

### **СКОРОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АГРЕГАТОВ РАЗЛИЧНОГО РАЗМЕРА В ПАХОТНОЙ И ЗАЛЕЖНОЙ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ**

*Анга Брюнел, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [brunel.anga@bk.ru](mailto:brunel.anga@bk.ru)*

*(Научный руководитель - Борисов Борис Анорьевич, д.б.н., профессор кафедры  
почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени  
К.А. Тимирязева, [borisov@rgau-msha.ru](mailto:borisov@rgau-msha.ru))*

*Аннотация: проведено сравнительное исследование интенсивности  
минерализации органического вещества серых лесных почв под пашней и  
залежью по фракциям агрегатов. В почве залежи скорость минерализации  
гумуса в агрегатах разного размера различалась незначительно, а в пахотной  
почве минерализация более интенсивно протекала в агрегатах мелкой фракции  
(3-0,25 мм).*

*Ключевые слова:* минерализация; органическое вещество; почва; агрегат; гумус.

Принятая в Российской Федерации Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса поставила задачу возвращения в сельскохозяйственное использование залежных земель, большие площади которых расположены преимущественно в Нечерноземной зоне России. Минерализация органического вещества почв существенно влияет на содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере, что делает изучение этого процесса особенно актуальным [2]. Его интенсивность зависит от типа органического вещества, свойств почв и характера их использования включая её структуру [3,6]. Минерализация органического вещества почв происходит, в первую очередь, за счет его лабильных фракций [1,5]. Исследование механизмов накопления и разложения почвенного углерода необходимо для смягчения климатических изменений и предупреждение деградации почв. Ключевую роль в этих процессах играют почвенные микроорганизмы, регулирующие круговорот веществ и энергетические потоки [5], а почвенные агрегаты создают особые микрзоны, обеспечивающие условия для трансформации органики и жизнедеятельности микробов. Минерализация органического вещества почв является важнейшим процессом, регулирующим биогеохимические циклы углерода и других биогенных элементов в наземных экосистемах. Эта проблема активно изучается, а в последние годы интерес к ней значительно увеличился

из-за влияния почвенного органического вещества на баланс парниковых газов в атмосфере[4].

Цель исследования заключалась в определении количества минерализуемого органического углерода почвы в почвенных агрегатах разного размера, сравнивая два различных типа землепользования. В исследовании использовались образцы серой лесной почвы, отобранные в двух участках: первый (Участок №1) находится под залежной разнотравной растительностью на территории Ботанического сада в г. Казань, а второй (Участок №2), расположен на пахотном поле вблизи села Бирюли (Высокогорский район, Татарстан).

В ходе исследования с каждого участка было отобрано по шесть почвенных образцов с глубины 0-20 см для анализа структурно-агрегатного состава методом сухого просеивания по Саввинову и определения содержания гумуса по Тюрину, после чего агрегаты разделили на три фракции (10-5 мм, 5-3 мм и 3-0,25 мм). Для оценки процессов минерализации органического вещества провели 40-суточный инкубационный эксперимент при постоянной влажности 60% от наименьшей влагоемкости, в ходе которого методом Ohlinger et al. измеряли эмиссию  $\text{CO}_2$ , а затем, на основе полученных данных, рассчитали кумулятивное количество минерализованного углерода, потенциально минерализуемый пул органического вещества и константу скорости минерализации ( $k$ ) с использованием кинетической модели первого порядка.

$$Cm = C_0(1 - e^{-kt})$$

где  $Cm$  – кумулятивное количество минерализуемого углерода (мг/100 г) в интервале времени  $t$ ,  $C_0$  – быстро минерализуемый пул органического углерода (мг/100 г).

Результаты статистического анализа с использованием U-критерия Манна-Уитни выявили достоверные различия ( $p < 0,05$ ) в содержании макро- (10-5 мм) и мезоагрегатов (5-3 мм) между исследуемыми участками при стандартном уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Результаты исследования, представленные в таблице, выявили существенные различия в динамике минерализации между участками. Сельскохозяйственный Участок 2 демонстрировал менее интенсивное выделение  $\text{CO}_2$  по сравнению с залежным Участком 1, что объясняется регулярной обработкой почвы, усиливающей аэрацию при ограниченном поступлении органического материала. В противоположность этому, Участок 1, обогащаемый растительными остатками и корневыми выделениями, показал более активное выделение углекислого газа. Примечательно, что на пахотных землях (Участок 2) наблюдалась четкая зависимость минерализации от размера агрегатов - максимальная эмиссия  $\text{CO}_2$  зафиксирована в мелкой фракции (3-0,25 мм), тогда как на залежи (Участок 1) распределение выделяемого углерода по фракциям было более равномерным, с незначительным преобладанием в

крупных агрегатах (10-5 мм). Эти данные подчеркивают комплексное влияние как антропогенного фактора, так и структурных особенностей почвы на процессы трансформации органического вещества.

Таблица

Средние значения потенциально-минерализуемого углерода ( $C_0$ ) и константы скорости минерализации ( $k$ ) углерода в структурно-агрегатных отделимостях

| Размер агрегатов, мм | Участок №1             |            |                                                     | Участок №2             |            |                                                     |
|----------------------|------------------------|------------|-----------------------------------------------------|------------------------|------------|-----------------------------------------------------|
|                      | $C_0$ , мг/100 г сутки | % от С орг | Константа скорости минерализации, сут <sup>-1</sup> | $C_0$ , мг/100 г сутки | % от С орг | Константа скорости минерализации, сут <sup>-1</sup> |
| 10-5                 | 85,81±3                | 3,78       | 0,05±0,004                                          | 71,95±5                | 5,66       | 0,04±0,003                                          |
| 5-3                  | 103,37±5               | 4,57       | 0,05±0,003                                          | 60,11±2                | 4,58       | 0,04±0,003                                          |
| 3-0,25               | 97,48±5                | 4,31       | 0,03±0,002                                          | 87,34±6                | 6,41       | 0,14±0,021                                          |

ление  $CO_2$  по сравнению с залежным Участком 1, что объясняется регулярной обработкой почвы, усиливающей аэрацию при ограниченном поступлении органического материала. В противоположность этому, Участок 1, обогащаемый растительными остатками и корневыми выделениями, показал более активное выделение углекислого газа. Примечательно, что на пахотных землях (Участок 2) наблюдалась четкая зависимость минерализации от размера агрегатов - максимальная эмиссия  $CO_2$  зафиксирована в мелкой фракции (3-0,25 мм), тогда как на залежи (Участок 1) распределение выделяемого углерода по фракциям было более равномерным, с незначительным преобладанием в крупных агрегатах (10-5 мм). Эти данные подчеркивают комплексное влияние как антропогенного фактора, так и структурных особенностей почвы на процессы трансформации органического вещества.

Несмотря на то, что абсолютное содержание потенциально-минерализуемого органического углерода ( $C_0$ ) в агрегатах на Участке №1 выше, чем на Участке №2, его доля от общего углерода в большинстве фракций (кроме 10-5 мм) практически одинакова и составляет 4,31–4,57%. Лишь в агрегатах 10-5 мм доля  $C_0$  на Участке №1 ниже (3,78%), чем на Участке №2 (5,66%). Это свидетельствует о схожей интенсивности минерализации, несмотря на разное землепользование, что, вероятно, обусловлено более тяжелым гранулометрическим составом почвы на Участке №1.

Скорость минерализации демонстрировала обратную зависимость от размера агрегатов: на Участке 1 максимальная константа скорости (0,05 сут<sup>-1</sup>) зафиксирована в крупных и средних агрегатах (10-3 мм), тогда как на Участке 2 наивысшие значения (0,14 сут<sup>-1</sup>) характерны для мелкой фракции (3-0,25 мм).

Проведенное сравнительное исследование особенностей минерализации органического вещества в разных фракциях почвенных агрегатов показало, что

более интенсивное выделение CO<sub>2</sub> происходило в почве залежи. В этой почве различия между разными фракциями агрегатов по скорости минерализации были выражены слабо, а для пахотной почвы заметно более высокой скоростью минерализации отличались агрегаты мелкой фракции (3-0,25 мм).

### **Список литературы**

1. Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Елисеева О.В. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом. Почвоведение. 2022. № 7. С. 909-917.
2. Борисов Б.А. Игнатьев Н.Н., Таразанова Т.В. Поглощение кислорода пахотными и залежными почвами разного генезиса. Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. 2001. №115. С. 117-118.
3. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Семенова Н.А., Ходжаева А.К., Удальцов С.Н. Минерализация органического вещества в разных по размеру агрегатных фракциях почвы // Почвоведение. - 2010. - № 2. - с. 157–165.
4. Borisov B.A., Efimov O.E., Eliseeva O.V., Tarazanova T.V., Prokhorov A.A. Organic matter Sod-podzolic soil after transition to a fallow state/ IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022022.
5. Kan Z.-R., Ma S.-T., Liu Q.-Y., Liu B.-Y., Virk A. L., Qi J.-Y., Zhao X., Lal R., Zhang H.-L. Carbon sequestration and mineralization in soil aggregates under long-term conservation tillage in the North China Plain // Catena. - Vol 188 (2020). - P. 104428. DOI: 10.1016/j.catena.2019.104428
6. Turrión M.B., Lafuente F., Mulas R., López O., Ruipérez C., Pando V. Effects on soil organic matter mineralization and microbiological properties of applying compost to burned and unburned soils // J Environ Manage. – 2012. – Vol. 95. -P. 245-S249. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.10.020.

### **ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТАРНОГО СОСТАВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЗАЛЕЖНОГО УЧАСТКА ЗЕМЕЛЬ СЕЛА ПЕТРОВСКОЕ ЩЁЛКОВСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Бедретдинова Динара Рамазановна, магистрант 2 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dinara.bedretdinova.02@mail.ru*

*(Научный руководитель – Каменных Наталья Львовна, д.б.н., доцент, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru)*