

Гумусное состояние агрочерноземов Чулымо-Енисейской лесостепи в условиях перехода к органическому земледелию

Н. Л. КУРАЧЕНКО, А. А. КОЛЕСНИК

Красноярский ГАУ, просп. Мира, 90, Красноярск, 600049, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью изучения изменений гумусного состояния агрочерноземов многолетней залежи при переходе к системе органического земледелия. Работу выполняли в условиях Чулымо-Енисейской лесостепи Красноярского края. В двух полях яровой пшеницы, возделываемой по паровому предшественнику на интенсивном фоне и обработанной 27-летней дерновинной залежи определяли содержание, структуру и запасы гумусовых веществ. В почве звена севооборота пшеница-пшеница на интенсивном фоне по чистому пару содержание $S_{\text{гумуса}}$ изменялось от 5519 до 5681 мг/100 г ($C_v = 8...18\%$). По обработанной залежи на второй год после распашки отмечено существенное увеличение $S_{\text{гумуса}}$, по сравнению с интенсивным фоном, до 6880 мг/100 г ($C_v = 11\%$). В полях севооборота после залежи содержание щелочегидролизующих соединений гумуса в почве возрастало, по сравнению с интенсивным фоном, в 1,3...2,0 раза. После заделки растительных остатков залежи в 2020 г. уже в весенний период 2021 г. отмечено увеличение количества водорастворимого гумуса, по сравнению с интенсивным фоном, на 20%, щелочегидролизующих гумусовых веществ – на 49% ($p = 0,010$). Заметное увеличение (на 96%) гуминовых кислот в составе щелочегидролизующих соединений свидетельствует о лучшем качестве подвижного гумуса в залежной почве. Вовлечение залежи в сельскохозяйственный оборот способствует увеличению запасов $S_{\text{гумуса}}$ в 0...20 см слое агрочерноземов на 13 тС/га и пополнению запасов подвижных гумусовых веществ за счет щелочегидролизующей фракции на 9 тС/га.

Ключевые слова: агрочернозем, гумус, подвижный гумус, интенсивные технологии, залежь, органическое земледелие.

Сведения об авторах: Н. Л. Кураченко, доктор биологических наук, профессор (e-mail: kurachenko@mail.ru); А. А. Колесник, кандидат биологических наук, ассистент.

Для цитирования: Кураченко Н. Л., Колесник А. А. Гумусное состояние агрочерноземов Чулымо-Енисейской лесостепи в условиях перехода к органическому земледелию // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. №4. С. 23–27. doi: 10.53859/02352451_2024_38_4_23

Humus status of agrochernozems of the Chulym-Yenisei forest-steppe under conditions of transition to organic farming

N.L. Kurachenko, A.A. Kolesnik

Krasnoyarsk State Agrarian University, prosp. Mira, 90, Krasnoyarsk, 600049, Russian Federation

Abstract. The research aimed to study changes in the humus state of long-term fallow agrochernozems during the transition to an organic farming system. The work was carried out under the conditions of the Chulym-Yenisei forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory. In two fields of spring wheat, cultivated using a fallow forecrop against an intensive background and treated with a 27-year-old turf deposit, the content, structure and reserves of humic substances were determined. In the soil of the wheat-wheat crop rotation link against an intensive background of black fallow, the content of humus varied from 5519 to 5681 mg/100 g ($C_v = 8-18\%$). In the treated deposit in the second year after ploughing, a significant increase in humus was observed, compared with the intensive background, to 6880 mg/100 g ($C_v = 11\%$). In crop rotation fields after fallow, the content of alkali-hydrolysable humus compounds in the soil increased, compared with the intensive background, by 1.3-2.0 times. After ploughing the fallow plant residues in 2020, already in the spring of 2021 there was an increase in the amount of water-soluble humus, compared with the intensive background, by 20%, alkali-hydrolysable humic substances – by 49% ($p = 0.010$). A noticeable increase (by 96%) in humic acids in the composition of alkali-hydrolysable compounds indicates a better quality of mobile humus in fallow soil. Involvement of the deposit in agricultural circulation contributes to an increase in humus reserves in the 0-20 cm layer of agrochernozems by 13 tC/ha and replenishment of the reserves of mobile humic substances due to the alkali-hydrolysable fraction by 9 tC/ha.

Keywords: agrochernozem; humus; mobile humus; intensive technologies; fallow land; organic farming.

Author Details: N. L. Kurachenko, D. Sc. (Biol.), prof. (e-mail: kurachenko@mail.ru); A. A. Kolesnik, Cand. Sc. (Biol.), assist.

For citation: Kurachenko N.L., Kolesnik A.A. [Humus status of agrochernozems of the Chulym-Yenisei forest-steppe under conditions of transition to organic farming]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024;38(4):23–7. Russian. doi: 10.53859/02352451_2024_38_4_23

Активное развитие промышленности и многолетнее использование интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур с применением минеральных удобрений и химических пестицидов привело к возрастанию антропогенной нагрузки на окружающую среду и потребовало поиска более щадящих способов ведения земледелия [1, 2, 3]. Одно из перспективных направлений технологического развития аграрного производства – органическое сельское хозяйство [4]. По мнению некоторых авторов [5], юг Сибири – один из наиболее перспективных для развития органического сельского хозяйства в России регионов. Это обусловлено высоким ресурсным потенциалом региона и не большими объемами применения средств химизации производства в хозяйствах. Кроме того, например, в Красноярском крае площадь неиспользуемой пашни на 1 января 2021 г. оценивалась в 1,04 млн га. Длительное пребывание почв в стадии зарастания естественной травянистой растительностью

положительно отражается на ряде почвенных характеристик и прежде всего содержании органического вещества.

В условиях перехода на органическое сельское хозяйство первоочередное значение приобретают вопросы сохранения и воспроизводства плодородия почв. Есть мнение [6], что использование технологий возделывания сельскохозяйственных культур без применения агрохимикатов будет способствовать ресурсосбережению, а также обеспечит производство экологически безопасной продукции и оздоровление почвы, которая определяет уровень и качество продукции агроценозов. Один из возможных способов сохранения и воспроизводства почвенного плодородия – перевод земель из пашни в залежь. На таких участках в результате смены различных травянистых фитоценозов происходит накопление органического вещества, содержание и запасы которого в почве служат основным критерием оценки ее плодородия, а в последние годы

все чаще рассматриваются и с точки зрения экологической устойчивости почв как компонента биосферы. Почвенный углерод играет значимую роль в глобальном цикле углерода, а также в функционировании почвы, ее плодородии, поддержании видового разнообразия почвенных организмов и обеспечении прочих экосистемных функций [7, 8, 9].

Цель исследования – изучение влияния нахождения почвы в многолетней залежи на содержание, структуру и запасы гумусовых веществ в агрочерноземах Чулымо-Енисейской лесостепи в условиях перехода к органическому земледелию.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в 2021–2022 гг. в границах землепользования ООО «КХ Родник» Балахтинского района Красноярского края, расположенного в Чулымо-Енисейской лесостепи. Среднегодовая сумма осадков на этой территории составляет 364...456 мм, температура воздуха – 0,5 °С. Продолжительность периода биологической активности варьирует в пределах 90...155 сут., сумма активных температур составляет 1534–1610 °С, почва промерзает на глубину до 2 м.

Объектами исследования в производственном опыте служили агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные тяжелосуглинистого гранулометрического состава и яровая пшеница, возделываемая по чистому пару на интенсивном фоне с применением удобрений и средств защиты и по обработанной залежи без удобрений и средств защиты (органическая технология). Дерновинная залежь 27-летнего возраста была возвращена в оборот в 2020 г. и расположена границах одного земельного массива с участком, где культуры возделывали по интенсивной технологии. При выращивании яровой пшеницы по интенсивной технологии проводили предпосевное (аммофос + аммиачная селитра) и припосевное (аммиачная селитра) внесение удобрений в дозе $N_{110}P_{35}$ с применением пестицидов Кинг Комби, КС; Аксиал, КЭ; Камаро, СЭ; Хит, СП; Декстер, КС.

Таблица 1. Морфологическая характеристика почвенных профилей агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных

Поле чистого пара	Обработанная залежь
Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный среднесиловый тяжелосуглинистый на бурой карбонатной глине. Заложен в 5-ти км северо-западнее п. Балахта в средней части широкого северо-западнее п. Балахта в средней части увала. Рельеф холмисто-увалистый с выраженным микрорельефом. PU (0...22 см) – черный, свежий, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый , рыхлый, тонкопористый, тонкотрещиноватый, не вскипает от 10 % HCl, встречаются тонкие корни, переход в нижележащий горизонт по «плужной подошве» . AU (22...34 см) – черный, свежий, тяжелосуглинистый, рыхлый, зернисто-ореховатый , пористый, тонкотрещиноватый, тонкие корни, не вскипает, переход постепенный. AUB (34...46 см) – желто-бурый с серыми гумусовыми затеками, комковато-глыбистый , рыхлый, тонкотрещиноватый, пористый, не вскипает, встречаются единичные корни, переход постепенный. BI (46...57 см) – желто-бурый, свежий, глинистый, комковато-глыбистый, пористый, трещиноватый, не вскипает, встречаются единичные корни, переход резкий по границе карбонатов. Bтс (57...98 см) – желто-бурый, свежий, глинистый, комковато-глыбистый, пористый, трещиноватый, бурно вскипает от 10 % HCl, карбонаты в форме псевдомиецелия, переход постепенный. Стс (98 см и далее) – желто-бурая карбонатная глина.	Агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный среднесиловый тяжелосуглинистый на желто-бурой карбонатной глине. Заложен в 5-ти км северо-западнее п. Балахта в средней части увала. Рельеф холмисто-увалистый с выраженным микрорельефом. PU (0...22 см) – черный, свежий, тяжелосуглинистый, комковато-порошистый , рыхлый, тонкопористый, тонкотрещиноватый, не вскипает от 10 % HCl, очень много растительных остатков, переход по плотности. AU (22...33 см) – черный, свежий, тяжелосуглинистый, рыхлый, комковато-зернистый , пористый, тонкотрещиноватый, много тонких корней, не вскипает, переход постепенный. AUB (34...54 см) Светло-серый желто-бурый оттенком, комковато-зернистый , рыхлый, тонкотрещиноватый, тонкопористый, не вскипает, встречаются единичные корни, включения угля, переход постепенный. BI (54...73 см) – желто-бурый, свежий, глинистый, комковато-глыбистый, слоистой текстуры, пористый, трещиноватый, не вскипает, встречаются единичные корни, переход резкий по границе карбонатов. Bтс (73...105 см) – желто-бурый с белесоватым оттенком, свежий, глинистый, глыбистый, пористый, трещиноватый, бурно вскипает от 10 % HCl, карбонаты в форме псевдомиецелия, оглеение в виде сизых прослоек и ржаво-охристых пятен , переход постепенный. Стс (105 см и далее) – желто-бурая карбонатная глина.

Для оценки гумусного состояния почв в условиях интенсивной и органической технологии в пределах полей были выделены учетные делянки общей площадью по 10 000 м². Перед посевом и после уборки выращиваемых культур проводили отбор почвенных образцов с каждого поля в 10-и кратной повторности с глубины 0...20 см. В образцах определяли влажность – термовесовым методом, плотность сложения – по Качинскому, гумус – по Тюрину; углерод водорастворимого органического вещества (C_{н2o}) – методом бихроматной окисляемости по И.В. Тюрину; углерод щелочерастворимого органического вещества (C_{0,1 n NaOH}) и в его составе углерод гуминовых (C_{гк}) и фульвокислот (C_{фк}) – в 0,1 n NaOH-вытяжке по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой. Статистическую обработку полученных результатов осуществляли методами дисперсионного анализа и описательной статистики с использованием программы Excel.

Результаты и обсуждение. Нарушение квазиравновесного состояния между факторами и природными процессами почвообразования определяет антропогенную изменчивость почв. Производственная деятельность человека сопровождается глубокой трансформацией свойств почвы, в том числе ее морфологического облика. На основании результатов исследования морфологии почвы можно получить обобщенное представление о ее составе, химизме протекающих процессов, режимах, под воздействием которых развивается почвообразование.

Морфологический анализ почвенных профилей опытных участков, расположенных на паровом поле и по обработанной залежи показал, что агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные на видовом уровне характеризуются как среднесиловые. Глубина их гумусовых горизонтов (PU+AU+AUB) варьирует от 46 до 54 см (табл. 1). Характерные морфологические признаки почв – интенсивная гумусовая прокраска верхнего горизонта. Пахотный слой отличается заметной рыхлостью,

комковатой, комковато-пылевой и комковато-порошистой структурой. Переходные горизонты (В1) и аккумулятивно-карбонатные (Вмс) характеризуются некоторым уплотнением, появлением комковато-глыбистой, мелкослоистой криогенной текстуры. Карбонаты в форме псевдомикцеллы выделяются в нижней части горизонта.

Сопоставление морфологического описания профилей почвы исследуемых участков позволяет сделать вывод об идентичности объектов исследования, что согласуется с характером почвообразующих пород, рельефом территории, гранулометрическим составом почв

и мощностью гумусово-аккумулятивных горизонтов. При этом на участке, находившемся в залежном состоянии в течение 27 лет, отмечены следы трансформации некоторых морфологических признаков. В первую очередь это касается изменения морфологии структурных агрегатов по генетическим горизонтам до глубины первого полуметра. Так, в горизонте PU парового поля комковато-зернистые отдельности сменяются с глубиной на зернисто-ореховатые и комковато-глыбистые. После обработки залежи в пахотном горизонте доминируют комковато-порошистые агрегаты, далее в пределах гумусовой толщи они становятся комковато-зернистыми. В пахотной почве на глубине 22 см выделяется «плужная подошва». В почве обработанной залежи в горизонте В1 отмечено оглеение в виде сизых прослоек и ржаво-охристых пятен, что обусловлено характером растительности и наличием дернины, способствующей худшей прогреваемости почв. Наличие в автоморфных черноземах земледельческой части Красноярского края на глубине 70...150 см глееватости связано с длительной сезонной мерзлотой [10].

Агрочерноземы в посевах яровой пшеницы, возделываемой по чистому пару и обработанной залежи, характеризовались высоким и очень высоким содержанием гумуса (10...11 %) с незначительным и небольшим варьированием величины этого показателя в пространстве ($C_v = 8...18\%$). Содержание $C_{гумуса}$ в почве под посевами пшеницы, возделываемой на интенсивном фоне по чистому пару, изменялось от 5541 до 5665 мгС/100 г (табл. 2). В послеуборочный период происходило незначительное увеличение накопления углерода гумусовых веществ на 16...22 мгС/100 г, обусловленное отмиранием корневых систем и поступлением растительных остатков в надземную и подземную сферу. Нахождение почвы в течение 27 лет в залежном состоянии определило накопление органического вещества в 0...20 см слое агрочернозема. После обработки залежи в посевах первой пшеницы содержание гумусовых веществ превышало величину этого показателя в интенсивно используемой пашне на 460 мгС/100 г, однако различие было математически не достоверным ($p = 0,140$).

Таблица 2. Статистические характеристики пространственного распределения гумусовых веществ в агрочерноземе (0...20 см, $n = 10$), мг/100 г

Агроценоз	Технология	Весна		Осень	
		Хср	Сv, %	Хср	Сv, %
С _{гумуса}					
Пшеница (2021 г.)	интенсивная	5519,2	15	5541,3	16
	органическая	5979,4	8	6262,7	12
	p	0,140		0,030	
Пшеница (2022 г.)	интенсивная	5665,0	18	5680,9	8
	органическая	6879,7	11	6599,5	16
	p	0,050		0,001	
С _{Н₂О}					
Пшеница (2021г.)	интенсивная	19,4	26	22,7	28
	органическая	23,3	15	25,3	12
	p	0,050		0,204	
Пшеница (2022г.)	интенсивная	30,3	13	23,0	13
	органическая	35,2	11	25,1	14
	p	0,026		0,159	
С _{NaOH}					
Пшеница (2021г.)	интенсивная	655,8	42	761,5	45
	органическая	974,2	24	1533,2	22
	p	0,010		0,001	
Пшеница (2022г.)	интенсивная	755,1	52	934,6	32
	органическая	1099,7	28	1259,5	40
	p	0,007		0,023	

Процессы трансформации растительных остатков залежной экосистемы в течение вегетационного сезона привели к существенному пополнению содержания в почве гумусовых веществ. В варианте с пшеницей, возделываемой по залежи, прирост $C_{гумуса}$, по сравнению с весенним периодом, составил 284 мгС/100, и его содержание существенно отличалось от величины этого показателя на интенсивно используемой пашне ($p = 0,030$). Пик накопления углерода гумусовых веществ в почве по залежному предшественнику приходился на предпосевной период в 2022 г. Концентрация $C_{гумуса}$ достигала 6880 мгС/100 г, что было на 1215 мгС/100 г выше, чем в агрочерноземе на интенсивном фоне. Процессы минерализации растительных остатков в течение летнего влагообеспеченного периода 2022 г. привели к снижению $C_{гумуса}$, по сравнению с весенним периодом, на 280 мгС/100 г.

Существенное пополнение пула легкоминерализуемого органического вещества в агрочерноземе при возделывании сельскохозяйственных культур по органической технологии существенным образом отразилось на концентрации подвижных соединений гумуса, легко переходящих в растворимые формы (водорастворимые и соединения, экстрагируемые 0,1 н NaOH). Водорастворимые органические вещества служат «затравочным» материалом для минерализации и гумификации. Органические соединения, экстрагируемые 0,1 н NaOH, – продукты гумификации, которые рассматривают как «молодые» гумусовые кислоты [11]. Водорастворимые и щелочегидролизующиеся соединения гумуса – ближайший источник энергии и питательных элементов для растений, который предохраняет стабильный гумус от глубокой деструкции. Они постоянно обновляются и реагируют на любые агрогенные воздействия. После заделки растительных остатков залежи в 2020 г. уже в весенний период 2021 г. отмечено увеличение содержания водорастворимого гумуса на 20 % ($p = 0,050$), щелочегидролизующихся гумусовых веществ – на 49 % ($p = 0,010$). Заметное увеличение (на 96 %) доли гуминовых кислот в составе щелочегидролизующихся соединений свидетельствует об улучшении качества подвижного гумуса в залежной почве. Размер относительного накопления гуминовых кислот в составе

гумуса зависит от биологической активности почв. Чем она выше, тем относительно меньше накапливается подвижных, слабо полимеризованных компонентов. В нашем исследовании установлено снижение коэффициентов пространственного варьирования показателей водо- и щелочегидролизующего углерода гумуса агрочерноземов, вовлеченных в пашню после залежи, по сравнению с интенсивным фоном возделывания яровой пшеницы ($C_v = 12...24\%$). Количество водорастворимого гумуса в почве при возделывании второй пшеницы на интенсивном фоне оценивается на уровне $30...23 \text{ мгС/100 г}$, по органической технологии – $35...25 \text{ мгС/100 г}$. Близкий уровень содержания водорастворимой фракции гумуса в почве при возделывании яровой пшеницы по различным предшественникам, свидетельствует о высокой лабильности этого компонента и ускоренной его минерализации при запашке растительных остатков.

При возделывании пшеницы на интенсивном фоне по паровому предшественнику к послеуборочному периоду отмечено незначительное накопление щелочегидролизующих гумусовых веществ (762 мгС/100 г). В почве агроценоза первой пшеницы, возделываемой по залежи прирост C_{NaOH} к осеннему периоду составил 559 мгС/100 г и достиг максимальной величины за период наблюдений (1533 мгС/100 г). В посевах второй пшеницы в севообороте отмечали схожую сезонную динамику щелочегидролизующего гумуса и существенное накопление молодых гумусовых кислот в агрочерноземе, по сравнению с интенсивной технологией возделывания культуры. Прирост C_{NaOH} в почве в вегетационный период 2022 г., по сравнению с интенсивным фоном, составлял $325...345 \text{ мгС/100 г}$. Увеличение содержания щелочегидролизующих соединений гумуса в условиях обработанной залежи в $1,3...2,0$ раза – важный факт, определяющий воспроизводство гумусного состояния агропочв, так как в условиях сельскохозяйственного использования

Таблица 3. Запасы гумусовых веществ в агрочерноземе (0...20 см), тС/га

Компонент гумуса	Пшеница (2021 г.)		Пшеница (2022 г.)	
	интенсивная	органическая	интенсивная	органическая
$C_{\text{гумуса}}$	110,0	122,6	101,9	121,5
СПОВ	14,7	25,6	15,8	21,8
$C_{\text{H}_2\text{O}}$	0,5	0,5	0,5	0,6
C_{NaOH}	14,2	25,1	15,3	21,3
СГК	6,7	15,0	9,0	12,4
СФК	7,5	10,1	6,3	8,8
СГК/СФК	0,9	1,5	1,4	1,4
$C_{\text{стаб.гумуса}}$	95,3	97,0	86,1	99,7

потери или накопление органического вещества почв связаны преимущественно с легкоминерализуемыми компонентами. Подвижные гумусовые вещества представлены фенольными гидроксидными, аминок- и амидогруппами и обогащены азотом и водородом. Эти соединения составляют периферическую часть гумуса, подвергаются быстрой минерализации и служат основным источником при синтезе гумусовых веществ.

Ключевую роль в обеспечении устойчивости запасов гумуса в пахотных почвах играет легкоминерализуемая фракция органического вещества – подвижный гумус, детрит, растительные остатки, выполняющие роль своеобразного регулятора. Эта фракция в значительной степени определяет интенсивность минерализационных процессов, ограничивая снижение или накопление углерода соответственно при уменьшении или увеличении поступления в почву свежего

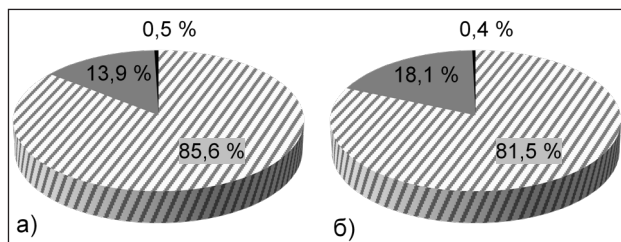


Рисунок. Структура гумусовых веществ в агрочерноземе агроценоза пшеницы, возделываемой по интенсивной (А) и органической технологии (Б): $\square$ – $C_{\text{стаб. гумуса}}$, $\blacksquare$ – C_{NaOH} , $\blacksquare$ – $C_{\text{H}_2\text{O}}$

органического вещества. Различия между отдельными компонентами гумуса характеризуют особенности формирования системы гумусовых веществ и позволяют прогнозировать направления процессов гумусообразования и гумусонакопления при сельскохозяйственном использовании почв.

Количественные оценки углерода в компонентах гумусовых веществ определяются характером использования почвы. В гумусе агрочерноземов Чулымо-Енисейской лесостепи преобладали соединения, составляющие фонд стабильного гумуса (см. рисунок). На фоне интенсивной технологии возделывания культур севооборота на их долю приходилось $85,6\%$ от запасов $C_{\text{гумуса}}$ в $0...20$ см слое. В почве, где культуры возделывали по обработанной залежи без удобрений и средств защиты растений отмечено снижение величины этого показателя до $81,5\%$. Доля подвижных гумусовых веществ, переходящих в жидкую фазу, невысокая – $13,9...18,1\%$. В составе подвижного органического вещества доминируют молодые гумусовые кислоты, извлекаемые щелочным гидролизом. Наибольшая их доля зафиксирована в почве обработанной залежи – 18% от запасов $C_{\text{гумуса}}$. Доля водорастворимых соединений в структуре гумуса агрочерноземов невелика и характеризуется близкими количественными показателями ($0,4...0,5\%$).

Запасы $C_{\text{гумуса}}$ в $0...20$ см слое агрочерноземов посевов яровой пшеницы по органической технологии были на 13 тС/га больше, чем в варианте с интенсивной технологией (табл. 3). Пополнение запасов подвижных гумусовых веществ за счет щелочегидролизующей фракции оценивалось вели-

чиной 9 тС/га . Соотношение запасов подвижных гуминовых и фульвокислот в агрочерноземах равно в среднем $1,2...1,5$, что соответствует хорошему качеству гумуса.

Выводы. Процессы трансформации растительных остатков залежной экосистемы приводили к существенному пополнению содержания гумусовых веществ в почве. Максимальное накопление $C_{\text{гумуса}}$ отмечали на второй год после распашки залежи (6880 мгС/100 г). В почве полей севооборота после залежи отмечено увеличение содержания щелочегидролизующих соединений гумуса в $1,3...2,0$ раза, по сравнению с интенсивным фоном, а также их максимальная доля в запасах $C_{\text{гумуса}}$ (18%). Возделывание яровой пшеницы по залежи в течение двух лет приводило к увеличению в агрочерноземе запасов $C_{\text{гумуса}}$ по сравнению с паровым предшественником, на 13 т/га и щелочегидролизующих соединений гумуса – на 9 т/га .

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа финансировалась за счет средств ООО «КХ Родник» Балахтинского района Красноярского края. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮЖДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Алехин В. Т. Проблемы перехода к органическому земледелию // Защита и карантин растений. 2019. № 3. С. 10–11.
2. Мистратова Н. А., Стулницкий Д. Н., Яшин С. Е. Органическое земледелие в России (обзорная статья) // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11 (176). С. 100–107.
3. A review of the influences of organic farming on soil quality, crop productivity and produce quality / C. S. Aulakha, S. Sharma, M. Thakur, et al. // Journal of Plant Nutrition. 2022. Vol. 45. P. 1884–1905.
4. Lernoud J., Willer H. Organic agriculture worldwide: Key results from the FiBL survey on organic agriculture worldwide // Organic agriculture in the regions 2017. Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 2019. Part 3. 91p.
5. Ползиков Д. А., Скубачевская Н. Д., Алещенко В. В. Проблемы и возможности развития органического земледелия в Сибири // Проблемы прогнозирования. 2023. № 3. С. 90–104.
6. Козырева М. Ю. Динамика площади листьев люцерны (*Medicago varia mart.*) в зависимости от типа азотного питания // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 33–37.
7. Кураченко Н. Л., Трубников Ю. Н. Влияние удобрений и мелиорантов на структурно-агрегатное состояние серых лесных почв и содержание в них лабильных гумусовых веществ // Агрохимия. 2002. № 5. С. 17–21.
8. Sanwal P., Dagar S., Dagar H. Impact of organic farming practices on soil organic matter: Review // International Journal of Plant & Soil Science. 2023. Vol. 35. No. 19. P. 1599–1603.
9. Связь структурно-агрегатного состава чернозема типичного слабоэродированного с содержанием и составом подвижных гумусовых веществ при разложении растительных остатков / М. Н. Масютенко, Н. П. Масютенко, А. В. Кузнецов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 5–11.
10. Бугаков П. С., Чупрова В. В. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края. Красноярск: КрасГАУ, 1995. 176 с.
11. Ульянова О. А., Кураченко Н. Л., Чупрова В. В. Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Агрохимия. 2010. № 1. С. 10–19.

References

1. Alekhin VT. [Problems of transition to organic farming]. Zashchita i karantin rastenii. 2019;(3):10-1. Russian.
2. Mistratova NA, Stupnitskii DN, Yashin SE. [Organic farming in Russia (review)]. Vestnik KrasGAU. 2021;(11):100-7. Russian.
3. Aulakha CS, Sharma S, Thakur M, et al. A review of the influences of organic farming on soil quality, crop productivity and produce quality. Journal of Plant Nutrition. 2022;45:1884-905.
4. Lernoud J, Willer H. Organic agriculture worldwide: Key results from the FiBL survey on organic agriculture worldwide 2017. Frick (Switzerland): Research Institute of Organic Agriculture (FiBL); 2019. Pt 3, 91p.
5. Polzikov DA, Skubachevskaya ND, Aleshchenko VV. [Problems and opportunities for the development of organic farming in Siberia]. Problemy prognozirovaniya. 2023;(3):90-104. Russian.
6. Kozyreva MYu. [Dynamics of leaf area of alfalfa (*Medicago varia mart.*) depending on the type of nitrogen nutrition]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2020;(10):33-7. Russian.
7. Kurachenko NL, Trubnikov YuN. [Influence of fertilizers and ameliorants on the structural and aggregate state of gray forest soils and the content of labile humic substances in them]. Agrokhimiya. 2002;(5):17-21. Russian.
8. Sanwal P, Dagar S, Dagar H. Impact of organic farming practices on soil organic matter: Review. International Journal of Plant & Soil Science. 2023;35(19):1599-603.
9. Masyutenko MN, Masyutenko NP, Kuznetsov AV, et al. [Relationship between the structural and aggregate composition of typical slightly eroded chernozem with the content and composition of mobile humic substances during the decomposition of plant residues]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022;36(7):5-11. Russian.
10. Bugakov PS, Chuprova VV. Agronomicheskaya kharakteristika pochv zemledel'cheskoi zony Krasnoyarskogo kraia [Agronomic characteristics of soils in the agricultural zone of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarsk (Russia): KrasGAU; 1995. 176 p. Russian.
11. Ul'yanova OA, Kurachenko NL, Chuprova VV. [Influence of the fertilizer system on the fertility of leached chernozem in the Krasnoyarsk forest-steppe]. Agrokhimiya. 2010;(1):10-9. Russian.

Поступила в редакцию 01.03.2024; После доработки 20.03.2024; Принята к публикации 09.04.2024

ВНИМАНИЮ СОИСКАТЕЛЕЙ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ И ДРУГИХ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ ЛИЦ!

Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК» издает монографии и другую книжную продукцию с редактированием и всеми выходными данными.

Цены договорные.

Заявки отправлять по адресу: 101000, г. Москва, Моспочтамт, а/я 166.

Тел.: (963) 758-48-44. E-mail: agroapk@mail.ru