



**XX Всероссийская научная конференция
молодых ученых с международным участием**

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Пермь, 2025



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

*Материалы XX Всероссийской научной конференции молодых ученых
с международным участием,
посвященной памяти Г.А. Воронова,
Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка
(23-26 апреля 2025 года, г. Пермь)*



Пермь 2025

УДК 504.05: 574
ББК 20.18
Э40

- Э40 **Экологическая** безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды [Электронный ресурс] : сборник материалов всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием, посвященной памяти Г. А. Воронова, Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (ПГНИУ, 23-26 апреля 2025 г.) / под ред. С. А. Бузмакова, Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2025. – 17,5 Мб ; 515 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/Ekologicheskaya-Bezopasnost-V-Uсловiyah-Antropogennoj-Transformacii-Prirodnoj-Sredy-2025.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-4252-6

Сборник содержит материалы всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием «Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды», организованной в Пермском государственном национальном исследовательском университете кафедрой биогеоценологии и охраны природы, Пермским федеральным исследовательским центром Уральского отделения Российской академии наук Институтом экологии и генетики микроорганизмов, Пермским краевым отделением Русского географического общества и государственным природным заповедником «Басеги». Представлены материалы докладов исследователей в области экологической безопасности в условиях антропогенной трансформации природной среды. Рассматриваются проблемы сохранения природных комплексов, техногенной трансформации и восстановления природно-технических систем и природно-антропогенных объектов. Издание предназначено для геоэкологов, биогеоценологов, природопользователей, географов, биологов, специалистов в области экологической безопасности, охраны природы, преподавателей высшей школы, аспирантов и студентов географических, биологических и геологических направлений.

Издается по решению оргкомитета конференции

УДК 504.05: 574
ББК 20.18

Главный редактор: д-р геогр. наук, профессор **С. А. Бузмаков**
Технический секретарь: **С. Д. Мельникова**

Рецензенты: заместитель директора по научной работе ИВЭП СО РАН, зав. лабораторией биогеохимии, д-р биол. наук, профессор **А. В. Пузанов**;
профессор кафедры биогеографии МГУ им. М.В. Ломоносова,
д-р геогр. наук **Г. Н. Огуреева**

ISBN 978-5-7944-4252-6

© ПГНИУ, 2025

**ПОСТАГРОГЕННАЯ ДИНАМИКА СОСТАВА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ
ИЗВЛЕЧЕННЫХ ИЗ ПОЧВ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ**

В.И. Поляков, Е.В. Абакумов, Е.А. Артюхов

Санкт-Петербургский государственный университет,

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7/9, e-mail: v.polyakov@spbu.ru

В результате перевода почв сельскохозяйственных земель в залежное состояние может происходить деградация почв и связанная с ней потеря углерода органических соединений. Анализ молекулярного состава гуминовых кислот (ГК) выявил, что на ранних стадиях залежности в почвенном органическом веществе могут сохраняться устойчивые структурные фрагменты ГК, которые образовались в почвах в результате сельскохозяйственного освоения земель. Однако, с увеличением времени нахождения почв в залежном состоянии, содержание стабильных молекулярных комплексов в ГК снижается, что может ускорить биодegradацию и эмиссию парниковых газов в атмосферу.

Ключевые слова: ^{13}C ЯМР спектроскопия; почвенное органическое вещество; лабильный пул; стабильный пул

**POSTAGROGENIC DYNAMICS OF HUMIC ACID COMPOSITION EXTRACTED
FROM SOILS OF FALLOW LANDS IN NORTH-WESTERN RUSSIA**

V.I. Polyakov, E.V. Abakumov, E.A. Artyukhov

St. Petersburg State University, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya naberezhnaya, 7/9

e-mail: v.polyakov@spbu.ru

As a result of transfer of soils of agricultural lands into fallow state, soil degradation and associated loss of carbon can occur. The analysis of the molecular composition of humic acids (HAs) revealed that at the early stages of fallow state, stable structural fragments of HAs that were formed here as a result of agricultural land development are able to persist. However, with increasing time of soil presence in the fallow state, the content of stable molecular complexes in HAs decreases, which can accelerate biodegradation and greenhouse gas emission into the atmosphere.

Key words: ^{13}C NMR spectroscopy; soil organic matter; labile pool; stable pool

За свою историю человечество трансформировало существенное количество природных территорий в сельскохозяйственные земли, что способствовало деградации почв [1]. Во всем Мире, в результате прекращения ведения сельского хозяйства, в залежное состояние перешло около 220 Мга земель, данные территории могут быть подвержены заболачиванию, закустариванию, опустыниванию, а также самовосстановлению растительных сообществ по зональным вариантам сукцессии [2]. Наиболее масштабное выведение почв из сельского хозяйства произошло в РФ, в результате трансформации системы земледелия в 1990х годах было переведено в залежное состояние около 40 Мга земель [3], более 90% этой территорий находятся на различных стадиях самовосстановления [4]. Было установлено, что переход почв в залежное состояние приводит к увеличению содержания и запасов углерода в почве, что обусловлено увеличением поступления растительных остатков в почву и снижением темпов минерализации [5, 6]. Переход почв в залежное состояние может способствовать сохранению определенного уровня стабилизации углерода за счет формирования устойчивых органоминеральных агрегатов и молекулярных комплексов в составе ПОВ.

Одним из наиболее информативных методов оценки темпов стабилизации ПОВ является спектральный анализ молекулярного состава гуминовых кислот (ГК) [7]. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) позволяет получать информацию как о качественном составе ГК, так и об отдельных структурных фрагментах, формирующихся в природных экосистемах [8]. На основе молекулярного состава ГК можно исследовать такие процессы как гумификация и стабилизация, а также оценить устойчивость органического вещества к биодegradации

тов в составе ГК. На ранних стадиях залежного состояния (около 30 лет) отмечается относительно высокий уровень стабилизации углерода в ГК, тем не менее, с увеличением возраста нахождения почв в залежном состоянии содержание стабильных молекулярных комплексов снижается до фоновых значений. Трансформация органического вещества в почвах залежи – важная проблема XXI века, поскольку масштабный перевод сельскохозяйственных земель в залежь в 1990-х годах может привести к потере существенного количества углерода из почв и внести вклад в эмиссию климатически-активных газов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в соответствии с договором от 20.04.2023 № 23-16-20003 и Санкт-Петербургского научного фонда в соответствии с договором от 05.05.2023 № 23-16-20003.

Список литературы

1. Mielnik L., Hewelke E., Weber J., Oktaba L., Jonczak J., Podlasiński M. Changes in the soil hydrophobicity and structure of humic substances in sandy soil taken out of cultivation // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2021. Iss. 319. ID 107554. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107554> EDN: YJWDLZ.
2. Ovsepyan L., Kurganova L., Lopes de Gerenyu V., Kuzyakov Y. Recovery of organic matter and microbial biomass after abandonment of degraded agricultural soils: the influence of climate // *Land Degrad Dev*. 2019. Iss. 30. P. 1861-1874. <https://doi.org/10.1002/ldr.3387> EDN: HWIXDM.
3. Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Kuzyakov Y. Large-scale carbon sequestration in post-agrogenic ecosystems in Russia and Kazakhstan // *Catena*. 2015. Iss. 133. P. 461-466. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.06.002> EDN: UFBNGT.
4. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils, and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia // *Catena*. 2015. Iss. 129. P. 18-29. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.02.016> EDN: UFKVWV.
5. Wertebach T-M., Hölzel N., Kämpf I., Yurtaev A., Tupitsin S., Kiehl K., Kleinebecker T. Soil carbon sequestration due to post-Soviet cropland abandonment: estimates from a large-scale soil organic carbon field inventory // *Global Change Biology*. 2017. Vol. 23, Iss. 9. P. 3729-3741. <https://doi.org/10.1111/gcb.13650> EDN: XNJWPU.
6. Lehmann J., Hansel C.M., Kaiser C., Kleber M., Maher K., Manzoni S., Kögel-Knabner I. Persistence of soil organic carbon caused by functional complexity // *Nature Geoscience*. 2020. Iss. 13(8). P. 529-534. <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0612-3> EDN: WFRBAY.
7. Семенов В.М., Иванников Л.А., Тулина А.С. Стабилизация органического вещества в почвах // *Агрохимия*. 2009. Iss. 10. С. 77-96. EDN: LDTRSV.
8. Chukov S.N., Lodygin E.D., Abakumov E.V. Application of ^{13}C NMR Spectroscopy to the Study of Soil Organic Matter: A Review of Publications // *Eurasian Soil Science*. 2018. Iss. 51(8). P. 889-900. <https://doi.org/10.1134/S1064229318080021> EDN: QIMRGW.
9. Vasilevich R.S., Beznosikov V.A., Lodygin E.D. Molecular Structure of Humus Substances in Permafrost Peat Mounds in Forest-Tundra // *Eurasian Soil Science*. 2019. Iss. 52(3). P. 283-295. <https://doi.org/10.1134/S1064229319010150> EDN: GDOVKX.
10. Гагарина Э.И., Матинян Н.Н., Счастливая Л.С., Касаткина Г.А. Почвы и почвенный покров Севера-запада России. СПб.: СПбГУ, 1995. 236 с.
11. Kalinina O., Cherkinsky A., Chertov O., Goryachkin S., Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Giani L. Post-agricultural restoration: Implications for dynamics of soil organic matter pools // *Catena*. 2019. Iss. 181. ID 104096. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104096> EDN: WJCYID.