

ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48

ГЕНЕТИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНУЗЕМОВ

© 2021 г. Ю. И. Ершов*

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН,
Академгородок, 50/28, Красноярск, 660036 Россия*

**e-mail: solum@ksc.krasn.ru*

Поступила в редакцию 17.04.2019 г.

После доработки 20.10.2020 г.

Принята к публикации 24.10.2020 г.

В настоящее время вопросы генезиса, номенклатуры и классификация грануземов остаются дискуссионными, что объясняется крайней ограниченностью сведений о них. Почвы описаны в лесотундре Норильской котловины, в долинах рек Тукаланда, Аккит, Хантайка (координаты 68°30' N, 88°15' E) и в северной тайге долины нижнего течения р. Нижняя Тунгуска (66°20' N, 89°00' E). Генетико-географическое своеобразие грануземов связано в первую очередь с минералого-гранулометрическим составом почвообразующих пород, которые представлены моренными флювиогляциальными суглинисто-глинистыми отложениями – дериватами кварцсодержащих долеритов. Почвы характеризуются сильноокислой–кислой реакцией и соответственно ненасыщенностью поглощающего комплекса в верхних горизонтах и насыщенностью – в нижних. Имеют повышенное содержание гумуса фульватного состава ($C_{\text{гк}}/C_{\text{фк}} < 1$) и оксалаторастворимого железа. Ведущими почвообразовательными процессами являются современное внутрпочвенное выветривание и коагуляционно-криохемотропная грануляция. Диагностическим морфологическим элементарным свойством грануземов является наличие горизонта с хорошо выраженной шарообразной или округло-ребристой структурой. На поверхности залегает подстилка, разной мощности и степени разложения.

Ключевые слова: субарктика, Среднесибирское плоскогорье, основные породы, флювиогляциальные отложения, округло-ребристая грануляция, классификация почв

DOI: 10.31857/S0032180X21050075

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное промышленное освоение природных ресурсов северных районов Среднесибирского плоскогорья породило ряд сложных почвенно-экологических проблем, связанных с аэротехногенным загрязнением, воздействием строительства и техники, лесными пожарами, затоплением и подтоплением водохранилищами, которые наносят огромный вред мерзлотным лесным ландшафтам. Наблюдается деградация, а местами и катастрофическое уничтожение почвенно-растительного покрова на огромных территориях (Норильский промышленный район). В данном контексте изучение почв северных широт имеет большое научное и практическое значение. Рассматриваемый регион характеризуется исключительно сложной и многообразной природной средой. Все биотические явления и процессы здесь развиваются в экстремальных условиях, обусловленных суровостью климата и многолетней мерзлотой.

В последнее время наблюдается заметная активизация почвенных исследований, направленных на усовершенствование классификации и терминологии почв (создана новая классифика-

ция почв России – основная версия и полевой определитель [17, 21]). Несмотря на очевидные достоинства новой классификации, вопросы отражения в ней некоторых почв Субарктики Средней Сибири (например, грануземов) остаются дискуссионными. Почвенный покров Сибири отличается исключительным многообразием и специфичностью. Своеобразие сибирских черноземов отмечал В.В. Докучаев [6], И.П. Герасимов назвал почвы Сибири “самобытными”, подчеркивая тем самым их специфичность и, в определенной степени, неповторимость [4]. Почвообразовательные процессы, реализующие своеобразие сочетания факторов, нередко приводят здесь к формированию новых разновидностей почв [2, 8–12, 18, 22, 23, 26–33].

Первые сведения о почвах бассейна Нижней Тунгуски (Туруханский район) с иллювиально-гумусовым горизонтом, располагающимся под подстилкой, и имеющим кофейно-шоколадную окраску и зернистую структуру, описаны в литературе [1, 14, 16, 20]. Эти почвы формируются на предгорных равнинных участках, сложенных дериватами диабазов, состоящих из валунно-галеч-

никовой толщи (моренные отложения боковых ледников), перекрытой песчано-глинистым материалом, под листовничным редколесьем по пятнистой тундре. Отмечается отсутствие в почвах гумусового и оподзоленного горизонтов. Почвы названы “скрытоподзолистыми иллювиально-гумусовыми тяжелосуглинистыми”. Описания почв в работах [16, 20] сопровождаются довольно представительным (для того времени) лабораторно-аналитическим материалом (гранулометрическим и химико-минералогическим составом пород, общими физико-химическими свойствами). По условиям почвообразования, составу и свойствам эти почвы имеют много общих черт с описанными в 1970–80-е годы И.А. Соколовым почвами на плато Путорана, которые он назвал “грануземами” (от слова “гранула”) [27, 30–33] и выделил в тип почв.

Цель работы – на основе анализа новых массовых фактических материалов попытаться глубже понять генетико-географическое своеобразие грануземов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Многолетние почвенные исследования проводились в малоизученных районах Субарктики Центральной Сибири. Грануземы описаны в лесотундре (Норильская межгорная котловина, долины рек Тукаланда, Аккит, Хантайка; координаты 68°30' N, 88°15' E) и северной тайге (долина нижнего течения Нижней Тунгуски, координаты 66°20' N, 89°00' E).

Климат холодный, гумидный, континентальный. Территория подвержена влиянию влажных и сравнительно теплых атлантических воздушных масс и характеризуется суровой зимой (температура января –27...–37°C) и умеренно теплым летом (температура июля 13–16°C). Среднегодовая температура –7...–10°C. Количество осадков в котловине 300–500, в горах 500–700 мм. Коэффициент увлажнения (по Иванову) >1. Общая холодность и суровость современного и палеоклимата обусловили повсеместное развитие многолетней мерзлоты. Почвы формируются на ледниково-перигляциальных предгорных выровненных и слабонаклонных террасовидных поверхностях Норильской межгорной котловины и долины Нижней Тунгуски, сложенных двучленными флювиогляциальными отложениями – продуктами выветривания кварцсодержащих долеритов. С поверхности располагается некаменистая суглинисто-глинистая толща, книзу сменяющаяся гравийно-галечниково-песчанистым субстратом. Растительность представлена лесотундровыми сообществами и северотаежными редкостойными листовничниками V–Va классов бонитета с олиготрофным кустарничково-мохово-лишайниковым напочвенным покровом. В

полосе перехода северотаежных лесов в средне-таежные встречаются кедровые, елово-кедровые и листовнично-кедровые леса IV–V классов бонитета.

Основным методом изучения грануземов был метод почвенно-экспедиционных маршрутов, а также сравнительно-географический и сравнительно-генетический подходы в сочетании с лабораторно-аналитическими методиками, принятыми в химии почв: рН (водной и солевой вытяжек) – потенциометрически, обменные катионы и водород по Гедройцу, гранулометрический и микроагрегатный состав методом пипетки – по Качинскому, валовой состав мелкозема и гранулометрических фракций (<1, 1–0.25, 0.25–0.05, 0.05–0.01, 0.01–0.001, <0.001 мм) – разложение почвы сплавлением с углекислыми солями калия и натрия, углерод (гумус) – по Тюрину, углерод и азот – по Анстету в модификации Пономаревой и Николаевой, фракционно-групповой состав гумуса – по Тюрину в модификации Пономаревой и Плотниковой, оксалаторастворимые формы соединений железа и алюминия – по Тамму и дитиониторастворимые – по Мера и Джексону. Определялся зольный состав подстилок. Анализы выполнялись в лаборатории лесного почвоведения Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. В Центральной лаборатории КПГО “Красноярскгеология” исследовали петрографический состав почвообразующих пород шлифовым методом, литологический состав фракций мелкозема (1.0–0.25 мм, с разделением на легкую и тяжелую фракции) иммерсионным методом, проводили рентгеноструктурный (ДРОН-20) и дифференциально-термический (венгерский термоанализатор-дериватограф Q-1500) анализы фракций 1.0–0.05, 0.01–0.001 и <0.001 мм [3, 5, 19, 25, 37, 40].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфология почв. Описание грануземов проводили в августе и первой половине сентября. Многолетнемерзлая толща располагалась глубже 1 м. Разрезы 10, 12, 13, 15 заложены в Норильской межгорной котловине, на выровненных террасовидных поверхностях долин рек Тукаланда, Аккит, Хантайка, 150 км к юго-западу от Норильска; разрезы 16, 17, 18, 19 – в долине нижнего течения Нижней Тунгуски, 75 км к северо-востоку от г. Турханска, на выровненных и слабонаклонных террасовидных поверхностях.

Разрез 10. Норильская котловина, правобережье р. Аккит, 2.5 км к северо-западу от Хантайского водохранилища, абсолютная высота 62 м. Выровненная террасовидная поверхность, листовничник с елью кустарничково-лишайниково-зеленомошный V класса бонитета, ерниковая береза, черника, брусника.

О, 0–3 см. Подстильно-торфяной, состоит из неразложившихся и слаборазложившихся растительных остатков. Темно-коричневый, рыхлый, свежий, хорошо отслаивается от нижележащего горизонта.

Н, 3–7 см. Перегнойный, состоит из хорошо разложенных органических остатков. Неоднородно окрашен, от черного до темно-коричневого (по шкале Манселла в сухом состоянии тон 5YR или 7.5YR, светлота менее 2, насыщенность не более 2). Мажущейся консистенции (пачкает пальцы). Бесструктурный или со слабовыраженной структурой. В сухом состоянии разделяется на крупнокомковатые рыхлосвязанные отдельности, пронизан корнями, свежий. Переход ясный по цвету, граница неровная, гумусированные затеки.

ВНFgr, 7(8)–4 см. Альфегумусовый гранулированный, от бурого до светло-буровато-коричневого (по шкале Манселла в сухом состоянии тон 5YR или 7.5YR, светлота 5, насыщенность 1–2); темную окраску придают затеки гумуса. Суглинистый, с хорошо выраженной округлой гранулированной (мелкозернистой) структурой. Агрегаты шарообразные размером <2 мм, пропитаны аллотонными органоминеральными соединениями. Свежий, корни растений, слегка уплотнен. Переход ясный по цвету, граница неровная.

ВFgr, 14–24(27) см. Железисто-гранулированный, бурый с желтоватым оттенком (по шкале Манселла в сухом состоянии тон 5YR или 7.5YR, светлота 5, насыщенность 1–6), суглинистый, мелкозернистый (доминируют агрегаты <1 мм). Свежий, единичные корни, слегка уплотнен. Переход ясный по цвету и гранулометрическому составу.

D, 24(27)–84 см. Серый, мелкозем с мелкой галькой, криогенная плитчатая текстура, единичные корни, холодный.

Разрез 12. Правобережье р. Тукаланда, 6.4 км к востоку от г. Лонтоко (612.3 м), 500 м к северо-востоку от устья р. Лонтоко, абсолютная высота 72 м. Предгорная выровненная и слабонаклонная террасовидных поверхностях, лиственничник чернично-моховой V класса бонитета, брусника, голубика.

О, 0–6 см. Подстильно-торфяной, состоит из неразложившихся и слаборазложившихся растительных остатков. Серовато-коричневый, обилье корней, рыхлый, сухой. Переход ясный.

ВНFgr, 6–18 см. Альфегумусовый гранулированный, от бурого до светло-буровато-коричневого (в сухом состоянии по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR, светлота 5, насыщенность 1–2). Наиболее темная окраска в верхней части горизонта. Суглинистый, крупитчато-пороховидный. Форма структурных отдельностей от округло-ребристой. Преобладают агрегаты <2 мм, которые склеены бурым и буро-коричневым органоминеральным веществом. Корни, основная

масса крупных корней сосредоточена на глубине до 18 см. Уплотнен, холодный. Переход заметный по цвету.

BDf,gr, 18–59 см. Светло-желтовато-бурый, суглинистый, тонкие корни до глубины 42 см, свежий. Переход ясный по цвету и сложению.

D, 59–78 см. Грязно-серый, галечно-мелкозернистый, плотный, влажный, наблюдается криогенная слоистая (плитчатая) структура, холодный.

Разрезы 13, 15 заложены в близких экологических условиях (Норильская котловина, выровненные террасовые поверхности долин рек Хантайка и Рыбная), что и разрез 12. Разрез 13: О (0–7 см), ВНFgr (7–29 см), BDf,gr (29–44 см), D (44–68 см); разрез 15: О (0–8 см), ВНFgr (8–30 см), BDf,gr (30–53 см), D (53–85 см).

Разрез 16. Правобережье р. Нижняя Тунгуска, 250 м к северо-западу от устья р. Северная, абсолютная высота 70 м. Предгорная выровненная и слабонаклонная террасовидная поверхность, лиственничник кустарничково-зеленомошный V класса бонитета, с кедром, елью, березой; голубика, черника, брусника, багульник.

О, 0–5(7) см. Подстильно-торфяной, состоит из неразложившихся и слаборазложившихся растительных остатков. От темно-коричневого до серовато-коричневого. Уплотнен корнями, влажный, хорошо отслаивается от нижележащего горизонта. Переход ясный.

ВНFgr, 5(7)–15(18) см. Альфегумусовый гранулированный, коричневатобурый с темно-коричневыми линзами-затеками гумуса (по шкале Манселла в сухом состоянии тон 5YR или 7.5YR, светлота 5, насыщенность 1–2). Крупитчато-пороховидный, преобладают агрегаты размером <1 мм. Структурные отдельности пропитаны бурым, коричневатобурым и темно-коричневым органоминеральным веществом. Суглинистый, влажноватый, в верхней части обилие корней. Переход постепенный по цвету.

ВFgr, 15(18)–35 см. Железисто-гранулированный, светло-желтовато-бурый (в сухом состоянии по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR, светлота 5, насыщенность 1–6), легкосуглинистый, непрочная мелкозернистая структура. Структурные отдельности более мелкие, чем в предыдущем горизонте; превалируют агрегаты <0.5 мм. Наблюдаются линзы светло-серого песка. Корни, слегка уплотнен, свежий. Переход постепенный по цвету.

BDf,gr, 35–55 см. Серовато-бурый, песчаный с мелкой единичной галькой. В верхней части (до 55 см) тонкие единичные корни, уплотнен.

D, 55–85 см. Светло-серый с буроватым оттенком, песчаный с мелкой галькой, свежий, уплотнен.

Разрез 17. Правобережье р. Нижняя Тунгуска, 500 м от реки, 6 км к северо-западу от устья р. Летняя, абсолютная высота 80 м. Предгорная выровненная и слабонаклонная террасовидная поверхность, кедровник чернично-зеленомошный IV класса бонитета с елью, березой, стланиковой елью; голубика, багульник, брусника.

O, 0–13 см. Подстилочно-торфяной, состоит из слабо- и неразложившихся растительных остатков. От буровато-коричневого до темно-коричневого, в верхней части светло-буровато-коричневый (в таблицах он разделен на подгоризонты O₁ и O₂). Обилие корней, влажноватый. Хорошо отслаивается от нижележащего горизонта. Переход ясный.

BHFgr, 13–23 см. Альфегумусовый гранулированный, от светло-бурого до светло-коричневатого и черного (по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR в сухом состоянии светлота 2, насыщенность 1–4). Суглинистый, мелкозернистый, агрегаты округлые и угловато-округлые, прочные, <2 мм. Структурные отдельности пропитаны серовато-бурым, коричневатобурым, темно-коричневым органико-минеральным веществом. Коричневатобурые затеки гумуса. Прослеживается криогенная слоеватость (плитчатость). Корни, влажноватый, слегка уплотнен. Переход заметный по цвету.

BFgr, 23–37 см. Железисто-гранулированный, серовато-бурый (светло-бурый); по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR в сухом состоянии светлота 5, насыщенность 1–6), суглинистый, с неясно выраженной крупитчато-творожистой структурой. Корни, влажноватый, уплотнен. Переход постепенный по цвету.

BDf,gr, 37–55 см. Буровато-серый, суглинистый, тонкие корни (до 60 см), уплотнен, влажноватый. Переход ясный по гранулометрическому составу.

D, 55–70 см. Крупная галька с мелкоземистым заполнителем, влажный, уплотнен.

Разрез 18. Правобережье р. Нижняя Тунгуска, 6 км к юго-востоку от устья р. Летняя, 300 м от устья р. Боргухли, абсолютная высота 80 м. Предгорная выровненная и слабонаклонная террасовидная поверхность, кедровник кустарничково-зеленомошный IV класса бонитета с примесью лиственницы, ели, березы; голубика, черника, брусника.

O, 0–7 см. Подстилочно-торфяной, от буровато-коричневого до серовато-коричневого, переплетен корнями, по всему горизонту отмечается слабо разложившаяся древесина, кора, влажный. Хорошо отслаивается от нижележащего горизонта.

BHFgr, 7–15 см. Альфегумусовый гранулированный, темно-буровато-коричневый (кофейный), по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR в сухом состоянии, светлота 2, насыщенность 1–4.

Суглинистый. прочная округло-угловатая мелкозернистая структура; преобладают агрегаты <1 мм, пропитанные органико-минеральными соединениями; корни, свежий. Переход постепенный по цвету.

BFgr, 15–37 см. Железисто-гранулированный, светлее вышележащего (по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR в сухом состоянии светлота 5, насыщенность 1–6), суглинистый, мелкозернистый, корни, уплотнен, мелкая галька. Переход ясный.

BDf,gr, 37–55 см. Гравийно-галечный, с небольшим количеством мелкозема.

Разрез 19 (рис. 1). Левобережье р. Нижняя Тунгуска, 300 м к западу от устья р. Летняя, 400 м от устья ручья Хребтовый, абсолютная высота 70 м. Предгорная выровненная и слабонаклонная террасовидная поверхность, елово-кедровый кустарничково-зеленомошный лес IV класса бонитета с лиственницей и березой; черника, голубика, брусника.

O, 0–13 см. Подстилочно-торфяной, состоит из неразложившихся и слабо разложившихся растительных остатков. От серовато-бурого до серовато-коричневого. Обилие корней, хорошо отслаивается от нижележащего горизонта.

BHFgr, 13–28 см. Альфегумусовый гранулированный, светло-коричневатобурый (по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR в сухом состоянии светлота 2, насыщенность 1–4), суглинистый, прочная мелкозернистая структура. Преобладают округлые агрегаты <1 мм, пропитанные органико-минеральными соединениями. Влажноватый, корни. Переход постепенный по цвету.

BFgr, 28–43 см. Железисто-гранулированный, светло-буровато-желтый (по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR в сухом состоянии светлота 5, насыщенность 1–6), суглинистый, округло-угловатая структура. Мелкая галька, влажноватый, тонкие единичные корни. Переход ясный.

BDf,gr, 43–63 см. Гравийно-галечный, с небольшим содержанием светло-желтого (буровато-желтого) мелкозема.

ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологические особенности почв. Обобщенный профиль изучаемых грануземов (по WRB-2015 [39]: Dystric Cambisols) имеет следующее строение: O–(H)–BHFgr–(BFgr)–(BDf,gr)–D. Мощность почвенного профиля меньше мощности сезонно-талого слоя. Подстилочно-торфяной горизонт O (3–13 см) может разделяться по окраске на горизонты O₁ и O₂. Перегнойный горизонт H может отсутствовать. Под органической толщей располагается самый яркий (в сухом состоянии по шкале Манселла тон 5YR или 7.5YR, светлота 2–5, насыщенность 1–6) в профиле диагностический альфегумусовый гранулированный горизонт BHFgr (авторская индексация) с хорошо выраженной

округло-ребристой структурой. Округло-ребристое агрегирование исходной суглинисто-глинистой породы связано с коагуляционно-криоальфегумусовым процессом склеивания минеральных частиц в разноразмерные агрегаты. Коагуляционное гранулирование глинистых и коллоидных частиц в почвах при длительном промерзании известно [13, 38]. Предлагается называть этот механизм “округло-ребристой (криоальфегумусовой) грануляцией”. Степень *грануляции* мелкозема высокая, структурные отдельности размером < 3 мм, доминируют агрегаты крупнее 0.25 мм. Мощность альфегумусового гранулированного горизонта ВНFgr 13–30 см (в Норильской котловине 13–24, в долине р. Нижняя Тунгуска 24–30 см). Горизонт ВНFgr может сменяться железисто-гранулированным горизонтом ВFgr. Ниже следует переходный к подстилающей породе, гравийно-галечно-мелкоземистый горизонт ВDf,gr или D. Минеральная толща, охваченная почвообразованием, определяется главным образом мощностью чехла суглинисто-глинистых отложений. В результате педогенного гранулирования исходный субстрат трансформируется в хорошо дренируемую толщу, которая обеспечивает высокую пористость и хороший внутренний дренаж профиля. Горизонт D состоит из устойчивого к процессам гипергенеза круглообломочного песчано-супесчаного субстрата, служащего барьером для развития профиля почвы вглубь. Почва “растет вверх” за счет образования органогенного горизонта (подстилки). В современных мерзлотно-климатических условиях мощность минеральной толщи почв может сохраняться на одном уровне неопределенно долго, поскольку соответствует квазистабильному состоянию природной среды.

Общими признаками изучаемых грануземов следующие: округло-ребристая структура в горизонте ВНFgr, отсутствие в их профиле морфологических признаков осветления (при наличии кварца в материнской породе и кислой окислительной обстановки), оглеения, горизонтов АУ и АО, разная степень разложения подстилок и спорадическая встречаемость горизонта Н.

Причиной отсутствия оподзоливания в грануземах может быть отсутствие или недостаточное содержание устойчивых к выветриванию светлых минералов (кварца, калиевых полевых шпатов), которые могли бы явиться материалом для образования осветленного горизонта [35], а также высокое содержание оксидов Al и Fe, способствующее коагуляции кислых продуктов гумусообразования и образованию гранулированию минеральной почвенной массы. Тонкодисперсные частицы плотно упакованы в структурный агрегат и, очевидно, относительно защищены от непосредственного воздействия мигрирующих сверху вниз кислых растворов. Известно, что в таежных почвах на щебнисто-мелкоземистых дериватах основных пород,

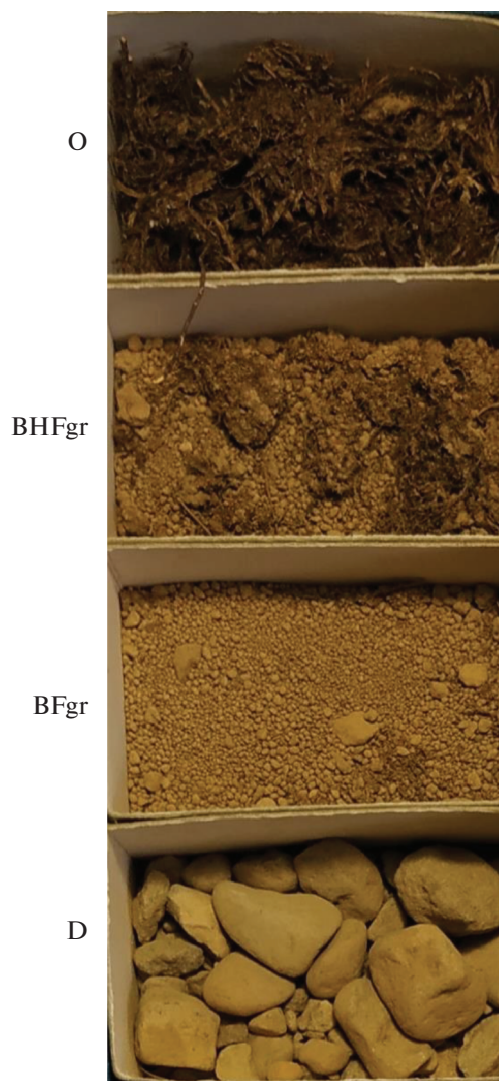


Рис. 1. Строение профиля гранузема (фото насыпных микромонолитов). Разрез 19, горизонты О–ВНFgr–ВFgr–D.

содержащих кварц и калиевые полевые шпаты, формируются подбурья оподзоленные [7, 12, 36].

Отсутствие в изучаемых грануземах серогумусового (дернового) и грубогумусового горизонта, видимо, связано с тем, что в напочвенном покрове очень мало растительности, имеющей развитую корневую массу, способной разрыхлять плотную суглинисто-глинистую толщу. Олиготрофный напочвенный покров (мхи и лишайники) с минеральной почвенной толщей прямо не соприкасаются. Корневая система кустарников и кустарничков сосредоточена преимущественно в органогенных горизонтах, лишь немногие тонкие корни проникают глубоко в минеральную часть почвы. Горизонт АО широко распространен в профилях подбурья охристых, а горизонты О–АО – в палевых почвах, формирующихся на обломочно-мелкоземистых субстратах [9–12].

В литературе имеются описания грануземов с гумусовым (дерновым), грубогумусовым горизонтами и с горизонтом с признаками отбеливания (оподзоливания) [8, 30, 31]. Так, в работах Соколова описаны грануземы с горизонтами ОА и АВ (разрезы 21, 19) [30, 31], а в работе [8] – гранузем с горизонтом АУ (АУ). Образование этих горизонтов, вероятно, связано с послепожарной сменой первичных листовничников мохово-лишайниковых листовнично-березовыми лесами с разнотравным напочвенным покровом. Густая корневая система последнего разрыхляет поверхность суглинисто-глинистой толщи, что приводит к развитию горизонта АО и/или АУ (это зависит от характера пожара). Не исключается и то, что пирогенная смена биоценозов может привести к формированию грануземов с оподзоленным, с признаками отбеливания, горизонтом ОА₂ со светлыми отмытыми зернами минералов, описанным Соколовым (разрез 15 с обилием углей и разрез 17) [30, 31]. В результате пожара происходит разрушение агрегатов и потеря органического вещества, находящегося в пленках на поверхности светлых минералов, и, как следствие, образование оподзоленного горизонта. Грануземы оглеенные описаны в краткой статье Васильевской [2].

Спорадическая встречаемость перегнойного горизонта Н в описываемых грануземах, вероятно, связана с экзогенными воздействиями (например, пожаром и, как следствие, боковым смывом минеральных остатков горизонта атмосферными осадками). Содержание гумуса в горизонте ВНFgr (особенно в верхней части) этих разрезов примерно такое же (9–11%), как в разрезе 10 (11%) с перегнойным горизонтом. Этот факт позволяет предположить, что почвы имели в прошлом перегнойный горизонт, с которым связано повышенное накопление дисперсного гумуса. По нашим данным, перегнойный горизонт часто обнаруживается в подбурах охристых, имеющих существенно более широко распространение по сравнению с грануземами, формирующимися в близких с подбурами условиях природной среды [8–12]. Различия в степени разложения подстилки на горизонты О и Н в изучаемых грануземах обусловлены, вероятно, разными (био)климатическими условиями ее развития. Сначала формировался горизонт Н, а затем – горизонт О. Однослойные (О) и двухслойные (О–Н) органогенные горизонты характерны и для контактирующих с грануземами подбуров охристых [12].

Минералого-гранулометрический состав. Минералогический состав почвообразующих пород (кварцсодержащих долеритов) грануземов представлен основными и средними плагиоклазами, калиевыми полевыми шпатами, моноклинным пироксеном, оливином, вулканическим стеклом, кварцем, рудными минералами, которые в разной степени подверглись вторичным постмагма-

тическим изменениям: по плагиоклазам развиты соссюрит, хлорит; по пироксену – хлорит, по оливину – боулингит, иддингсит; по стеклу – паллагонит, нонтронит, хлорит-глинистое вещество. Цеолитизация пород носит гидротермальный характер; соссюритизация, глинизация и боулингитизация минералов являются, прежде всего, результатом автометасоматических процессов.

Минералогический состав частиц 1.0–0.25 мм следующий: легкая фракция – доминируют железенные агрегаты (3.5–30.0) и обломки породы (22.0–78.2), кварц (9.0–35.8), халцедон (5.5–12.0); тяжелая фракция – моноклинные пироксены (95.8–97.8). Частицы 0.25–0.05 мм: легкая фракция – основные и средние плагиоклазы (25.8–65.0), железенные агрегаты (27.0–44.3), калиевые полевые шпаты (8.9–20.0), кварц (2.1–15.3), кремнисто-глинистые обломки породы (5.1–15.0); тяжелая фракция – моноклинные пироксены (90.3–92.7), присутствуют – ильменит, магнетит, лимонит, оливин, амфиболы, хлорит и др. В целом преобладают устойчивые к выветриванию почвообразованию пироксены, калиевые полевые шпаты, кварц. Следует отметить высокое содержание железенных агрегатов, особенно во фракции 0.25–0.05 мм горизонта ВНFgr, что согласуется с микроагрегатным составом. В общем минералогический состав мелкозема отражает генетическую связь с кварцсодержащими долеритами.

По данным рентгендифрактометрического и термического анализов во фракции 1.0–0.05 мм присутствуют кварц, щелочные полевые шпаты, плагиоклазы, щелочные амфиболы, пироксены, монтмориллонит, хлорит, следы каолинита и минералы гидрослюд. Во фракции 0.01–0.001 отмечены аналогичные минералы. Минералогический состав частиц <0.001 мм однородный по всему профилю и представлен монтмориллонитом, каолинитом, кварцем, полевыми шпатами.

Гранулометрический состав грануземов (табл. 1) варьирует от легкого суглинка до легкой глины, что обусловлено в первую очередь исходной неоднородностью материнских пород. Распределение ила и физической глины в горизонтах ВНFgr и VFgr сравнительно равномерное. При этом содержание глинистого материала в горизонте VFgr может быть выше, чем в ВНFgr. Этот факт позволяет предполагать, что глинистый материал в грануземах является продуктом, унаследованным от материнских суглинисто-глинистых пород, претерпевших этапы переотложения и гипергенеза. Почвенное выветривание, вероятно, связано с криогенным разрушением (промерзанием-оттаиванием) минералов без их химического изменения кристаллической структуры. В литературе [24] отмечается, что в суровых климатических условиях химическое преобразование минералов коренных пород имеет крайне ограниченное

Таблица 1. Гранулометрический и микроагрегатный состав грануземов

Разрез	Горизонт	Глубина, см	ПО, %	Содержание фракции, %; размер, мм							К
				1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01	
10	BHFgr	7–14	8	–	$\frac{29}{38}$	$\frac{35}{44}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{19}{2}$	$\frac{36}{18}$	11
	BFgr	14–27	11	–	$\frac{14}{34}$	$\frac{50}{42}$	$\frac{12}{13}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{9}{3}$	$\frac{36}{24}$	33
12	BHFgr	6–18	5	$\frac{3}{3}$	$\frac{13}{40}$	$\frac{28}{36}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{30}{9}$	$\frac{17}{4}$	$\frac{56}{21}$	24
	BDf,gr	18–59	6	$\frac{0}{2}$	$\frac{13}{38}$	$\frac{30}{38}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{30}{7}$	$\frac{17}{4}$	$\frac{57}{22}$	24
13	BHFgr	7–29	6	$\frac{0}{2}$	$\frac{16}{35}$	$\frac{32}{41}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{25}{12}$	$\frac{20}{3}$	$\frac{52}{22}$	15
	BDf,gr	29–44	5	$\frac{0}{15}$	$\frac{13}{40}$	$\frac{32}{24}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{25}{9}$	$\frac{18}{3}$	$\frac{55}{21}$	17
15	BHFgr	8–30	5	$\frac{0}{6}$	$\frac{16}{44}$	$\frac{31}{31}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{32}{8}$	$\frac{17}{3}$	$\frac{53}{19}$	18
	BDf,gr	30–53	5	$\frac{0}{2}$	$\frac{19}{41}$	$\frac{32}{37}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{25}{9}$	$\frac{14}{2}$	$\frac{49}{20}$	14
16	BHFgr	5–15	7	$\frac{15}{0}$	$\frac{57}{75}$	$\frac{11}{17}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{7}{1}$	$\frac{17}{8}$	16
	BFgr	15–35	9	$\frac{20}{28}$	$\frac{49}{53}$	$\frac{15}{14}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{8}{3}$	$\frac{6}{1}$	$\frac{16}{15}$	17
17	BDf,gr	35–55	6	$\frac{32}{45}$	$\frac{56}{49}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{1}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{9}{2}$	50
	BHFgr	13–23	9	$\frac{13}{0}$	$\frac{31}{63}$	$\frac{20}{26}$	$\frac{9}{1}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{14}{1}$	$\frac{36}{11}$	7
18	BFgr	23–37	11	$\frac{15}{17}$	$\frac{33}{43}$	$\frac{22}{21}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{17}{7}$	$\frac{9}{4}$	$\frac{30}{19}$	45
	BDf,gr	37–60	7	$\frac{14}{16}$	$\frac{34}{59}$	$\frac{25}{9}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{18}{7}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{27}{16}$	50
19	BHFgr	7–15	5	$\frac{10}{0}$	$\frac{18}{49}$	$\frac{15}{31}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{23}{10}$	$\frac{26}{3}$	$\frac{57}{20}$	12
	BFgr	15–37	5	$\frac{9}{12}$	$\frac{19}{40}$	$\frac{22}{30}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{26}{9}$	$\frac{16}{3}$	$\frac{50}{18}$	19
19	BHFgr	13–28	10	$\frac{43}{49}$	$\frac{23}{21}$	$\frac{11}{23}$	$\frac{9}{1}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{6}{1}$	$\frac{23}{7}$	19
	BFgr	28–43	11	$\frac{53}{56}$	$\frac{13}{25}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{8}{1}$	$\frac{7}{1}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{17}{2}$	–
	BDf,gr	43–63	10	$\frac{66}{55}$	$\frac{14}{20}$	$\frac{7}{19}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{13}{6}$	–

Примечание. ПО – потеря при обработке HCl. Над чертой – гранулометрический состав, рассчитанный на почву, лишенную карбонатов. Под чертой – микроагрегатный состав. К – коэффициент дисперсности по Качинскому. Здесь и далее: прочерк – не обнаружено.

значение. В грануземах этот тезис подкрепляется следующими фактами. Они имеют ограниченный потенциальный запас слабоустойчивых к выветриванию первичных минералов (нет обломочного материала). Это подтверждается минера-

логическим составом гранулометрических фракций мелкозема, который относительно обогащен устойчивыми силикатами (кварцем, калиевыми полевыми шпатами, пироксенами), за счет допочвенного выветривания неустойчивых минералов (оли-

вина, плагиоклазов). Суглинисто-глинистая толща (особенно ее нижняя часть) гранулоземов, расположенная под сравнительно мощной теплоизоляционной подстилкой, находится примерно 10 месяцев в мерзлом и холодном состоянии. С учетом этих положений, очевидно, можно говорить, что глинообразование в гранулоземех не получает существенного развития. В гранулоземех доминируют процессы переорганизации минеральной массы (образование шаровидной и округло-зернистой структуры).

В микроагрегатном составе гранулоземов преобладают частицы 0.25–0.01 мм. Основную роль в грануляции почв играет илистая фракция, содержание которой в агрегатном составе по сравнению с гранулометрическим резко падает (например, от 26 до 3 и от 6 до 1), а количество фракции физического песка возрастает, в ней доминируют частицы 0.25–0.05 мм. Коэффициент дисперсности (7–24) свидетельствует об относительно высокой прочности микроагрегатов в горизонте ВНFgr (например, у черноземов не превышает 10). Главным цементирующим веществом почвенной массы служат железо-гумусовые соединения и гидроксиды Fe.

Физико-химические свойства. Гранулоземы характеризуются сильноокислой–кислой реакцией среды в подстилках и верхней части горизонта ВНFgr. Степень ненасыщенности поглощающего комплекса основаниями варьирует в очень широких пределах и увеличивается от нижних горизонтов к верхним. Нижняя минеральная толща насыщенная, верхняя – слабоненасыщенная–насыщенная, подстилки – сильноненасыщенные–ненасыщенные (табл. 2). Имеют повышенное содержание гумуса фульватного состава в горизонте ВНFgr (до 10.9%), резко убывающее с глубиной (1.2–3.7%), $C_{тк}/C_{фк} < 1$. Обогащенность горизонта ВНFgr гумусом связана с альфегумусовым процессом, а также с метаморфизмом остатков корней. Общая зольность органогенных горизонтов колеблется в широком диапазоне (2.4–52.8%), что связано в первую очередь с разной степенью разложения растительных остатков и содержанием минеральных примесей (0.9–30.7%). Химический состав подстилок близок к составу материнской породы. Общая закономерность относительной концентрации элементов в подстилках: $Si > Al = Fe > Ca > Mg$ (до 88–99% от суммы зольных элементов).

Валовой состав мелкозема гранулоземов (табл. 3) имеет сравнительно равномерное распределение SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 , с незначительным уменьшением с глубиной содержания железа и алюминия. Содержание этих элементов меняется от разреза к разрезу, что связано в основном с различиями химического состава магматических материнских

пород и с гранулометрическим составом. По мере его утяжеления обнаруживается тенденция к увеличению содержания этих элементов, что может быть связано с минералогической сепарацией отложений в процессе транспортировки и седиментации отложений. Содержание остальных оксидов примерно соответствует их количеству в породе, а распределение в профиле равномерное или близкое к нему.

Валовой состав гранулометрических фракций (0.25–0.001, <0.001 мм) мелкозема заметно меняется в зависимости от размера частиц: с уменьшением их дисперсности содержание Al_2O_3 и Fe_2O_3 (особенно алюминия) увеличивается, а количество SiO_2 , CaO, MgO, Na_2O , K_2O уменьшается, что связано с минералого-гранулометрическим составом фракций. Увеличение содержания R_2O_3 в тонкодисперсных фракциях обусловлено глинистыми силикатами (монтмориллонитом, нонтронитом, хлорит-сметтитом и др.).

Формы соединений железа и алюминия. Гранулоземы характеризуются высоким абсолютным и относительным содержанием оксалато- и дитионнорастворимых групп и форм желез и алюминия (табл. 4). Содержание и распределение Fe_2O_3 и Al_2O_3 носит преимущественно аккумулятивный характер с максимумом в альфегумусовом гранулированном горизонте ВНFgr (за исключением силикатных форм), расположенном на контакте с подстилкой. Именно в этом горизонте прослеживается максимальное скопление ожелезненных обломков минералов и почвенных агрегатов. При этом важно отметить, что повышенное содержание форм Fe_2O_3 в железисто-гранулированном горизонте ВFgr, является, по-видимому, не результатом внутрипочвенного выветривания железосодержащих минералов (в нашем случае они представлены главным образом устойчивыми пироксенами), а остается унаследованным от материнских пород. Можно полагать (концепция Разумовой [24]), что в северных широтах благодаря низким температурам в результате промерзания–таяния происходит реакция гидролиза железистых (охристых и желтовато-бурых) пленок, покрывающих минералы, и участие образующихся при этом гидроксидов железа в криохемогенном гранулировании мелкозема. Несиликатные формы железа представлены окристаллизованными и оксалаторастворимыми органоминеральными соединениями (превалируют первые). Основным источником оксалаторастворимого железа в горизонте ВНFgr служит, вероятно, преимущественно биогенная аккумуляция с дополнительным унаследованием его от исходных пород. Считается, что при разложении растительных остатков железо в коллоидальной форме попадает в верхнюю часть почвенной толщи. Аккумуляция окристаллизованных форм Fe_2O_3 связана с внутри-

Таблица 2. Химические свойства грануземов

Разрез	Горизонт	Глубина, см	рН		Гумус/ППП, %	N, %	C/N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Σ	СН, %
			H ₂ O	КС1				СМЛЬ(ЭКВ)/КГ H ⁺				
10	O	0–3	3.8	2.9	47.3*/94.2	1.20*	39	13.8	4.3	41.3	59.4	69
	H	3–6	4.2	3.0	35.1*/50.8	0.89*	22	5.4	2.0	58.1	65.5	89
	BHFgr	6–14	5.6	3.5	9.67	0.18	31	4.6	2.5	27.6	34.7	79
	BFgr	14–27	5.7	4.2	3.72	0.09	23	10.9	3.2	3.5	17.6	20
12	O	0–6	4.0	2.9	38.0*/78.8	1.31*	29	10.0	4.5	41.2	55.7	74
	BHFgr	6–18	4.8	3.3	3.88	0.11	21	11.4	2.9	15.5	29.8	52
	BDf,gr	18–59	5.7	4.2	1.31	0.04	20	19.4	10.9	0.9	31.2	3
13	O	0–7	4.0	3.0	26.3*/59.0	0.60*	44	5.0	3.5	47.9	56.4	85
	BHFgr	7–29	4.9	3.3	3.39	0.09	22	5.5	4.4	16.1	27.0	60
	BDf,gr	29–44	5.4	3.9	1.21	0.04	16	9.7	14.8	1.8	16.3	7
15	O	0–8	4.0	3.0	32.6*/60.8	0.89*	37	4.5	3.3	51.7	59.5	87
	BHFgr	8–30	4.8	3.3	3.10	0.10	19	9.1	7.9	12.5	29.5	42
	BDf,gr	30–53	5.9	4.3	1.38	0.06	13	6.6	23.6	0.6	30.8	2
16	O	0–5	4.2	3.3	41.8*/90.6	1.29*	32	6.3	6.0	41.7	54.0	77
	BHFgr	5–15	5.1	4.0	5.79	0.12	27	1.8	1.2	9.8	12.8	77
	BFgr	15–35	5.9	4.6	3.15	0.10	19	3.7	1.5	2.0	7.2	28
	BDf,gr	35–55	6.0	4.9	1.40	0.03	23	4.9	1.2	0.7	6.8	10
17	O ₁	0–6	3.7	2.7	50.4*/97.7	1.11*	45	5.7	3.4	49.9	59.0	85
	O ₂	6–13	3.8	2.8	47.1/94.6	1.00*	47	6.1	5.9	50.0	62.0	81
	BHFgr	13–23	4.7	3.3	10.78	0.22	29	1.8	2.0	29.6	33.4	89
	BFgr	23–37	5.6	4.2	3.02	0.09	19	2.2	1.4	2.8	6.4	44
	BDf,gr	37–55	6.1	4.4	2.67	0.07	21	7.5	6.9	1.9	16.3	12
18	O	0–7	4.4	3.3	38.8*/60.2	0.81*	48	12.1	7.7	28.9	48.7	59
	BHFgr	7–15	4.8	3.4	3.72	0.07	29	9.9	5.5	10.2	25.6	40
	BFgr	15–37	5.5	3.8	2.12	0.07	17	8.0	17.7	1.6	27.3	6
	BDf,gr	37–55	5.8	4.2	1.88	0.05	22	6.0	21.0	0.7	27.7	2
19	O	0–13	3.8	2.9	49.4*/89.7	1.01*	49	8.9	4.8	37.6	51.3	73
	BHFgr	13–28	5.0	4.2	8.87	0.13	40	1.4	0.6	4.9	6.9	71
	BFgr	28–43	5.6	4.8	3.99	0.10	22	1.8	1.0	0.3	3.1	10
	BDf,gr	43–63	5.6	4.8	2.65	0.10	15	2.2	1.1	0.4	3.7	11

* Углерод и азот по методу Анстета (в модификации Пономаревой и Николаевой); ППП – потеря при прокаливании.

почвенной кристаллизацией и дегидратацией оксалаторазтворимых соединений [15]. Процесс обезвоживания и закрепления железа в почвах северных широт отмечалось ранее [10, 29, 34]. Повышенное содержание оксалаторазтворимого Fe₂O₃ (0.93–1.91%) в нижней части почвенной толщи, которая подавляющую часть теплого периода находится в мерзлом и холодном состоянии (особенно горизонт BDf,gr), может быть связано с гидролизом (промерзание–оттаивание) железистых пленок находящихся на мелкоземом исходных

пород. Накопление оксалаторазтворимого Al₂O₃ происходит за счет вторичного закрепления в соединениях с органическим веществом. В илистой фракции обнаруживается повышенное по сравнению с мелкоземом содержание оксалаторазтворимых форм соединений железа и алюминия, в большинстве разрезов превалирует последний. Количество их составляет, %: Fe₂O₃ 3.0–9.0 (20–72, от валового), Al₂O₃, – 2.0–8.6 (8–82, от валового). Максимум содержания железа проявляется в горизонте BHFgr. Основной формой накопления

Таблица 3. Валовой состав грануземов, % от прокаленной навески

Номер разреза	Горизонт	Глубина, см	ППП, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
10	BHFgr	7–14	17.88	54.29	16.54	12.41	1.79	0.18	0.15	6.79	5.64	1.84	0.89
12	BFgr	14–27	10.09	54.11	17.58	11.68	1.64	0.20	0.13	6.43	5.16	1.71	0.90
	BHFgr	6–18	10.51	60.27	17.54	10.50	1.61	0.14	0.07	3.10	3.35	1.61	1.55
	BDf,gr	18–59	7.19	60.03	17.68	10.20	1.51	0.14	0.11	3.00	3.14	1.67	1.62
13	BHFgr	7–29	10.44	59.43	17.70	11.29	1.69	0.17	0.17	2.74	3.35	1.46	0.64
	BDf,gr	29–44	7.53	59.06	17.69	10.43	1.51	0.24	0.10	3.19	3.55	1.58	1.50
	BHFgr	8–30	10.54	57.87	18.35	12.23	1.78	0.14	0.09	2.74	3.04	1.51	1.51
	BDf,gr	30–53	7.72	57.90	18.46	11.15	1.64	0.18	0.09	3.64	4.14	1.66	1.64
	BHFgr	5–15	12.69	50.51	16.30	13.95	1.78	0.29	0.21	7.57	6.86	1.97	1.23
15	BFgr	15–35	8.62	50.70	16.34	13.82	1.80	0.28	0.24	7.78	6.96	1.93	1.22
	BDf,gr	35–55	5.23	51.09	15.42	12.32	1.57	0.24	0.18	8.28	6.73	2.20	1.17
16	BHFgr	17–23	21.87	55.91	15.70	11.41	1.78	0.17	0.21	6.88	5.22	2.24	0.47
	BFgr	23–37	7.68	54.53	17.75	10.78	1.54	0.20	0.07	5.71	5.11	2.30	0.47
	BDf,gr	37–55	6.92	54.32	16.78	10.64	1.56	0.19	0.10	6.78	4.88	2.29	0.43
17	BHFgr	7–15	10.48	56.81	16.94	12.15	1.95	0.24	0.08	4.10	4.07	1.57	0.99
	BFgr	15–37	7.90	57.38	17.05	11.85	1.85	0.28	0.08	4.08	4.04	1.69	1.11
18	BDf,gr	37–55	7.92	54.20	18.48	12.10	1.71	0.23	0.07	5.43	4.55	1.59	0.93
	BHFgr	13–28	10.84	55.25	14.64	11.65	1.54	9.20	0.10	7.08	5.92	2.02	1.07
19	BFgr	28–43	6.37	53.61	15.27	11.69	1.53	0.19	0.14	7.34	6.04	2.09	0.96
	BDf,gr	43–63	4.36	53.85	14.96	11.70	1.50	0.23	0.19	7.69	6.15	2.13	1.07
	Кварцсодержащие долериты		7.71	47.88	15.88	13.76	1.47	0.23	0.15	9.78	7.03	2.74	0.06
			2.69	52.86	16.83	10.27	137.	0.19	0.14	8.35	5.00	3.06	0.85
			6.50	56.17	15.98	10.86	1.09	0.18	0.10	6.67	5.80	2.16	0.44

этих элементов являются гидроксиды и органоминеральные соединения. Таким образом, соотношение и распределение групп и форм соединений железа являются диагностическими (генетическими особенностями) грануземов.

Генетико-географические особенности, сопоставления и классификационно-номенклатурные аспекты грануземов. Грануземы формируются в самобытной факторной (экологической) нише. Они имеют относительно широкий географический ареал (северо-запад Среднесибирского плоскогорья), но площади их ограничены. В пределах ареала, при смене суглинисто-глинистых материнских пород глыбово-щебнисто-мелкоземистыми грануземы сменяются подбурами охристыми. В почвенном покрове грануземы контактируют, главным образом, с криоземами, которые занимают слабодренированные элементы рельефа. Вертикальная смена почв на дериватах основных изверженных пород (на южном горном склоне) следующая: предгорные террасовидные поверхности – грануземы, тыловой шов и делювиальный шлейф – криоземы, склон и вершина (элювиоделювии и элювии) – подбуры охристые.

На северном склоне господствуют криоземы, за исключением верхней части горного массива, где развиты подбуры. Почвенный покров водоразделов характеризуется резким преобладанием подбуров и криоземов. Грануземы встречаются спорадически и образуют ограниченные массивы. Соотношение подбуров и грануземов определяется в первую очередь характером почвообразующих пород [8, 9].

Генетико-географические особенности ареалов грануземов главным образом связаны с составом почвообразующих пород. Они развиваются на специфических по минералого-гранулометрическому составу флювиогляциальных суглинисто-глинистых отложениях, которые контролируют пространственное распределение почв и процессы почвообразования-выветривания. Основными процессами формирования грануземов являются метаморфизация органического вещества, альфегумусовая миграция и округло-ребристая (коагуляционно-криохемотренная) грануляция. Эти процессы изменяют профильную организацию почвенной массы, создают основные диагностические свойства почв, определяющие

Таблица 4. Формы соединений железа и алюминия в грануземах, %

Разрез	Горизонт	Глубина, см	Fe _{вал} (А)	Fe _{сил}	Fe _d (Б)	Fe _{окс} (В)	Fe _{окр}	Б от А	В от А	В от Б	Al _{вал} (А)	Al _{окс} (Б)	Б, от А
10	BHFgr	7–14	12.41	7.53	4.88	2.16	2.72	39	17	44	16.54	4.74	29
	BFgr	14–27	11.68	8.44	3.24	1.56	1.68	28	13	48	17.58	4.69	27
12	BHFgr	6–18	10.50	5.70	4.08	1.11	2.97	39	11	27	17.54	1.75	10
	BDFgr	18–59	10.20	6.27	3.93	1.72	2.21	39	17	44	17.68	1.69	11
13	BHFgr	7–29	11.29	6.85	4.44	1.99	2.45	39	18	45	17.70	2.69	15
	BDFgr	29–44	10.43	6.53	3.90	1.04	2.86	37	10	27	17.69	1.44	8
15	BHFgr	8–30	12.23	7.06	5.17	2.05	3.12	42	17	40	18.35	2.43	13
	BDFgr	30–53	11.15	7.15	4.00	1.61	2.39	36	14	40	18.46	1.57	9
16	BHFgr	5–15	13.95	9.67	4.28	1.97	2.31	31	14	46	16.30	5.65	37
	BFgr	15–35	13.82	0.64	3.18	1.53	1.65	23	11	48	16.34	5.51	34
17	BHFgr	13–23	11.41	7.30	4.11	2.73	1.38	36	24	66	15.70	4.20	28
	BFgr	23–37	10.79	8.24	2.55	1.34	1.21	24	12	53	17.76	4.65	26
	BDFgr	37–60	10.64	8.08	2.56	1.26	1.30	24	12	49	16.78	3.46	21
18	BHFgr	7–15	12.5	7.68	4.47	1.89	2.58	38	16	42	16.94	2.56	15
	BFgr	15–37	11.89	7.53	4.32	1.91	2.41	36	16	44	17.05	1.97	12
	BDFgr	37–55	12.10	8.62	3.48	1.49	1.99	29	12	43	18.48	1.82	10
19	BHFgr	13–28	11.65	8.28	3.37	1.08	2.29	30	9	32	14.64	4.33	30
	BFgr	28–43	11.69	9.05	2.64	1.10	1.54	23	9	42	15.27	5.09	33
	BDFgr	43–63	11.70	10.00	1.70	0.93	0.77	15	8	55	14.46	3.70	26

Примечание. Fe_{вал} и Al_{вал} – валовые. Fe_{сил} – силикатное (разность между Fe_{вал} и Fe_d). Fe_d – дитиониторастворимое. Fe_{окс} и Al_{окс} – оксалаторастворимые. Окристаллизованное (разность между Fe_d и Fe_{окс}).

их генетико-географические особенности. По морфогенетическим свойствам грануземы наиболее близки подбурям охристым. Основные различия этих почв связаны с почвообразующими породами и с проявлением коагуляционно-криогеомогенной грануляции в грануземах. В связи со сказанным правомерен вопрос, почему в подбурях охристых не образуется хорошо выраженный агрегированный горизонт? Можно полагать, что причиной этому является минералого-гранулометрический состав материнских пород. Подбуры формируются на щебнисто-мелкоземистых продуктах выветривания (элювиях, элювиоделювиях), содержащих потенциальный резервный запас первичных, способных к выветриванию, минералов. Основное действие альфегумусового процесса в подбурях направлено на выветривание минеральной массы (слабоустойчивых минералов) и образование органоминеральных пленок (кутан) на поверхности зерен минералов и грубообломочного материала. В результате перманентного удаления твердого материала экзогенными процессами происходит омоложение почвенного профиля (он растет в глубину) и, как следствие, он пополняется свежим минеральным веществом. Потенциальный резерв силикатных минералов, способных к выветриванию, в грануземах,

формирующихся на суглинисто-глинистых породах, ограничен (доминируют пироксены, кварц, полевые шпаты), профиль их подпирается устойчивым к выветриванию окатанным грубообломочным субстратом (он не растет вглубь). Основное действие кислого органического вещества в грануземах направлено прежде всего на переорганизацию суглинисто-глинистого материала в шарообразную и округло-ребристую структуру.

В работах [17, 21] грануземы выделены в отделе железисто-метаморфических почв в качестве подтипа в типе органо-ржавоземов под названием “железисто-гранулированные (грануземы)”. Такое классификационное положение грануземов вызывает сомнение. По генетико-географическим признакам грануземы принципиально отличны от ржавоземов. Черты различия ржавоземов от грануземов следующие. Ржавоземы формируются в более теплых климатических условиях на щебнистом и супесчаном-суглинистом элювиоделювии, под хвойными кустарничково-травяными лесами средней и южной тайги. Для них характерен серогумусовый (дерновый) горизонт АУ, рыжеватобурый (охристо-ржавый) окраска срединного бесструктурного горизонта, образование которого связано с внутрпочвенным выветриванием железосодержащих минералов. Приведенные сопо-

ставления сходства и различий грануземов с подбурами охристыми и ржавоземами позволяет говорить, что грануземы – почвы с уникальным диагностическим альфегумусовым гранулированным горизонтом ВНFgr. Все это позволяет выделить их в отделе альфегумусовых почв в ранге подтипа в типе подбуров под названием “подбуры гранулированные (грануземы)”. Безусловно, такая номенклатура и классификационное положение грануземов носят условный характер и подлежит обсуждению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный теоретический анализ оригинальных материалов позволяет заключить, что особенности пространственного распространения и происхождения грануземов обусловлены специфическим сочетанием факторов и процессов выветривания–почвообразования, определяющих новый качественный признак – высокую степень реорганизации минеральной массы (диагностический альфегумусовый гранулированный горизонт ВНFgr), который в других почвах не повторяется. Это дает основания полагать, что грануземы – это генетический объект исследования и классификационного построения. Грануземы – редкие и уникальные почвы на территории России, они встречаются спорадически, не образуя для мелкомасштабного картографирования почвенных массивов. На почвенной карте РСФСР [19] грануземы представлены довольно крупными контурами, что не соответствует действительности. Грануземы требуют первоочередной охраны и занесения их Красную книгу почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонова Е.Н. Очерк почв нижнего течения р. Нижней Тунгуски (предварительный отчет) // Тр. Полярной комиссии АН СССР. Л., 1934. Вып. 15. С. 57–63.
2. Васильевская В.Д. Почвы озерных котловин плато Путорана // Генезис, география и классификация почв. Тбилиси, 1981. Кн. IV. С. 109.
3. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 272 с.
4. Герасимов И.П. Самобытность генетических типов почв Сибири // Сибирский географический сборник. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 7–27.
5. Герасимов И.П. Структура и динамика природы Земли // Избр. тр. по геоморфологии и региональной географии. М.: Наука, 1993. 334 с.
6. Докучаев В.В. По вопросу о сибирском черноземе // Избр. соч. М.: Сельхозгиз, 1954. С. 187–207.
7. Еришов Ю.И. Выветривание и почвообразование в зоне перехода от Евразийского континента к Тихому океану. М.: Наука, 1984. 262 с.
8. Еришов Ю.И. Географо-генетическая систематизация и характеристика почв Субарктики Средней Сибири // География и природные ресурсы. 1994. № 1. С. 117–124.
9. Еришов Ю.И. Закономерности почвообразования в пределах Среднесибирского плоскогорья // Почвоведение. 1995. № 7. С. 805–810.
10. Еришов Ю.И. Мезоморфное почвообразование в таежно-мерзлотном семигумидном секторе Средней Сибири // Почвоведение. 1994. № 10. С. 10–18.
11. Еришов Ю.И. Почвы предтундровых лесов Енисейского Заполярья, подверженные аэропромышленным выбросам серы // Географические и природные ресурсы. 1992. № 1. С. 33–39.
12. Еришов Ю.И. Теоретические проблемы лесного почвообразования. Новосибирск: Наука, 2015. 319 с.
13. Жигарев Л.А. Термоденудационные процессы и деформационное почвоведение протаивающих грунтов. М.: Наука, 1975. 109 с.
14. Зайцев Б.Д. К химической характеристике почв нижней Тунгуски // Тр. Полярной комиссии АН СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Вып. 20. С. 41–46.
15. Зонн С.В. Железо в почвах. М.: Наука, 1982. 207 с.
16. Каплюк Л.Ф. Почвы Норильской долины // Тр. I Сибирской конф. почвоведов. Красноярск, 1962. С. 81–94.
17. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
18. Конюшков Д.Е. Структура почвенного покрова северо-восточной части Среднесибирского плоскогорья // Почвоведение. 1992. № 2. С. 61–73.
19. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по геологии и охране недр. М., 1957. 862 с.
20. Петров Б.Ф. Заметки о почвах Туруханского района // Проблемы советского почвоведения. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1939. Вып. 7. С. 51–56.
21. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
22. Почвенная карта РСФСР М-6 1 : 2500000. М.: ГУГК СМ СССР, 1988. 16 л.
23. Программа почвенной карты СССР М-6 1 : 2500000. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1972. 158 с.
24. Разумова В.Н. Кобы выветривания латеритного и каолинового типа основных пород // М.: Наука, 1967. Вып. 174. 117 с.
25. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении. М.: Наука, 1984. 256 с.
26. Соколов И.А. Гидроморфное неглеевое почвообразование // Почвоведение. 1980. № 1. С. 21–32.
27. Соколов И.А. Грануземы – таежные недифференцированные почвы на суглинистых отложениях основного состава // Тр. X Междунар. конгр. почвоведов. М.: Наука, 1974. Т. VI. С. 198–204.
28. Соколов И.А. О разнообразии форм гидроморфного неглеевого почвообразования // Почвоведение. 1980. № 2. С. 5–18.
29. Соколов И.А. Палевые почвы Среднесибирского плоскогорья // Почвоведение. 1986. № 8. С. 5–18.
30. Соколов И.А., Градусов Б.П. Об экзогенезе в области широкого распространения основных пород (на примере плато Путорана) // История больших

- озер Центральной Субарктики. Новосибирск: Наука, 1981. С. 41–68.
31. Соколов И.А., Градусов Б.П. Особенности автономного почвообразования в условиях холодного гумидного климата // Почвоведение. 1981. № 1. С. 36–149.
 32. Соколов И.А., Градусов Б.П. Почвообразование и выветривание на основных породах в условиях холодного гумидного климата // Почвоведение. 1978. № 2. С. 5–17.
 33. Соколов И.А., Тонконогов В.Д. О почвах плато Путорана // Путоранская озерная провинция: Итоги ландшафтно-лимнологических исследований 1968 г. Новосибирск: Наука, 1975. С. 115–121.
 34. Средняя Сибирь. М.: Наука, 1964. 480 с.
 35. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.
 36. Таргульян В.О., Ивлев А.М., Куликов А.В. Внутрипочвенное выветривание основных пород в хелювиальной и элювиально-глеевой обстановках (на базальтовых плато Дальнего Востока) // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука, 1978. С. 7–65.
 37. Термический анализ минералов и горных пород. Л.: Недра, 1974. 399 с.
 38. Тютюнов И.А., Аверочкина М.В., Титов В.П. Влияние промерзания и оттаивания на строение, состав и свойства связных грунтов // II Междунар. конф. по мерзлотоведению. Якутское кн. изд-во, 1973. С. 98–104.
 39. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 1015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106, FAO. Rome.
 40. Mehra O.P., Jackson M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionitecitrate system buffered with sodium bicarbonate // Clays Clay Minerals. 1960. V. 7. P. 317–327.

Genetic–Geographical Features of Granuzems

Yu. I. Yershov*

*Sukachev Institute of Forest SB RAS, Separate subdivision at FRC KSC SB RAS,
Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036 Russia*

**e-mail: solum@ksc.krasn.ru*

Presently, the issues of genesis, nomenclature and classification of granuzems remain debatable which is explained by extremely limited data on them. These soils are described in the forest-tundra of the Norilsk depression, in the valleys of the Tukulanda, Akkit, and Khantaika rivers (coordinates 68°30' N, 88°15' E) and in the northern taiga of the lower reaches of the Nizhnyaya Tunguska river (66°20' N, 89°00' E). Genetic and geographical features of granuzems are closely related to the mineral and granulometric composition of soil-forming rocks which are represented by moraine and glaciofluvial loamy-clay deposits – derivatives of quartz-containing dolerites. Soils are characterized by a strongly acid or acid to neutral reaction and, accordingly, by low base saturation in the upper horizons and moderate in the lower ones. Granuzems have an elevated humus content, its fulvate composition ($C_{ha}/C_{fa} < 1$) and high content of oxalate-extractable iron. The leading soil-forming processes are soil weathering and coagulation-cryochemogenic structure granulation. The horizon with a strong rounded-grain (granular) structure serves as a diagnostic morphological property of granuzems. There is a surface litter of different thickness and decomposition rate.

Keywords: Subarctics, Central Siberian Plateau, mafic rocks, glaciofluvial deposits, round-grained structure granulation, soil classification