
МАТЕРИАЛЫ ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКОГО СЕМИНАРА
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОВЛЕЧЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ
НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ»

Научная статья/Research Article

УДК 631.81:631.445

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-77-84

Ольга Анатольевна Власенко

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

kurachenko@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖИ

Цель исследования – определить направление изменения гумусного состояния почв залежей лесостепной зоны при их повторном вовлечении в пашню. Исследования проводились в Красноярской лесостепи в течение трех вегетационных сезонов 2015–2017 гг. при смене разнотравно-злаковой залежи на дерновинной стадии агроценозом пшеницы и далее агроценозом горохо-овсяной травосмеси. Отличительной особенностью процесса вовлечения залежи в пашню являлась химическая обработка растений перед распахкой. Исследованиями установлено, что при обработке залежи гербицидами и последующей распахке дерновый горизонт исчезает, количество растительных остатков резко снижается, происходит дифференциация гумусового горизонта на пахотный и подпахотный с разной плотностью сложения, появляются глыбистые и пылеватые агрегаты. Содержание гумуса под многолетней залежью и при ее распахке было высокое и составило 9,4–9,3 %, снижения $S_{\text{гумуса}}$ в первые два года после распахки не обнаружено, но обогащенность гумуса азотом снизилась со среднего до очень низкого уровня. Содержание подвижного гумуса в почве под многолетней залежью было 951 мг/100 г, при распахке залежи оно сократилось до 346 мг/100 г. При этом увеличилась потенциальная эмиссия углекислого газа из агрочернозема – с 5,5 до 18,5 мг $\text{CO}_2/10$ г, которая имела среднюю обратную связь с содержанием $S_{\text{пов}}$ ($r = 0,56$). Установлено, что при интенсивном агротехническом воздействии с применением средств химизации для уничтожения дернового горизонта доля $S_{\text{пов}}$ от $S_{\text{гумуса}}$ снижается более чем в 2,8 раза за счет его минерализации.

Ключевые слова: залежь, строение профиля, чернозем, гумус, водорастворимое органическое вещество, щелочегидролизующее органическое вещество, эмиссия углекислого газа

Для цитирования: Власенко О.А. Особенности гумусного состояния черноземов при освоении залежи // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 77–84. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-77-84.

Olga Anatolyevna Vlasenko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

kurachenko@mail.ru

CHERNOZEMS HUMUS STATE FEATURES DURING FALLOW LAND DEVELOPMENT

The purpose of the study is to determine the direction of change in the humus state of fallow soils in the forest-steppe zone when they are re-involved in arable land. The studies were carried out in the Krasnoyarsk forest-steppe during three growing seasons of 2015–2017 when the forb-grass deposit is replaced at the turf stage by agrocenosis of wheat and then by agrocenosis of pea-oat grass mixture. A distinctive feature of the process of involving fallow land in arable land was the chemical treatment of plants before plowing. Research has established that when the fallow is treated with herbicides and subsequent plowing,

the sod horizon disappears, the amount of plant residues decreases sharply, the humus horizon differentiates into arable and subarable with different densities, and blocky and dusty aggregates appear. The humus content under the long-term fallow land and during its plowing was high and amounted to 9.4–9.3 %; no decrease in humus was detected in the first two years after plowing, but the enrichment of humus with nitrogen decreased from an average to a very low level. The content of mobile humus in the soil under the long-term fallow land was 951 mg/100 g; when the fallow was plowed, it decreased to 346 mg/100 g. At the same time, the potential emission of carbon dioxide from agrochernoziem increased – from 5.5 to 18.5 mg CO₂ /10 g, which had an average inverse relationship with the SpO content ($r = 0.56$). It has been established that with intensive agrotechnical influence with the use of chemicals to destroy the turf horizon, the share of SPOs from Shumus decreases by more than 2.8 times due to its mineralization.

Keywords: *fallow land, profile structure, chernozem, humus, water-soluble organic matter, alkali-hydrolyzable organic matter, carbon dioxide emissions*

For citation: *Vlasenko O.A. Chernozems humus state features during fallow land development // Bulliten KrasSAU. 2024;(5): 77–84 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-77-84.*

Введение. По данным государственной статистической отчетности на 1 января 2022 г. площадь земель сельскохозяйственного назначения в Красноярском крае составила 39 756,4 тыс. га, или 16,8 % от площади земель всех категорий. Общая площадь залежи в составе сельскохозяйственных угодий составляла в 2020 г. 123,8 тыс. га, а в 2021 г. сократилась до 123,7 тыс. га [1]. Предыдущими исследованиями доказано, что залежи лесостепной зоны Красноярского края имеют огромный потенциал для возобновления их использования в пашне, поскольку постагрогенное восстановление сопровождается повышением почвенного плодородия прямо пропорционально периоду биологической активности территории и составляет от 7 до 15 лет [2]. Согласно рекомендациям [3] для сохранения гумусного состояния почв возврат залежных черноземов в пашню целесообразен для каждой биоклиматической зоны не раньше указанных сроков. Это обусловлено тем, что расхождение гумуса и общего азота в результате распашки происходит за срок вдвое меньший. Распашка почв залежей, возобновление агротехнического влияния, активное применение средств химизации, снижение продуктивности и разнообразия растительного покрова приводят к изменению морфологических признаков, гумусного состояния, агрохимических и агрофизических свойств залежных почв, вновь вовлекаемых в пашню [4–6].

Цель исследования – определить направление изменения гумусного состояния почв залежей лесостепной зоны при их повторном вовлечении в пашню.

Объекты и методы. Исследования трансформации гумусного состояния 12-летней залежи до и после ее распашки проводились на территории Красноярской лесостепи. До распашки растительный покров участка исследований являлся разнотравно-злаковой залежью в дерновинной стадии, единично встречалась молодая поросль березы и сосны, что говорит о начальной стадии зарастания лесом. В августе 2015 г. на данной залежи была проведена обработка гербицидами против злаковых и широколистных сорных растений, а в конце августа – культурная вспашка плугом с предплужниками на глубину 25–27 см. Далее в 2016 г. проведена весенняя вспашка на глубину 18–20 см и боронование. Затем посеяна яровая пшеница сорта Новосибирская 15, после уборки пшеницы в третьей декаде августа проведено лушение жнивья. Засушливая и теплая осень 2016 г. позволила провести зяблевую вспашку во второй декаде сентября, после отрастания сорняков. В 2017 г. проведена предпосевная культивация на глубину 5–7 см и боронование, далее посеяна горохо-овсяная смесь.

Характеристика погодных условий вегетационных периодов 2015–2017 гг. показывает, что гидротермический коэффициент за период наблюдений был 1,0–1,1 при среднемноголетней норме 1,3–1,4, однако его амплитуда колебалась в пределах от 0,3 до 1,6. Первая половина вегетации в эти годы была жаркой и засушливой, а вторая половина – теплой и влажной. В целом вегетационные периоды наблюдений 2015–2017 гг. можно охарактеризовать как более теплые и сухие по сравнению со среднемноголетними показателями.

На залежи до и после распашки отбирали смешанные почвенные образцы из слоя 0–20 см в 6-кратной повторности с мая по сентябрь через равные промежутки времени в течение трех вегетационных сезонов. Кроме изучения пространственно-временных изменений гумусного состояния пахотного слоя нами были заложены почвенные разрезы, где в каждом горизонте были отобраны образцы для определения изменений содержания, запасов и характера профильного распределения гумуса под влиянием пашни. Содержание гумуса ($C_{\text{гумуса}}$) определяли по методу И.В. Тюрина, для извлечения углерода подвижной части гумуса (C_{NaOH}) использовали 0,1 н. гидроксид натрия, в составе углерода щелочегидролизующего гумуса выделяли углерод подвижных гуминовых ($C_{\text{гк}}$) и фульвокислот ($C_{\text{фк}}$) по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [7]. Потенциальную эмиссию углекислого газа определяли методом Конвея. Статистическую обработку данных проводили методами описательной статистики.

Результаты и их обсуждение. В июне 2015 г. на границе Сухобузимского и Емельяновского района в 6,8 км на юго-восток от с. Талое (координаты: 56.460593, 92.846322), в средней части склона северо-восточной экспозиции крутизной 2° был заложен разрез № 1. В июне 2017 г. после 2 лет обработки залежи рядом с разрезом № 1 был заложен разрез № 2. В разрезах диагностирован чернозем выщелоченный среднесплодный тяжелосуглинистый на лессовидном желто-буром карбонатном тяжелом суглинке.

Наличие гумусово-аккумулятивного горизонта в пределах 54–56 см позволяет на видовом уровне диагностировать в разрезах среднесплодные черноземы с выраженной комковато-зернистой структурой под многолетней залежью и глыбисто-крупнокомковатой структурой с присутствием пылеватых агрегатов на пашне. Пылеватость здесь обусловлена лессовидным характером материнских пород, многократным воздействием обрабатывающих орудий и отсутствием естественной растительности. При изучении мощности гумусового горизонта в прикопках вокруг основного разреза было установлено, что она изменяется от 43 до 59 см, что также соответствует среднесплодному виду. Коэффициент вариации мощности гумусового горизонта – 32 %, это связано с выраженным микро-рельефом залежи. Наличие мелкослоистой крио-

генной текстуры и признаков оглеения (ржаво-охристые пятна) в горизонте Вк обусловлены промерзанием почвы в зимний период.

По содержанию гумуса черноземы выщелоченные высокогумусные (9,2–9,4 %) (рис. 1). С глубиной содержание гумуса снижается до среднего и очень низкого (3,8–1,2 %), что характерно для черноземов Сибири, имеющих высокое содержание гумуса, но укороченный гумусовый профиль [8]. Максимальное содержание общего азота сосредоточено в гумусово-аккумулятивном горизонте. Под многолетней залежью оно составило 0,57 %, с отношением C/N 10,6, что свидетельствует о средней обеспеченности гумуса азотом. После распашки залежи содержание валового азота сократилось до 0,38, а отношение C/N расширилось до 14,3 и перешло в категорию низкой степени обеспеченности гумуса азотом.

Запасы гумуса в слое 0–20 см на залежи очень высокие (204,6 т/га), после распашки – высокие (167,4 т/га). Метровый слой агрочернозема характеризовался высокими запасами гумуса, равными 422,8 т/га на залежи и 413,5 т/га на пашне. Более низкое содержание и запас гумуса при распашке залежи может быть обусловлен разными причинами. Во-первых, характером микрорельефа с микрозападинами, следствием чего является достаточно высокая степень вариабельности мощности гумусового горизонта, при распашке которого происходит перемешивание с нижележащими слоями. Во-вторых, единый гумусовый горизонт при распашке дифференцировался на пахотный и подпахотный слои, которые имеют разную плотность сложения. Плотность пахотного слоя составила 0,89 г/см³, подпахотного – 1,0 г/см³, до распашки гумусовый горизонт чернозема имел плотность сложения 1,08–1,12 г/см³. В-третьих, химическая обработка залежи и дальнейшие многократные перемешивания и культивации привели к исчезновению дернового горизонта и резкому сокращению растительных остатков в гумусовом горизонте, что привело к минерализации как самих остатков, так и части подвижного гумуса. Косвенным доказательством этого процесса является сокращение содержания валового азота в гумусе и расширение показателя C/N.

Для оценки влияния распашки на содержание подвижных гумусовых веществ в черноземе выщелоченном было проведено обследование

участков залежи до и после вовлечения в пашню, как в динамике, так и в пространстве. Исследованиями установлено, что при распашке залежи происходит резкое снижение содержания углерода водорастворимого органического вещества и постепенное снижение его пространственного варьирования. Так, среднее со-

держание C_{H_2O} в почве многолетней залежи составляло 46 мг/100 г при коэффициенте варьирования (C_v), равном 36 %. В первые два года распашки содержание C_{H_2O} снизилось до 22–18 мг/100 г, варьирование уменьшилось до 28–24 % (табл. 1).

Таблица 1

Содержание углерода гумуса и его подвижных компонентов в слое почвы 0–20 см, мг/100 г

Показатель	$X_{\text{сред}}$	Min-max	S_x	C_v , %
Многолетняя залежь (2015 г.)				
$C_{\text{гумуса}}$	5394	511–623	±2,64	15
C_{H_2O}	46	29,5–70,1	±0,87	36
C_{NaOH}	905	1401–405	±20,4	52
Распаханная залежь (пшеница, 2016 г.)				
$C_{\text{гумуса}}$	5451	496–581	±12,9	19
C_{H_2O}	22*	6,3–21,3	±1,29	28
C_{NaOH}	267*	234–289	±19,7	29
Распаханная залежь (травосмесь, 2017 г.)				
$C_{\text{гумуса}}$	5336	496–581	±12,7	19
C_{H_2O}	18*	8,0–25,6	±1,29	24
C_{NaOH}	385*	334–489	±21,4	29
$HCP_{0,5}$	$C_{\text{гумуса}}$	C_{H_2O}	C_{NaOH}	
	69	5,7	49	

*Различия достоверны; S_x – ошибка средней арифметической; C_v , % – коэффициент вариации.

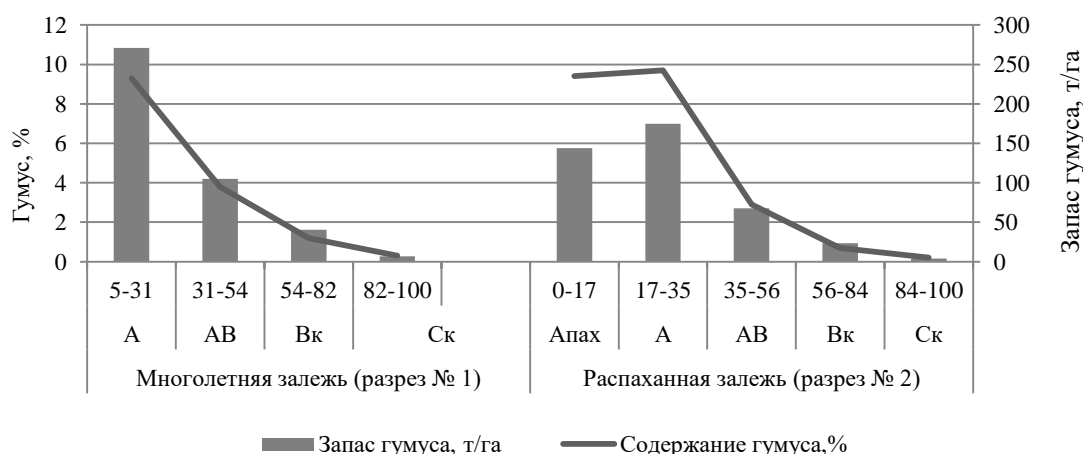


Рис. 1. Содержание и запасы гумуса в почвенных разрезах

После распашки содержание углерода гумуса ($C_{\text{гумуса}}$) незначительно снизилось по сравнению с многолетней залежью, но это не имеет статистического подтверждения. Заметно, что при рас-

пашке чернозема в первую очередь сокращается содержание углерода в подвижной части гумуса, а общее содержание углерода гумуса имеет лишь небольшой тренд к снижению.

Эти результаты согласуются с данными предыдущих исследований [9–11]. Другими исследованиями установлено, что в первые годы освоения залежи независимо от глубины обработки почв происходит снижение содержания гумуса в 1,4 раза, легкоразлагаемого органического вещества – в 3 раза и повышение относительного содержания подвижного углерода гумуса – с 24 до 26–31 % от $C_{орг}$ за счет минерализации и частичной гумификации растительных остатков дернового горизонта [12].

Среднее содержание щелочегидролизуемого углерода гумуса в почве многолетней залежи было 905 мг/100 г, варьирование значительное – 36 %, в первый год после распашки залежи в агроценозе пшеницы (2016 г) содержание C_{NaOH} резко снизилось до 267 мг/100 г при $C_v = 29$ %. Далее при возделывании травосмеси в 2017 г. содержание щелочегидролизуемого углерода гумуса увеличилось до 385 мг/100 г, но все же оставалось значительно ниже по сравнению с залежной почвой. Изученная нами залежь отличалась тем, что перед ее распашкой была проведена гербицидная обработка, это привело к усыханию и отмиранию большинства растений, быстрому и полному разложению растительных остатков дернового горизонта, особенно в теплых и влажных условиях второй половины вегетации и затяжной осени 2015 г. При этом накопления в почве легкоминерализуемого органического вещества к следующему вегетационному сезону 2016 г. не произошло, напротив, оно резко сократилось (рис. 2), содержание гумуса не уве-

личилось, следовательно, практически весь углерод растительных остатков и большая часть подвижного органического вещества были захвачены минерализационным потоком.

По нашим подсчетам потери углерода только за счет разложения водорастворимого и щелочегидролизуемого органического вещества составили 11,4 кг/га в год. Изменчивость концентрации $C_{пов}$ во времени составила 36–68 % и имела среднюю обратную связь ($r = 0,56$) с потенциальной эмиссией CO_2 из почвы (рис. 3, 4), что доказывает усиление процессов минерализации из-за отклика активности микроорганизмов на аэрацию почвы при обработках, повышение влажности и поступление мортмассы.

Это говорит о высокой биологической активности и подвижности новообразованного гумуса в черноземах. Обработка залежи гербицидами и дальнейшая распашка привели к снижению концентрации углерода водорастворимого в 3,8 раза, углерода щелочегидролизуемого органического вещества в 3,4 раза по отношению к его исходному содержанию. После распашки концентрация подвижного гумуса достигла своего минимума и слабо изменялась с течением времени. Далее при возделывании травосмеси произошло увеличение концентрации подвижных гумусовых веществ: C_{H_2O} – с 18 до 26, C_{NaOH} – с 266 до 590 мг/100 г.

Средний запас $C_{пов}$ в почве многолетней залежи составил 20,9 т/га, на пашне – 6,2 т/га (табл. 3).

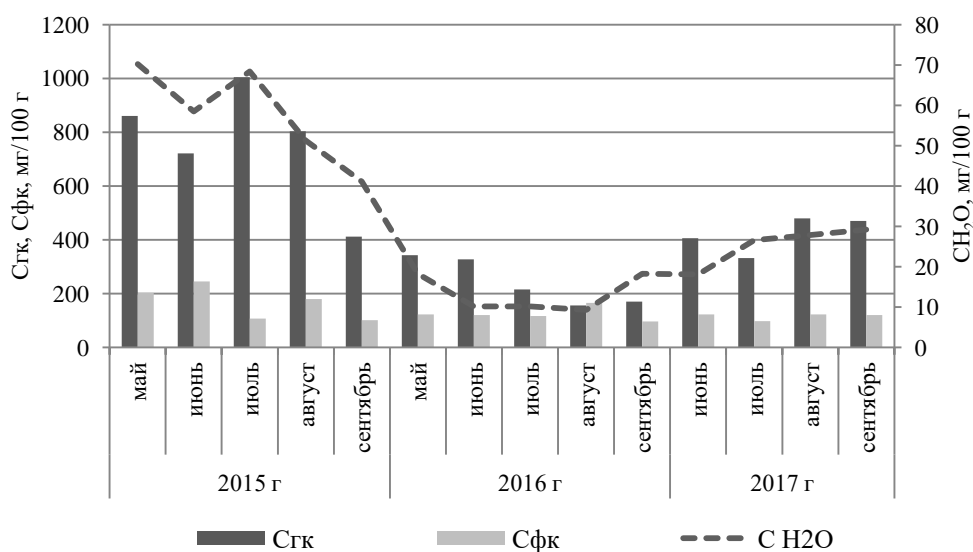


Рис. 2. Динамика углерода компонентов подвижного гумуса: водорастворимого гумуса (C_{H_2O}), гуминовых ($C_{гк}$) и фульвокислот ($C_{фк}$), мг/100 г

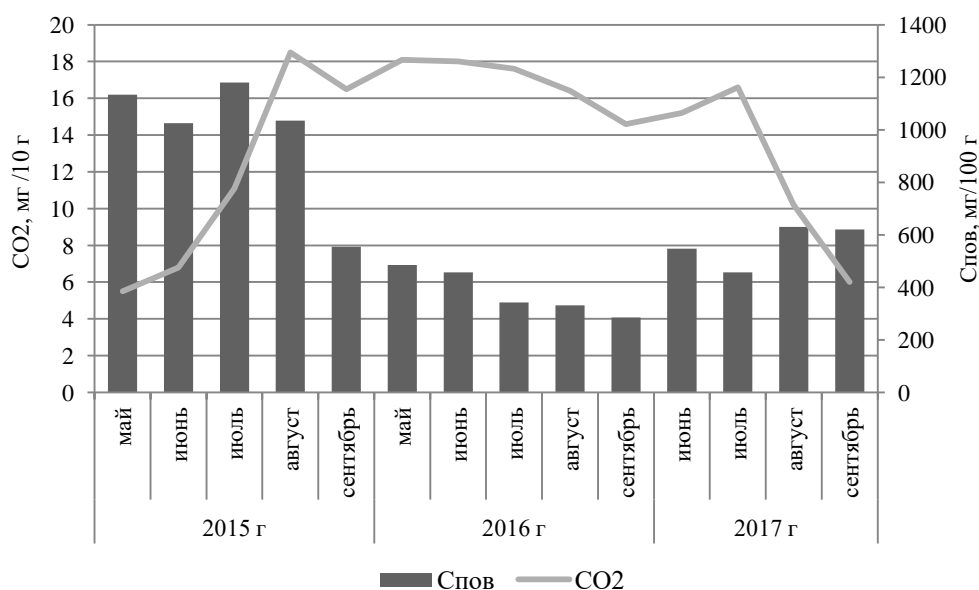


Рис. 3. Динамика углерода подвижного гумуса ($C_{пов}$, мг/100 г) и потенциальной эмиссии CO_2 , мг/10 г

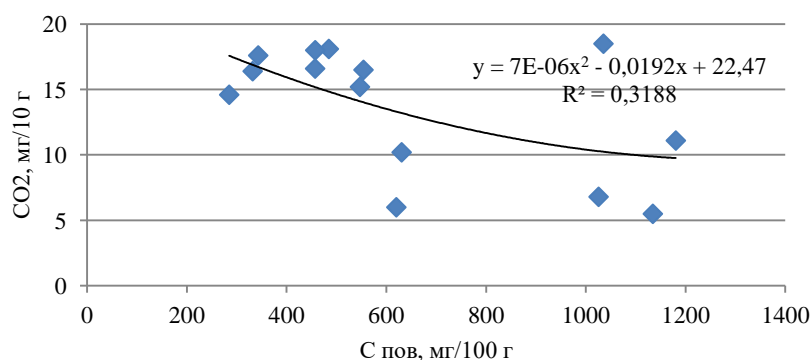


Рис. 4. Корреляционная зависимость содержания $C_{пов}$ и потенциальной эмиссии CO_2 в черноземе

Таблица 3

Запасы компонентов углерода гумуса в слое 0–20 см, т/га

Угодье	$C_{гумуса}$	C_{NaOH}	C_{H_2O}	$C_{пов}$ ($C_{NaOH}+C_{H_2O}$)	$C_{стаб. гумуса}$ ($C_{гум} - C_{пов}$)
Многолетняя залежь	118,7	19,9	1,0	20,9	97,8
Распаханная залежь	96,0	5,8	0,4	6,2	90,4

Доля щелочегидролизуемого ОВ от $C_{гумуса}$ в изученном черноземе составляла на залежи 17 %, водорастворимых форм углерода – 1 %, на пашне – 6 и 0,4 % соответственно.

Заключение. При обработке залежи гербицидами и последующей распашке полностью исчезает дерновый горизонт, резко снижается количество корней и прочих растительных остатков, в гумусовом горизонте заметна диффе-

ренциация по плотности, появление глыбистой структуры и пылеватых отдельностей.

Общее содержание гумуса под многолетней залежью и при ее распашке высокое и составило 9,4 и 9,3 % соответственно, достоверного снижения $C_{гумуса}$ в первые два года после распашки не обнаружено, однако обогащенность гумуса азотом снизилась со среднего до очень низкого уровня.

Содержание водорастворимого углерода гумуса в почве под многолетней залежью было 46 мг/100 г, щелочегидролизуемого – 905 мг/100 г. При распашке залежи содержание углерода водорастворимого и щелочегидролизуемого гумуса резко сократилось – в 3,8 и 3,4 раза соответственно.

Доля подвижного гумуса в почве под многолетней залежью была 17 %, при распашке залежи сократилась до 6 %, доля углерода стабильного гумуса – 82 и 94 % соответственно. Следовательно, при интенсивном агротехническом воздействии с применением средств химизации для уничтожения дернового горизонта доля подвижных органических веществ снижается более чем в 2,8 раза за счет их минерализации.

Таким образом, проведенный анализ полученных результатов показывает, что применение гербицидов перед распашкой залежей недопустимо, поскольку ведет к ускорению процессов минерализации подвижных гумусовых соединений и сокращению их пула более чем в 2–3 раза, что в перспективе может привести к деградации почв.

Список источников

1. Андина В.А., Ковалева Е.В., Чикин Н.В. Анализ динамики состояния и использования сельскохозяйственной категории земель на территории Красноярского края // Вектор ГеоНаук. 2022. № 2. С. 35–40.
2. Шпедт А.А., Трубников Ю.Н. Гумусное состояние и рациональное использование почв залежных земель Приенисейской Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 5. С. 5–8.
3. Шпедт А.А., Чупрова В.В. Рекомендации по освоению залежных земель в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2009. № 4. С. 130–134.
4. Сорокина О.А., Токавчук В.В., Рыбакова А.Н. Постагрогенная трансформация серых почв залежи / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2016. 239 с.
5. Данилов А.Н. Влияние распашки на плодородие агросерой почвы залежи в катене // Вестник КрасГАУ. 2019. № 2 (143). С. 180–190.
6. Попков А.П., Сорокина О.А. Влияние повторного освоения залежей на свойства почв в

- Красноярской лесостепи // АгроЭкоИнфо. 2023. № 2. С. 1–14. URL: <https://agroecoinfo.ru>.
7. Агрехимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
8. Бугаков П.С., Чупрова В.В. Агрономическая характеристика почв, земледельческой зоны Красноярского края: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 1995. 176 с.
9. Козут Б.М., Сысуев С.А., Холодов В.А. Водпрочность и лабильные гумусовые вещества типичного чернозема при разном земледелии // Почвоведение. 2012. № 5. С. 555–561.
10. Семенов В.М., Козут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
11. Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724–733.
12. Влияние способов распашки залежи на подвижность органического вещества светло-серой лесной почвы / Ю.Н. Платоньчева [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 4 (35). С. 39–43.

References

1. Andina V.A., Kovaleva E.V., Chikin N.V. Analiz dinamiki sostoyaniya i ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennoj kategorii zemel' na territorii Krasnoyarskogo kraya // Vektor GeoNauk. 2022. № 2. S. 35–40.
2. Shpedt A.A., Trubnikov Yu.N. Gumusnoe sostoyanie i racional'noe ispol'zovanie pochv zaleznyh zemel' Prienisejskoj Sibiri // Dostizheniya nauki i tehniky APK. 2017. № 5. S. 5–8.
3. Shpedt A.A., Chuprova V.V. Rekomendacii po osvoeniyu zaleznyh zemel' v Krasnoyarskom krae // Vestnik KrasGAU. 2009. № 4. S. 130–134.
4. Sorokina O.A., Tokavchuk V.V., Rybakova A.N. Postagrogennaya transformaciya seryh pochv zalezhi / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2016. 239 s.
5. Danilov A.N. Vliyanie raspashki na plodorodie agroseroj pochvy zalezhi v katene // Vestnik KrasGAU. 2019. № 2 (143). S. 180–190.
6. Popkov A.P., Sorokina O.A. Vliyanie povtornogo osvoeniya zalezhej na svojstva pochv v

- Krasnoyarskoj lesostepi // Agro`EkoInfo. 2023. № 2. S. 1–14. URL: <https://agroecoinfo.ru>.
7. Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv. M.: Nauka, 1975. 656 s.
 8. Bugakov P.S., Chuprova V.V. Agronomicheskaya harakteristika pochv, zemledel'cheskoj zony Krasnoyarskogo kraja: ucheb. posobie / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 1995. 176 s.
 9. Kogut B.M., Sysuev S.A., Holodov V.A. Vodoprochnost' i labil'nye gumusovye veschestva tipichnogo chernozema pri raznom zemlepol'zovanii // Pochvovedenie. 2012. № 5. S. 555–561.
 10. Semenov V.M., Kogut B.M. Pochvennoe organicheskoe veschestvo. M.: GEOS, 2015. 233 s.
 11. Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskaya aktivnost' chernozema obyknovennogo pri dlitel'nom ispol'zovanii pod pashnyu // Pochvovedenie. 2014. № 6. S. 724–733.
 12. Vliyanie sposobov raspashki zalezhi na podvizhnost' organicheskogo veschestva svetloseroj lesnoj pochvy / Yu.N. Platonycheva [i dr.] // Agranaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2013. № 4 (35). S. 39–43.

Статья принята к публикации 19.04.2024 / The article accepted for publication 19.04.2024.

Информация об авторах:

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

Information about the authors:

Olga Anatolyevna Vlasenko, Head of the Department of Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Biological Sciences, Docent

