

Наталья Леонидовна Кураченко

Красноярский государственный аграрный университет, профессор кафедры почвоведения и агрохимии, доктор биологических наук, профессор, Красноярск, Россия

E-mail: kurachenko@mail.ru

Татьяна Николаевна Демьяненко

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры почвоведения и агрохимии, кандидат биологических наук, доцент, Красноярск, Россия

E-mail: t-demyanen@mail.ru

Алена Андреевна Колесник

Красноярский государственный аграрный университет, учебный мастер кафедры почвоведения и агрохимии, Красноярск, Россия

E-mail: airlexxx@mail.ru

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ
КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

Цель исследования – изучение особенностей почвенного покрова и выявление состояния плодородия агрочерноземов, формирующихся в пределах агроландшафта Красноярской лесостепи. Исследование проведено на территории учхоза «Миндерлинское» Красноярского государственного аграрного университета, землепользование которого находится в центральной части Красноярской лесостепи (56°25'N и 92°53'E.). Опытное поле расположено на междуречье Бузим – Миндерла, превышающем уровень рек на 40–70 м и образованном древними речными террасами. На пахотном массиве общей площадью 9 га исследовалась структура почвенного покрова. При закладке разрезов применены стандартные профильный и морфологический методы. Почвенный покров опытного участка представлен типами аккумулятивно-гумусовых почв – агрочерноземами глинисто-иллювиальными и агрочерноземами криогенно-мицеллярными, четырьмя подтипами и шестью видами. Установлено, что агрочерноземы характеризуются легкоглинистым крупнопылеватопылеватым гранулометрическим составом без существенной дифференциации профилей, что свидетельствует о стабильности минеральной массы агрочерноземов. Расчлененный рельеф поля определил неоднородность почв по гумусному состоянию, проявляющемуся в варьировании содержания гумуса в гор. АУ от 6 до 11 %, их изменчивости от маломощных до мощных видов. В составе почвенно-поглощающего комплекса агропочв доминирует Ca^{2+} (19–28 мг-экв/100 г) при незначительном количестве Mg (2–5 мг-экв/100 г). Агрочерноземы характеризуются низкой гидротитической кислотностью (0,3–5 мг-экв/100 г) и варьированием реакции почвенного раствора в пространстве от нейтрального до слабощелочного (6,5–7,9 ед. рН). Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциальном плодородии агрочерноземов Красноярской лесостепи. Материалы, отражающие особенности почвенного покрова и состояние плодородия почв, формирующихся в пределах агроландшафта, являются основой для внедрения ресурсосберегающих технологий в растениеводстве.

Ключевые слова: агроландшафт, структура почвенного покрова, агрочерноземные почвы, черноземы, неоднородность контраста почвенного покрова, точное земледелие.

Natalya L. Kurachenko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Professor of the Department of Soil Science and Agrochemistry, Doctor of Biological Sciences, Professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: kurachenko@mail.ru

Tatyana N. Demyanenko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Associate Professor of Department of Soil Science and Agrochemistry, candidate of biological sciences, associate professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: t-demyanen@mail.ru.

Alyona A. Kolesnik

Krasnoyarsk State Agrarian University, educational master of the Department of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: airlexxx@mail.ru

**CURRENT STATE OF FERTILITY OF AGROCHERNOZEMS
OF THE KRASNOYARSK FOREST STEPPE AS A RATIONAL LAND USE BASIS**

The aim of research is to study the features of the soil cover and identify the state of fertility of agrochernozems that form within the agrolandscape of the Krasnoyarsk forest-steppe. The study was carried out on the territory of the Minderlinskoe Experimental Site of the Krasnoyarsk State Agrarian University, whose land use is located in the central part of the Krasnoyarsk forest-steppe (56°25'N and 92°53'E.). The experimental field is located on the Buzim-Minderla interfluve, which exceeds the river level by 40–70 m and is formed by ancient river terraces. The structure of the soil cover was studied on a plowed land with a total area of 9 hectares. When laying the sections, standard profile and morphological methods were used. The soil cover of the experimental site is represented by types of accumulative-humus soils – clay-illuvial agrochernozems and cryogenic-micellar agrochernozems, four subtypes and six species. It was found that agrochernozems are characterized by a light clayey coarse-silty granulometric composition without significant differentiation of profiles, which indicates the stability of the mineral mass of agrochernozems. The partitioned relief of the field determined the heterogeneity of the soils in terms of the humus state, which manifests itself in the variation of the humus content in the moun. AU from 6 to 11 %, their variability from thin to powerful species. In the composition of the soil-absorbing complex of agrosols, Ca²⁺ + dominates (19–28 meq/100 g) with an insignificant amount of Mg (2–5 meq/100 g). Agrochernozems are characterized by low hydrolytic acidity (0.3–5 mg-eq/100 g) and variation in the reaction of the soil solution in space from neutral to slightly alkaline (6.5–7.9 pH units). The results obtained indicate a high potential fertility of agrochernozems of the Krasnoyarsk forest-steppe. Materials reflecting the features of the soil cover and the state of soil fertility formed within the agricultural landscape are the basis for the introduction of resource-saving technologies in crop production.

Keywords: *agrolandscape, soil cover structure, agrochernozem soils, chernozems, heterogeneity of soil cover contrast, precision farming.*

Введение. Важным условием обеспечения стабильного развития агропромышленного комплекса Красноярского края является реализация экологических принципов ведения земледелия по обеспечению расширенного воспроизводства почвенного плодородия, охраны окружающей среды и роста урожайности сельскохозяйственных культур. Решение этих задач основано на реализации ресурсосберегающих технологий, являющихся одними из самых перспективных направлений сельского хозяйства. Внедрение ресурсосберегающих технологий, в том числе и системы точного земледелия, требует привлечения максимального количества информации для принятия наиболее точных

агротехнологических решений применительно к конкретной почвенно-климатической среде и конкретному участку поля, учета внутривольной вариабельности почвенного плодородия [1–4].

Холмистая структура земледельческой территории юга Красноярского края является причиной неоднородности экологических условий, формирования значительной пестроты почвенного покрова и пространственно-временной нестабильности урожайности сельскохозяйственных культур [5, 6]. По мнению [7], игнорирование неоднородности почвенного покрова в процессе сельскохозяйственного использования приводит к серьезным экономическим и экологическим последствиям.

Цель исследования: изучение особенностей почвенного покрова и выявление состояния плодородия агрочерноземов, формирующихся в пределах агроландшафта Красноярской лесостепи.

Объекты и методы исследования. Исследование проведено на территории учхоза «Миндерлинское» Красноярского ГАУ, землепользование которого находится в центральной части Красноярской лесостепи (56°25'N и 92°53'E). Опытное поле расположено на междуречье Бузим – Миндерла, превышающим уровень рек на 40–70 м и образованном древними речными террасами. В пределах поля выделяется бугристо-западинный мезо- и микро-рельеф, возникновение которого связано с протаиванием повторно-жильных ледяных клиньев и криотурбациями, свойственными вечной мерзлоте, охватывающей данную территорию во время последнего оледенения.

На пахотном массиве общей площадью 9 га, выделенном для изучения отдельных элементов точного земледелия и производственных испытаний, исследовалась структура почвенного покрова. При закладке разрезов применены стандартные профильный и морфологический методы, предполагающие получение описательных, фотографических и морфологических данных по изучаемым почвам. Для определения классификационной принадлежности почв применена «Классификация и диагностика почв России» [8]. Морфологическое описание почв и отбор почвенных образцов проведен по генетическим горизонтам. В почвенных образцах выполнены лабораторные анализы на определение гумуса (ГОСТ 26213-91), суммы обменных оснований (ГОСТ 27821-88), гидролитической кислотности (ГОСТ 26212-91), обменного кальция и магния (ГОСТ 26487-85), pH водной (ГОСТ 26423-85). Гранулометрический состав определен по Н.А. Качинскому [9].

Результаты исследования и их обсуждение. Почвенный покров Красноярской лесостепи отличается довольно значительным разнообразием и тесно связан с характером поверхности территории и историей ее формирования [10–13]. Географическое распределение почв подчинено в своей основе закону широтной зональности, но дополнительное осложнение в строе-

ние почвенного покрова котловины вносит вертикальная поясность – смена поясов в направлении от центральной части котловины к окружающим ее горам. Кроме того, широкое развитие бугристо-западинного мезо- и микро-рельефа делает почвенный покров часто комплексным. Исследование показало, что почвенный покров опытного участка представлен агрочерноземами. Они относятся к стволу постлито-генных, отделу аккумулятивно-гумусовых почв. Генетический профиль разрезов 1, 3, 5, 6 и 9 диагностируется на уровне типа агрочернозем глинисто-иллювиальный, подтипа типичный (по прежней классификации соответствует черноземам выщелоченным). Эти почвы сформировались на желто-бурых лессовидных глинах в верхней и средней части пологих склонов. В профиле агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных выделяются следующие генетические горизонты: PU – AU – AUB – BI – Bm(cg). Для характеристики морфологических особенностей агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных приведем описание разреза 3.

Разрез 3 – агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный маломощный. Заложен на вершине полого склона крутизной 1°.

PU 0–20 см. Свежий, черный, обильно пропитан гумусом, рыхлый, комковато-зернистый, много тонких корней, тонкопористый, тонкотрещиноватый, тяжелосуглинистый, не вскипает. Переход резкий по цвету.

AUB 20–44 см. Свежий, неоднородный, верхняя часть черная с бурым оттенком, нижняя – бурая с гумусовыми затеками, уплотнен, комковато-зернистый, тонкопористый, тонкотрещиноватый, глинистый, тонкие корни, не вскипает. Переход постепенный.

BI 44–68 см. Свежий, желто-бурый, уплотнен, обилие тонких корней, глыбисто-комковатый, тонкотрещиноватый, пористый, глинистый, встречаются гумусовые затеки. Переход резкий по цвету.

Bm(cg) 68–90 см. Свежий, желто-бурый с белесоватым оттенком, псевдомицелием карбонатов (бурное вскипание), ржаво-охристыми пятнами, глыбистый, тонкопористый, глинистый, встречаются корни.

Csa 90 см и глубже. Желто-бурая влажная карбонатная глина.

Агротемногумусовый (PU) и темногумусовый (AU) горизонты определяют весь облик почвы. Морфологический анализ почвенных профилей указывает на существенную изменчивость гумусовых горизонтов этого типа и подтипа. На видовом уровне они характеризуются как мало-мощные, среднемощные и мощные. Гумусовые горизонты (PU + AU + AUB) изменяются от 37 до 92 см. Характерным морфологическим признаком агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных является интенсивная гумусовая прокраска верхнего горизонта. Агротемногумусовый горизонт отличается заметной рыхлостью, комковато-зернистой структурой. Нижняя граница гумусовых горизонтов иногда языковатая, что связано с образованием трещин вследствие сильного промерзания почв [14]. По мнению П.И. Крупкина [15], это явление обусловлено резкой континентальностью климата. Не только промерзание зимой, но и пересыхание летом приводит к растрескиванию почвы. Часть гумусированного мелкозема верхних горизонтов проваливается по трещинам в безгумусовые горизонты и образует затеки. Глинисто-иллювиальные (Bl) и аккумулятивно-карбонатные (Bmcs) горизонты отличаются некоторым уплотнением, появлением комковато-ореховатой, глыбисто-комковатой, глыбистой структуры, мелкослоистой криогенной текстуры. Карбонаты в форме псевдомицелия выделяются в нижней части горизонта. Морфологически прослеживается глееватость нижней части профиля, где на основном фоне с едва заметной сизоватостью наблюдаются мелкие ржавые пятна. Как показали почвенно-географические исследования [16], черты гидроморфности присущи как лесостепным, так и степным черноземам Красноярской лесостепи, развитым в условиях нормального увлажнения. Существенной особенностью водного режима черноземов этого региона является наличие в нижней части почвенного профиля слоя повышенного увлажнения, существование которого связано с ежегодно идущим процессом накопления влаги в слое длительного сезонного промерзания. В нижней части широкого увала диагностирован агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизированный мощный (лугово-черноземный тип по прежней классификации). Он под-

разделяется на горизонты PU – AU – AUB – Bg. Приуроченность к отрицательной форме микро-рельефа обуславливает лучшую обеспеченность влагой, что отражается на морфологии его профиля и проявлении признаков оглеения в горизонте Bg .

Разрез 2 – агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизированный мощный. Заложен на дне широкой ложбины.

PU 0–20 см. Свежий, черный, рыхлый, мелкоглыбисто-комковатый, тонкопористый, тонкотрещиноватый, остатки соломы и корни, не вскипает, глинистый. Переход резкий по плужной подошве.

AU 20–91 см. Свежий, черный, рыхлый, творожистый, тонкопористый, тонкотрещиноватый, обильно прокрашен гумусом, встречаются тонкие корни, глинистый, не вскипает. Переход постепенный.

AUB 91–116 см. Свежий, темно-серый с буроватым оттенком, рыхлый, творожистый, тонкопористый, тонкотрещиноватый, единичные тонкие корни, глинистый, не вскипает. Переход постепенный.

Bg 116–143 см. Свежий, глыбистопорошистый, серо-бурый с гумусовыми пятнами, уплотнен, ржаво-охристые и сизые пятна, тонкопористый, тонкотрещиноватый, не вскипает. Переход постепенный.

Cg 143 см и глубже. Бурая влажная глина.

Морфологический анализ профиля агрочернозема глинисто-иллювиального гидрометаморфизированного показывает, что гумусовый горизонт, находясь в зоне аэрации по основным признакам, мало отличается от аналогичных горизонтов агрочерноземов глинисто-иллювиальных, за исключением наличия творожистой структуры в горизонтах AU и AUB. Агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизированный отличается потечностью гумуса, проникающей в гидрометаморфический горизонт, который характеризуется признаками оглеения в виде ржаво-охристых и сизых пятен.

В комплексе с агрочерноземами глинисто-иллювиальными типичными в пределах поля выделен агрочернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный (чернозем оподзоленный). Обычно такие почвы занимают северные и восточные склоны и микрозападины на увалах.

Разрез 4 – агрочернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный среднemocный. Расположен в 50 м юго-западнее разреза 3 в понижении вогнутого склона.

PU 0–20 см. Свежий, черный, обильно пропитан гумусом, глыбисто-комковатый, тонкопористый, тонкотрециноватый, обилие соломы, тонких корней, глинистый, рыхлый. Переход ясный по плотности.

AUe 20–71 см. Свежий, черный, темнее предыдущего, при подсыхании появляется белесоватая кремнеземистая присыпка, комковато-порошистый, при подсыхании пылит, тонкопористый, тонкотрециноватый, глинистый, не вскипает, обилие тонких корней, уплотнен. Переход ясный по цвету и плотности.

Ble 71–104 см. Свежий, серо-бурый, при подсыхании становится белесоватым, с белыми зернами кварца, плотнее предыдущего, комковато-порошистый, тонкотрециноватый, пористый, глинистый, не вскипает. Переход постепенный.

С 104 см и глубже. Желто-бурая глина.

Агрочернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный, имея генетический профиль PU – AUe – Ble, отличается хорошо выраженным рыхлым гумусовым горизонтом с глыбисто-комковатой и комковато-порошистой структурой с хорошо заметной кремнеземистой присыпкой, создающей эффект «седоватости», что послужило основанием для выделения оподзоленного подтипа.

На микроповышениях опытного участка в разрезах 7 и 8 диагностированы агрочерноземы криогенно-мицеллярные (черноземы обыкновенные).

Разрез 7 – агрочернозем криогенно-мицеллярный маломощный. Заложён на вершине широкого увала.

PU 0–22 см. Темно-серый, влажный, комковато-глыбистый, рыхлый, тонкопористый, тонкотрециноватый, много тонких корней, вскипает от 10 % HCl, переход в нижележащий горизонт по плужной подошве.

AUB 22–31 см. Желто-бурый с мелкими гумусовыми затеками, свежий, комковато-глыбистый, вскипает от 10 % HCl, карбонаты

в форме псевдомицелия, несколько уплотнен, тонкопористый, тонкотрециноватый, встречаются корни, переход постепенный.

Btc₁ 31–61 см. Желто-бурый, свежий, глыбистый, уплотнен, пористый, тонкотрециноватый, единичные корни, бурно вскипает, карбонаты в форме псевдомицелия, кротовины, переход в нижележащий горизонт по цвету.

Btc₂ 61–98 см. Желто-бурый с белесоватым оттенком, свежий, глыбистый, плитчатой текстуры, пористый, тонкотрециноватый, бурно вскипает, псевдомицелий карбонатов.

Cca 98 см и глубже. Желто-бурая карбонатная глина.

Профиль агрочерноземов криогенно-мицеллярных, имея генетические горизонты PU – AUB – Btc – Cca, отличается от профиля агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных вскипанием в гор. AU или в нижней части гумусового горизонта. Среди агрочерноземов мицеллярно-карбонатных распространены маломощные и среднemocные виды тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава. По данным [17], мощность гумусового горизонта среднemocных обыкновенных черноземов меньшая, чем у аналогичных выщелоченных почв, что обусловлено пониженным увлажнением, характерным для почв рассматриваемого подтипа. Средняя мощность гумусового горизонта почв ключевых разрезов в условиях пашни составляет 31–32 см.

Гранулометрический состав, являясь одной из важнейших генетических и агрономических характеристик, свидетельствует о присутствии в пределах опытного поля легкогоглинистых крупнопылевато-иловатых разновидностей агрочерноземов (табл.). Содержание физической глины в горизонте PU агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных и оподзоленных оценивается на уровне 63–66 %. В агрочерноземе глинисто-иллювиальном гидрометаморфизованном количество физической глины снижено до 56 %, а также наблюдается нехарактерное для остальных почв поля варьирование фракций крупной пыли и песка, как следствие флювиальных процессов.

Некоторые химические и физико-химические свойства агрочерноземов

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, %		pH _{водн.}	Гумус, %	Обменные катионы		Гидролитическая кислотность
		Размер частиц, мм				Ca ²⁺	Mg ²⁺	
		< 0,001	< 0,01					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р. 1. Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный маломощный								
PU	0–17	39,4	64,3	6,9	11,1	26,5	5,1	1,3
AU	17–42	38,4	62,6	7,0	10,1	26,3	5,1	1,2
AUB	42–62	36,6	62,9	7,4	3,1	23,8	5,3	0,6
BI	62–70	37,0	57,9	7,6	1,6	21,6	5,1	0,5
Bm _{cg}	70–95	40,4	63,3	8,1	1,6	–	–	–
Р. 2. Агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизированный мощный								
PU	0–20	36,8	55,8	7,2	9,1	24,6	4,3	0,5
AU	20–91	43,7	58,5	7,2	9,7	25,8	3,9	0,5
AUB	91–116	36,8	64,2	7,3	9,2	26,0	3,6	0,7
Bg	116–143	30,5	53,2	6,3	7,9	18,9	3,5	3,3
Р. 3. Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный маломощный								
PU	0–20	36,5	65,8	7,4	9,0	27,0	3,6	0,3
AUB	20–44	35,0	65,0	7,5	3,9	22,0	5,1	0,7
BI	44–68	36,9	65,8	7,4	1,4	21,1	5,6	0,4
Bm _{cg}	68–90	37,8	65,2	8,2	1,3	–	–	–
Р. 4. Агрочернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный среднемощный								
PU	0–20	33,8	63,3	7,3	10,1	27,5	3,8	0,4
AUe	20–71	34,7	64,8	6,8	9,7	27,0	5,3	0,9
Ble	71–104	37,7	64,3	5,8	12,0	24,5	5,0	5,0
Р. 5. Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный маломощный								
PU	0–26	38,6	65,3	6,5	10,1	27,6	4,3	1,9
AUB	26–37	34,5	61,4	6,8	8,8	25,4	4,1	2,6
Blg	37–58	40,1	61,5	7,0	4,0	24,0	4,0	0,9
Bm _{cg}	58–80	36,0	59,8	7,4	1,3	–	–	0,5
Р. 6. Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный								
PU	0–20	36,4	64,9	7,3	8,6	27,0	4,0	0,5
AU	20–75	30,3	58,9	7,3	9,7	26,5	4,1	0,4
AUB	75–92	32,7	59,2	7,4	6,1	25,8	4,1	0,3
BI	92–110	36,5	59,8	7,5	2,3	24,3	4,6	0,3
Р. 7. Агрочернозем криогенно-мицеллярный маломощный								
PU	0–22	33,0	58,7	7,9	6,1	26,0	1,5	–
AUB	22–31	36,4	60,7	8,0	3,5	25,5	2,3	–
Bm _{c1}	31–61	38,4	63,1	8,3	1,0	–	–	–
Bm _{c2}	61–98	38,2	65,1	8,4	0,9	–	–	–
Р. 8. Агрочернозем криогенно-мицеллярный маломощный								
PU	0–14	38,2	61,8	7,3	6,3	27,3	3,8	–
AU	14–22	35,6	63,5	7,6	5,7	27,8	4,6	–
AUB	22–32	35,5	61,0	7,8	3,9	26,0	4,3	–
Bm _{c1}	32–58	38,0	64,1	8,2	1,0	–	–	–
Bm _{c2}	58–96	37,5	64,7	8,3	0,9	–	–	–

Окончание табл.

Р. 9. Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный среднемощный								
PU	0–14	40,9	63,7	6,8	8,8	25,3	3,8	5,4
AU	14–48	39,0	63,3	6,8	8,7	26,8	4,1	4,7
AUB	48–64	37,9	61,7	6,9	1,9	22,5	3,9	3,3
BI	64–73	35,3	56,5	7,0	1,2	21,3	3,3	2,7
Bmc	73–100	30,7	48,4	8,0	1,0	–	–	0,5

Примечание: (–) – не определялось.

Наличие значительного количества крупной пыли (20–40 %) подтверждает лессовидный характер почвообразующих пород. Профильное распределение илистой фракции свидетельствует о стабильности минеральной массы агрочерноземов. Определенных закономерностей в перемещении ила в пределах типов и подтипов агрочерноземов не обнаружено. Как правило, отмечена слабая дифференциация профилей по гранулометрическому составу.

Так, увеличение илистой фракции в агрочерноземных глинисто-иллювиальных типичных и оподзоленном на 1–4 % в гор. Bmc и BIe позволяет судить о слабом проявлении иллювиального процесса. Накопление илистой фракции, достигающее 44 %, отмечено в гор. AU мощного агрочернозема глинисто-иллювиального гидрометаморфизированного. Заметной смены гранулометрического состава в пределах профиля агрочерноземов криогенно-мицеллярных не наблюдается, он представляется однородным. Небольшое увеличение илистой фракции в гор. Bmc на 2–5 % связано с неоднородностью почвообразующих пород.

Благоприятные гидротермические условия, качество и количество поступающих в почву растительных остатков, большая численность и богатый видовой состав микроорганизмов обусловили в зоне черноземных почв Красноярской лесостепи высокую интенсивность биохимических процессов в течение летнего сезона. Такие условия способствовали накоплению высококачественного гумуса. Агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные, располагаясь в верхней и средней частях пологих склонов, характеризуются как тучные мало-, среднемощные и мощные с преобладанием маломощных видов. Содержание гумуса в агротемногумусовом горизонте PU всех видов данного подтипа достигает 9–11 %. С глубиной гумусированность постепенно снижается. Резкое уменьшение содержания

гумуса в профиле черноземов совпадает с границей карбонатного горизонта – химического экрана, через который мигрируют только фракции гумуса, нечувствительные к осаждаемому влиянию кальция [18].

Агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизированный и оподзоленный, формируясь в нижней части широкого увала, отличаются существенной мощностью гумусового горизонта, достигающей более метра. Они оцениваются на видовом уровне как тучные (12–8 %). Вниз по профилю содержание гумуса уменьшается постепенно и отличается большей растянутостью. Гумусированность этих почв по сравнению с агрочерноземами глинисто-иллювиальными типичными в целом выше, что обусловлено влиянием рельефа. При расположении почв на шлейфах склонов и в их нижних частях осаждаются высокодисперсные, обогащенные гумусом частицы, выносимые из пахотного слоя черноземов склонов, в основном в период снеготаяния. По данным [19], в зависимости от снежности зимы, орографических особенностей и характера снеготаяния в лугово-черноземных почвах аккумулируется весной от 112 до 206 кг/га продуктов твердого стока.

Агрочерноземы криогенно-мицеллярные повышенных участков исследуемой территории являются маломощными среднетемногумусными с довольно резким уменьшением содержания гумуса с глубиной. Содержание гумуса в агротемногумусовом горизонте PU почв ключевых разрезов составляет 6 %, снижаясь до 3–4 % в горизонте AUB. Таким образом, массив поля с расчлененным рельефом неоднороден по гумусному состоянию, что отражается на агроэкологическом состоянии почвенного покрова обрабатываемого участка.

Все свойства почвы, обуславливающие величину урожайности, в той или иной степени связаны с количественными и качественными показателями

телями ППК. В составе обменных катионов агрочерноземов доминирует Ca^{2+} , но в значительных количествах присутствует и Mg^{2+} . Содержание кальция в верхней части профиля в 5–8 раз превышает содержание магния, что является следствием недостаточного увлажнения почв. В нижней части профилей доля обменного кальция в ППК уступает магнию. Агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные имеют нейтральную реакцию почвенного раствора. В аккумулятивно-карбонатном горизонте V_{mc} pH водной вытяжки становится слабо- или среднещелочной по причине присутствия значительных количеств углекислых солей. В профиле агрочернозема глинисто-иллювиального гидрометаморфизированного и оподзоленного выделяются две физико-химические зоны: верхняя с нейтральной реакцией почвенного раствора и нижняя со слабощелочной реакцией почвенного раствора, характеризующаяся слабощелочной реакцией почвенного раствора, в профиле агрочерноземов криогенно-мицеллярных находится в горизонте P_1 или A_{UB} . Гидролитическая кислотность агрочерноземов низкая (0,3–5 мг-экв/100 г).

Выводы. Широкое развитие бугристо-западинного мезо- и микрорельефа определяет существенное классификационное разнообразие почвенного покрова агроландшафтов Красноярской лесостепи. Агрочерноземы опытного поля, относящиеся к стволу постлитогенных, представлены типами аккумулятивно-гумусовых почв – агрочерноземами глинисто-иллювиальными и агрочерноземами криогенно-мицеллярными, четырьмя подтипами и шестью видами. Обладая легкоглинистым гранулометрическим составом, они существенно отличаются в пределах поля по мощности гумусового горизонта, степени гумусированности и реакции почвенного раствора. Расчлененный рельеф поля определил формирование агрочерноземов от мощных до маломощных видов с варьированием содержания гумуса в горизонте A_{U} от 6 до 11 %. Различия почв на подтиповом уровне определили изменчивость реакции почвенного раствора в пространстве от нейтральной до слабощелочной (6,5–7,9 ед. pH). Полученные результаты являются основой рационального землепользования и их необходимо учитывать при внедрении ресурсосберегающих технологий в растениеводстве.

Литература

1. Бикбулатова Г.Г. Технология точного земледелия // Омский научный вестник. 2008. № 2. С. 45–49.
2. Афанасьев Р.А. Агротехнические аспекты точного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. 2010. № 2. С. 38–43.
3. Kurachenko N.L., Vlasenko O.A., Kolesnik A.A. Formation of the physical state and carbon stocks in organic matter of the agrochernozem under the influence of resource-saving technologies // Iop Conf Series: Earth and Environmental Science. 2019. 315. P. 1–7.
4. Кураченко Н.Л., Колесник А.А. Содержание и пространственное распределение подвижных элементов питания агрочерноземов в зависимости от способов основной обработки почвы // Агротехника. 2020. № 7. С. 11–16.
5. Рудой Н.Г., Трубников Ю.Н. Продуктивность зернопаропропашного севооборота на черноземах в Приенисейской Сибири // Вестник КрасГАУ. 2016. № 2. С. 134–138.
6. Чупрова В.В., Горбунова Ю.В., Демьяненко Т.Н. и др. Использование катенарных особенностей агроландшафта для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в лесостепной зоне Средней Сибири // Вестник КрасГАУ. 2019. № 3. С. 45–50.
7. Смян Н., Цытрон Г., Матыченков Д. и др. Почвенный покров как территориальная основа организации аграрного землепользования // Земля Беларуси. 2006. № 4. С. 22–27.
8. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И. и др. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
9. Качинский Н.А. Физика почвы. М.: Высш. шк., 1965. 322 с.
10. Коляго С.А. О структуре и оструктурировании почв // Четв. науч. конф. Томского ун-та. Томск, 1954. С. 23–30.
11. Вередченко Ю.П. Агрофизическая характеристика почв центральной части Красноярского края. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 175 с.
12. Лебедева И.И., Семина Е.В. Почвы центрально-европейской и средне-сибирской лесостепи. М.: Колос, 1974. 229 с.

13. Бугаков П.С., Горбачева С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. Красноярск, 1981. 127 с.
14. Семина Е.В. Почвы Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1971. 31 с.
15. Крупкин П.И. Агрохимическая характеристика почв. Канская лесостепь // Агрохимическая характеристика почв СССР. Средняя Сибирь. М.: Изд-во АН СССР, 1971. С. 69–95.
16. Семина Е.В., Вередченко Ю.П. Черноземы Красноярской лесостепи и их провинциальные особенности // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 170–190.
17. Михайлова О.В. Использование статистических массивов для построения типичных гумусовых профилей почв лесостепи Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2000. 23 с.
18. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 222 с.
19. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 349 с.
6. Chuprova V.V., Gorbunova Yu.V., Dem'yanenko T.N. i dr. Ispol'zovanie katenarnykh osobennostej agrolandshafta dlya razrabotki adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v lesostepnoj zone Srednej Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2019. № 3. S. 45–50.
7. Smeyan N., Cytron G., Matychenkov D. i dr. Pochvennyj pokrov kak territorial'naya osnova organizacii agramnogo zemlepol'zovaniya // Zemlya Belarusi. 2006. № 4. S. 22–27.
8. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I. i dr. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii. Smolensk: Ojkumena, 2004. 342 s.
9. Kachinskij N.A. Fizika pochvy. M.: Vyssh. shk., 1965. 322 s.
10. Kolyago S.A. O strukture i ostrukturivanii pochv // Chetv. nauch. konf. Tomskogo un-ta. Tomsk, 1954. S. 23–30.
11. Veredchenko Yu.P. Agrofizicheskaya harakteristika pochv central'noj chasti Krasnoyarskogo kraja. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 175 s.
12. Lebedeva I.I., Semina E.V. Pochvy central'no-evropejskoj i sredne-sibirskoj lesostepi. M.: Kolos, 1974. 229 s.
13. Bugakov P.S., Gorbacheva S.M., Chuprova V.V. Pochvy Krasnoyarskogo kraja. Krasnoyarsk, 1981. 127 s.
14. Semina E.V. Pochvy Krasnoyarskoj lesostepi: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. M., 1971. 31 s.
15. Krupkin P.I. Agrohimitseskaya harakteristika pochv. Kanskaya lesostep' // Agrohimitseskaya harakteristika pochv SSSR. Srednyaya Sibir'. M.: Izd-vo AN SSSR, 1971. S. 69–95.
16. Semina E.V., Veredchenko Yu.P. Chernozemy Krasnoyarskoj lesostepi i ih provincial'nye osobennosti // O pochvah Urala, Zapadnoj i Central'noj Sibiri. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. S. 170–190.
17. Mihajlova O.V. Ispol'zovanie statisticheskikh massivov dlya postroeniya tipichnykh gumusovykh profilej pochv lesostepi Srednej Sibiri: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Krasnoyarsk, 2000. 23 s.
18. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Gumus i pochvoobrazovanie. L.: Nauka, 1980. 222 s.
19. Hmelev V.A., Tanasienko A.A. Zemel'nye resursy Novosibirskoj oblasti i puti ih racional'nogo ispol'zovaniya. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2009. 349 s.

Literatura

1. Bikbulatova G.G. Tehnologiya tochnogo zemledeliya // Omskij nauchnyj vestnik. 2008. № 2. S. 45–49.
2. Afanas'ev R.A. Agrohimitseskie aspekty tochnogo zemledeliya // Problemy agrohimii i `ekologii. 2010. № 2. S. 38–43.
3. Kurachenko N.L., Vlasenko O.A., Kolesnik A.A. Formation of the physical state and carbon stocks in organic matter of the agrochernozem under the influence of resource-saving technologies // Iop Conf Series: Earth and Environmental Science. 2019. 315. P. 1–7.
4. Kurachenko N.L., Kolesnik A.A. Soderzhanie i prostranstvennoe raspredelenie podvizhnykh `elementov pitaniya agrochernozemov v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy // Agrohimiya. 2020. № 7. S. 11–16.
5. Rudoj N.G., Trubnikov Yu.N. Produktivnost' zernoparopropashnogo sevooborota na chernozemah v Prienisejskoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2016. № 2. S. 134–138.