

**Библиографический список**

1. Миннихметов И.С., Мурзабулатов Б.С. Содержание гумуса в черноземе выщелоченном в различных севооборотах в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного университета. – 2013. – № 1 (25). – С. 19-20.
2. Копысов И.Я., Тюлькин А.В., Тихонов В.В. Агрохимические свойства дерново-подзолистых почв в условиях антропогенного воздействия // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 23-25.
3. Аюпов З.З., Анохина Н.С., Адамовская М.Н. Подвижность гумусовых веществ и ферментативная активность чернозема выщелоченного в зависимости от приемов основной обработки почвы и внесения удобрений // Вестник Башкирского государственного университета. – 2013. – № 1 (25). – С. 7-10.
4. Власова О.И., Дорошко Г.Р., Передериева В.М. Основы адаптивно-дифференцированной системы обработки почвы // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 45-52.
5. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Влияние органоминеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроэкосистем в условиях Новгородской области // Агро XXI. – 2012. – № 04-06. – С. 28.
6. Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. и др. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7.
7. Исаичева У.А., Труфанов А.М., Смирнов Б.А., Шаталов М.П., Дугин А.Н. Роль обработки, удобрений и защиты растений в управлении биологическими свойствами почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 30-33.

**References**

1. Minniakhmetov I.S., Murzabulatov B.S. Soderzhanie gumusa v chernozeme vyshchelochennom v razlichnykh sevooborotakh v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Respubliki Bashkortostan // Vestnik Bashkirskego gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 1 (25). – S. 19-20.
2. Kopysov I.Ya., Tyul'kin A.V., Tikhonov V.V. Agrokhimicheskie svoistva dernovo-podzolistykh pochv v usloviyakh antropogennogo vozdeistviya // Zemledelie. – 2010. – № 7. – S. 23-25.
3. Ayupov Z.Z., Anokhina N.S., Adamovskaya M.N. Podvizhnost' gumusovykh veshchestv i fermentativnaya aktivnost' chernozema vyshchelochennogo v zavisimosti ot priemov osnovnoi obrabotki pochvy i vneseniya udobrenii // Vestnik Bashkirskego gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 1 (25). – S. 7-10.
4. Vlasova O.I., Dorozhko G.R., Perederieva V.M. Osnovy adaptivno-differentsirovannoi sistemy obrabotki pochvy // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – № 2. – S. 45-52.
5. Tiranova L.V., Tiranov A.B. Vliyanie organomineral'nykh udobrenii na plodorodie dernovo-podzolistoï pochvy i produktivnost' agroekosistem v usloviyakh Novgorodskoi oblasti // Agro XXI. – 2012. – № 04-06. – S. 28.
6. Naumkin V.N., Khlopyanikov A.M., Naumkin A.V. Napravleniya biologizatsii zemledeliya v Tsentral'nom regione // Zemledelie. – 2010. – № 4. – S. 5-7.
7. Isaicheva U.A., Trufanov A.M., Smirnov B.A., Shatalov M.P., Dugin A.N. Rol' obrabotki, udobrenii i zashchity rastenii v upravlenii biologicheskimi svoistvami pochvy // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 5. – S. 30-33.



УДК 631.452 (571.15)

**Е.Г. Пивоварова, Е.В. Кононцева,  
Ж.Г. Хлуденцов, Е.М. Комякова  
Ye.G. Pivovarova, Ye.V. Konontseva,  
J.G. Khludentsov, Ye.M. Komyakova**

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УВАЛИСТО-ХОЛМИСТЫХ ПРЕДГОРИЙ АЛТАЯ**

**THE CURRENT STATE OF SOILS AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF SOIL COVER  
OF ROLLING STEEPLY-SLOPING FOOTHILLS OF THE ALTAI MOUNTAINS**

**Ключевые слова:** почвообразование, почвенный покров, антропогенная трансформация, агрогенные почвы, эрозия, дефляция, классификация.

**Keywords:** soil formation, soil cover, anthropogenic transformation, agrogenic soils, erosion, deflation, classification.

На основе анализа массовых данных почв увалисто-холмистых предгорий Алтая исследована структура почв в рамках классификаций 1977, 2004 гг. и разработаны эталоны почв, которые могут быть использованы для нахождения реальных представителей данных подтипов и типов почв. Полученные критерии различных таксонов черноземных и серых лесных почв предлагаются для мониторинга в качестве типового стандарта антропогенных изменений почв и решения практических задач землепользования. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией выявлены черноземовидный и агрочерноземовидный типы почв, формирующиеся на тяжелосуглинистых почвообразующих породах в условиях длительного промерзания и поверхностного оглеения нижней части гумусового горизонта. Отличительной их особенностью их от лугово-черноземных или гидрометаморфических является то, что в их формировании грунтовые воды не принимают участие. Основным механизмом антропогенной трансформации почвенного покрова исследуемого района являются процессы денудации в трансэлювиальных ландшафтах и водной аккумуляции мелкозема и гумусовых веществ в почвах трансакумулятивных ландшафтов. Эти процессы способствуют формированию разнообразных антропогенных почв. Агрозоемы глинисто-иллювиальные предгорных равнин отличаются от агроземов текстурно-карбонатных степной и лесостепной зон Алтайского края большей гумусированностью и мощностью гумусового горизонта. Значительное распространение получили стратоземы и агростратоземы темногумусовые, характеризующиеся мощным стратифицированным горизонтом (более 120 см). Содержание гумуса в пределах гумусового горизонта не меняется до глубины 110-120 см, составляя 9,6-9,8%. Темно-серые лесные почвы в условиях естественного биоценоза испытывают антропогенное воздействие из сопряженных агрогенных ландшафтов. Формирование стратифицированных темно-серых

почв подтверждается увеличением мощности и гумусированности верхних гумусовых горизонтов.

Based on the analysis of soil mass data on rolling steeply-sloping foothills of the Altai Mountains, the soil structure within the classifications of 1977 and 2004 has been studied and soil reference standards have been developed; these standards may be used to find real representatives of these soil subtypes and types. The obtained criteria of different taxons of the chernozem and gray forest soils are proposed for monitoring as typical standards of soil anthropogenic changes and for the solution of practical problems of land use. According to the substantive-genetic soil classification, chernozem-like and agrochernozem-like soil types have been identified; these types are formed on heavily loamy parent rocks under the conditions of prolonged freezing and surface gleyzation of the lower part of the humus horizon. Their dissimilarity from meadow chernozem-like soils or hydro-metamorphic soils is that ground water is not involved in their formation. The main mechanism of anthropogenic transformation of the soil cover of the study area includes denudation in the trans-eluvial landscapes and hydro-accumulation of fine earth and humus substances in the soils of trans-accumulative landscapes. These processes contribute to the formation of various anthropogenic soils. The clay-illuvial agrozems of the piedmont plains differ from the textural-carbonate agrozems of the steppe and forest-steppe zones of the Altai Region by their greater humus content and humus horizon thickness. Stratozems and dark-humus agro-stratozems which are characterized by a thick stratified horizon (120 cm) are quite widespread. The humus content within the humus horizon does not change to a depth of 110-120 cm and makes 9.6-9.8%. Dark gray forest soils under natural biocenotic conditions are exposed to anthropogenic impact from the adjacent agro-genic landscapes. The formation of stratified dark gray soils is confirmed by increasing thickness and humus content of the upper humus horizons.

**Пивоварова Елена Григорьевна**, д.с.-х.н., доцент, проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-46. E-mail: pilegri@mail.ru.

**Кононцева Елена Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kononcevaasau@mail.ru.

**Хлуденцов Жан Геннадьевич**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: zhan.khludentsov@mail.ru.

**Комякова Евгения Михайловна**, к.с.-х.н., ст. преп., Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: komyakova75@mail.ru.

**Pivovarova Yelena Grigoryevna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-46. E-mail: pilegri@mail.ru.

**Konontseva Yelena Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kononcevaasau@mail.ru.

**Khludentsov Jean Gennadyevich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: zhan.khludentsov@mail.ru.

**Komyakova Yevgeniya Mikhaylovna**, Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: komyakova75@mail.ru.

Внимание ученых к антропогенной эволюции современных почв объясняется ускоренными темпами деградации земельных ресурсов, особенно в черноземной зоне. Нарастание интенсивности и скорости трансформации черноземов отмечается в Центрально-черноземном районе [1], Восточной Европе [2], Каменной степи [3], Заволжско-Уральском регионе [4]. Это проявляется в изменении

режимов, процессов и некоторых свойств черноземов: мощности гумусового горизонта, глубины вскипания, мощности иллювиального горизонта, плотности сложения [3, 5-7]. Сложные взаимосвязи антропогенных и естественных воздействий приводят к разнонаправленным изменениям в строении и свойствах черноземов. Некоторые авторы считают, что происходящие изменения являются

генетически предопределенными и относящимися к современному этапу эволюции почвообразования [5].

Агрогенная трансформация почвообразования Алтайских черноземов наиболее детально изучена в условиях лесостепной и степной зон [7] и значительно в меньшей степени исследовано современное состояние почв зоны черноземов предгорных и подгорных равнин Алтая. Почвенный покров в предгорных областях Алтая очень неоднородный, он подразделяется на две подзоны и 16 почвенных районов. Это объясняется литолого-геоморфологическими и климатическими различиями условий почвообразования [8]. Наиболее объективными критериями природно-антропогенной эволюции являются выделение модальных почв и сравнение статистических показателей эталонных и деградированных аналогов исследуемых почв [9]. Разнообразие антропогенных почв учтено в новой субстантивно-генетической классификации почв России [10], однако диагностика этих почв с учетом региональных особенностей требует серьезной доработки [11, 12]. В связи с этим целью работы являлось обоснование эталонов агрогенных почв увалисто-холмистых предгорий Алтая и оценка их современного состояния в соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России.

#### Объекты и методы исследований

Подзона типичных и выщелоченных черноземов предгорных областей Алтая характеризуется большим разнообразием – в зависимости от литолого-геохимического строения территории выделяется 10 почвенных районов. Объектами исследования явились почвенный покров и почвы 39-го почвенного района – выщелоченных тучных среднетощих черноземов увалисто-холмистых предгорий, в административном отношении он почти полностью соответствует Красногорскому району и частично захватывает Бийский район, расположен на юго-востоке Алтайского края, примыкая к горным районам Алтая. Территория представляет собой цокольные равнины на складчато-глыбовом основании. Макрорельеф – возвышенная эрозионно-денудационная холмисто-увалистая равнина с лессово-суглинистым покровом на скальном цоколе. Почвообразующие породы представляют собой лессовидные покровные средние и тяжелые суглинки делювиально-элювиального и делювиально-пролювиального происхождения ниже- и среднечетвертичного возраста. Территория характеризуется долинно-балочно-овражным расчленением, степень расчленения – 0,5-0,6 км, в основном это многочисленные балки, долины мелких рек, врезанных неглубоко. Абсолютные

высотные отметки (300-400 м над уровнем моря) могут достигать 600 м на границе с предгорными районами Алтая. Ландшафт равнинной территории – лесостепной с преобладанием лесо-лугово-степной и лесолуговой растительности. Разнообразие ландшафтов дополняют низменные дренированные лесные и лугово-степные типы, а также низинные не дренированные луговые и болотно-лесные ландшафты.

Почвенный покров представлен выщелоченными черноземами тучными, в основном среднетощими, реже малотощими. В период сельскохозяйственного освоения территории содержание гумуса в пахотном горизонте черноземов достигало 12-14%, мощные виды встречались редко [8]. В восточной части этого почвенного района, прилегающей к лесному поясу горных районов, развиты оподзоленные черноземы. По мощности и содержанию гумуса эти почвы незначительно отличались от выщелоченных черноземов. По логам и балкам широко распространены лугово-черноземные почвы с мощными намытыми гумусовыми горизонтами, они занимали значительные площади. По долинам рек широко распространены лугово-болотные почвы.

В работе использованы сравнительно-географический, сравнительно-аналитический, полевой методы исследований. Ретроспективный анализ структуры почвенного покрова (7 хозяйств) проводился по материалам крупномасштабного почвенного обследования ОАО «АлтайНИИГипрозем» (1980-1982 гг.). Современное состояние почв исследуемой территории оценивалось на основе проведенных в 2013-2014 гг. полевых исследований, в ходе которых было заложено и проанализировано 20 полнопрофильных разрезов. В почвенных образцах определялись основные физические и физико-химические свойства: гранулометрический состав, содержание гумуса, валовых форм азота и фосфора, содержание подвижных форм фосфора и калия, поглотительные свойства (сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность), pH по общепринятым методикам.

#### Результаты исследований

В составе компонентов структуры почвенного покрова (СПП) доля черноземных почв составляет от 13,6 до 67,2% от площади закрепленных земель, с преобладанием черноземов выщелоченных (20,0-44,5%) над черноземами оподзоленными (10,9-30,9%). В восточной части района значительную долю занимают дерново-подзолистые (14,9%) и серые лесные почвы (16,8-51,9%), по днищам долин и балок получили распространение полугидроморфные почвы (черноземно-луговые и луговые почвы занимают от 13,4

до 18,3%). Все черноземы и частично темно-серые лесные и лугово-черноземные почвы (13,2-38,6% от площади закрепленных земель) распаханы, что приводит к существенному изменению свойств почв и структуры почвенного покрова.

Увалисто-холмистый характер рельефа со значительными уклонами (3-12<sup>0</sup>) способствовали активному развитию эрозионных процессов, выравненные участки на водоразделах почти не сохранились. Так, в структуре пахотных угодий отмечается значительная доля почв, подверженных процессам водной эрозии, доля слабоэродированных почв достигает 47,5%, сильноэродированных почв – до 8,7%. Предгорья северо-восточного Алтая сильно расчленены сетью долин и балок (густота расчленения более 2 км/км<sup>2</sup>, глубина до 100 м).

Результаты статистической обработки массовых материалов крупномасштабного почвенного обследования АлтайНИИГипрозем (80-е годы) позволили выявить свойства современных почвенных эталонов. Черноземы оподзоленные преимущественно средне-мощные (46,1-55,5 см), характеризуются высоким содержанием гумуса – 8,2-11,3%. Для черноземов выщелоченных, приуроченных преимущественно к верхним частям склонов, характерна мощность 43,3-46,6 см, что связано со слабой эродированностью и делювиальным смывом, при этом содержание гумуса в пахотном горизонте сохраняется достаточно высоким 9,7±0,18%. Реакция почвенного раствора (рНв) в оподзоленных черноземах варьирует от 5,4 до 5,7, гидролитическая кислотность 5,8-8,7 мг-экв/100 г почвы, что составляет 13-17% от емкости поглощения. В черноземах выщелоченных реакция среды близкая к нейтральной рН=6,0-6,1. Слабоэродированные черноземы оподзоленные и выщелоченные имеют мощность 33,-34,9±2,5 см, по содержанию гумуса в пахотном горизонте они варьируют от 6,8 до 8,0%, коэффициент вариации 8,9-16,2%. Лугово-черноземные почвы приурочены к трансакумулятивным элементарным ландшафтам, они характеризуются мощностью 53,0-58,4 см и повышенным содержанием гумуса 10,6-12,4%, кислотность варьирует в широком диапазоне 5,1-6,4, емкость поглощения 32,3-51,6 мг-экв/100 г почвы. Почвы низко- и среднеобеспечены подвижными формами фосфора и среднеобеспечены калием. Распределение содержания подвижного фосфора по Тругу в профиле почв имеет элювиальный характер. Это связано, с одной стороны, с миграцией подвижного фосфора в слабокислой среде, а с другой, – с истощением пахотного горизонта в отношении фосфора в результате длительного экстенсивного сельскохозяйственного использования

почв. Полученные результаты характеризуют свойства модальных почв исследуемой территории и позволяют использовать их для оценки антропогенных изменений.

Анализ современного состояния почв исследуемого почвенного района позволяет провести оценку антропогенной трансформации в соответствии с современной классификацией почв России [9] (табл.). Так, черноземы оподзоленные по физико-химическим свойствам по сравнению с последним туром обследования существенно не изменились (РАЗРЕЗ 65). С точки зрения современной субстантивно-генетической классификации они соответствуют типу агрочерноземов глинисто-иллювиальных оподзоленных. Для них характерны аккумулятивный характер изменения свойств в профиле, высокое содержание гумуса (10,17%) в агрогумусовом горизонте PU, слабокислая реакция среды (рН=5,55), мощность гумусового слоя (47 см) не выходит за пределы варьирования в период последнего почвенного обследования (80-е годы прошлого столетия). Следует отметить ухудшение агрохимического состояния почв в отношении фосфора и калия по Чирикову, в современных условиях они характеризуются как слабообеспеченные (6,5 и 7,8 мг/100 г почвы соответственно).

Особый интерес представляют почвы, сформировавшиеся на склонах увалов (разрез 66) в пределах трансэлювиальных геохимических ландшафтов. По картографическим материалам эти почвы диагностируются как черноземы оподзоленные, однако собственные исследования морфологических и физико-химических свойств почв свидетельствуют об отсутствии текстурного (иллювиально-глинистого) горизонта Вt. Кроме того, начиная с нижней части гумусового горизонта АВ отмечаются признаки оглеения – сизоватые и мелкие ржавые пятна, а также белесоватая присыпка по граням педов. При этом признаков близкого залегания грунтовых вод не обнаружено. Диагностики этих почв по классификации 1977 г. [13] не имеют соответствующей таксономической единицы (черноземов поверхностного типа оглеения), потому условно почвы были отнесены к лугово-черноземным. В субстантивно-генетической классификации набором аналогичных признаков обладает тип черноземовидных почв, которые глубоко промерзают, в безморозный период мерзлота держится длительное время и служит водупором, в результате этого формируются признаки оглеения. Почвы имеют темногоумусовый или агрогумусовый (агрочерноземовидные типы) горизонт черного цвета с комковато-зернистой структурой, ниже залегает структурно метаморфический горизонт VMg темно-бурый, всегда влажный, с гумусовыми затеками, сизоваты-

ми и ржавыми пятнами. Эти почвы характеризуются высокой гумусированностью (11,2-6,9%), средней мощностью гумусового горизонта (43-46 см), творожистой структурой, признаками оглеения, иногда по всему профилю, отсутствием карбонатов и наличием кремнеземистых новообразований в нижней части профиля, реакция среды близкая к нейтральной (рНв 5,7-5,8) [10]. Почвы имеют тяжелый гранулометрический состав (содержание физической глины 53,2-62,1%, ила – 27,3-41,0%), профильная дифференциация по глине и илу незначительная. Почвы имеют высокую емкость поглощения 40,1-52,7 мг-экв/100 г почвы, низко обеспечены фосфором (2,0-8,0 мг/100 г) и средне обеспечены калием (8,9-11,1 мг/100 г).

В междурядистых понижениях формируются гидроморфные (собственно луговые, черноземно-луговые почвы). Почвы имеют мощный гумусовый профиль, А+АВ достигает 120-130 см и более, признаки оглеения отмечаются по всему профилю, содержание гумуса 8,5%, тяжелосуглинистые, дифференциация по гранулометрическому составу выражена незначительно, почвы среднеобеспечены фосфором (10,25 мг/100 г) и высокообеспечены калием (15,5%), что закономерно для трансаккумулятивных элементарных ландшафтов. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией эти почвы диагностируются как гумусово-гидрометаморфические типичные сверхмощные тучные тяжелосуглинистые. В работе Р.Ф. Зайдельмана с соавт. [12] аналогичные почвы авторы предлагают относить к черноземовидным глубоко оглеенным и черноземовидным оподзоленным глееватым почвам на основании субстантивных признаков (формы новообразований карбонатов и железисто-марганцевых конкреций).

Серые лесные почвы в исследуемом почвенном районе занимают значительную площадь (до 50% от площади закрепленных земель). Светло-серые лесные почвы, встречаются редко, преимущественно серые и темно-серые лесные почвы, достоверно различающиеся по морфологическим и физико-химическим свойствам. Серые лесные обособляются в индивидуальную группу и характеризуются следующими свойствами: мощность гумусового горизонта –  $34,8 \pm 2,0$  см, содержание гумуса –  $4,1 \pm 1,2\%$ , рН –  $4,6 \pm 0,2$ , сумма обменных оснований –  $18,3 \pm 2,6$  и гидролитическая кислотность –  $6,6 \pm 0,5$  мг-экв/100 г почвы. Темно-серые лесные характеризуются большей мощностью (А1+А1А2 составляет  $45,8 \pm 0,9$  см) и содержанием гумуса в верхнем гумусовом горизонте ( $9,15 \pm 0,7\%$ ), высоким содержанием поглощенных катионов –

$30,9 \pm 11,7$  и гидролитической кислотности –  $9,4 \pm 0,8$  мг-экв/100 г почвы, незначительно отличаются по величине рНв= $4,8 \pm 0,1$  и обеспеченности почв подвижным фосфором (7,8 и 7,5 мг/100 г почвы соответственно) и обменным калием (10,8 и 10,4 мг/100 г почвы соответственно). Статистические эталоны серых лесных почв свидетельствуют о том, что их современное состояние по мощности (55 см) и содержанию гумуса (10,69%) превышает полученные критерии, что свидетельствует о водно-аккумулятивной миграции подвижных гумусовых веществ из сопряженных в ландшафте пахотных черноземных почв. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией почва относится к отделу текстурно-дифференцированных почв к типу темно-серых, к подтипу гумусово-стратифицированных. Дифференциация гранулометрического состава в профиле почвы по элювиально-иллювиальному типу практически отсутствует, это может быть обусловлено особенностями ландшафта (транс-элювиального). Серые лесные почвы в условиях увалисто-холмистого рельефа формируются на довольно крутых склонах, в результате латеральный поток может преобладать над вертикальным, что затрудняет элювиирование глины в профиле почв. Тем не менее отмечается элювиально-иллювиальный характер распределения подвижного фосфора и обменного калия в профиле почвы.

Развитие эрозионно-денудационных процессов в условиях увалисто-холмистых равнин в результате антропогенных воздействий способствует формированию широкого спектра антропогенно преобразованных почв. Помимо агрочерноземов формируются такие типы, как агроземы и стратоземы. Особенности строения и свойств агроземов исследуемого почвенного района можно продемонстрировать на примере 64 разреза (табл.). Показателем изменения интенсивности дернового процесса в верхнем гумусовом горизонте РU служит снижение содержания гумуса на 1,38% по сравнению с подпахотным, что нарушает аккумулятивный характер гумусового профиля. Генетическое сродство с глинисто-иллювиальными черноземами подтверждается аккумуляцией ила и физической глины в профиле почвы (содержание физической глины и ила на 5% больше, чем в вышележащем горизонте), однако это наблюдается в нижней части прокрашенного гумусом горизонта А. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией этот горизонт диагностируется как переходный гумусово-глинисто-иллювиальный АUBI. Он расположен сразу под пахотным горизонтом и является одновременно гумусово-иллювиальным – содержание гумуса в нем составляет 9,83%.

Характеристика современного состояния почв увалисто-холмистых предгорий Алтая

№ п/п	№ почвенного разреза	Обозначение горизонта		Глубина отбора образца, см	pH <sub>v</sub>	pH <sub>c</sub>	Гумус, %	Азот валовой, %	Фосфор валовой, %	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Поглощенный Са <sup>2+</sup> , мг-экв/100 г почвы	Поглощенный Mg <sup>2+</sup> , мг-экв/100 г почвы	Подвижная P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Чирикову, мг/100 г почвы	Подвижная K <sub>2</sub> O по Чирикову, мг/100 г почвы	Содержание фракций, %	
		*	**												менее 0,01 мм	менее 0,001 мм
Чернозем оподзоленный среднемощный тучный среднесуглинистый <sup>†</sup>																
Агрочернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный маломощный тучный тяжелосуглинистый <sup>**</sup>																
333	65	An	PU	0-24	5,55	4,90	10,17	0,55	0,29	15,4	30,0	6,0	6,50	7,8	57,1	24,9
334		A	AU	24-30	5,30	4,55	9,83	0,50	0,27	15,4	18,0	4,0	13,00	4,5	58,9	29,0
335		AB	AUB	37-47	5,24	-	3,79	0,22	0,16	10,9	12,0	3,0	20,00	4,5	45,8	20,2
336		B	AUBI	60-70	5,21	-	1,21	0,07	0,14	-	-	-	23,75	6,7	40,3	23,6
337		Bt	BI	95-105	5,60	-	1,12	0,07	0,10	-	-	-	65,00	11,1	<b>57,1</b>	<b>24,9</b>
Чернозем оподзоленный среднегумусный среднемощный слабоэродированный <sup>†</sup>																
Агрозем глинисто-иллювиальный оподзоленный среднемощный тучный тяжелосуглинистый <sup>**</sup>																
326	64	An	PU	10-20	5,70	5,10	8,45	0,47	0,28	6,3	26,0	5,0	13,00	13,3	50,4	28,6
327		A	AUBI	35-45	5,35	4,90	9,83	0,45	0,27	11,9	25,0	8,0	6,50	10,0	55,0	31,9
328		AB	BIC	51-61	5,30	-	3,79	0,22	0,21	10,5	17,0	2,0	22,00	18,8	43,9	26,4
329		B <sub>1</sub>	C	75-85	5,30	-	1,38	0,07	0,13	-	-	-	34,50	6,7	36,7	26,7
Чернозем выщелоченный тучный сверхмощный тяжелосуглинистый <sup>†</sup>																
Агростратозем темногумусовый водноаккумулятивный тучный сверхмощный тяжелосуглинистый <sup>**</sup>																
357	69	An	PU	10-20	-	5,60	9,83	0,67	0,26	6,3	31,0	4,0	18,50	15,5	54,2	27,7
358		A	RUaq	110-120	6,43	5,20	9,65	0,47	0,23	6,3	31,0	6,0	16,00	11,1	<b>57,4</b>	<b>31,2</b>
Лугово-черноземная среднемощная тучная тяжелосуглинистая <sup>†</sup>																
Агрочерноземовидная типичная маломощная тучная тяжелосуглинистая <sup>**</sup>																
340	66	An	PU	8-18	5,68	-	<b>11,21</b>	0,62	0,20	14,7	31,0	7,0	8,00	11,1	53,2	27,3
341		A	AU	25-35	5,38	-	6,90	0,32	0,18	15,05	21,0	3,0	8,00	5,6	52,3	29,7
342		AB	AUBMg	36-46	5,27	-	4,14	0,22	0,17	11,9	14,0	4,0	21,00	6,7	54,6	26,5
343		Bg	BMg	66-76	6,25	-	1,38	0,07	0,14	-	-	-	<b>37,50</b>	6,7	44,8	25,5
344		Bg	Cg	103-113	5,61	-	1,12	0,05	0,08	-	-	-	<b>40,00</b>	<b>8,9</b>	45,1	18,5

Примечание. \* Классификация и диагностика почв СССР (1977); \*\* Классификация и диагностика почв России (2004).

Профиль агрозема состоит из агротемногумусового горизонта, залегающего на глинисто-иллювиальном горизонте с ореховато-призмической структурой и темными гумусово-глинистыми кутанами на поверхности педов. Свойства данной почвы соответствуют диагностическим признакам агроземов глинисто-иллювиальных типичных, у которых сразу под пахотным идет срединный горизонт. Поглощающий комплекс насыщен основаниями (V=83%), реакция среды – слабокислая pH<sub>v</sub>=5,7. Почвы среднеобеспечены фосфором и калием.

Интенсивность эрозионных процессов можно продемонстрировать не только на примере эродированных (смытых) почв, но и на примере формирования намывных стратифицированных агропочв (разрез 69). В нижней части крутых склонов (более 7°) в условиях трансаккумулятивных ландшафтов распашка и интенсивное использование почв в полевых севооборотах приводят к образованию мощного стратифицированного темногумусового горизонта RU. Его мощность можно оценить, сравнив среднестатистическую мощность черноземов в исследуемом районе (43-58 см) с мощностью исследуемой почвы (более 140 см) соответственно. Дополнительным признаком стратификации может служить облегчение верхнего пахотного горизонта по содержанию физической глины

и ила на 3,2-3,5%. По содержанию гумуса в пахотном горизонте (9,83%) эта почва не отличается от статистического «образа» эталонного агрочернозема глинисто-иллювиального, однако характер его профильного распределения имеет особенность – даже на глубине 110-120 см содержание гумуса сохраняется на уровне 9,65%.

### Заключение

На основе анализа массовых данных почв увалисто-холмистых предгорий Алтая исследована структура почв в рамках классификаций 1977, 2004 гг. и разработаны виртуальные (статистические) образы. Они могут быть использованы в качестве эталонов для нахождения реальных представителей данных подтипов и типов почв. Полученные критерии обособления различных таксонов черноземных и серых лесных почв могут быть предложены для систематики почв, создания региональной почвенной базы, а также в качестве типового стандарта для изучения антропогенных изменений почв и решения практических задач землепользования.

В соответствии с субстантивно-генетической классификацией выявлены черноземовидный и агрочерноземовидный типы почв, формирующиеся на тяжелосуглинистых почвообразующих породах в условиях длительного промерзания и поверхностного оглеения

нижней части гумусового горизонта. Отличительной особенностью их от лугово-черноземных [13] или гидрометаморфических [10] является то, что в их формировании грунтовые воды не принимают участие.

Основным механизмом антропогенной трансформации почвенного покрова исследуемого района являются процессы денудации в транс-элювиальных ландшафтах и водной аккумуляции мелкозема и гумусовых веществ в почвах трансаккумулятивных ландшафтов. Эти процессы способствуют формированию разнообразных антропогенных почв. Агроземы глинисто-иллювиальные предгорных равнин отличаются от агроземов текстурно-карбонатных степной и лесостепной зон Алтайского края большей гумусированностью и мощностью гумусового горизонта. Значительное распространение получили стратоземы и агростратоземы темномусовые, характеризующиеся мощным стратифицированным горизонтом (более 120 см). Содержание гумуса в пределах гумусового горизонта не меняется до глубины 110-120 см и составляет 9,6-9,8%.

Темно-серые лесные почвы в условиях естественного биоценоза испытывают антропогенное воздействие из сопряженных агрогенных ландшафтов. Формирование стратифицированных темно-серых почв подтверждается увеличением мощности и гумусированности верхних гумусовых горизонтов.

#### Библиографический список

1. Васенев И.И., Неклюдова А.В., Таллер Е.Б. Агрогенные процессы деградации черноземов в условиях представительного агроландшафта северо-восточной части ЦЧР // Вестник Курской с.-х. академии. – 2011. – № 1. – С. 49-51.
2. Чендев Ю.Г., Петин А.Н., Заздравных Е.А., Соэр Т.Д., Холл Р.Б. Тенденции и закономерности антропогенной эволюции черноземов в агролесомелиоративных ландшафтах на территории лесостепи центра Восточной Европы // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 2. – С. 7-13.
3. Хитров Н.Б., Ельцов М.В., Роговнева Л.В., Чевердин Ю.И. Варьирование морфометрических характеристик почв Каменной степи // Разнообразие почв Каменной Степи. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. – С. 72-91.
4. Климентьев А.И. Эрозионная деградация черноземов Заволжско-Уральского региона // Степи северной Евразии: матер. 6-го Междунар. симпозиума и 8-го Междунар. школы-семинара молодых ученых «Геоэкологические проблемы степных регионов». – Оренбург, 2012. – С. 391-396.
5. Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. Факторы и условия антропогенной

трансформации черноземов, методология изучения эволюции почвообразования // Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2013. № 72. – С. 26-46.

6. Добротворская Н.И., Погуленко А.А. Изменение свойств почв в эрозионном агроландшафте при агрогенном воздействии // Вестник АГАУ. – 2010. – № 4. – С. 23-26.

7. Бурлакова Л.М., Морковкин Г.Г. Проблемы рационального использования агро-черноземов в условиях Алтайского края // Вестник алтайской науки. – 2009. – № 1. – С. 106-110.

8. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.

9. Копосов Г.Ф., Валеева А.А., Александрова А.Б. Количественный подход к классификации серых лесных почв Волжско-Камской лесостепи // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1177-1183.

10. Классификация и диагностика почв России / под ред. Г.В. Добровольского. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

11. Самофалова И.А. Корреляция факторно-генетической и субстантивно-профильной классификаций для дерново-глеевых почв // Матер. докл. 6 съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Всероссийская с международным участием научная конференция «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования». (Петрозаводск – Москва, 13-18 авг., 2012.). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – С. 96-98.

12. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцова Л.В., Красина Т.В., Красин В.Н. Конкреционные новообразования чернозема типичного, черноземовидных солонцеватых почв юга Тамбовской низменности // Почвоведение. – 2014. – № 6. – С. 654-669.

13. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 221 с.

#### References

1. Vasenev I.I., Neklyudova A.V., Taller E.B. Agrogennye protsessy degradatsii chernozemov v usloviyakh predstavitel'nogo agrolandshafta severo-vostochnoi chasti TsChR // Vestnik Kurskoi s.-kh. akademii. – 2011. – № 1. – S. 49-51.
2. Chendev Yu.G., Petin A.N., Zazdravnykh E.A., Soer T.D., Khol R.B. Tendentsii i zakonomernosti antropogennoi evolyutsii chernozemov v agrolesomeliativnykh landshaftakh na territorii lesostepi tsentra Vostochnoi Evropy // Problemy regional'noi ekologii. – 2012. – № 2. – S. 7-13.
3. Khitrov N.B., El'tsov M.V., Rogovneva L.V., Cheverdin Yu.I. Var'irovanie morfometricheskikh kharakteristik pochv Kamennoi stepi // Raznoobrazie pochv

Kamennoi Step. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2009. – S. 72-91.

4. Kliment'ev A.I. Eroziionnaya degradatsiya chernozemov Zavolzhsko-Ural'skogo regiona // Step. severnoi Evrazii: Materialy 6 Mezhdunarodnogo simpoziuma i 8 mezhdunarodnoi shkoly-seminara molodykh uchenykh «Geoekologicheskie problemy stepnykh regionov». – Orenburg, 2012. – S. 391-396.

5. Ivanov A.L., Lebedeva I.I., Grebennikov A.M. Faktory i usloviya antropogennoi transformatsii chernozemov, metodologiya izucheniya evolyutsii pochvoobrazovaniya // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. – 2013. – № 72. – S. 26-46.

6. Dobrotvorskaya N.I., Pogulenko A.A. Izmenenie svoistv pochv v erozionnom agrolandshafte pri agrogenom vozdeistvii // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 4. – S. 23-26.

7. Burlakova L.M., Morkovkin G.G. Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya agrochernozemov v usloviyakh Altaiskogo kraja // Vestnik altaiskoi nauki. – 2009. – № 1. – S. 106-110.

8. Pochvy Altaiskogo kraja. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 382 s.

9. Kopusov G.F., Valeeva A.A., Aleksandrova A.B. Kolichestvennyi podkhod k klassi-

fikatsii serykh lesnykh pochv Volzhsko-Kamskoi lesostepi // Pochvovedenie. – 2014. – № 10. – S. 1177-1183.

10. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii / pod red. G.V. Dobrovolskogo. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.

11. Samofalova I.A. Korrelyatsiya faktornogeneticheskoi i substantivno-profil'noi klassifikatsii dlya dernovo-gleevykh pochv // Mater. dokl. 6 s'ezda Obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva. Vserossiiskaya s mezhdunarodnym uchastiem nauchnaya konferentsiya «Pochvy Rossii: sovremennoe sostoyanie, perspektivy izucheniya i ispol'zovaniya». (Petrozavodsk – Moskva, 13-18 avg., 2012.). – Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr RAN, 2012. – S. 96-98.

12. Zaidel'man F.R., Nikiforova A.S., Stepan'tsova L.V., Krasina T.V., Krasin V.N. Konkretionnye novoobrazovaniya chernozema tipichnogo, chernozemovidnykh solontsevatykh pochv yuga Tambovskoi nizmennosti // Pochvovedenie. – 2014. – № 6. – S. 654-669.

13. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR. – M.: Kolos, 1977. – 221 s.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-04-98010.*



УДК 631.445.4:631.423.2:634.7(571.15)

**С.В. Макарычев, А.Г. Болотов, И.В. Гефке**  
S.V. Makarychev, A.G. Bolotov, I.V. Gefke

## ИЗМЕНЕНИЕ КАПИЛЛЯРНО-СОРБЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПОД ЯГОДНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

### THE CHANGE OF CAPILLARY-SORPTION PRESSURE IN LEACHED CHERNOZEM UNDER BERRY CROPS

**Ключевые слова:** гранулометрический состав, микроагрегатный состав, плотность, водообеспеченность, основная гидрофизическая константа (ОГХ), капиллярно-сорбционное давление (КСД).

Капиллярно-сорбционное давление значительным образом определяется гидрофизическими свойствами почвы, которые в свою очередь зависят от гранулометрического состава, плотности, температуры, порозности, содержания органического вещества. Исследованный чернозем имеет среднесуглинистый иловато-крупнопылеватый гранулометрический состав. Величина фактора дисперсности в гумусово-аккумулятивном горизонте составляет 6-8%, что указывает на его высокую микрооструктуренность. Почвообразующая порода менее агрегирована. Плотность сложения с

глубиной возрастает с 1,0 до 1,4 г/см<sup>3</sup>. Содержание гумуса в верхнем горизонте близко к 5%, а в иллювиальном уменьшается до 1,6%. Отмеченные особенности почвенно-физических факторов предопределили характер дифференциации гидрофизических характеристик и динамику капиллярно-сорбционного давления в профиле чернозема. Результаты исследований показывают, что изменение капиллярно-сорбционного давления влаги в почве под ягодными культурами обусловлено условиями поступления воды в почву на границе раздела ее с атмосферой. При этом значения давления почвенной влаги, как правило, ниже критического уровня, соответствующего наименьшей влагоемкости, поэтому полная реализация потенциала продуктивности облепихи и жимолости возможна только при наличии оросительных мелиораций.