет 0.53—0.67). Повышение отношений С гк/С фк под воздействием пирогенного фактора отмечено и для лесных почв Приамурья [39].

Содержание негидролиземого остатка в ряду рассматриваемых буроземов, вероятно, отражает не только биоценотическое и геохимическое своеобразие условий их формирования, но и воз-

действие на них пирогенного фактора. Буроземы гари выделяются повышенным содержанием негидролиземого остатка как в аккумулятивно-гумусовом, так и в иллювиально-гумусовом горизонтах (40.80—43.93%), что, видимо, связано с присутствием углистых частиц в этих горизонтах.

В рассматриваемом ряду буроземов преобладающими фракциями в составе гумуса в целом являются фракция ГК-1, ФК-1 и ФК-2.

Буроземы различных биоценозов существенно различаются по содержанию гуминовых кислот, их фракционному составу и степени подвижности отдельных фракций. Различия проявляются, прежде всего, в подвижности преобладающей фракции среди ГК — бурых гуминовых кислот, что и обуславливает в определенной степени своеобразие их морфологической дифференциации. Для буроземов дубовых лесов характерен аккумулятивный тип их распределения по профилю, а для буроземов разнотравно-кустарниковых зарослей и гари — иллювиальный.

Диагностическим признаком исследуемых почв является иллювиальный характер профильного распределения фракции черных ГК. Аналогичный характер отмечен и для фракции ГК-3, за исключением буроземов гари, где она имеет аккумулятивный тип распределения.

Буроземы под разнотравно-кустарниковыми группировками и на гари характеризуются как большим абсолютным содержанием гуминовых кислот в целом, так и их отдельных фракций — бурых, черных ГК, а также черных ГК + ФК-2 и их большей подвижностью по сравнению с буроземами под дубовыми лесами.

В ряду буроземов рассматриваемых биоценозов содержание и профильная динамика отдельных фракций фульвокислот также характеризуется определенными закономерностями. В них фракция ФК-1а, свободных фульвокислот и связанная с оксалаторастворимыми оксидами железа и алюминия, имеет четко выраженный иллювиальный характер профильной дифференциации. Однако буроземы дубовых лесов по сравнению с буроземами разнотравно-кустарниковых зарослей и гари выделяются большим содержанием (и абсолютным, и относительным) этой фракции фульвокислот. Вероятно, это обуславливается более высоким содержанием в них аморфных форм оксидов железа и алюминия и аналогичной закономерностью их внутрипрофильного распределения.

Диагностическим показателем буроземов под дубовыми лесами является четко выраженный аккумулятивный характер профильной дифференциации фракций ФК-1 и ФК-2, а буроземов под разнотравно-кустарниковыми зарослями — иллювиальный. В буроземах на гари фракция ФК-1 имеет аккумулятивный, а фракция ФК-2 —

Таблица 2. Групповой и фракционный состав гумуса буроземов, над чертой – % от почвы; под чертой – % от С общ

Горизонт	Глубина, см	С общ, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Негидролизуемый остаток	С гк / С фк
			1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма		
Бурозем под дубовым лесом, разр. 5-04													
AY	6–14	8.17	<u>1.73</u> 21.18	<u>0.20</u> 2.45	<u>0.45</u> 5.51	<u>2.38</u> 29.14	<u>0.35</u> 4.28	<u>0.99</u> 12.12	<u>1.19</u> 14.56	<u>0.51</u> 6.24	<u>3.04</u> 37.20	<u>2.75</u> 33.66	0.78
BMf,hi	15–25	3.55	<u>0.64</u> 18.03	<u>0.05</u> 1.41	<u>0.18</u> 5.07	<u>0.87</u> 24.51	<u>0.56</u> 15.77	<u>0.34</u> 9.58	<u>0.39</u> 10.99	<u>0.36</u> 10.14	<u>0.65</u> 46.48	<u>1.03</u> 29.01	0.53
BMf,hi	40–50	1.18	<u>0.15</u> 12.71	<u>0.05</u> 4.24	<u>0.06</u> 5.08	<u>0.26</u> 22.03	<u>0.45</u> 38.14	<u>0.04</u> 3.39	<u>0.16</u> 13.56	<u>0.17</u> 14.41	<u>0.82</u> 69.50	<u>0.10</u> 8.47	0.32
BCbm	75–85	1.07	<u>0.15</u> 14.02	<u>0.05</u> 4.67	<u>0.06</u> 5.61	<u>0.26</u> 24.30	<u>0.26</u> 24.30	<u>0.03</u> 2.81	<u>0.14</u> 13.08	<u>0.16</u> 14.95	<u>0.59</u> 55.14	<u>0.22</u> 20.56	0.44
Бурозем под дубовым лесом, разр. 11-04													
AY	9–17	4.94	<u>1.40</u> 28.34	<u>0.26</u> 5.26	<u>0.19</u> 3.85	<u>1.85</u> 37.45	<u>0.36</u> 7.29	<u>0.81</u> 16.40	<u>0.43</u> 8.70	<u>0.81</u> 16.40	<u>2.41</u> 48.79	<u>0.68</u> 13.76	0.77
BMf,hi	25–35	2.58	<u>0.26</u> 10.08	<u>0.22</u> 8.53	<u>0.06</u> 2.32	<u>0.54</u> 20.93	<u>0.65</u> 25.2	<u>0.03</u> 1.16	<u>0.08</u> 3.10	<u>0.19</u> 7.36	<u>0.95</u> 36.82	<u>1.09</u> 42.25	0.57
BMf,hi	50–60	2.71	<u>0.32</u> 11.81	<u>0.11</u> 4.06	<u>0.11</u> 4.06	<u>0.54</u> 19.93	<u>0.62</u> 22.88	<u>0.07</u> 2.58	<u>0.19</u> 7.01	<u>0.29</u> 10.70	<u>1.17</u> 43.17	<u>1.00</u> 36.90	0.46
Бурозем под разнотравно-кустарниковыми группировками, разр. 1-05													
AU	7–17	10.67	<u>2.02</u> 18.93	<u>0.35</u> 3.28	<u>0.37</u> 3.47	<u>2.74</u> 25.68	<u>0.25</u> 2.34	<u>0.45</u> 4.22	<u>1.20</u> 11.25	<u>0.39</u> 3.65	<u>2.29</u> 21.46	<u>5.64</u> 52.86	1.20
BM1hi	25–35	3.75	<u>0.84</u> 22.40	<u>0.30</u> 8.00	<u>0.19</u> 5.07	<u>1.33</u> 35.47	<u>0.57</u> 15.20	<u>0.39</u> 10.40	<u>0.75</u> 20.00	<u>0.27</u> 7.20	<u>0.98</u> 52.80	<u>0.44</u> 11.73	0.67
BM1hi	50–60	2.15	<u>0.48</u> 22.32	<u>0.09</u> 4.19	<u>0.06</u> 2.79	<u>0.63</u> 29.30	<u>0.58</u> 26.98	<u>0.09</u> 4.19	<u>0.28</u> 13.02	<u>0.12</u> 5.58	<u>1.07</u> 49.77	<u>0.45</u> 20.93	0.59
BCbm	80–90	1.28	<u>0.31</u> 24.22	<u>0.14</u> 10.94	<u>0.05</u> 3.91	<u>0.50</u> 39.07	<u>0.29</u> 22.65	<u>0.07</u> 5.47	<u>0.22</u> 17.19	<u>0.10</u> 7.81	<u>0.68</u> 53.12	<u>0.10</u> 7.81	0.74
Бурозем под лещиново-липовым лесом на гари, разр. 13-04													
AUpir	15–25	8.09	<u>1.94</u> 23.98	<u>0.32</u> 3.95	<u>0.30</u> 3.71	<u>2.56</u> 31.64	<u>0.22</u> 2.72	<u>0.42</u> 5.19	<u>0.97</u> 11.99	<u>0.62</u> 7.66	<u>2.23</u> 27.56	<u>3.30</u> 40.80	1.15
BM-hi,pir	35–45	5.85	<u>1.42</u> 24.27	<u>0.08</u> 1.37	<u>0.21</u> 3.59	<u>1.71</u> 29.23	<u>0.20</u> 3.42	<u>0.13</u> 2.22	<u>0.71</u> 12.14	<u>0.53</u> 9.06	<u>1.57</u> 26.84	<u>2.57</u> 43.93	1.09
BCbm	56–66	0.70	<u>0.01</u> 1.43	<u>0.03</u> 4.28	<u>0.01</u> 1.43	<u>0.05</u> 7.14	<u>0.07</u> 10.00	<u>0.02</u> 2.86	<u>0.16</u> 22.85	<u>0.29</u> 41.43	<u>0.54</u> 77.14	<u>0.11</u> 15.71	0.09

иллювиальный характер профильной дифференциации.

Содержание и профильное распределение оксалаторастворимых оксидов железа и алюминия по Тамму в рассматриваемом ряду буроземов позволяет в определенной степени объяснить своеобразие морфологического строения буроземов под различной растительностью.

В буроземах под дубовыми лесами профильное варьирование оксалаторастворимых оксидов железа имеет четко выраженную элювиально-иллю-

виальную закономерность с максимумом содержания в иллювиально-гумусовых горизонтах (Fe_2O_3 1.37–1.46%; R_2O_3 2.36–2.43%). В них же отмечается и максимальное осаждение агрессивной фракции ФК-1а, что, видимо, в определенной степени и обеспечивает их коричнево-бурую окраску. В буроземах под разнотравно-кустарниковыми группировками профильное содержание железа по Тамму почти стабильно, на гари – со слабовыраженной аккумуляцией в гумусовом горизонте, а в иллювиально-гумусовых горизонтах наряду с фракцией ФК-1а осаждаются и фракции

ГК-2 и ФК-2, что на фоне более высокого содержания С общ (3.75–5.85%) придает им темные цвета окраски.

ВЫВОДЫ

1. Для исследуемого района характерны своеобразные климатические условия почвообразования: повышенное среднегодовое количество осадков (75–850 мм, а в отдельные годы до 1000–1200 мм), более высокая среднегодовая температура (5.2 против 3.5°C в континентальной части), большая продолжительность безморозного периода (на 55–60 дней). Это обуславливает в почвах побережья юго-восточной части Приморья оптимальную обстановку для внутривертикальной дифференциации продуктов выветривания и почвообразования.

2. Буроземы прибрежного низкогорья юго-восточной части Приморья отличаются разнообразием морфологического строения, которое определяется сукцессионными изменениями растительности. Под дубовыми лесами формируются буроземы с профилем O–AY–BMf,hi–BCbm, под их антропогенными производными – разнотравно-кустарниковыми группировками развиты буроземы с профилем O–AU–BMhi1–BMhi2–BCbm, а на гаях – с профилем Opir–AUpir–BMhi,pir–BCbm.

3. Физико-химические показатели исследуемых буроземов (обменная и гидролитическая кислотность, гумусированность, степень насыщенности основаниями) обусловлены как различиями в растительности, так и особенностями геоморфологического положения по отношению к направлению морских ветров (наветренное или подветренное). Буроземы под дубовыми лесами отличаются большей обменной и гидролитической кислотностью, меньшей гумусированностью и степенью насыщенности основаниями, большей подвижностью гумуса, чем буроземы разнотравно-кустарниковых группировок и гари. Наряду с этим буроземы дубовых лесов наветренных склонов имеют большее содержание обменных кальция и магния по сравнению с буроземами подветренных склонов.

4. Профильная дифференциация исследуемых буроземов обусловлена сочетанием аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового процессов почвообразования. О последнем свидетельствуют наличие органо-минеральных кутан и повышенное содержание гумуса в иллювиально-гумусовых горизонтах. Различия проявляются в визуальной выраженной окраске этих горизонтов – в буроземах под дубовыми лесами она коричнево-бурая, а в буроземах их антропогенных сукцессий – темно-серая.

5. Своеобразие морфологического облика буроземов различных биогеоценозов предопределяется существенными различиями в процессах

гумусообразования. В буроземах дубовых лесов гумусообразование идет по гуматно-фульватному (отношение С гк/С фк составляет 0.8–0.77), а буроземах разнотравно-кустарниковых зарослей и гари – по фульватно-гуматному типу (отношение С гк/С фк составляет 1.20–1.15).

6. Профильная динамика гумуса и его отдельных фракций позволяет в определенной степени объяснить природу морфохромохимической дифференциации буроземов под различными биоценозами. В буроземах под дубовыми лесами максимальное осаждение агрессивной фракции ФК-1а в иллювиально-гумусовых горизонтах совпадает с максимумом содержания оксалаторастворимых оксидов железа, что, видимо, в определенной степени и обеспечивает их коричнево-бурую окраску. В буроземах под разнотравно-кустарниковыми группировками и на гари в иллювиально-гумусовых горизонтах наряду с ФК-1а осаждаются и другие фракции – ГК-2 и ФК-2, которые и придают им темно-серые цвета окраски.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Приморского края. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 148 с.
2. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
3. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия ландшафтов и техногенез. М.: Наука, 1990. 197 с.
4. Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.
5. Грачева Р.Г., Таргульян В.О. Макро- и мезоморфологическая диагностика почв и элементарных почвообразовательных процессов в ряду бурозем-подбур // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука, 1978. С. 103–121.
6. Добрынин А.П. Дубовые леса российского Дальнего Востока (биология, география, происхождение) // Тр. Ботан. садов ДВО РАН. 2000. 260 с.
7. Жудова П.П. Растительность и флора Судзунского государственного заповедника Приморского края // Тр. Сихотэ-Алинского государственного заповедника. 1967. Вып. VI. С. 5–249.
8. Зонн С.В. Особенности аллитного выветривания и почвообразования на островах Приморья и Дальнего Востока // Изучение и освоение природной среды. М.: Наука, 1976. С. 125–137.
9. Зонн С.В., Нечаева Е.Г., Сапожников А.П. О контрастности почвообразования в юго-восточной части дальневосточного Приморья // Проблемы типологии и классификации лесов. Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. 1972. Вып. 84. С. 135–145.
10. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
11. Иванов Г.И. Почвы Приморского края. Владивосток: Дальн. кн. изд-во, 1964. 107 с.
12. Карпачевский Л.О. Новые подходы к изучению лесных почв // Почвоведение. 1999. № 1. С. 152–160.
13. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
14. Кондратьев И.И., Семькина Г.И. Атмосферные осадки // Геосистемы Дальнего Востока России на

- рубеже XX—XXI веков. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 175—179.
15. Коваль Т.Г. Качественный состав гумуса почв острова Фуругельма // Генезис, химия и биология почв Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 158—164.
 16. Лазовский заповедник. М.: Агропромиздат, 1989. 206 с.
 17. Макаревич Р.А. Состав гумуса некоторых бурых горно-лесных почв Приморья // Вестн. Моск. ун-та. 1977. Сер. 17, почвоведение. № 4. С. 22—28.
 18. Мировая коррелятивная база почвенных ресурсов: основа для международной классификации и корреляции почв. М.: Тов-о науч. изданий КМК, 2007. 278 с.
 19. Мотузова Г.В., Карпова Е.А., Савина О.М. Темноцветные лесные почвы Сихотэ-Алинского заповедника // Почвоведение. 1986. № 8. С. 105—111.
 20. Пуртова Л.Н., Зимина М.П. Изменчивость физико-химических показателей бурых лесных почв в пределах фитогенных полей деревьев (юг Дальнего Востока) // Почвоведение. 2007. № 1. С. 31—37.
 21. Пшеничников Б.Ф. Особенности формирования и эволюции островных буроземов в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока // Растения в муссонном климате. Мат-лы III Междунар. конф. Владивосток: ДВО РАН, 2003. С. 124—129.
 22. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Генезис и эволюция приокеанических буроземов. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. 202 с.
 23. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Геохимическое воздействие Тихого океана на почвы юга Дальнего Востока // Почвоведение: история, социология, методология. М.: Наука, 2005. С. 291—295.
 24. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Генезис и классификация приокеанических буроземов Дальнего Востока // Мат-лы III Междунар. конф. по лесному почвоведению “Продуктивность и устойчивость лесных почв” (Петрозаводск, 7—11 сентября 2009 г.) Петрозаводск, 2009. С. 94—95.
 25. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Иллювиально-гумусовые буроземы Приморья // Науч. докл. Высш. школы. Биологические науки, 1978. № 8. С. 131—135.
 26. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Почвы островов и побережья // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования. Т. I. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 251—283.
 27. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Роль фаціальности геохимии ландшафтов в географии буроземов приокеанической части юга Дальнего Востока России // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М.А. Глазовской). Докл. Всерос. науч. конф. М., 2012. С. 260—262.
 28. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Специфика формирования буроземов на островах залива Петра Великого (юг Дальнего Востока) // Вестн. ДВО РАН, 2013. № 5. С. 87—96.
 29. Пшеничникова Н.Ф., Пшеничников Б.Ф., Латышева Л.А. Брюниземоподобные почвы острова Рейнеке // Вестн. Томского гос. ун-та. Приложение № 15. Мат-лы III Всерос. науч. конф. “Современные проблемы почвоведения и оценка земель Сибири, посвященной 75-летию со дня основания кафедры почвоведения Томского государственного университета”. 2005. С. 61—62.
 30. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Латышева Л.А. Влияние процессов гумусообразования и гумусонакопления на морфогенетическое своеобразие буроземов прибрежной части южного Сихотэ-Алиня // Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика. Мат-лы междунар. конф. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 72—78.
 31. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Латышева Л.А. Роль гуминовых кислот в формировании морфологического разнообразия буроземов прибрежно-островной зоны юга Дальнего Востока // Тр. V Всерос. конф. “Гуминовые вещества в биосфере”. Ч. 2. СПб.: Издательский дом С-Петербургского гос. ун-та, 2010. С. 623—629.
 32. Пшеничников Б.Ф., Шейн Е.В., Милановский Е.Ю., Пшеничникова Н.Ф. Особенности формирования и эволюции буроземов приокеанической части юга Дальнего Востока // Мат-лы V конф. “Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы”. М., 2009. С. 209—211.
 33. Почвенная номенклатура и корреляция. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. 435 с.
 34. Рожков В.А., Карпачевский Л.О. Лесной покров России и охрана почв // Почвоведение. 2006. № 10. С. 1157—1164.
 35. Сурина Н.И., Таргульян В.О., Шоба С.А. Морфологический анализ профиля и химические особенности горных буроземов среднего Сихотэ-Алиня // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 1984. № 3. С. 10—19.
 36. Сурина Н.И., Таргульян В.О., Шоба С.А. Морфология и химизм гумус-аккумулятивного и иллювиально-гумусового процессов в буроземах Дальнего Востока // Почвоведение. 1985. № 6. С. 33—48.
 37. Таргульян В.О. Мульч-алфегумусовое почвообразование в горах и на равнинах гумидных областей // Тез. докл. VI делегатского съезда ВОП. Тбилиси, 1981. С. 9—10.
 38. Хавкина Н.В. Состав гумуса бурых лесных почв прибрежной полосы восточных склонов Сихотэ-Алиня // Почвенно-лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток, 1977. С. 27—32.
 39. Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Влияние пожаров на свойства лесных почв Приамурья (Норский заповедник) // Почвоведение. 2008. № 7. С. 783—792.
 40. Almendros G., Gonzalez-Vila F.J., Martin F. Fire-induced transformation of soil organic matter from an oak forest: an experimental approach to the effects of fire on humic substances // Soil Sci. 1990. V. 149. P. 158—168.
 41. Fernandez I., Cabaneiro A., Carballas T. Thermal resistance to high temperatures of different organic fractions from soils under pine forest // Geoderma. 2001. V. 104(3—4). P. 281—298.
 42. Gonzalez-Perez J.A., Gonzalez-Vila F.L., Almendros G., Knicker H. The effect of fire on soil organic matter — a review // Environment International. 2004. V. 30(6). P. 855—870.