

ЭМИССИЯ CO<sub>2</sub> В АГРОЦЕНОЗАХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Н. Ф. Балабанова, Н. А. Воронкова

Омский аграрный научный центр, г. Омск, Россия

[natascha.balabanowa@mail.ru](mailto:natascha.balabanowa@mail.ru)

**АННОТАЦИЯ.** Проанализированы результаты мониторинга продуцирования CO<sub>2</sub> из пахотных почв в зависимости от абиотических факторов (температуры воздуха, количества осадков) и возделывания сельскохозяйственных культур. Сравнительная оценка парового поля и яровой пшеницы в течение вегетационных периодов показала, что большие потери углерода в виде CO<sub>2</sub> характерны для почв под растениями яровой пшеницы и связаны со значительным вкладом в суммарный сток дыхания корневой системы растений в период интенсивного роста. Отмечено уменьшение эмиссионной составляющей CO<sub>2</sub> при снижении влагообеспеченности, что обусловлено торможением биологических процессов в почве.

**Ключевые слова:** агроценоз, эмиссия CO<sub>2</sub>, органический углерод, лугово-черноземная почва, экологические факторы.

Почва является крупнейшим резервуаром способным накапливать и хранить органический углерод в наземных экосистемах [1]. Ключевыми факторами, определяющими стабильность органического вещества в почвах, являются климат и землепользование [2].

Агроценозы – экосистемы с динамичным балансом органического вещества. Снижение содержания углерода в пахотных почвах при нерациональном использовании (нарушении системы севооборота, обработки почвы, дефицита внесения удобрений и др.) превращает агроэкосистему в источник парниковых газов, в том числе и диоксида углерода, а повышение продуктивности агроценозов, естественное, или искусственное восстановление травянистой растительности способствует связыванию атмосферного CO<sub>2</sub> в результате фотосинтеза [3–6].

Продуцирование углекислоты является одним из компонентов цикла углерода и может быть объективным индикатором интенсивности разложения органического вещества. В этой связи, исследования, посвященные изучению объемов эмиссии CO<sub>2</sub> почвой, выявление закономерностей его продуцирования, секвестрации и депонирования являются актуальными, имеют важное теоретическое и прикладное значение.

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном полигоне лаборатории агрохимии

ФГБНУ «Омского АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири в стационарном опыте, заложенном на основе пятипольного зернопарового севооборота (1987 г. закладки). Чередование культур в севообороте: пар чистый – яровая пшеница – соя – яровая пшеница – ячмень. Севооборот развернут во времени и пространстве.

Объектом исследования являлась пахотная лугово-черноземная среднemocная среднегумусовая тяжелосуглинистая почва. Содержание в слое почвы 0–20 см подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – 105–128 и 350–420 мг/кг, соответственно, обменного Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> (ГОСТ 26487–85) – 88 и 11 ммоль/100 г почвы, соответственно, рН<sub>водн</sub> – 6,7 (ГОСТ 26483–85).

Эмиссию CO<sub>2</sub> определяли в режиме оперативного мониторинга с интервалом в 7 суток в период с 9.06 по 2.09 в течении трех лет, в трехкратной повторности абсорбционным методом. Содержание мортмассы – путем отмывки негумифицированного органического вещества водой на сите с диаметром ячеек 0,25 мм, общего углерода в почве – по методу Тюрина в модификации Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель.

Мониторинг эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы проводили в зависимости от погодных условий (температуры воздуха, количества выпавших осадков) в течение вегетации сель-

кг CO<sub>2</sub>/га в сутки



Рисунок 1. Динамика эмиссии CO<sub>2</sub> из пахотной почвы за вегетационный период (в среднем 2019–2021 гг.)

скохозяйственных культур. Отбор почвенных проб был выполнен на трех площадках: парующая (без применения удобрений); под яровой мягкой пшеницей по паровому предшественнику (без применения удобрений) и под этой же культурой (предшественник – пар) с внесением минеральных удобрений в дозе N<sub>18</sub>P<sub>42</sub> на гектар севооборотной площади.

Результаты исследований показали, что при начальном определении (в первой декаде июня, в фазу кущения) количество диоксида углерода из почвы по вариантам опыта существенно не различалось 55,5...60,8 кг CO<sub>2</sub>/га в сутки (рис. 1). Следует отметить, что в интервале (18.06–19.07, фаза цветение), активного роста культуры, продуцирование CO<sub>2</sub> было выше под растениями яровой пшеницы в сравнении с паровым участком. Это объясняется в первую очередь значительным вкладом в суммарный сток CO<sub>2</sub> дыхания корневой системы растений. В последний летний месяц дифференциации по эмиссии CO<sub>2</sub> в вариантах опыта не наблюдалось (рис. 1).

Анализ динамики эмиссии CO<sub>2</sub> за вегетационный период в зависимости от тепло- и влагообеспеченности (рис. 2) показал, что при снижении количества осадков (с 19.07 по

16.08, фаза колошения, начала налива зерна) наблюдалось плавное уменьшение эмиссионной составляющей CO<sub>2</sub>. Складывающиеся условия в этот интервал исследований, высокая температура воздуха и низкая полевая влагоемкость, обусловили торможение микробиологических процессов в почве, снизив тем самым почвенное дыхание.

Изменение запаса почвенного углерода определяется его поступлением с растительными остатками и органическими удобрениями, а также потерями при минерализации. Агроценозы по сравнению с естественными растительными формациями отличаются видовым составом растений и отчуждением значительной части продукции, что сказывается на количестве поступающего растительного материала в почву [7, 8]. Тем не менее, приход растительных остатков в почву способствует пополнению фонда лабильного органического вещества (ЛОВ).

В наших исследованиях почвенную секвестрацию органического углерода и депонирование его под растениями яровой мягкой пшеницы оценивали по количеству мортмассы и содержанию гумуса в почве в зависимости от применения минеральных удобрений (таблица).

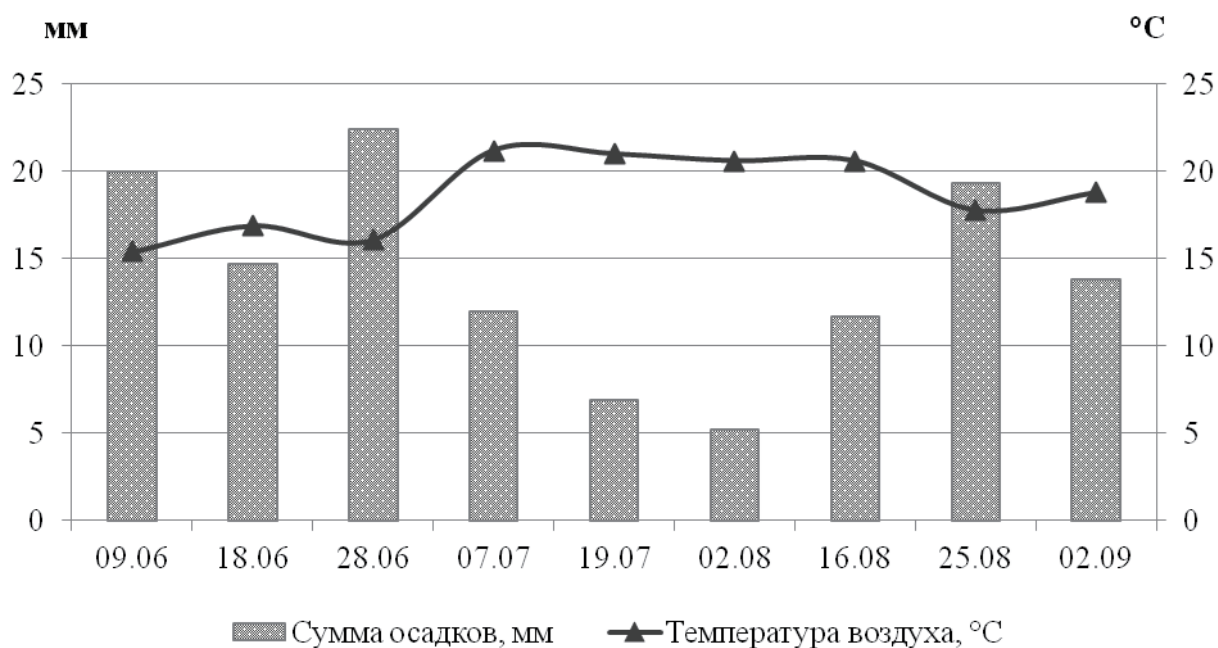


Рисунок 2. Метеорологические показатели за вегетацию в среднем 2019–2022 гг., по данным «Обь-Иртышского ОГМС»

Таблица 1. Содержание гумуса и запасов мортмассы в пахотном слое почвы (0–25 см)

Вариант	Гумус, %	Запасы мортмассы, т/га
Без удобрений	6,45	9,86
N <sub>18</sub> P <sub>42</sub>	6,57	10,9
<b>HCP<sub>05</sub></b>	<b>0,08</b>	<b>0,86</b>

Внесение минеральных удобрений под яровую пшеницу обеспечило дополнительный сбор зерна более чем 30%. В совокупности с зерновой продуктивностью формируется соответствующее количество дополнительной продукции (солома, корни и т.д.). Это и определяет приходную статью почвенного органического углерода. Запасы мортмассы в почве под растениями яровой мягкой пшеницы (фон внесения удобрения) возрастали на 11%, в сравнении с фоном без удобрений. Что дает возможность говорить о повышении секвестрации органического углерода при улучшении условий минерального питания культуры. Содержание гумуса в почве этой опытной площадки увеличилось на 0,12% в сравнении с соответствующим вариантом без удобрений. Прослеживалась положительная тенденция к депонированию органического углерода.

Таким образом, исследованиями установлено, что продуцирование диоксида углерода из лугово-черноземной почвы в большей степени зависит от типа землепользования и условий увлажнения. Применение минеральных удобрений в агроценозах обеспечивает положительную тенденцию увеличения секвестрации и депонирования органического углерода.

## CO<sub>2</sub> EMISSIONS IN AGROCENOSSES OF THE OMSK IRTYSH REGION

*N. A. Voronkova, N. F. Balabanova*

*Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia*

*[natascha.balabanowa@mail.ru](mailto:natascha.balabanowa@mail.ru)*

**ABSTRACT.** The results of monitoring the production of CO<sub>2</sub> from arable soils depending on abiotic factors (air temperature, precipitation) and crop cultivation are analyzed. A comparative assessment of the fallow field and spring wheat during the growing season showed that large losses of carbon in the form of CO<sub>2</sub> are characteristic of soils under spring wheat plants and are associated with a significant contribution to the total flow of respiration of the root system of plants during the period of intensive growth. A decrease in the emission component of CO<sub>2</sub> was noted with a decrease in moisture availability, which is due to the inhibition of biological processes in the soil.

**Keywords:** *agrocenosis, CO<sub>2</sub> emission, organic carbon, meadow-chernozem soil, environmental factors*

### Литература

- <sup>1</sup> Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. М.: Наука, 2007. 315 с.
- <sup>2</sup> Семенов В. М., Когут Б. М., Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
- <sup>3</sup> А. А. Титлянова, А. В. Наумов, Потери углерода из почв Западной Сибири при их сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 1995. № 11. С. 1357-1362.
- <sup>4</sup> Ларионова А. А., И. Н. Курганова, В. О. Лопес де Гереню и др. Эмиссия диоксида углерода из агросерых почв при изменении климата // Почвоведение. 2010. № 2. С. 186-195.
- <sup>5</sup> Курганова И. Н., Семенов В. М., Кудеяров В. Н. Климат и землепользование как ключевые факторы стабильности органического вещества в почвах // Доклады академии наук. 2019. **т.** 489. № 6, **с.** 646-650.
- <sup>6</sup> Dencs M., Horel Á., Bogunovic I., Tóth E. Effects of Environmental Drivers and Agricultural Management on Soil CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O Emissions // Agronomy. 2021. No. 11(1). P. 1-20.
- <sup>7</sup> Балабанова Н. Ф., Воронкова Н. А., Волкова В. А., Цыганова Н. А. Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве при длительном применении удобрений // Земледелие. 2020. № 2. С. 7-9.
- <sup>8</sup> Шарков И. Н., Самохвалова Л. М., Мишина П. В., Шепелев А. Г. Влияние пожнивных остатков на состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Западной Сибири // Почвоведение. 2014. № 4. С. 473-479.