

Научная статья/Research Article

УДК 631.452:631.417.2

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-114-124

Татьяна Анатольевна Иванова¹, Анна Валерьевна Крыжановская²,
Наталья Леонидовна Кураченко³✉, Ольга Анатольевна Власенко⁴,
Татьяна Николаевна Демьяненко⁵

^{1,2}Станция агрохимической службы «Солянская», с. Новая Солянка, Красноярский край, Россия

^{3,4,5}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹tanya_kovalkova@mail.ru

²anya_kansk@mail.ru

³kurachenko@mail.ru

⁴ovlasenko07@mail.ru

⁵t-demyanen@mail.ru

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ НЕИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПАШНИ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Цель исследования – оценить гумусное состояние черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи. Исследование по оценке гумусного состояния черноземов Канской лесостепи проведено ФГБУ САС «Солянская» Рыбинского района в 2022–2024 гг. Объект исследования – наиболее распространенные подтипы черноземов (оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные) неиспользуемой пашни Канской лесостепи Красноярского края. Черноземы Канской лесостепи характеризовались постепенным распределением гумуса с глубиной, но имели различия на подтиповом уровне по его содержанию в пределах профилей. В черноземах оподзоленных отмечена аккумуляция гумуса в полуметровой толще почв, в черноземах выщелоченных и обыкновенных накопление гумуса приходилось на слои 0–30 и 0–20 см. Оценка среднестатистического содержания гумуса в гумусово-аккумулятивных горизонтах черноземов оподзоленных и выщелоченных показала высокий уровень гумусированности (7–6 %) при средней вариабельности признака в пространстве ($C_v = 24 \%$). Различия в мощности гумусовых горизонтов этих подтипов определило усиление вариабельности показателя с глубиной до 32–62 %. В черноземах обыкновенных средняя гумусированность почв в горизонте А сопровождалась небольшим варьированием показателя в пределах всего профиля ($C_v = 13–16 \%$). Характер генетических горизонтов и подтиповой уровень черноземов явились факторами, определяющими особенности статистического распределения гумуса в пространстве. Черноземы оподзоленные характеризовались высокими запасами гумуса в слоях 0–20 и 0–100 см (183–389 т/га). В черноземах выщелоченных они составили соответственно 142 и 249 т/га, в черноземах обыкновенных – 116 и 211 т/га, что отвечало средним запасам гумуса. При средней обогащенности гумуса азотом гумусово-аккумулятивных горизонтов отмечено сужение показателя до 8–10 в черноземах выщелоченных и обыкновенных. Вниз по профилю отношение $C : N$ в этих почвах соответствовало высокой и очень высокой обеспеченности гумуса азотом.

Ключевые слова: залежь, черноземы, гумус, общий азот, запасы гумуса, пространственное варьирование

Для цитирования: Иванова Т.А., Крыжановская А.В., Кураченко Н.Л., и др. Гумусное состояние черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2025. № 4. С. 114–124. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-114-124.

Tatyana Anatolyevna Ivanova¹, Anna Valerievna Kryzhanovskaya²,
Natalia Leonidovna Kurachenko³✉, Olga Anatolyevna Vlasenko⁴, Tatyana Nikolaevna Demyanenko⁵

^{1,2}Agrochemical Service Station Solyanskaya, Novaya Solyanka village, Krasnoyarsk Region, Russia

^{3,4,5}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹tanya_kovalkova@mail.ru

²anya_kansk@mail.ru

³kurachenko@mail.ru

⁴ovlasenko07@mail.ru

⁵t-demyanen@mail.ru

HUMUS STATE OF CHERNOZEM SOILS OF UNUSED ARABLE LAND OF KANSK FOREST-STEPPE

The aim of the study is to assess the humus status of chernozems of unused arable land in the Kansk forest-steppe. Studies to assess the humus status of chernozems in the Kansk forest-steppe were conducted by the Federal State Budgetary Institution of Agricultural Sciences Solyanskaya of the Rybinsk District in 2022–2024. The object of the study is the most common subtypes of chernozems (podzolized, leached, ordinary) of unused arable land in the Kansk forest-steppe of the Krasnoyarsk Region. Chernozems of the Kansk forest-steppe were characterized by a gradual distribution of humus with depth, but had differences at the subtype level in its content within the profiles. In podzolized chernozems, humus accumulation was noted in the half-meter soil layer; in leached and ordinary chernozems, humus accumulation occurred in the 0–30 and 0–20 cm layers. An assessment of the average statistical humus content in the humus-accumulative horizons of podzolized and leached chernozems showed a high level of humification (7–6 %) with an average variability of the feature in space ($C_v = 24$ %). The differences in the thickness of the humus horizons of these subtypes determined the increased variability of the indicator with a depth of up to 32–62 %. In ordinary chernozems, the average humus content of soils in the A horizon was accompanied by a slight variation of the indicator within the entire profile ($C_v = 13$ –16 %). The nature of the genetic horizons and the subtype level of chernozems were the factors determining the features of the statistical distribution of humus in space. Podzolized chernozems were characterized by high humus reserves in the 0–20 and 0–100 cm layers (183–389 t/ha). In leached chernozems, they amounted to 142 and 249 t/ha, respectively, in ordinary chernozems – 116 and 211 t/ha, which corresponded to the average humus reserves. With an average enrichment of humus with nitrogen in humus-accumulative horizons, a narrowing of the indicator to 8–10 was noted in leached and ordinary chernozems. Down the profile, the C:N ratio in these soils corresponded to a high and very high supply of humus with nitrogen.

Keywords: fallow land, chernozems, humus, total nitrogen, humus reserves, spatial variation

For citation: Ivanova TA, Kryzhanovskaya AV, Kurachenko NL, et al. Humus state of chernozem soils of unused arable land of Kansk forest-steppe. *Bulletin of KSAU*. 2025;(4):114-124. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-114-124.

Введение. Актуальность изучения состояния плодородия неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения определяется огромными масштабами их распространения. За последние десятилетия в Российской Федерации выбыло около 40 млн га земель, которые ранее активно использовались в сельскохозяйственном производстве [1, 2]. Согласно государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае», на 1 января 2024 г. неиспользуемая пашня составляет 1 090,6 тыс. га, большая часть которой (59 %) не используется в течение 10 лет и более [3]. В Канской лесостепи,

являющейся самой крупной из всех лесостепных регионов края, неиспользуемая пашня оценивается величиной 345,7 тыс. га, или 37,9 % [4]. В структуре залежных земель доминируют участки, неиспользуемые под пашню более 10 лет (207,497 тыс. га, или 60 %). По данным [5], сокращение пахотных почв и посевных площадей обусловлено экономическими трудностями в сельском хозяйстве, деградацией почв и социальными причинами, связанными с оттоком сельского населения в города.

Возврат неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот связан с необходимос-

тью решения ряда проблем, в т. ч. с оценкой пригодности и целесообразности их дальнейшего использования в пашне. Считается, что сельскохозяйственные земли, выведенные по ряду причин из пахотных массивов, переходят в залежное состояние [6]. По мнению [7], необрабатываемые земли имеют агроэкологические преимущества по сравнению с интенсивно используемой пашней. Они касаются прежде всего накопления гумуса и замедления процессов деградации почв. На первой бурьянистой станции демутации залежные экосистемы являются источником сорных растений, вредителей и болезней растений. После 5-летнего функционирования залежей формируются восстановительные сукцессии, характеризующиеся изменением флористического состава, появлением аборигенной растительности и новых типов растительных сообществ, влияющих на наземное растительное вещество и его качественные характеристики, потоки углерода и гумусное состояние почв [8–14]. Таким образом, на залежных землях активно протекают естественные процессы, сопровождающиеся изменением морфологического облика почв и их свойств, прежде всего гумусного состояния.

Цель исследования – оценить гумусное состояние черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи.

Объекты и методы. Исследования по оценке гумусного состояния черноземов Канской лесостепи проведены ФГБУ САС «Солянская» Рыбинского района в 2022–2024 гг. в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства на проведение обследований (почвенное, агрохимическое и экологотоксикологическое) неиспользуемой пашни сельскохозяйственного назначения.

Объектом исследования явились наиболее распространенные подтипы черноземов (оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные) неиспользуемой пашни Канской лесостепи Красноярского края в границах Абанского, Дзержинского, Иланского, Ирбейского, Нижнеингашского, Партизанского, Тасеевского, Саянского и Уярского районов.

При проведении исследований использованы сравнительно-географический и сравнительно-аналитический методы. Гумусное состояние почв изучалось во время маршрутно-полевых исследований. На типичных участках неиспользуемой в сельскохозяйственном производстве

пашни закладывались ключевые разрезы на глубину 100–120 см в различных частях исследуемой территории. Всего было заложено 53 разреза, в т. ч. черноземов оподзоленных – 13, выщелоченных – 37 и обыкновенных – 3. Морфологическое описание проведено по генетическим горизонтам. Из средней, наиболее характерной части горизонтов отбирались почвенные образцы на определение показателей гумусного состояния. В образцах определяли: гранулометрический состав (ГОСТ 12536–2014); органическое вещество (гумус) – по методу Тюрина (ГОСТ 26213–2021); азот общий – (ГОСТ Р58596–2019). Расчет запасов гумуса выполнялся по формуле: $S = C \times B \times T$, где S – запасы гумуса (т/га), C – содержание гумуса (%), B – плотность почвы (г/м³), T – мощность слоя (см).

Математическая обработка результатов исследования проведена с использованием метода описательной статистики и квантильного анализа [15].

Результаты и их обсуждение. Черноземы относятся к преобладающему типу почв среди пахотных угодий Канской лесостепи. На их долю приходится 68 % от распаханых массивов зоны. Обследование залежных земель, проведенное в течение 2022–2024 гг. на площади 18 468 га, показало максимальную долю черноземов, неиспользуемых в пашне (58 %) сельскохозяйственной зоны. Формирование черноземов в течение нескольких тысячелетий в условиях резко континентального климата под лугово-степной растительностью на автоморфных местоположениях и преимущественно на карбонатных суглинках и глинах определило особенности их гумусовых профилей. Гумусовый профиль как интегральный показатель эволюции природной среды на протяжении периода формирования почвы [16] позволил оценить различия в содержании гумуса и его распределении по профилю черноземов неиспользуемой пашни на подтиповом уровне (рис. 1). Распределение гумуса в толще почвы, характеризующее гумусовый профиль, указывает на значительную его аккумуляцию в 0–50 см слое черноземов оподзоленных. Среднестатистические данные свидетельствуют об относительно высоком содержании гумуса в 0–30 см толще почвы (7–6 %). Высокая гумусированность черноземов оподзоленных в гор. А₁ постепенно снижается в переходном горизонте В до очень низкой (1–2 %).

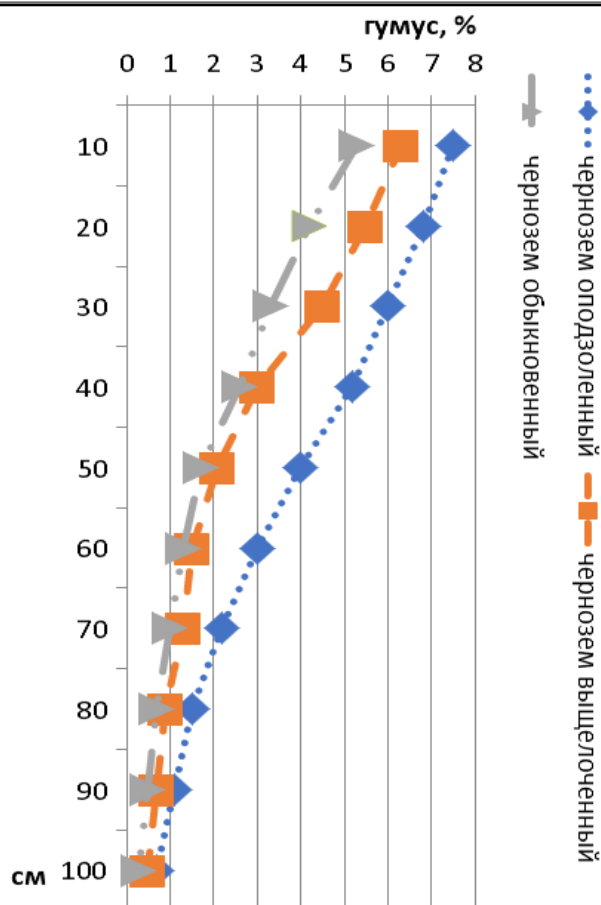


Рис. 1. Распределение гумуса в профиле черноземов оподзоленных ($n = 13$), выщелоченных ($n = 37$) и обыкновенных ($n = 3$), %

Distribution of humus in the profile of podzolic ($n = 13$), leached ($n = 37$) and ordinary ($n = 3$) chernozems, %

Изменение условий гумусообразования, характерное для черноземов выщелоченных, приводит к уменьшению количества гумуса в их профиле. Господство среднемощных видов среди черноземов выщелоченных неиспользуемой пашни Канской лесостепи отразилось на гумусовом профиле этого подтипа. Для него характерна средняя обеспеченность гумусом в слое 0–30 см (6–5 %) и постепенное снижение с глубиной до 1 %. Снижение интенсивности микробиологических процессов для черноземов обыкновенных по сравнению с подтипами черноземов выщелоченных приводит к уменьшению содержания гумуса в среднем в гумусово-аккумулятивном горизонте до 5–4 %. Формирование на повышенных элементах рельефа и наличие маломощных разновидностей среди черноземов обыкновенных определило аккумуляцию гумуса преимущественно в 0–20 см в слое почв. Таким образом, анализ гумусовых профилей позволил выявить аккумуля-

тивный характер накопления гумуса с характерными отличиями в подтипах черноземов и закономерную устойчивую тенденцию к его уменьшению с глубиной.

Статистические показатели содержания гумуса выявили максимальный уровень его накопления в гумусово-аккумулятивных горизонтах черноземов оподзоленных Канской лесостепи (табл. 1). При среднестатистическом содержании гумуса в гор. A_1 этого подтипа, составляющем 7 %, установлен широкий размах варьирования признака от среднего до высокого уровня гумусированности (5–9 %). Варьирование гумуса в представленной выборке для этого горизонта оценивается средней величиной ($C_v = 24$ %). Схожие результаты по величине пространственной неоднородности показателя получены и для гумусово-элювиальных горизонтов A_1A_2 . Различие между максимальным и минимальным значением содержания гумуса здесь составляет 3 %.

Таблица 1

Статистические показатели содержания гумуса в черноземах, %
Statistical indicators of humus content in chernozems, %

Горизонт	<i>n</i>	<i>X_{ср}</i>	<i>S</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min-max</i>	<i>Cv</i>
Черноземы оподзоленные							
A ₁	13	7,1±1,0	1,7	4,6	9,2	6,4	24
A ₁ A ₂	6	4,5±1,2	1,1	2,8	6,1	3,3	24
A ₂ B	12	3,2±1,3	2,0	1,6	9,1	7,5	62
B	13	1,5±0,4	0,5	0,8	2,4	1,6	32
Черноземы выщелоченные							
A	37	6,2±0,5	1,5	3,5	9,2	5,7	24
AB	34	2,7±0,3	0,9	1,0	4,6	3,6	33
B	28	1,2±0,3	0,6	0,4	3,2	2,8	50
B _к	37	1,1±0,2	0,4	0,4	1,9	1,5	37
Черноземы обыкновенные							
A	3	5,3±1,8	0,7	4,7	6,1	1,4	13
AB _к	2	3,6±1,7	0,6	3,2	4,1	0,9	16
B _к	3	1,4±0,7	0,2	1,1	1,6	0,5	14

Примечание: *X_{ср}* – среднее арифметическое; *S* – стандартное отклонение; *min* – минимальное значение; *max* – максимальное значение; *min-max* – пределы варьирования; *Cv* – коэффициент варьирования.

Варьирование содержания гумуса с глубиной возрастает, что связано с различной мощностью гумусовых горизонтов и неравномерным распределением гумуса по профилю почв. Так, при низком среднестатистическом содержании гумуса в гор. A₂B черноземов оподзоленных (3 %) его варьирование достигает очень высокой величины (*Cv* = 62 %). При средней величине изменчивости содержания гумуса в горизонте B черноземов оподзоленных установлен размах показателя от 1 до 2 %, что свидетельствует о господстве в этом подтипе мощных и среднемощных почв.

Внутрипрофильное распределение содержания гумуса в черноземах выщелоченных характеризуется меньшей величиной показателя, значительным снижением гумуса с глубиной, но близким характером его пространственной изменчивости по генетическим горизонтам. Среднестатистическое содержание гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте A черноземов выщелоченных оценивается на среднем уровне (6 %) при довольно широком интервале пространственного варьирования от 4 до 9 %. На фоне низкой гумусированности горизонтов AB, B и B_к черноземов выщелоченных (3–1 %) установлена средняя и высокая вариабельность показателя, достигающая 33–50 %.

Неодинаковая интенсивность и соотношение процессов гумификации и минерализации в

подтипах черноземов обуславливают различное накопление в них гумуса [17]. Среднестатистическое содержание гумуса в черноземах обыкновенных Канской лесостепи в гумусово-аккумулятивном горизонте A + AB составляет 5–4 % и оценивается на среднем уровне. Небольшое варьирование содержания гумуса по генетическим горизонтам черноземов обыкновенных, не превышающее 16 %, свидетельствует об однородности представленной выборки.

Одним из самых мощных факторов эволюции почвенного покрова является антропогенное воздействие. При сельскохозяйственном освоении почв верхние пахотные горизонты наиболее активно изменяются под влиянием агротехнических мероприятий, отражая особенности антропогенного почвообразования [18]. Устойчивость признаков этой части профиля в залежи может сохраняться длительное время и зависит от степени агрогенной трансформации почв и природно-климатических условий зоны.

Особенности пространственного распределения гумуса в поверхностных горизонтах A и A₁ подтипов черноземов, записывающих наибольший спектр различных факторов и процессов, а также в срединных горизонтах B, развивающихся под управлением глубоко протекающих факторов почвообразования, отражают степень проявления в пространстве почвенных процес-

сов, ведущих к накоплению и изменению содержания гумуса в пространстве. Исследованиями установлено, что характер горизонтов и генетический подтип черноземов определяют особенности статистического распределения содержания гумуса в пространстве (рис. 2). Достаточный объем выборки позволил определить особенности статистического распределения гумуса в черноземах оподзоленных и выщелоченных. В черноземах оподзоленных неиспользуемой пашни Канской лесостепи большая часть вы-

борки значений содержания гумуса в гор. А₁ превышает 8 % и стремится к максимальному значению, и только 25 % объема выборки имеет содержание гумуса, приближающееся к минимальной величине (5 %). Такой же симметричный характер распределения гумуса в пространстве относительно медианы, но с меньшими количественными оценками, выявлен и для переходного горизонта В черноземов оподзоленных.

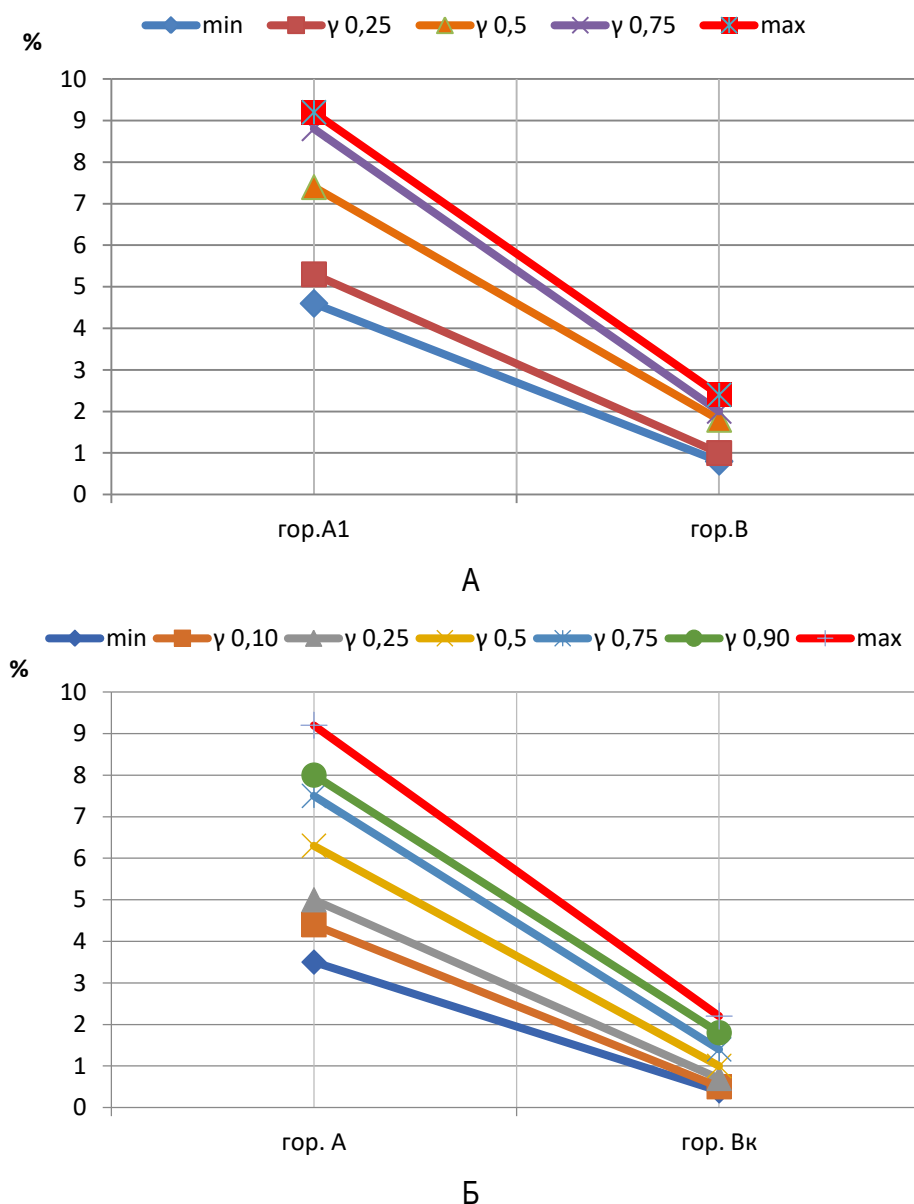


Рис. 2. Квантили статистического распределения содержания гумуса в горизонтах черноземов оподзоленных (А) и черноземов выщелоченных (Б)

Quantiles of the statistical distribution of humus content in horizons of podzolized (A) and leached chernozems (Б)

Более широкий размах варьирования содержания гумуса в гумусово-аккумулятивных гор. А среди черноземов выщелоченных неиспользуемой пашни сопровождается интенсивно выраженными отклонениями величин от медианы с симметричностью их распределения. Выявлена близость значений содержания гумуса в 10 и 25 % объема выборки, составляющая от 4 до 5 %. Аналогичная закономерность типична и для объема выборки 75 и 90 %, где содержание гумуса достигало 8 % и стремилось к максимальной величине. Пространственное распределение содержания гумуса в гор. Вк черноземов выщелоченных сопровождается увеличением доли выборки, приближающейся к минимальному значению (0,7 %).

Основная доля общих запасов гумуса в почвах приходится на верхний полуметровый слой. Это связано с преобладающим распространением корневой системы растений в верхней части почвы, а также невысокой биологической активностью почв, обусловленной погодными условиями региона. Высокие запасы гумуса определяют не только высокое потенциальное плодородие почв, но и устойчивость их положительных качеств. Запасы гумуса в слое 0–20 и 0–100 см исследуемых почв показали, что в черноземах оподзоленных они оцениваются на высоком уровне, составляющем в слое 0–20 см 183 т/га, 0–100 см – 389 т/га (рис. 3).

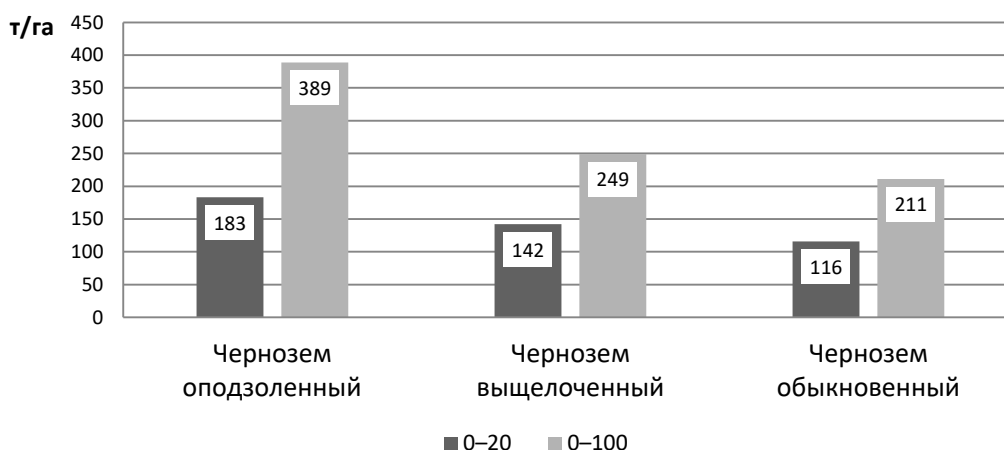


Рис. 3. Запасы гумуса в черноземах, т/га

Humus reserves in chernozems, t/ha

Средними запасами гумуса характеризуются черноземы выщелоченные и черноземы обыкновенные. В слое 0–20 см они составляют 142 и 116 т/га, в метровой толще – 249–211 т/га соответственно. Таким образом, почвы неиспользуемой пашни Канской лесостепи по запасам гумуса можно распределить в следующий убывающий ряд: черноземы оподзоленные – черноземы выщелоченные – черноземы обыкновенные.

Отношение углерода к азоту (C : N), являясь важным показателем качественного состава гумуса и биологической активности, отражает агрономическую ценность почв [19]. В биологически активных почвах это отношение обычно узкое и не превышает 10. На основании

полученных средних значений отношения C : N можно судить о сужении этого показателя в черноземах выщелоченных и обыкновенных по сравнению с оподзоленными подтипами (табл. 2). При средней обогатенности гумуса азотом гумусово-аккумулятивных горизонтов подтипов черноземов установлено, что максимальная величина C : N характерна для черноземов оподзоленных, достигающая 10–11. Выявленные изменения в отношении углерода к азоту в гумусе черноземов оподзоленных, по мнению В.В. Чупровой [20], связаны с более высокими долями гуминовых кислот в этом подтипе как соединений, богатых углеродом. Чем больше гуминовых кислот, тем шире соотношение.

Обогащенность гумуса азотом в черноземах
Humus enrichment with nitrogen in chernozems

Горизонт	n	C, %	N, %	C:N
Чернозем оподзоленный				
A ₁	13	4,1	0,42	9,8
A ₁ A ₂	6	2,6	0,24	10,8
A ₂ B	12	1,8	0,18	10,0
B	13	0,9	0,11	8,2
Чернозем выщелоченный				
A	37	3,6	0,37	9,7
AB	34	1,5	0,20	7,5
B	28	0,6	0,09	6,7
Bк	31	0,6	0,08	7,5
Чернозем обыкновенный				
A	3	3,1	0,32	9,7
ABк	2	2,1	0,22	9,5
B	1	0,7	0,17	4,1
Bк	3	0,8	0,10	8,0

Вниз по профилю в подтипах черноземов отношение C : N становится более узким. В горизонте В черноземов выщелоченных и обыкновенных это соотношение достигает 7 : 4 и свидетельствует о высокой и очень высокой обогащенности гумуса азотом. Существует мнение, что на фоне укороченности гумусовых горизонтов в лесостепных черноземах Красноярского края более высокая обеспеченность гумуса азотом обусловлена аммонием, фиксированным кристаллической решеткой глинистых минералов.

Заключение. Неиспользуемые в сельскохозяйственном производстве черноземы Канской лесостепи имеют различия на подтиповом уровне в содержании гумуса в пределах профилей. При постепенном характере распределения гумуса с глубиной его аккумуляция в черноземах оподзоленных отмечается в слое почв 0–50 см, в черноземах выщелоченных в 0–30 см, в черноземах обыкновенных в 0–20 см слое почв. Среднестатистические показатели содержания гумуса в гумусово-аккумулятивных горизонтах

позволяют оценить черноземы оподзоленные и выщелоченные как высокогумусированные (7–6 %), черноземы обыкновенные – среднегумусированные (5 %). Почвы неиспользуемой пашни Канской лесостепи по запасам гумуса распределяются в следующий убывающий ряд: черноземы оподзоленные – черноземы выщелоченные – черноземы обыкновенные. При средней обогащенности гумуса азотом гумусово-аккумулятивных горизонтов черноземов отмечено сужение показателя до 8–10 в подтипах черноземов выщелоченных и обыкновенных. Характер генетических горизонтов и подтиповой уровень черноземов являются факторами, определяющими особенности статистического распределения гумуса в пространстве. Неиспользуемые в течение 15–20 лет почвы черноземного типа Канской лесостепи, обладая преимущественно высоким потенциальным плодородием, составляют ближайший резерв для повторного освоения и вовлечения их в пашню.

Список источников

1. Шешенев Н.В., Мажайский Ю.А. Динамика агрофизических показателей почвы при освоении залежных земель в условиях Центрального Нечерноземья // Мелиорация. 2023. № 4 (106). С. 48–53. EDN: BJWZOH.
2. Трубников Ю.Н., Дергунов А.В., Краснощеков К.В., и др. Диагностика залежных земель и агроценозов методами дистанционного зондирования земли и геоинформационных технологий // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 108–115. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-108-115. EDN: MQSAUK.

3. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2023 году: государственный доклад. Красноярск, 2024. 386 с.
4. Иванова Т.А., Авдюкова Т.В., Кондакова М.С. Состояние и перспективы вовлечения залежных земель Канской лесостепи в сельскохозяйственный оборот // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 101–107. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-101-107. EDN: GOCJMI.
5. Зыбалов В.С., Сергеев Н.С., Запечалов М.В. Результаты мониторинга залежных земель в лесостепной зоне южного Урала // АПК России. 2020. Т. 27, № 1. С. 30–37. EDN: NL0LTB.
6. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П. Состояние и пути рационального использования залежных земель в условиях Центрального Черноземья. В сб.: Иванов А.Л., ред.; Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. Всероссийская научная конференция «Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота». М., 2008. С. 184–191. EDN: WOGMCN.
7. Денисов Ю.Н. Агроэкологическая оценка залежных почв Челябинской области // Агрохимический вестник. 2016. № 5. С. 6–9. EDN: XCBSFP.
8. Еремин Д.И. Залежь как средство восстановления содержания и запасов гумуса старопашотных черноземов лесостепной зоны Зауралья // Плодородие. 2014. № 1 (76). С. 24–26. EDN: RUYBYD.
9. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., et al. Postagrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia // Catena. 2015. V. 129. P. 18–29. DOI: 10.1016/j.catena.2015.02.016. EDN: UFKVWV.
10. Ильинов Е.А. Введение в оборот залежных земель // Аграрные конференции. 2018. № 6 (12). С. 42–48. EDN: YYSQRV.
11. Сорокина О.А. Оценка запасов фитомассы и плодородия серых почв залежей // Почвы и окружающая среда. 2018. Т. 1, № 3. С. 170–179. DOI: 10.31251/pos.v1i3.40. EDN: VSUDSO.
12. Терехин Э.А. Состояние залежных земель и особенности их спектрально-отражательных свойств на территории Среднерусской лесостепи // Региональные геосистемы. 2022. Т. 46, № 3. С. 356–365. DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-3-356-365. EDN: XHEVZK.
13. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Изменение чистой первичной продукции и восстановление запасов углерода в почвах залежей // Почвоведение. 2022. № 4. С. 500–510. DOI: 10.31857/S0032180X2204013X. EDN: QINSCD.
14. Трофимова Л.С. Сельскохозяйственные земли в интенсивном использовании и залежном состоянии // Фитосанитария. Карантин растений. 2024. № S4-1 (20). С. 74. EDN: TIUMVK.
15. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1995. 319 с.
16. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. Новосибирск: Наука, 1984. 314 с. EDN: XMMFRJ.
17. Кураченко Н.Л. Гумусовые вещества в формировании агрофизических свойств почв Красноярской лесостепи. Красноярск, 2019. 143 с. EDN: NQFNQJ.
18. Дубровина И.А. Изменение содержания общего углерода, азота и фосфора в почвах таежной зоны Республики Карелия при сельскохозяйственном использовании // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 4. С. 27–41. DOI: 10.17223/19988591/41/2. EDN: YVAVJR.
19. Еремин Д.И., Каюгина С.М. Вариабельность свойств серых лесных почв Зауралья. Тюмень, 2024. 202 с. EDN: JXSMWC.
20. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. Красноярск, 1997. 165 с. EDN: TCGIAZ.

References

1. Sheshenev NV, Mazhayskij YuA. Dynamics of agrophysical indicators of soil during the development of fallow lands in the conditions of the Central Non-chernozem zone. *Melioraciya*. 2023;4:48-53. (In Russ.). EDN: BJWZOH.

2. Trubnikov YuN, Dergunov AV, Krasnoshhekov KV, et al. Fallow land and agrocenosis diagnostics by remote sensing of the Earth methods and geoinformation technology. *Bulletin of KSAU*. 2024;5:108-115. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-108-115. EDN: MQSAUK.
3. *O sostoyanii i oxrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae v 2023 godu: gosudarstvennyj doklad*. Krasnoyarsk; 2024. 386 p. (In Russ.).
4. Ivanova TA, Avdyukova TV, Kondakova MS. State and prospects for fallow lands of Kansk forest-steppe involvement into agricultural turnover. *Bulletin of KSAU*. 2024;5:101-107. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-101-107. EDN: GOCJMI.
5. Zybalov VS, Sergeev NS, Zapevalov MV. The results of monitoring fallow lands in the forest-steppe zone of the Southern Urals. *Agro-industrial complex of Russia*. 2020;27(1):30-37. (In Russ.). EDN: NL0LTB.
6. Cherkasov GN, Masyutenko NP. Sostoyanie i puti racional'nogo ispol'zovaniya zaleznyx zemel' v usloviyax Central'nogo Chernozem'ya. In: Ivanov AL, ed.; *Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva Rossel'xozakademii. Vserossiyskaya nauchnaya konferenciya «Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii, vybyvshih iz aktivnogo sel'skohozyajstvennogo oborota»*. Moscow; 2008. P. 184–191. (In Russ.). EDN: WOGMCN.
7. Denisov YuN. Agroecological estimation of fallow lands in Chelyabinsk Region. *Agroximicheskij vestnik*. 2016;5:6-9. (In Russ.). EDN: XCBSFP.
8. Eremin DI. Fallowing as a means for restoring the content and reserves of humus in old arable chernozems of the transural forest-steppe zone. *Plodorodie*. 2014;1:24-26. (In Russ.). EDN: RUYBYD.
9. Kalinina O, Goryachkin SV, Lyuri DI, et al. Post-agrogenic development of vegetation, soils, and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia. *Catena*. 2015;129:18-29. DOI: 10.1016/j.catena.2015.02.016. EDN: UFKVWV.
10. Il'inov EA. Vvedenie v oborot zaleznyx zemel'. *Agramy'e konferencii*. 2018;6:42-48. (In Russ.). EDN: YYSQRV.
11. Sorokina OA. Estimation of phytomass stock and gray soil fertility of abandoned land. *Pochvy i okruzhayushhaya sreda*. 2018;1(3):170-179. (In Russ.). DOI: 10.31251/pos.v1i3.40. EDN: VSUDSO.
12. Terekhin EA. Parameters of abandoned agricultural lands and their reflectance in the central russian forest-steppe. *Regional geosystems*. 2022;46(3):356-365. (In Russ.). DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-3-356-365. EDN: XHEVZK.
13. Titlyanova AA, Shibareva SV. Change in the net primary production and carbon stock recovery in fallow soils. *Eurasian soil science*. 2022;55(4):500-510. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0032180X2204013X. EDN: QINSCD.
14. Trofimova LS. Agricultural land in intensive use and fallow condition. *Plant health and quarantine*. 2024;(S4-1):74. (In Russ.). EDN: TIUMVK.
15. Dmitriev EA. *Matematicheskaya statistika v pochvovedenii*. Moscow: MGU, 1995. 319 p. (In Russ.).
16. Dergacheva MI. *Organicheskoe veshhestvo pochv: statika i dinamika*. Novosibirsk: Nauka; 1984. 314 p. (In Russ.). EDN: XMMFRJ.
17. Kurachenko NL. *Gumusovy'e veshhestva v formirovanii agrofizicheskix svoystv pochv Krasnoyarskoj lesostepi*. Krasnoyarsk; 2019. 143 p. (In Russ.). EDN: NQFNQJ.
18. Dubrovina I.A. Change in the content of total carbon, nitrogen and phosphorus in the boreal soils of the republic of Karelia when used in agriculture. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2018;4:27-41. (In Russ.). DOI: 10.17223/19988591/41/2. EDN: YVAVJR.
19. Eremin DI, Kayugina SM. *Variabel'nost' svoystv seryx lesnyx pochv Zaural'ya*. Tyumen'; 2024. 202 p. (In Russ.). EDN: JXSMWC.
20. Chuprova VV. *Uglerod i azot v agroekosistemax Srednej Sibiri*. Krasnoyarsk; 1997. 165 p. (In Russ.). EDN: TCGIAZ.

Статья принята к публикации 12.03.2025 / The article accepted for publication 12.03.2025.

Информация об авторах:

Татьяна Анатольевна Иванова¹, начальник отдела мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, аспирант кафедры почвоведения и агрохимии

Анна Валерьевна Крыжановская², агрохимик 1-й категории отдела мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

Наталья Леонидовна Кураченко³, профессор кафедры почвоведения и агрохимии, доктор биологических наук, профессор

Ольга Анатольевна Власенко⁴, заведующая кафедрой почвоведения и агрохимии, кандидат биологических наук, доцент

Татьяна Николаевна Демьяненко⁵, доцент кафедры почвоведения и агрохимии, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Tatyana Anatolyevna Ivanova¹, Head of the Department of Monitoring Agricultural Lands, Postgraduate student at the Department of Soil Science and Agrochemistry

Anna Valerievna Kryzhanovskaya², Agrochemist 1st category of the Agricultural Land Monitoring Department

Natalia Leonidovna Kurachenko³, Professor at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Doctor of Biological Sciences, Professor

Olga Anatolyevna Vlasenko⁴, Head of the Department of Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Tatyana Nikolaevna Demyanenko⁵, Associate Professor at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

