

УДК 631.472.56 (571.61/.64)

СОСТОЯНИЕ ГУМУСА В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

Л. Н. Пуртова, И. В. Киселева, М. Л. Бурдуковский

*ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»
ДВО РАН, г. Владивосток*

E-mail: Purtova@biosoil.ru; Kiseleva-iv@inbox.ru; burmaxs@inbox.ru

Выполнена оценка показателей гумусного состояния залежных темногумусовых подбелов и аллювиальных серогумусовых почв Приморья. В залежных аллювиальных серогумусовых почвах преобладала гуматная направленность в процессе гумусообразования, тогда как в темногумусовых подбелах она изменялась на гуматно-фульватную. Исследуемым типам почв свойственна высокая степень гумификации органического вещества. При нахождении почв в залежи отмечено сокращение доли гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} , по сравнению с их пахотными аналогами. Рассчитаны пулы лабильного и стабильного углерода. Основная доля углерода (от 67 до 73%) в исследуемых почвах содержится в стабильном пуле. **Снижение соотношения между содержанием углерода лабильного и стабильного пулов в исследуемых почвах залежей свидетельствовало об увеличении доли углерода стабильного пула и переходе гумуса в более устойчивое состояние.**

Ключевые слова: почвы, залежь, гумусное состояние, пулы углерода, каталазная активность.

DOI: 10.34078/1814-0998-2019-2-46-54

В Приморском крае начиная с 2013 г. реализуется Государственная программа развития сельского хозяйства, одним из пунктов которой является «Ввод в оборот неиспользуемой пашни и залежных земель сельскохозяйственного назначения» (2012). Возвращение земель из залежи в пашню не всегда рентабельно. При распашке залежных земель нередко наблюдаются негативные процессы, проявляющиеся в резкой активизации разложения органического вещества, что ведет к существенному снижению уровня плодородия почв (Платоныхева и др., 2013). В связи с этим весьма актуально проведение исследований по оценке содержания органического вещества, которое является не только источником минерального питания, но и регулятором физико-химических свойств почв, а также дает представление о том, на каком этапе зарастания залежи целесообразно проводить ее распашку (Полякова и др., 2014).

Прекращение обработки почвы и постагрогенная смена растительности приводят к изменениям как запасов углерода, так и состава орга-

нического вещества в целом (Литвинович, Павлова, 2010; Чалая, 2012). Многие исследователи гумусного состояния различных типов почв, находящихся в залежи, подтверждают, что по мере увеличения срока снятия антропогенной нагрузки статус гумусированности почв повышается (Poulton et al., 2003; Zhang Bin, Penc Xin-Hua, 2006; Романовская, Аракелян, 2007; Wright et al., 2007). **Средняя скорость накопления углерода в залежных почвах России в течение первых 20 лет после вывода из сельскохозяйственного использования составляет 105 ± 10 г С/м² в год (Kurganova et al., 2014).**

При выведении из сельскохозяйственного оборота почв с искусственно созданным высоким, не характерным для почв данного генезиса содержанием органического вещества отмечалось явное уменьшение содержания гумуса и его запасов (Литвинович, Павлова, 2007).

Темногумусовые подбелы и аллювиальные серогумусовые почвы (Классификация..., 2004) имеют высокий балл бонитета и относятся к одним из лучших по показателю плодородия почвам. По своему местоположению, физико-химическим, агрономическим свойствам и наиболее перспективным направлениям использования в

зависимости от морфолого-генетических особенностей темногумусовые подбелы отнесены к третьей группе. Почвы формируются в пределах озерных террас, в нижней части пологих склонов на легко-, среднесуглинистых и глинистых отложениях и образуют основной фонд агрономически ценной пашни (34.5%). Аллювиальные серогумусовые почвы под пашенными угодьями в Приморском крае составляют до 15.6%. Почвы занимают низкие в геоморфологическом отношении уровни, хорошо дренированы, в основном среднегумусированы (Костенков, Озобихин, 2006). В связи с сокращением пахотных площадей большинство почв, используемых в земледелии края, были переведены в залежь.

Исследований по определению состояния гумуса в залежных темногумусовых подбелах и аллювиальных серогумусовых почвах Приморья, с учетом складывающихся пулов углерода, ранее не проводилось.

Существует несколько подходов в исследовании пулов углерода. Б. М. Когут с соавторами (2016) рассмотрел вклад структурно-агрегатных отделенностей в общие запасы $C_{орг}$ в гумусовом горизонте дерново-подзолистых почв и установил наличие достоверных связей между содержанием общего $C_{орг}$, лабильного ($C_{лаб}$) и активного (C_a) органического вещества. Он предложил концептуальную схему подразделения почвенного органического вещества на активный, медленный (промежуточный) и пассивный пулы. Пулы углерода рассчитывали с учетом содержания $C_{орг}$ в условиях бесменного парования без поступления свежего растительного материала, но с регулярными обработками.

Между тем отсутствие данных по содержанию $C_{орг}$ в почвах бесменного пара, но с регулярными обработками не позволило применить данную схему в наших исследованиях.

С. Ю. Зорина с соавторами (2014) предложили другой подход в изучении пулов органического углерода, основанный на использовании данных анализа фракционно-группового состава гумуса по методу Пономаревой – Плотниковой, который обеспечивает выделение не только качественно различных по природе гуминовых (ГК), фульвокислот (ФК) и гумина, но и фракций ГК и ФК, отличающихся по характеру их связи с минеральными компонентами. Несмотря на некоторую условность, данный подход позволяет выделить лабильный и стабильный пулы углерода в гумусе почв. Показатель трансформации системы гумусовых веществ, основанный на соотношении подвижных и малоподвижных фракций, позволяет оценить особенности формирования пулов углерода – лабильного (P_r) и стабильного

($M_{пр}$). Показатель P_r демонстрирует способность гумуса к минерализации, что приводит к деградации системы, а $M_{пр}$ – глубину гумификации, обеспечивающую ее стабильность. Соотношение лабильного и стабильного пулов углерода разрешает выявить направленность трансформации гумусного состояния почв.

Цель данной работы – выявление направленности трансформации гумусного состояния залежных почв с учетом соотношения пулов углерода.

В задачи исследований входило:

- 1) провести оценку гумусного состояния почв;
- 2) исследовать соотношение лабильного и стабильного пулов углерода в залежных почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на бывших пахотных землях Уссурийского городского округа Приморского края (рис. 1), объект – залежные темногумусовые подбелы и аллювиальные серогумусовые почвы.

Темногумусовый подбел сформирован подвейниково-злаковыми лугами с набором генетических горизонтов: AU (0–10 см) – темно-серый, легкосуглинистый, крупнозернистой структуры, задернован, постепенно переходящий в более плотный горизонт Elnng (10–30 см) – коричнево-серый, легкосуглинистый, плотный, с большим количеством железо-марганцевых конкреций (далее – конкреции), с заметным переходом в BELg (30–40 см) – серый, плотный, среднесуглинистый, встречаются конкреции, глыбистомкомковатый с постепенным переходом в горизонт BTg (40–70 см) – плотный, серо-бурого цвета, глинистый и горизонт Cg (70–90 см) – представляет собой плотную глину.

Темногумусовый подбел глееватый сформирован в условиях постоянного или длительного переувлажнения под осоково-злаковым лугом. Профиль почвы имеет следующий набор генетических горизонтов: AU (0–12 см) – темно-серый, рыхлый, зернистой структуры, сильно задернован, постепенно переходящий в горизонт Elnng (12–22 см) – светло-серый, встречаются конкреции, супесчаный, с резким переходом в BTg (22–55 см) – серо-коричневый, свежий, плотный, легкосуглинистый, комковато-глыбистый, постепенно переходит в горизонт Cg (55–90 см) – сизовато-серый, плотный, среднесуглинистый, комковатой структуры.

Аллювиальная серогумусовая почва расположена на первой террасе р. Раздольная подвейниково-осоковой растительностью. Профиль состоит из горизонтов: AY (0–20 см) – бурый, рых-

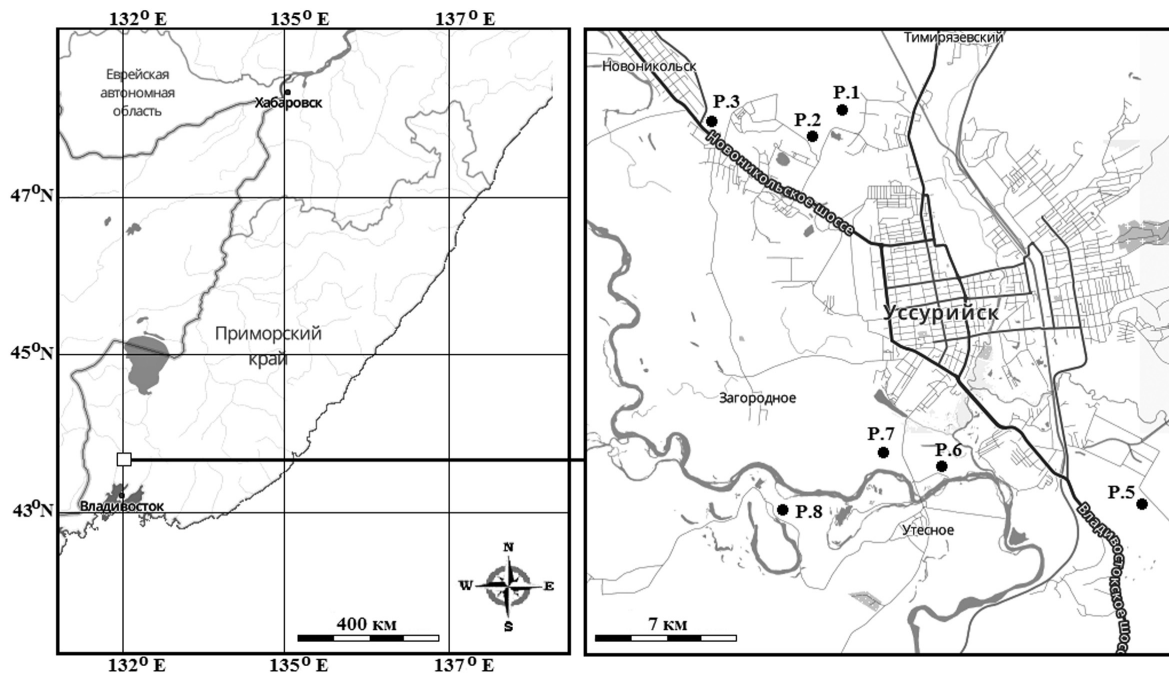


Рис. 1. Карта-схема района исследований

Fig. 1. Map of the research area

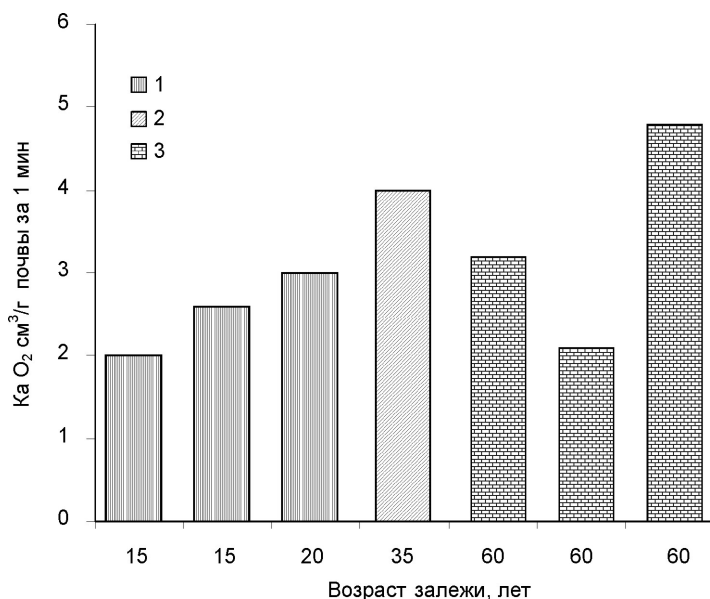


Рис. 2. Показатели каталазной активности в залежных почвах Приморья: 1 – темногумусовый подбел; 2 – темногумусовый подбел глееватый; 3 – аллювиальная серогумусовая почва

Fig. 2. Indicators of catalase activity in fallow soils of Primorye: 1 – dark-humus bleached horizon; 2 – dark-humus gleyic bleached horizon; 3 – alluvial gray-humus soil

лый, супесчаный с обильным включением корней растений, с постепенным переходом в I (20–50 см) – коричнево-бурый, легкосуглинистый, уплотненный. Далее следует горизонт II (50–70 см) – без изменения цвета, плотный с большим количеством мелких конкреций, с постепенным переходом в Cg (70–110 см) – коричнево-бурый

с ржавыми пятнами, плотный, тяжело-суглинистый.

Исследуемые почвы пребывали в залежном состоянии 15, 20 лет (темногумусовый подбел), 35 (темногумусовый подбел глееватый) и более 60 лет (аллювиальные серогумусовые). Исследования проведены в поверхностных гумусово-аккумулятивных горизонтах, в которых наиболее активно протекают процессы трансформация органического вещества микрофлорой.

При определении содержания гумуса, использован метод Тюрина, его фракционно-группового состава – метод Пономаревой – Плотниковой (Орлов, Гришина 1981). Величину лабильного и стабильного пулов определяли по содержанию углерода в отдельных фракциях гумусовых веществ: лабильного пула углерода в гумусе почв ($C_{\text{лг}} = \text{ГК1} + \text{ФК1a} + \text{ФК1}$), стабильного – ($C_{\text{стг}} = \text{ГК2} + \text{ГК3} + \text{ФК2} + \text{ФК3} + \text{ГМ}$) (Зорина и др., 2014). Оценка гумусного состояния почв дана по грациям Д. С. Орлова с

соавторами (2004). В работе рассмотрен не весь спектр показателей, а наиболее информативные, отражающие генетические различия гумуса и формы связи с минеральной частью почв. Запасы гумуса рассчитаны по формуле: $\Gamma \times \text{Н} \times \text{d}$, где Γ – содержание гумуса, %; Н – мощность исследуемого горизонта, см; d – плотность сложения

почвы, г/см³. Плотность сложения почв определена объемно-весовым методом (Агрофизические..., 1966).

Ферментативную (каталазную) активность почв исследовали газометрическим методом. Каталазную активность оценивали по шкале Д. Г. Звягинцева (Методы..., 1991).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование залежных почв происходит в условиях резко континентального с муссонными чертами климата (Витвицкий, 1969). Неравномерное выпадение осадков в течение года нередко вызывает их переувлажнение. Почвы расположены в пределах речных террас на легко-, среднесуглинистых и глинистых отложениях.

Нахождение почв в залежном состоянии привело к изменению их аккумулятивной толщи, что зафиксировано в общих морфологических признаках. В темногумусовых подбелах, находящихся в залежи более 20 лет, отмечено разделение исходного пахотного горизонта (0–20 см) на подгоризонты (0–10, 10–20, 0–12, 12–20 см). По мощности горизонта АУ темногумусовые подбелы отнесены к маломощным (10 см) – возраст залежи 15 лет и слабо-, среднемощным – 20-летняя залежь. Темногумусовые подбелы глееватые отнесены к слабо-, среднемощным (12 см). Мощность горизонта АУ в аллювиальной серогумусовой почве соответствовала среднетипичным показателям пахотного горизонта (20 см).

Прослеживались различия и в содержании органического вещества. Как показали результа-

Таблица 1. Некоторые показатели гумусного состояния залежных почв Приморья

Table 1. Some indicators of humus status in Primorye's fallow soils in

Разрез (возраст залежи)	Почва	Гумус, %	Запасы гумуса в слое 0–20 см,	Доля фракции гуминовых кислот, в % от их суммы			C _{гк} /C _{фк}	Степень гумификации
				1*	2**	3***		
Залежные почвы								
Р. 1 (35 лет)	Темногумусовый подбел глееватый	8.74	102.9	56.2	12.2	31.6	0.97	32.8
Р. 2 (15 лет)	Темногумусовый подбел	3.25	61.6	36.5	33.2	30.3	0.92	30.4
Р. 3 (15 лет)	То же	3.46	62.5	31.7	31.7	36.6	0.97	32.8
Р. 5 (20 лет)	– " –	5.53	122.4	34.1	33.2	32.7	1.35	38.2
Р. 6 (60 лет)	Аллювиальная серогумусовая	5.05	76.7	37.7	37.7	24.6	1.49	38.1
Р. 7 (60 лет)	То же	3.83	49.2	31.6	45.5	22.9	1.63	42.9
Р. 8 (60 лет)	– " –	5.00	68.3	41.3	27.8	30.9	1.10	31.5
Целинные и пахотные почвы								
1	Агротемногумусовый подбел глееватый	3.62	94	18.5	53.0	28.5	1.0	25.5
2****	Темногумусовый подбел (целина)	3.63	–	32.6	46.0	18.0	1.05	–
3	Агротемногумусовый подбел	3.40	120.0	5.7	50.0	42.0	0.80	26.9
4****	То же	3.55	115.0	24.3	64.3	11.3	1.74	34.5
5****	Агрогумусовая аллювиальная	2.70	63.2	23.9	62.5	13.5	1.34	28.7

* Доля 1-й фракции гуминовых кислот, «свободных» и связанных с полуторными оксидами.

** Доля 2-й фракции гуминовых кислот, связанных с Ca²⁺.

*** Доля 3-й фракции гуминовых кислот, прочно связанных с минеральной основой почв.

**** Названия почв приведены согласно классификации 2004 г. В оригинальной работе темногумусовому подбелу соответствует лугово-бурая оподзоленная почва, агрогумусовой аллювиальной – остаточнопойменная пахотная почва. Прочерк – нет данных.

ты исследований, содержание гумуса в исследуемых залежных почвах варьирует от низких до высоких значений (табл. 1). В залежных темногумусовых подбелах и аллювиальных серогумусовых почвах содержание гумуса находится на уровне «низких» и «ниже средних» (от 3.25 до 5.53%), а в темногумусовых подбелах глееватых – высоких показателей (8.74%).

Увеличение содержания органического углерода в поверхностном горизонте залежных темногумусовых подбелов глееватых во многом связано со значительным привнесом органического вещества с корневой массой растений. Этому во многом способствовало их расположение под осоково-злаковой растительностью, что привело к формированию горизонта АУ, густо пронизанного переплетенными живыми и отмершими корнями растений.

Согласно литературным данным (Синельников, 2000; Хавкина, 2004; Ковалева и др., 2016; Пуртова и др., 2017), в пахотных темногумусовых подбелах Уссурийского городского округа содержание гумуса варьирует в среднем от 3.3 до 4.3%. Исходя из этого, при оставлении изученных почв в залежи на срок менее 15 лет содержание гумуса в них отмечается на уровне фонового. В более зрелых залежах можно наблюдать увеличение содержания гумуса и его запасов. Это объясняется прежде всего прекращением выноса органического материала с урожаем и накоплением его в пределах почвенного профиля.

Запасы гумуса в 20-сантиметровом слое залежных подбелов темногумусовых изменялись от низких до средних. При нахождении в залежи более 20 лет запасы гумуса в них соответствовали уровню их пахотных аналогов (см. табл. 1). В то же время по сравнению с аллювиальными серогумусовыми почвами, находящимися в залежи около 60 лет, запасы гумуса были выше. В данном случае это связано с более высокими показателями плотности сложения горизонта Elnng темногумусовых отбеленных почв (1.37 г/см^3), входящих в расчет запасов гумуса в слое 0–20 см. В аллювиальных серогумусовых почвах плотность сложения в горизонте АУ составляет $0.64\text{--}0.79 \text{ г/см}^3$. Вследствие этого запасы гумуса колебались от очень низких до низких значений.

С увеличением времени нахождения подбелов темногумусовых в залежном состоянии отмечена тенденция к возрастанию показателей степени гумификации органического вещества. В более зрелых подбелах темногумусовых глееватых (35 лет) степень гумификации оказывается ниже. На наш взгляд, это связано со складывающимся менее благоприятным водно-воздушным режи-

мом. Подбелы темногумусовые глееватые испытывают поверхностное переувлажнение, вследствие чего процессы трансформации органического вещества несколько затормаживаются. Это в свою очередь ведет к накоплению органического вещества, снижению параметров плотности сложения почв и, в конечном итоге, к сравнительно меньшим запасам гумуса.

В групповом составе гумуса преобладали устойчивые фракции гуматов и фульватов. Во фракционном составе гумуса доминировали гуминовые кислоты, связанные с устойчивыми полуторными оксидами и глинистыми минералами, доля которых в исследуемых почвах залежей достигала высоких значений. Количество гуминовых кислот, «свободных» и связанных с Ca^{2+} , было низким (см. табл. 1). Наиболее низкое содержание ГК 2-й фракции отмечено для темногумусовых глееватых подбелов, испытывающих периодическое переувлажнение. Для них характерно увеличение фульвокислот в составе гумуса, что хорошо прослеживается по сужению показателя соотношения $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$ по сравнению с темногумусовыми подбелами. В пахотных почвах Уссурийского района доля ГК, связанных с Ca^{2+} , достигает 60% от суммы ГК, что соответствует уровню высоких значений (Синельников, 2000; Хавкина, 2004). Снижение доли 2-й фракции в почвах залежей в первую очередь обусловлено прекращением внесения органических и минеральных удобрений.

Тип гумуса в темногумусовых подбелах и глееватых варьировал от гуматно-фульватного (р. 1, 2, 3) до фульватно-гуматного (р. 5). В аллювиальных серогумусовых почвах залежей в составе гумуса среди его основных компонентов явно доминировали гуминовые кислоты, а тип гумуса изменялся от фульватно-гуматного (р. 6, 8) до гуматного (р. 7). Подобные различия явно свидетельствовали о разной направленности процессов трансформации органического вещества в темногумусовых подбелах и аллювиальных серогумусовых почвах залежей. Более полную картину изменений в направленности процессов трансформации гумусного состояния почв дают сведения о лабильном и устойчивом к минерализации пуле почвенного органического вещества (Ларионова и др., 2011; Зорина и др., 2014). Как показали результаты проведенных исследований, основная доля углерода в гумусе залежных почв содержится в стабильном пуле (табл. 2).

Это характеризует сравнительно устойчивое состояние гумусовой системы почв. В темногумусовых подбелах глееватых содержание углерода лабильного пула повышается до 1603.7 мг/100 г почвы, что связано с по-

Таблица 2. Величина пулов углерода в гумусе залежных почв Приморья

Table 2. Sizes of carbon pools in the humus of Primorye's fallow soils of

Разрез (возраст залежи)	Почва	$C_{\text{мпг}}$ % от $C_{\text{общ}}$	$C_{\text{пт}}$		$C_{\text{пт}}/C_{\text{мпг}}$
			% от $C_{\text{общ}}$	мг/100 г почвы	
Р. 1 (35 лет)	Темногумусовый подбел глееватый	68.4	31.6	1603.7	0.46
Р. 2 (15 лет)	Темногумусовый подбел	70.3	29.7	559.5	0.42
Р. 3 (15 лет)	То же	70.3	29.7	597.0	0.42
Р. 5 (20 лет)	– " –	69.0	31.0	995.1	0.45
Р. 6 (60 лет)	Аллювиальная серогумусовая	67.6	32.4	949.3	0.48
Р. 7 (60 лет)	То же	71.4	28.6	636.4	0.40
Р. 8 (60 лет)	– " –	73.9	26.1	756.9	0.35

вышением в составе компонентов гумуса подвижных фракций гуминовых кислот. При этом поверхностным горизонтам данного типа почв свойственно и более высокое содержание гумуса (8.7%). Из-за снижения доли углерода лабильного пула отмечено более узкое соотношение $C_{\text{пт}} : C_{\text{мпг}}$ в темногумусовых подбелах по сравнению с темногумусовыми подбелами глееватыми.

В залежных аллювиальных серогумусовых почвах (р. 6, 8) зафиксировано возрастание углерода лабильного пула. Уровень ферментативной активности из-за активизации процессов трансформации органического вещества микрофлорой был достаточно высоким (см. рис. 2) и в основном соответствовал средней обогащенности почв каталазой (от 3.2 до 4.8 O_2 см³/г почвы за 1 мин), что и явилось одной из причин более высоких показателей соотношения $C_{\text{пт}} : C_{\text{мпг}}$. Снижение доли лабильного пула в составе гумуса почв (р. 7) привело к уменьшению соотношения $C_{\text{пт}} : C_{\text{мпг}}$. При этом обогащенность почв каталазой была «бедной» (2.1 O_2 см³/г почвы за 1 мин). Наибольшие потери лабильных компонентов установлены для залежных почв (р. 6) с высокими показателями каталазной активности (4.8 O_2 см³/г почвы за 1 мин). Однако от 67 до 73% углерода содержалось в стабильном пуле, что указывало на сравнительно устойчивое гумусное состояние залежных почв.

ВЫВОДЫ

1. Нахождение почв в залежном состоянии привело к изменению их аккумулятивной толщи, что зафиксировано в общих морфологических признаках. В темногумусовых подбелах, находящихся в залежи более 20 лет, отмечено

разделение исходного пахотного горизонта (0–20 см) на подгоризонты (0–10, 10–20, 0–12, 12–20 см).

2. Исследуемые залежные темногумусовые подбелы, темногумусовые подбелы глееватые и аллювиальные серогумусовые почвы имели отличия в показателях гумусного состояния, а также лабильного и стабильного пулов углерода.

3. С увеличением времени нахождения темногумусовых подбелов в залежи (к 20 годам) отмечено увеличение содержания и запасов гумуса по сравнению с таковыми в пахотном аналоге.

4. В залежных аллювиальных серогумусовых почвах, судя по данным фракционно-группового состава, преобладала гуматная направленность в процессе гумусообразования, тогда как в темногумусовых подбелах она изменялась на гуматно-фульватную. Исследуемым типам почв свойственна высокая степень гумификации органического вещества. В залежных почвах степень гумификации была несколько выше, чем в пахотных.

5. При нахождении почв в залежи отмечено сокращение доли гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} , по сравнению с их долей в пахотных аналогах. Особенно ярко это проявлялось в темногумусовых подбелах глееватых и было связано не только с прекращением внесения удобрений, но и с их периодическим переувлажнением, вызванным усилением выпадения осадков во время тайфунов в 2017–2018 гг.

6. Происходящие изменения в содержании углерода стабильного и лабильного пулов свидетельствовали о различиях в процессах трансформации органического вещества изученных почв и подтверждались данными их ферментативной активности. Установлено, что основная доля

углерода в исследуемых почвах содержалась в стабильном пуле. На увеличение доли углерода стабильного пула и переход гумуса в более устойчивое состояние указывало снижение соотношения между углеродом лабильного и стабильного пулов в почвах залежей.

Сбор образцов осуществлен при поддержке РНФ (проект № 17-76-10011).

ЛИТЕРАТУРА

- Агрофизические* методы исследования почв. М. : Наука, 1966. 256 с.
- Витвицкий Г. Н.* Климат. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Южная часть Дальнего Востока. М. : Наука, 1969. С. 70–96.
- Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Повышение уровня жизни сельского населения Приморского края» на 2013–2020 годы от 07.12.2012 г.* [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.agrodv.ru/content/programmy-razvitiya-ark>.
- Зорина С. Ю., Соколова Л. Г., Засухина Т. В.* Состояние гумуса агросерых почв лесостепи Прибайкалья в условиях техногенного загрязнения // Известия Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16, № 5. С. 81–84.
- Классификация и диагностика почв России.* М. : Изд-во Ойкумена, 2004. 341 с.
- Ковалева Г. В., Щапова Л. Н., Пуртова Л. Н.* Последствие десикантов на микрофлору и гумусное состояние почв Приморья в посевах озимой и яровой пшеницы // Вестник Бурят. гос. с/х академии им. В. Р. Филиппова. 2016. № 4 (45). С. 32–38.
- Козут Б. М., Яшин М. А., Семенов В. М. и др.* Распределение трансформированного органического вещества в структурных отдельностях дерново-подзолистой супесчаной почвы // Почвоведение. 2016. № 1. С. 52–56.
- Костенков Н. М., Ознобихин В. И.* Почвы и почвенные ресурсы юга Дальнего Востока и их оценка // Почвоведение. 2006. № 5. С. 517–526.
- Ларионова А. А., Золотарева Б. Н., Евдокимов И. В. и др.* Идентификация лабильного и устойчивого пулов органического вещества в агросерой почве // Почвоведение. 2011. № 6. С. 685–698.
- Литвинович А. В., Павлова О. Ю.* Изменение величины почвенной кислотности в процессе взаимодействия мелиорантов с почвами (по данным лабораторных и вегетационного опытов) // Агрохимия. 2010. № 10. С. 3–10.
- Литвинович А. В., Павлова О. Ю.* Изменение гумусного состояния дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы на залежи // Почвоведение. 2007. № 11. С. 1323–1329.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии* / под ред. Д. Г. Звягинцева. М. : МГУ, 1991. 304 с.
- Орлов Д. С., Бирюкова О. Н., Розанова М. С.* Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918–926.
- Орлов Д. С., Гришина Л. А.* Практикум по химии гумуса. М. : Изд-во МГУ, 1981. 376 с.
- Платонычева Ю. Н., Полякова Н. В., Берчук А. В., Богомолова Ю. А.* Влияние способов распашки залежи на подвижность органического вещества светлосерой лесной почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 4 (35). С. 39–43.
- Полякова Н. В., Платонычева Ю. Н., Нарчев М. А.* Характер изменения органического вещества в серых лесных почвах залежи // Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах : материалы междунар. науч.-практ. конф. / НГСХА. Н. Новгород : НИУ РАНХиГС, 2014. С. 174–178.
- Пуртова Л. Н., Костенков Н. М., Щапова Л. Н.* Оценка гумусного состояния и продуцирования CO₂ почвами природных и агрогенных ландшафтов юга Дальнего Востока России // Почвоведение. 2017. № 1. С. 48–55.
- Романовская А. А., Аракелян Т. Г.* Почвенный органический углерод залежных земель в Московской области : Материалы IV Всерос. науч. конф. «Гуминовые вещества в биосфере», МГУ, Москва, 19–21 дек. 2007 г., СПб., 2007. С. 618–626.
- Синельников Э. П.* Оптимизация свойств и режимов периодически переувлажняемых почв : монография / ДВО ДОП РАН, Приморская ГСХА. Уссурийск, 2000. 296 с.
- Хавкина Н. В.* Гумусообразование и трансформация органического вещества в условиях переменного почвообразования : монография / ПГСХ. Уссурийск, 2004. 270 с.
- Чалая Т. А.* Запасы углерода в почвах и растительности постагрогенных ландшафтов южной тайги : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2012. 26 с.
- Kurganova, I., Lopes de Gerenyu, V., Six J., Kuzyakov, Y.* Carbon cost of collective farming collapse in Russia // Glob. Change Biol. 2014. No. 20. P. 938–947.
- Poulton P. R., Pye E., Hargreaves P. R., Jenkinson D. S.* Accumulation of carbon and nitrogen by old arable land reverting to woodland // Global Change Biol. 2003. Vol. 9. P. 942–955.
- Wright A. L., Dou F., Hons F. M.* Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in Central Texas // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2007. No. 121. P. 376–382.
- Zhang Bin, Penc XinHua.* Organic matter enrichment and aggregate stabilization in a severely degraded ultisol after reforestation // Pedosphere. 2006. No. 16 (6). P. 699–706.

Поступила в редакцию 26.06.2018 г.

Поступила после доработки 11.12.2018 г.

HUMUS CONDITION IN SOME FALLOW SOIL TYPES IN PRIMORYE

L. N. Purtova, I. V. Kiseleva, M. L. Burdukovsky

Federal Scientific Center of Biodiversity in East Asia's Terrestrial Biota, FEB RAS, Vladivostok

The parameters of the humus status of fallow dark-humus bleached horizons and alluvial gray-humus soils in Primorye have been estimated. In fallow alluvial gray-humus soils, the humate orientation prevailed in the process of humus formation, whereas in dark humus soils, it was changed to humate-fulvate. Characteristic for the studied soil types is a high degree of organic matter humification. When in a fallow soils are marked with a decrease in the proportion of humic acids associated with Ca^{2+} , in comparison with their arable counterparts. The pools of labile and stable carbon are calculated. The main share of carbon (from 67 to 73%) in the investigated soils is contained in a stable pool. An increase in the carbon fraction of the stable pool and the transition of humus to a more stable state, in the investigated soils of the deposits, was indicated by a decrease in the ratio between the carbon of the labile and stable pools.

Keywords: soils, reservoir, humus status, carbon pools, catalase activity.

REFERENCES

- Agrophysical Methods of Soil Investigation*, 1966, Moscow, Nauka [In Russian].
- Chalaya, T. A., 2012, Carbon Stocks in Soils and Vegetation of the Postagrogenic Landscapes of the Southern Taiga, Avtoref. Diss. Cand. Bio. Sci., Moscow, Moscow State University [In Russian].
- Classification and Diagnostics of Russia's Soils*, 2004, Moscow, Oykumena [In Russian].
- Government Program "Development of Agriculture and Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials and Foodstuffs. Improving the Living Standards of Rural Population of Primorsky Krai for 2013–2020 of 07.12.2012, <http://www.agrodv.ru/content/programmy-razvitiya-apk> [In Russian].
- Khavkina, N. V., 2004, Humus Formation and Organic Matter Transformation in Conditions of Variable Gley Soil Formation: Monograph, PGSH, Ussuriysk [In Russian].
- Kogut, B. M.; Yashin, M. A.; Semenov, V. M.; Avdeeva, T. N.; Markina, L. N.; Lykin, S. M.; Tarasova, S. I., 2016, Distribution of Transformed Organic Matter in Structural Units Loamy Sandy Soddy-Podzolic Soil, *Eurasian Soil Science*, 46, 1, 45–55, DOI: 10.1134/S1064229316010075
- Kostenkov, N. M.; Oznobikhin, V. I., 2006, Soils and Soil Resources in the Southern Far East and Their Assessment, *Ibid.*, 39, 5, 461–469, DOI: 10.1134/S1064229306050012
- Kovaleva, G. V.; Shchapova, L. N.; Purtova, L. N., 2016, The After-Effect of Desiccants on the Microflora and Humus Condition of the Soils of Primorye in Winter and Spring Wheat Seeding, *Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture*, 4 (45), 32–38 [In Russian].
- Kurganova, I.; Lopes de Gerenyu, V.; Six J., Kuz'yakov, Y., 2014, Carbon Cost of Collective Farming Collapse in Russia, *Glob. Change Biol.*, 20, 938–947.
- Larionova, A. A.; Zolotareva, B. N.; Evdokimov, I. V.; Bykhovets S. S.; Kuz'yakov, Y. V.; Burger, F., 2011, Identification of Labile and Stable Pools of Organic Matter in Agrogray Soil, *Eurasian Soil Science*, 6, 685–698.
- Litvinovich, A. V.; Pavlova, O. Yu., 2007, Change in the Humus Status of Sandy Gleyic Soddy-Podzolic Soil on a Fallow, *Eurasian Soil Science*, 40, 11, 1181–1186.
- Litvinovich, A. V.; Pavlova, O. Yu., 2010, The Change in Soil Acidity in the Process of Interaction of Ameliorants with Soils (According to Laboratory and Vegetation Experiments), *Agrochemistry*, 10, 3–10 [In Russian].
- Methods of Soil Microbiology and Biochemistry*, 1991, Ed. D. G. Zvyagintsev, Moscow, Moscow State University [In Russian].
- Orlov, D. S.; Biryukova, O. N.; Rozanova, M. S., 2004, Additional Parameters of the Humus Status of Soils and Their Genetic Horizons, *Eurasian Soil Science*, 37, 8, 798–805.
- Orlov, D. S.; Grishina, L. A., 1981, Practice in Humus Chemistry, Moscow, Moscow State University [In Russian].
- Platonycheva, Yu. N.; Polyakova, N. V.; Berchuk, A. V.; Bogomolova, Yu. A., 2013, Influence of the Fallow Plowing Methods on Mobility of the Organic Matter of the Light Gray Forest Soil, *Agrarian Science of the Euro-North-East*, 4, 35, 39–43 [In Russian].
- Polyakova, N. V.; Platonycheva, Yu. N.; Narchev, M. A., 2014, Nature of the Organic Matter Change in Gray Forest Soils of Fallows, *Prospects and Problems of Locating Production and Consumption Wastes in Agroecosystems, Materials of Scientific-Practical. Conf.*, Nizhegorodskaya Gosselkhozakademiya, N. Novgorod, NNIM RANEPa, 174–178 [In Russian].
- Poulton, P. R.; Pye, E.; Hargreaves P. R.; Jenkinson D. S., 2003, Accumulation of Carbon and Nitrogen by Old Arable Land Reverting to Woodland, *Global Change Biol.*, 9, 942–955.
- Purtova, L. N.; Kostenkov, N. M.; Shchapova, L. N., 2017, Assessing the Humus Status and CO_2 Production in Soils of Antropogenic and Agrogonic Landscapes in Southern Regions of the Russian Far East, *Eurasian Soil Science*, 50, 1, 48–55 [In Russian].
- Romanovskaya, A. A.; Arakelyan, T. G., 2007, Soil Organic Carbon of Fallow Lands in Moscow Oblast, *Humic*

Substances in the Biosphere, Materials of the IV All-Russia Science Conference, Moscow State University, Moscow, December 19–21, 2007, St. Petersburg, 618–626 [In Russian].

Sinelnikov, E. P., 2000, Optimization of Properties and Regimes of Periodically Overmoistened Soils, Monograph, Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriysk [In Russian].

Vitvicki, G. N., 1969, Climate. Natural Conditions and Natural Resources of the USSR. Southern Part of the Far East, Moscow, Nauka, 70–96 [In Russian].

Wright, A. L.; Dou, F.; Hons, F. M., 2007, Soil Organic C and N Distribution for Wheat Cropping Systems

after 20 Years of Conservation Tillage in Central Texas, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121, 376–382.

Zhang, Bin; Penc, XinHua, 2006, Organic Matter Enrichment and Aggregate Stabilization in a Severely Degraded Ultisol after Reforestation, *Pedosphere*, 16 (6), 699–706.

Zorina, S. Yu.; Sokolova, L. G.; Zasukhina, T. V., 2014, The Humus Status in the Agrogray Soils of the Baikal Forest-Steppe in Technogenic Contamination, *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 16, 5, 81–84 [In Russian].