

РЕДАКТОРСКАЯ КОЛОНКА

Предисловие

© 2025 г. А. Л. Иванов, Д. Н. Козлов

*ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,*

Острая необходимость преодоления глобальных проблем голода и изменения климата, национальный уровень обеспечения продовольственной безопасности в условиях ограниченности земельных ресурсов являются вызовом для сельского хозяйства, науки и политиков, ищущих инновационные решения для поддержания плодородия почв и прочного связывания в них атмосферного углерода. Ученые во всем мире признают потенциал секвестрации углерода в почве как действенного метода смягчения глобального потепления и одновременного повышения устойчивости сельского хозяйства за счет обеспечения социально-экономических и экологических функций почв в соответствии с биосферной парадигмой землепользования. Вместе с тем сохраняется острая потребность в методологических и аналитических инструментах количественной оценки органо-аккумулятивной функции почв как результата сложных взаимодействий в системе почва-растение-атмосфера на уровне от почвенной структуры до ландшафта. Достоверность и надежность прогноза динамики органического углерода в почвах различных режимов хозяйственного использования повышают эффективность мер рационального использования и охраны земельных ресурсов на местном, региональном и глобальном уровнях.

Данный выпуск объединяет статьи, последовательно раскрывающие базовые понятия в отношении накопления, секвестрации и депонирования органического углерода в почвах, современ-

ные представления о вещественном составе и структурно-функциональной организации почвенного органического вещества (ПОВ), физических, химических и биологических механизмах трансформации и стабилизации дисперсного, минерально-ассоциированного и окклюдированного органического вещества. Обсуждается, каким образом происходит взаимодействие почвенных минералов, органического вещества и почвенных микроорганизмов на процессном уровне в различных масштабах. Важные концепции, такие как насыщенность почвы углеродом, микробиологическое образование ПОВ и взаимосвязь почвенного углерода с минеральными частицами и агрегатами, часто ограничены из-за недостаточного понимания лежащих в их основе механизмов.

В этой связи особо стоит выделить проблематику численного моделирования динамики ПОВ. При дефиците данных, а также из-за многофакторности почвенной системы моделирование становится тем инструментом, с помощью которого можно заполнить пробелы в пространственном представлении и временной динамике почвенного органического углерода, а также объединить междисциплинарные знания о процессах поступления, трансформации и стабилизации ПОВ и на этой основе осуществить прогноз или оценку возможных сценариев направленного изменения его запасов. Подавляющее большинство существующих моделей описывают динамику ПОВ через дискретные пулы органического вещества с различной скоростью разложения. Подобный подход является аналитическим упрощением континуальной природы ПОВ. Новые возможности спектральных, калориметрических, термогравиметрических средств измерения почв открывают перспективы моделирования изменений качества ПОВ с помощью непрерывных функций его распределения по набору свойств, функционально связанных с независимыми механизмами трансформации и стабилизации органического вещества в почвах.

Несмотря на более чем полуторавековую историю изучения ПОВ как ключевого компонента плодородия почв, внедрение эффективных средств управления его балансом в сельском и лесном хозяйстве требует дальнейшего совершенствования научно-методического обеспечения и нормативно-правового регулирования. Задачи смягчения климатических изменений и адаптации к

ним придали этой проблеме новый импульс (Иванов и др., 2021). Материалы этого выпуска предвещают начало второго этапа реализации в 2026–2030 гг. важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИПГЗ) “Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ” (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 октября 2022 г. № 3240-р). Его цели посвящены обеспечению исполнения международных обязательств России в составе решений Рамочной конвенции ООН об изменении климата, а также Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. (Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р).

Международно-признанные оценки экономически эффективного потенциала смягчения эмиссии парниковых газов в сельскохозяйственном землепользовании Российской Федерации на период 2020–2050 гг. составляют 198.9 млн т CO_2 -экв. в год (Roe et al., 2021; IPCC, 2022). Из них 105.5 млн т CO_2 -экв. в год – в результате накопления углерода в почвах сельскохозяйственных угодий за счет увеличения доли кормовых угодий и внедрения почвозащитных агротехнологий, направленных на увеличение поступления и гумификации органического вещества в почвах агроэкосистем и снижение темпов минерализации ПОВ. Однако значительная пространственная изменчивость и медленные временные изменения запасов ПОВ при смене агротехнологий затрудняют обнаружение краткосрочных изменений, а также разработку надежных и простых в применении платформ их валидации и верификации в составе природно-климатических проектов.

В ходе первого этапа ВИПГЗ обоснована программа наземного мониторинга баланса почвенного органического углерода в агроэкосистемах с учетом естественной пространственной и сезонной изменчивости запасов ПОВ, аналитических ошибок их определения. Помимо апробации и совершенствования методики наземного мониторинга запасов ПОВ агроэкосистем, для более широкого ряда единиц почвенно-климатического районирования Российской Федерации программа работ второго этапа будет расширена задачами: 1) исследования физических, химических и биологических механизмов стабилизации органического углерода

в почвах агроэкосистем; 2) обоснования наиболее эффективных почвозащитных систем земледелия и агротехнологий. Результатами станут регионально специфичные: 1) конверсионные коэффициенты ведения Национального кадастра антропогенных выбросов (2024) для трансформации сельскохозяйственных угодий и различных почвозащитных агротехнологий (адаптивно-ландшафтное земледелие, прямой посев и другие в различных сочетаниях); 2) наиболее эффективные в отношении формирования положительного баланса гумуса агротехнологии и практики производства сельскохозяйственной продукции. Кроме того, прямые результаты наземного мониторинга будут использованы при апробации, доработке и верификации моделей динамики почвенного углерода в задачах регионального обобщения результатов мониторинга и сценарного прогнозирования эмиссии парниковых газов в сельскохозяйственном землепользовании.

Материалы специального выпуска способствуют консолидации существующих исследовательских позиций и их развитию в интересах агрономического почвоведения, продовольственной и экологической безопасности страны и мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.Л., Савин И.Ю., Столбовой В.С., Духанин Ю.А., Козлов Д.Н. Методологические подходы формирования единой Национальной системы мониторинга и учета баланса углерода и выбросов парниковых газов на землях сельскохозяйственного фонда Российской Федерации // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2021. Вып. 108. С. 175–218. DOI: <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2021-108-175-218>.
2. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2022 гг. М.: ИГКЭ, 2024. URL: <http://www.igce.ru/reports/>.
3. Dynarski K.A., Bossio D.A., Scow K.M. Dynamic Stability of Soil Carbon: Reassessing the “Permanence” of Soil Carbon Sequestration // Front. Environ. Sci. 2020. Vol. 8. 514701. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.514701>.
4. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M.

Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, New York, 2022. 3056 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.

5. *Roe S., Streck C., Beach R., Busch J., Chapman M., Daioglou V., Deppermann A., Doelman J., Emmet-Booth J., Engelmann J., Fricko O., Frischmann C., Funk J., Grassi G., Griscom B., Havlik P., Hanssen S., Humpenöder F., Landholm D., ... Lawrence D.* Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country // *Global Change Biology*. 2021. Vol. 27. P. 6025–6058. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15873>.