

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

^{1,2}Уланов Николай Анатольевич, ¹к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, мелиорации, землеустройства и химии, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»; ²с.н.с. Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
E-mail: bolotoagro50@mail.ru

Аннотация: В статье приведены результаты наблюдений за эмиссией CO₂ 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 (CH₄, CO₂ и др.). По некоторым данным [1, 2], 60-80% от общей эмиссии CO₂ с поверхности почвы приходится на гетеротрофную деятельность почвенных микроорганизмов, а остальная часть на «дыхание» корней растений и химические процессы. Эмиссия CO₂ – 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 CO₂ 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 CO₂. Согласно исследованиям [3-6], минимальная эмиссия CO₂ приходится на конец весны и начало осени, когда влажность почвы увеличивается, а температура снижается, а максимальная – на июль-август. В незначительной степени эмиссия CO₂ может наблюдаться и в декабре, при отсутствии снежного покрова или продолжительной оттепели.

Цель. Охарактеризовать динамику эмиссии CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ применяются различные методики. В нашем случае, был использован полевой метод Штатнова 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 CO₂ 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 CO₂ 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	1,75
Август	1,21	1,76	1,12	1,18	1,32
Сентябрь	1,12	1,06	0,67	0,66	0,88
Сумма	7,03	7,89	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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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	1,67			0,90		
	Б/у	с травой	0,57	1,00	64	0,41	0,58	58
		без травы	1,57			0,99		
Сенокос		с травой	1,73	0,20	10	0,62	0,36	37
		без травы	1,93			0,99		
Однолетние		с травой	1,04	1,01	49	0,69	0,05	6
		без травы	2,05			0,74		
Минеральная почва		с травой	0,22	1,36	86	0,15	0,34	69
		без травы	1,58			0,48		
Пар			1,55	-	-	0,31	-	-
Посадки сосны		с травой	1,31	-	-	0,52	-	-
		без травы	1,02			0,34		
Естественный березовый лес		с травой	1,48	-	-	0,89	0,20	18
		без травы	1,25			1,09		
Участок естественного залесения		с травой	0,76	0,20	21	0,44	-	-
		без травы	0,96			0,16		

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 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 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 CO_2 ниже, чем на участках с благоприятным водным режимом (УГВ = 130 см).

Выводы. Установлено, что максимальное выделение 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 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 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 CO₂ 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 CO₂ 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.