

## ДИНАМИКА ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ТОРФЯНОЙ И ВЫРАБОТАННОЙ ПОЧВАХ ПОД ЛЕСНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРОЙ

<sup>1,2</sup>Уланов Николай Анатольевич, <sup>1</sup>к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, мелиорации, землеустройства и химии, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»; <sup>2</sup>с.н.с. Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»  
E-mail: [bolotoagro50@mail.ru](mailto:bolotoagro50@mail.ru)

**Аннотация:** В статье приведены результаты наблюдений за эмиссией CO<sub>2</sub> на торфяных и выработанных почвах, используемых под лесной и сельскохозяйственной культурами.

**Ключевые слова:** дыхание почвы, углекислый газ, торфяные и выработанные почвы, кормовые культуры, лесные культуры, удобрительный фон.

**Введение.** Процесс болотообразования сопровождается накоплением и закреплением в торфе большого количества атмосферного углерода. После осушения болота торфонакопление сменяется торфоразрушением. Окисление органического вещества торфа сопровождается возвратом накопленного углерода обратно в атмосферу в виде различных углеродсодержащих газов (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> и др.). По некоторым данным [1, 2], 60-80% от общей эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы приходится на гетеротрофную деятельность почвенных микроорганизмов, а остальная часть на «дыхание» корней растений и химические процессы. Эмиссия CO<sub>2</sub> – показатель весьма динамичный, способный меняться даже в течение суток, а также зависящий от большого количества факторов. Многими специалистами было отмечено совпадение суточных изменений «дыхания» с изменениями температуры почвы. Так, наибольшая эмиссия CO<sub>2</sub> приходится на 11-14 часов (полдень), а наименьшая на 3-6 часов (утренние часы).

Аналогичная зависимость от температурного режима и влажности почвы наблюдается в сезонной динамике выделения CO<sub>2</sub>. Согласно исследованиям [3-6], минимальная эмиссия CO<sub>2</sub> приходится на конец весны и начало осени, когда влажность почвы увеличивается, а температура снижается, а максимальная – на июль-август. В незначительной степени эмиссия CO<sub>2</sub> может наблюдаться и в декабре, при отсутствии снежного покрова или продолжительной оттепели.

**Цель.** Охарактеризовать динамику эмиссии CO<sub>2</sub> в течение сезона под различными вариантами использования выработок, а также оценить влияние отдельных факторов на динамику этого процесса.

**Материалы и методы.** Для изучения динамики эмиссии CO<sub>2</sub> был выбран осушенный низинный торфомассив «Гадовское», расположенный в центральной части Кировской области. В качестве объектов наблюдений были выбраны следующие участки: 1 – участки торфомассива, освоенные под сельскохозяйственное использование: однолетние травы, многолетние травы бессменно (сенокос) – 45 лет, долголетнее культурное пастбище бессменно – 85 лет, пар чистый бессменно – 45 лет, многолетние травы на минеральной почве; 2 – участки торфомассива, находящиеся под искусственными и естественными лесопосадками: искусственные посадки сосны в условиях благоприятного водного режима при мощности торфа 0,2 м, естественный березовый лес в условиях благоприятного водного режима при мощности торфа > 1м, зона естественного залесения в условиях избыточного увлажнения при мощности торфа > 1м, где древесный ярус весьма угнетен и в возрасте 30-40 лет имеет высоту 5-7 м. Для измерения эмиссии CO<sub>2</sub> применяются различные методики. В нашем случае, был использован полевой метод Шатнова В.И. (1952) в модификации Макарова (1970) [1], как один из наиболее доступных в техническом плане.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследований было установлено, что максимальное количество углекислоты, независимо от режима использования почвы, выделяется в июле (в среднем 1,75 т/га), что вполне согласуется с данными других авторов по разным почвенно-климатическим зонам [4, 7, 8]. Минимальное количество углекислоты выделялось в мае и сентябре (в среднем 1,03 и 0,88 т/га соответственно), в виду высокой влажности почвы и низкой температуры воздуха в эти месяцы (Табл. 1). Среди всех участков, освоенных под сельскохозяйственное использование, на протяжении всего периода вегетации показателями наибольшей эмиссии CO<sub>2</sub> отличались долголетнее культурное пастбище и сенокос (7,03 и 7,89 т/га в сумме за сезон соответственно) (Табл. 1).

Таблица 1 -Влияние режима использования торфяной почвы на эмиссию CO<sub>2</sub> т/га, 2021.

	Пастбище	Сенокос	Однолетние травы	Пар чистый	Среднее
Май	1,38	1,16	0,81	0,77	1,03
Июнь	1,62	2,24	1,50	1,17	1,63
Июль	1,70	1,67	1,81	1,82	<b>1,75</b>
Август	1,21	1,76	1,12	1,18	1,32
Сентябрь	1,12	1,06	0,67	0,66	0,88
Сумма	<b>7,03</b>	<b>7,89</b>	5,91	5,60	

Аналогичные результаты были получены у Б.Н. Макарова (1988) [8]: максимальное количество углекислоты выделяется из почвы под многолетними травами в период максимального роста перед первым укосом, что в 1,5-2,0 раза больше, чем в чистом пару.

Для того, чтобы более детально оценить величину эмиссии CO<sub>2</sub> непосредственно в атмосферу, мы определили долю выделившейся из почвы углекислоты, которая перехватывается надземной фитомассой растений и расходуется на фотосинтез. Для этого на всех вариантах параллельно с прозрачными сосудами, устанавливаемыми на почву с травой, были применены непрозрачные сосуды, которые устанавливались на почву, предварительно лишенную растительности, с тем, чтобы исключить потери углекислоты на фотосинтез. Наблюдения проводились в месяцы с наибольшей и наименьшей величиной эмиссии.

Согласно полученным данным, величина эмиссии CO<sub>2</sub> на торфяной почве в среднем больше, чем на минеральной. Но именно на минеральной почве под многолетними травами отмечена наибольшая доля углекислоты, расходуемой на фотосинтез – до 86%, следом идет пастбище – до 64% (Табл. 2).

Таблица 2-Влияние режима использования торфяной почвы на эмиссию CO<sub>2</sub> т/га, 2022.

Вариант			Июль			Сентябрь		
			Эмиссия	Пошло на фотосинтез		Эмиссия	Пошло на фотосинтез	
				т/га	%		т/га	%
Пастбище	NPK	с травой	0,87	0,80	48	0,78	0,12	13
		без травы	<b>1,67</b>			<b>0,90</b>		
	Б/у	с травой	0,57	1,00	64	0,41	0,58	58
		без травы	<b>1,57</b>			<b>0,99</b>		
Сенокос		с травой	1,73	0,20	10	0,62	0,36	37
		без травы	<b>1,93</b>			<b>0,99</b>		
Однолетние		с травой	1,04	1,01	49	0,69	0,05	6
		без травы	<b>2,05</b>			<b>0,74</b>		
Минеральная почва		с травой	0,22	1,36	86	0,15	0,34	69
		без травы	<b>1,58</b>			<b>0,48</b>		
Пар			<b>1,55</b>	-	-	<b>0,31</b>	-	-
Посадки сосны		с травой	1,31	-	-	0,52	-	-
		без травы	<b>1,02</b>			<b>0,34</b>		
Естественный березовый лес		с травой	1,48	-	-	0,89	0,20	18
		без травы	<b>1,25</b>			<b>1,09</b>		
Участок естественного залесения		с травой	0,76	0,20	21	0,44	-	-
		без травы	<b>0,96</b>			<b>0,16</b>		

На пастбище также было проведено сравнение вышеупомянутых параметров с учетом применения удобрений. Отмечено, что на вариантах без применения удобрений процент углекислоты, расходуемой на фотосинтез всегда был выше (58-64%), чем на вариантах, где удобрения вносились (13-48%).

Достоверных различий в величине эмиссии  $\text{CO}_2$  из почвы на участках с различным удобрительным фоном без учета растительности не отмечено.

В целом, под лесом величина эмиссии (до 1,25 т/га) в летний период значительно ниже, чем на участках, освоенных под сельскохозяйственное использование (до 2,05 т/га – однолетние культуры). Другим отличием лесных вариантов можно считать неуверенную величину углекислоты, пошедшей на фотосинтез, которая на сельскохозяйственной территории отмечалась во всех случаях. Отчасти это связано с тем, что почвенный растительный покров под лесом менее развит, а поверхность почвы покрыта в большей степени гниющим опадом, который не только не расходует углекислоту на фотосинтез, но, наоборот, увеличивает эмиссию  $\text{CO}_2$  из почвы в атмосферу на уровне замера. Вероятно, на уровне крон древесного яруса перехват углекислоты и осуществляется, но в приземном слое воздуха это не всегда отмечается. Как видно из данных таблицы 2, отметить незначительный перехват углекислоты удавалось на участках с естественным залесением и естественным березовым лесом, где почвенный растительный покров представлен более развитым травяным ярусом, чем под сосновыми лесопосадками, поверхность почвы под которыми в большей степени представлена гниющей лесной подстилкой, чем живыми растениями. Из данных, полученных на вариантах под лесом, можно также отметить, что на участке с избыточным увлажнением (УГВ = 40 см), величина эмиссии  $\text{CO}_2$  ниже, чем на участках с благоприятным водным режимом (УГВ = 130 см).

**Выводы.** Установлено, что максимальное выделение  $\text{CO}_2$  происходит под многолетними травами в период их максимального роста – июнь-июль. Минимум эмиссии приходится на конец весны-начало осени, в связи с переувлажнением почвы и низкой температурой воздуха. Наибольшая доля углекислоты, расходуемой на фотосинтез, отмечается под многолетними травами, особенно на минеральной почве (до 86%), при внесении удобрений эта доля снижается.

В целом, величина эмиссии  $\text{CO}_2$  под лесными культурами ниже, чем на участках, освоенных под сельскохозяйственное использование. Доля углекислоты, расходуемой на фотосинтез в приземном слое воздуха, здесь незначительна, либо отсутствует, в связи с менее развитым травяным ярусом. Условия избыточного увлажнения здесь, как и на сельскохозяйственных землях, способствуют снижению эмиссии  $\text{CO}_2$  из почвы.

#### Библиографический список

1. Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. Гидрометеиздат, 1988. – 247 с.
2. Титлянова А.А., Тесаржова М. Режимы биологического круговорота. Наука. Сиб. отделение, 1991. – 150 с.

3. Донских И.Н. Почвенные режимы в освоенных низинных торфяных почвах Северо-Запада РСФСР: автореферат диссертации доктора с.-х. наук: 03.00.27. Л.:Пушкин, 1982. – 51 с.
4. Наумов А.В, Сезонная динамика и интенсивность выделения CO<sub>2</sub> в почвах Сибири // Почвоведение. № 12, 1994. – С. 77-83.
5. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. – Киров, 2005. – 320 с.
6. Шилова Н.А. Оценка динамики CO<sub>2</sub> при систематическом использовании удобрений в посевах однолетнего люпина // Высоко эффективные системы использования органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов. Сб. науч. трудов, 2012. – С. 202-208.
7. Инишева Л.И., Белова Е.В. Агрохимические, биологические свойства и режимы осушенных агроторфяных почв // Агрохимия. № 4, 2003. – С. 22-28.
8. Макаров Б.Н. Газовый режим почв. – М.: Агропромиздат, 1988. – 104 с.
9. Агробиотехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.