

менные проблемы адаптивного земледелия Сибири. – Улан-Удэ, 2006. – С. 78-84.

4. Головатый С.Е. Влияние содержания натрия и хлора на урожайность яровых зерновых культур / С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич, Н.К. Лукашенко // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 148-156.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

6. Заболоцкая Т.Г. Биологический круговорот элементов в агроценозах и их продуктивность / Т.Г. Заболоцкая. – Л.: Наука, 1985. – 179 с.

7. Игловиков В.Г., Ольящев А.И., Киреев В.Н. и др. Повышение качества и эффективности использования кормов / В.Г. Игловиков, А.И. Ольящев, В.Н. Киреев. – М.: Колос, 1983. – 317 с.

8. Йонева Ж. Биометрические показатели и осмотический потенциал органов растений в условиях хлоридного засоления / Ж.Йонева, А.Е. Петров-Спиридонов // Известия ТСХА. – 1995. – Вып. 3. – С. 120-125.

9. Кабузенко С.Н. Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физиолого-биохимические функции растений на ранних этапах онтогенеза: автореф. дис... д-ра биол. наук. – Киев: Киев. ун-т им. Т.Шевченко, 1997. – 47 с.

10. Кук Дж.У. Регулирование плодородия почвы / Дж.У. Кук. – М.: Колос, 1970. – 520 с.

11. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. – М., 1993. – 87 с.

12. Меркушева М.Г. Биопродуктивность и распределение химических элементов в растениях овса при применении минеральных удобрений на аллювиальной луговой

почве Забайкалья / М.Г. Меркушева, С.Р. Гармаев, Л.Л. Убугунов, Л.Н. Болонева // Агрохимия. – 2003. – № 5. – С. 13-18.

13. Меркушева М.Г. Биологический круговорот макро- и микроэлементов в пойменных ценозах Забайкалья / М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, С.Р. Гармаев. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2003. – 214 с.

14. Тырина З.Д. Овес в Читинской области / З.Д. Тырина. – Чита, 1988. – 111 с.

15. Убугунов Л.Л. Агрохимическая оценка хлорида натрия как удобрения естественных пойменных травостоев Западного Забайкалья / Л.Л. Убугунов, И.М. Андреева, М.Г. Меркушева // Агрохимия. – 2012. – № 3. – С. 32-40.

16. Убугунов Л.Л. Свойства и плодородие неорошаемых и орошаемых аллювиальных дерновых почв Забайкалья / Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, В.И. Убугунова // Почвоведение. – 1994. – № 1. – С. 81-87.

17. Федяева Т.Ю. Биометрические показатели у кукурузы при постоянном и прогрессирующем хлоридном засолении / Т.Ю. Федяева, А.Е. Петров-Спиридонов // Известия ТСХА. – 1988. – Вып.3. – С. 99-103.

18. Carmen L.B. Are root hydraulic conductivity responses to salinity controlled by aquaporins in broccoli plants / L. B.Carmen, C.Garcia-Viguera, M. Carvajal // Plant and Soil. – 2006. – P. 279.

19. Hempler K. Spuren-und Sekundarnährstoffe im Pflanzenbau / Hempler K. – Frankfurt am Main, 2001. – 64 с.

20. Shout P. P. Chlorine in Plant Nutrition experiments with plants in nutrient solutions establish chlorine as a micronutrient essential to plant growth / P. P.Shout, C. M. Yohnson, T. C. Broyer // California agriculture, September, 1956, № 9. P. 10.

УДК 631.433.53:574.4(571.53)

**Е. В. Матвеева, Ш. К. Хуснидинов**

ФГБОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Иркутск

## **ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ CO<sub>2</sub> В ЭКОСИСТЕМАХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

**Ключевые слова:** козлятник восточный, свербига восточная, горец растопыренный (забайкальский), чистый пар, луговой биогеоценоз, лесной биогеоценоз, залежь, эмиссия, углекислый газ, многолетние травы, экосистема, органическое вещество, светло-серая лесная почва.

Отражены результаты исследований по эмиссии углекислого газа из светло-серой лесной почвы в различных экосистемах. Дана оценка выделения  $\text{CO}_2$  в естественных экосистемах: лес, луг и в агроэкосистемах: чистый пар, посеvy многолетних трав. Определена зависимость выделения диоксида углерода от температуры почвы. Приведены показатели накопления органического вещества под влиянием многолетних трав. Смоделирован процесс разложения органического вещества, с помощью закладки в почвенный профиль льняного полотна.

**E. Matveeva, Sh. Khusnidinov**

FSBEI HPE "Irkutsk State Academy of Agriculture", Irkutsk

## THE INTENSITY OF $\text{CO}_2$ EMISSIONS IN ECOSYSTEMS OF THE BAIKAL REGION

**Keywords:** goat's rue, oriental bunias, jointweed, complete fallow, meadow biogeocenosis, forest biogeocenosis, layland, emission, carbon dioxide, perennial grasses, ecosystem, organic matter, light-gray forest soil.

*The results of studies on carbon dioxide emissions from light-gray forest soil in different ecosystems have been discussed in the article. The estimation of  $\text{CO}_2$  emissions in such natural ecosystems as forest, meadow and agro-ecosystems of complete fallow and of perennial grasses is given. The dependence of the carbon dioxide emission on soil temperature is defined. The indexes of the accumulation of organic matter under the influence of perennial grasses are given. The process of decomposition of organic matter has been modeled by laying flaxen linen in the soil profile.*

**Введение.** Экосистема - это «объективно» существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы. В экосистеме все живые и неживые её элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом вещества и энергии.

Агроэкосистемы включают в себя экологические, экономические и социальные компоненты. Её стабильность поддерживается за счет дополнительной энергии [10].

Особенностью естественных экосистем является то, что они по сравнению с агроэкосистемами обладают устойчивостью. Для них присуще большое видовое разнообразие. В естественных экосистемах происходит замкнутый круговорот вещества. Здесь ежегодно в большом количестве в почву поступает растительный опад, что оказывает большое влияние на «дыхание» почвы [2].

«Дыхание почвы» является основным источником  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Оно включает дыхание корней, микроорганизмов и почвенных животных. Огромное количество  $\text{CO}_2$  потребляется расте-

ниями в процессе фотосинтеза.

Интенсивность процесса продуцирования углекислого газа в почве количественно определяет одну из расходных составляющих баланса углерода экосистемы, характеризующего функциональное состояние биogeоценоза в целом и в каждый конкретный момент времени [11].

Почвы участвуют в балансе  $\text{CO}_2$ , связывая их в различных формах или, наоборот, способствуя их высвобождению в атмосферу. В биогеохимическом круговороте углерода почве принадлежит основная роль, поскольку она служит важнейшим накопителем органического вещества, представленного органическими остатками и гумусом, которые служат одновременно и аккумулятором, и донором  $\text{CO}_2$ . Почвенный покров своей газовой функцией (по отношению к углероду) выполняет в биосфере важнейшую роль поддержания современного оптимального климата.

Эмиссия углерода из почвенного покрова в виде  $\text{CO}_2$  на порядок превышает техногенный выброс этого газа ( $55 \pm 14$  млрд. т/год против  $4,8 \pm 0,6$ ) [6].

Процессы выделения  $\text{CO}_2$  из почвы

в различных экосистемах Предбайкалья имеют свою специфику и остаются слабоизученными. Вклад экосистем России в устойчивость биосферы и глобального климата, безусловно, значим и в настоящее время недооценен. В связи с этим актуальность нашего исследования не вызывает сомнений и связана с необходимостью инвентаризации основных наземных источников углекислого газа.

Кроме этого, изучение функций педосферы в ландшафтных и биосферных биогеохимических циклах углерода имеет большое значение для прогнозирования изменения запасов углерода в почвах в результате возможных планетарных изменений климата, а также различных антропогенно-техногенных воздействий [6].

**Объекты и методика исследований.** Целью исследований были вопросы, касающиеся изучения влияния различных экосистем: естественных (заlech, луг, лес) и агроэкосистем (многолетние травы, чистый пар) на выделение диоксида углерода в зависимости от температуры почвы и от процессов накопления и разложения органического вещества на светло-серых лесных почвах Предбайкалья.

В задачу исследований входило:

1. Произвести количественную оценку выделения углекислого газа из светло-серых лесных почв в зависимости от вида экосистем.

2. Определить количество органического вещества в агроэкосистемах.

3. Оценить интенсивность эмиссии  $\text{CO}_2$  из светло-серых лесных почв в зависимости от температуры почвы в течение вегетационного периода.

4. Определить скорость и степень распада льняного полотна.

Исследования проводились с 2011 по 2013 г. на опытном поле кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений Иркутской ГСХА.

Опыты закладывались на светло-серых лесных почвах. Почвы характеризуются низким естественным плодородием. Для этих почв характерна кислая

реакция среды и низкое содержание гумуса (1,8-2,1 %), общего азота (0,08-0,13 %), фосфора - 26 мг на 100 г почвы, калия - 10 мг на 100 г почвы [9].

Схема опыта:

1. Агроэкосистемы: чистый пар, козлятник восточный, горец растопыренный (забайкальский), свербига восточная.

2. Естественные экосистемы: залежь, луговой биогеоценоз, лесной биогеоценоз.

Учёт количества углекислого газа из почвы проводили абсорбционным методом в модификации И.Н. Шаркова [12; 13]. Учёт массы корней в агроэкосистемах проводили по методике Н.З. Станкова [8]. Учет степени распада льняного полотна проводился по общепринятой методике [1].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Наблюдения, проведенные в экспериментальных экосистемах в течение вегетационных сезонов 2011-2013 г., свидетельствовали о неравномерности процессов выделения  $\text{CO}_2$  (табл. 1).

На протяжении всего периода наблюдений эмиссия углекислого газа из светло-серых лесных почв была меньшей в агроэкосистемах, чем в естественных экосистемах.

По данным И.Н. Николаевой, под лесом и травами концентрация  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе в 1,5-2,0 раза больше, чем на обрабатываемых полях [3].

Наиболее высокая интенсивность выделения углекислого газа из почвы имела место в естественных экосистемах. Максимальный показатель выделения углекислого газа за весь период наблюдений зафиксирован в варианте луговой биогеоценоз (1011 г/м<sup>2</sup>). Наименьшее выделение диоксида углерода из почвы было характерно для варианта чистый пар (493 г/м<sup>2</sup>).

Пик «выброса» диоксида углерода приходился на третью декаду июля как в агроэкосистемах, так и в естественных экосистемах. Минимальные значения эмиссии углекислого газа в агроэкосистемах были зафиксированы в третьей

**Таблица 1** – Эмиссия углекислого газа из светло-серых лесных почв в естественных и агроэкосистемах, 2011-2013 г., г/м<sup>2</sup>

Вариант	Годы	Дата проведения учета выделения CO <sub>2</sub>								Сумма за весь период
		25.05 26.05	10.06 11.06	25.06 26.06	10.07 11.07	25.07 26.07	10.08 11.08	25.08 26.08	10.09 11.09	
Чистый пар (контроль)	2011	2,4	3,4	4,4	2,4	4,8	3,0	2,2	5,8	354
	2012	3,3	3,8	6,5	8,5	7,1	5,9	4,8	4,5	618
	2013	2,5	2,5	3,1	6,9	4,9	9,2	3,7	5,6	509
Среднее		<b>2,7</b>	<b>3,2</b>	<b>4,7</b>	<b>5,9</b>	<b>5,6</b>	<b>6,0</b>	<b>3,6</b>	<b>5,3</b>	<b>493</b>
Козлятник восточный	2011	4,2	7,7	8,4	3,6	4,5	5,8	5,1	3,4	607
	2012	5,4	5,9	6,9	5,2	7,3	6,3	7,2	7,7	691
	2013	5,2	4,0	8,3	9,4	8,5	5,9	5,5	5,9	727
Среднее		<b>4,9</b>	<b>5,9</b>	<b>7,9</b>	<b>6,1</b>	<b>6,8</b>	<b>6,0</b>	<b>5,9</b>	<b>5,7</b>	<b>675</b>
Горец забайкальский	2011	3,8	6,9	5,0	3,1	3,3	4,0	4,9	3,2	480
	2012	4,7	4,3	4,5	4,5	8,4	6,2	5,3	6,1	593
	2013	4,3	3,0	5,8	5,5	6,2	7,7	5,1	4,8	584
Среднее		<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>5,1</b>	<b>4,7</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>5,1</b>	<b>4,7</b>	<b>552</b>
Свербига восточная	2011	4,0	5,0	4,9	4,1	3,5	5,0	4,4	5,8	481
	2012	4,9	5,8	5,0	4,2	8,9	5,4	5,8	6,1	626
	2013	5,3	7,5	6,1	6,4	7,9	7,5	5,2	5,8	605
Среднее		<b>4,7</b>	<b>6,1</b>	<b>5,3</b>	<b>4,9</b>	<b>6,8</b>	<b>6,0</b>	<b>5,1</b>	<b>5,9</b>	<b>571</b>
Залежь	2011	6,2	7,5	11,0	6,2	9,5	9,3	7,0	5,5	879
	2012	7,5	8,4	10,1	13,2	13,2	6,8	6,5	6,8	1020
	2013	5,5	6,2	9,5	8,0	9,6	7,3	5,8	6,0	805
Среднее		<b>6,4</b>	<b>7,4</b>	<b>10,2</b>	<b>9,1</b>	<b>10,8</b>	<b>7,8</b>	<b>6,4</b>	<b>6,1</b>	<b>901</b>
Луговой биогеоценоз	2011	7,4	7,8	11,9	6,9	10,7	9,7	7,2	5,9	955
	2012	8,1	9,3	12,7	9,9	17,0	6,8	7,1	6,0	1094
	2013	9,7	7,4	9,2	12,7	10,9	7,6	6,6	6,1	984
Среднее		<b>8,4</b>	<b>8,2</b>	<b>11,3</b>	<b>9,8</b>	<b>12,9</b>	<b>8,0</b>	<b>7,0</b>	<b>6,0</b>	<b>1011</b>
Лесной биогеоценоз	2011	6,2	6,5	10,9	7,4	8,3	11,0	6,8	6,5	884
	2012	5,1	6,3	6,3	8,4	11,7	7,8	6,9	4,9	816
	2013	6,6	6,4	9,4	10,4	10,9	8,2	6,7	6,3	910
Среднее		<b>6,0</b>	<b>6,4</b>	<b>8,9</b>	<b>8,7</b>	<b>10,3</b>	<b>9,0</b>	<b>6,8</b>	<b>5,9</b>	<b>870</b>

декаде мая, а минимальные показатели выделения CO<sub>2</sub> в естественных экосистемах отмечались в первой декаде сентября. В этот период времени среднесуточная температура воздуха снижалась, особенно ночные температуры. Вслед за этим снижалась и микробиологическая активность почвы.

Наблюдения показали, что общий сезонный максимум эмиссии углекислоты приходится на период максимального роста растений, либо совпадает с моментом интенсивного разложения вновь поступившего растительного опада.

Анализ интенсивности «дыхания» почвы по годам показал, что максимальное количество выделившегося CO<sub>2</sub> было зафиксировано в луговых биогеоценозах. В 2012 году он составил 1094 г/м<sup>2</sup>.

Итоговое количество CO<sub>2</sub> в варианте чистый пар было минимальным в 2011 году (354 г/м<sup>2</sup>). Такие показатели «дыхания» почвы связаны с отсутствием поступления свежего органического вещества в поле чистого пара.

Различие величин эмиссии углекислого газа из почв по угодьям в один период времени под разной растительностью при равных погодноклиматических условиях свидетельствует о том, что большое значение имеет общий запас живой биомассы, характер ее распределения и гумусированность почвы [7].

В процессе экспериментальных исследований нами установлено, что в посевах горца забайкальского поступает 16,5 т/га органического вещества в виде корневых и пожнивных остатков,

свербиги восточной 15,7 т/га, козлятника восточного 11,5 т/га в год.

Подъёмы и спады интенсивности дыхания почвы обуславливаются усилением или ослаблением микробиологи-

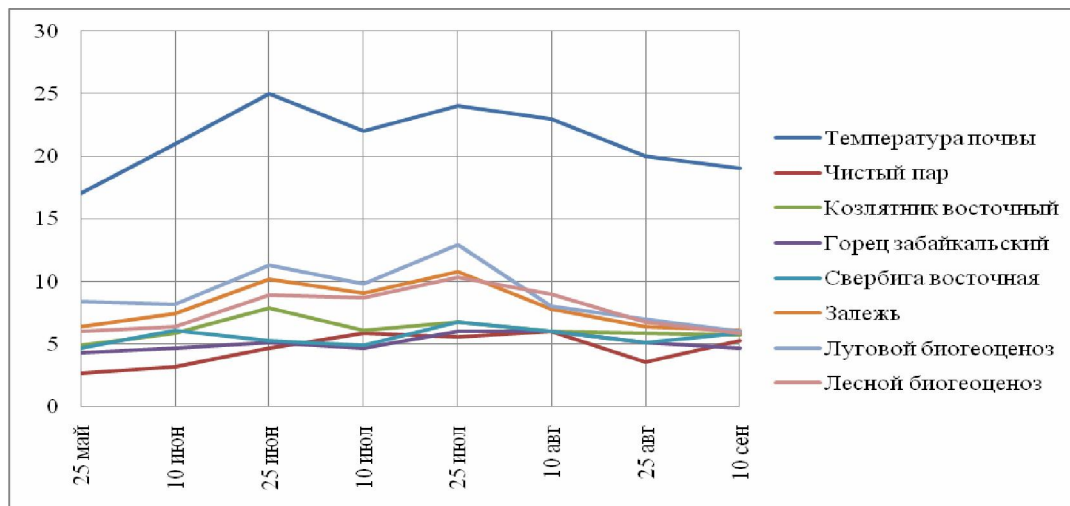
ческой активности, которая, в свою очередь, зависит от температуры почвы и поступления в неё легкоразлагаемого органического вещества [4].

**Таблица 2** – Температура почвы в слое 0-20 см (°C)

Годы	Дата проведения учета t °C							
	25-26.05	10-11.06	25-26.06	10-11.07	25-26.07	10-11.08	25-26.08	10-11.09
2011	15	21	25	20	24	25	21	19
2012	18	22	26	23	26	22	20	20
2013	17	21	24	24	23	23	20	19
Среднее	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>19</b>

Наблюдения показали, что динамика выделения CO<sub>2</sub> зависела от температуры почвы. На графике видно, что с подъемом температуры увеличивался выброс диоксида углерода, соответственно, с ее понижением наблюдалось

уменьшение выделения углекислого газа из светло-серых лесных почв в различных экосистемах. И только в варианте чистый пар наблюдались некоторые колебания, связанные с периодической обработкой почвы (рис.1).



**Рисунок 1** – Температура почвы и показатели выделения CO<sub>2</sub> в экосистемах

В период проведения экспериментальных исследований нами проводились опыты, связанные с моделированием процессов интенсивности разложения органического вещества.

Б.Н. Макаров отмечает, что количество разложившегося органического вещества и количество продуцированного CO<sub>2</sub> имеет прямую связь: чем больше разложилось органического вещества, тем больше выделилось углекислого газа [5].

Опыты по разложению органического вещества нами осуществлялись по-

средством закладки в почвенный профиль серой лесной почвы льняной ткани на глубину 10 см. Учет разложения льняной ткани нами проводился в течение вегетационного периода через каждые 30 дней.

Нами осуществлялся учет интенсивности разложения растительных остатков по убыли исходной массы. Разность в массе образцов указывает на количественное изменение растительного материала и интенсивность разложения его в условиях опыта (табл.3).

Таблица 3 – Степень распада льняного полотна, г

Вариант	Годы	Глубина закладки ткани, см.	Масса сухой ткани, г				Разложилось ткани, % к исходной массе		
			исходная	через один месяц	через два месяца	через три месяца	через один месяц	через два месяца	через три месяца
Чистый пар	2011	10	3,00	2,15	1,74	0,95	28,3	42,0	68,3
	2012	10	3,00	1,38	1,01	0,10	54,0	66,3	96,7
	2013	10	3,00	1,74	1,60	0,40	42,0	46,7	86,7
<b>Среднее</b>				<b>1,76</b>	<b>1,45</b>	<b>0,48</b>	<b>41,4</b>	<b>51,7</b>	<b>83,9</b>
Козлятник восточный	2011	10	3,00	2,70	2,32	1,57	10,0	22,7	47,7
	2012	10	3,00	2,64	1,79	1,28	12,0	40,3	57,3
	2013	10	3,00	2,56	2,09	1,70	14,7	30,3	43,3
<b>Среднее</b>				<b>2,63</b>	<b>2,07</b>	<b>1,52</b>	<b>12,2</b>	<b>31,1</b>	<b>49,4</b>
Горец забайкальский	2011	10	3,00	2,80	2,64	1,90	6,7	12,0	36,7
	2012	10	3,00	2,75	2,50	1,93	8,3	16,7	35,7
	2013	10	3,00	2,86	2,61	2,22	4,7	13,0	26,0
<b>Среднее</b>				<b>2,80</b>	<b>2,58</b>	<b>2,02</b>	<b>6,6</b>	<b>13,9</b>	<b>32,8</b>
Свербига восточная	2011	10	3,00	2,90	2,45	2,02	3,3	18,3	32,7
	2012	10	3,00	2,74	2,29	1,86	8,7	23,7	38,0
	2013	10	3,00	2,93	2,36	2,00	2,3	21,3	33,3
<b>Среднее</b>				<b>2,86</b>	<b>2,37</b>	<b>1,96</b>	<b>4,8</b>	<b>21,1</b>	<b>34,7</b>
Залежь	2011	10	3,00	2,60	1,65	0,88	13,3	45,0	70,7
	2012	10	3,00	2,30	1,34	0,52	23,3	55,3	82,7
	2013	10	3,00	2,54	1,50	0,53	15,3	50,0	82,3
<b>Среднее</b>				<b>2,48</b>	<b>1,50</b>	<b>0,64</b>	<b>17,3</b>	<b>50,1</b>	<b>78,6</b>
Луговой биогеоценоз	2011	10	3,00	2,90	2,34	1,80	3,3	22,0	40,0
	2012	10	3,00	2,80	2,12	1,94	6,7	29,3	35,3
	2013	10	3,00	2,90	2,21	0,75	3,3	26,3	75,0
<b>Среднее</b>				<b>2,87</b>	<b>2,22</b>	<b>1,50</b>	<b>4,4</b>	<b>25,9</b>	<b>50,1</b>
Лесной биогеоценоз	2011	10	3,00	2,95	1,95	1,56	1,7	35,0	48,0
	2012	10	3,00	2,92	1,58	1,43	2,6	47,3	52,3
	2013	10	3,00	2,72	1,82	0,89	9,3	39,3	70,3
<b>Среднее</b>				<b>2,86</b>	<b>1,78</b>	<b>1,29</b>	<b>4,5</b>	<b>40,5</b>	<b>56,9</b>

Наибольшая степень распада льняной ткани отмечена в варианте чистый пар - 83,9%, что является показателем интенсивности минерализационных процессов и отсутствие консервации органического вещества. Наименьшие показатели степени разложения отмечались в посевах многолетних трав: свербиги восточной и горца забайкальского - 34,7% и 32,8% соответственно.

В естественных экосистемах убыль исходной массы составила в луговом биогеоценозе - 50,1%, лесном биогеоценозе - 56,9%. Эти показатели отражают присутствие и активность микрофлоры,

разлагающей целлюлозу.

Разложение льняного волокна дает достаточно точное представление об интенсивности процессов разложения органического вещества и связанного с ним выделения углекислого газа. Интенсивность минерализации органического вещества определяется по степени и скорости распада льняной ткани. Определение интенсивности разложения растительного материала методом льняных полотен более объективно отражает состояние и активность микрофлоры почвы в естественных условиях поля.

Разложение естественных источни-

ков целлюлозы – льняного волокна – дает основание для выводов о специфике процесса трансформации органического вещества на светло-серых лесных почвах региона.

**Выводы.** 1. Проведенные исследования показали, что наиболее высокая интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  отмечалась в естественных экосистемах: луговой биогеоценоз ( $1011 \text{ г/м}^2$ ), лесной биогеоценоз ( $870 \text{ г/м}^2$ ), залежь ( $901 \text{ г/м}^2$ ). Наименьшее выделение диоксида углерода из почвы было характерно для варианта чистый пар ( $493 \text{ г/м}^2$ ).

2. Интенсивность «дыхания» в агроэкосистемах связана с накоплением органической массы. Экспериментальные многолетние травы синтезируют большое количество органического вещества в корневых и пожнивных остатках, при разложении которых выделяется  $\text{CO}_2$ . Интенсивность «дыхания» в поле чистого пара связана с обработкой почвы.

3. Установлена интенсивность и зависимость выделения  $\text{CO}_2$  от температуры почвы.

4. Наибольшая степень распада льняной ткани отмечена в варианте чистый пар – 83,9%. Наименьшие показатели степени разложения отмечались в посевах многолетних трав: свербиги восточной и горца забайкальского – 34,7% и 32,8% соответственно.

#### Библиографический список

1. Ганжара Н.Ф. Практикум по агропочвоведению / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М.: Агроконсалт, 2002. – 280 с.

2. Коробкин В.И. Экология: конспект лекций / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Изд.

2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 224с.

3. Ландина М.М. Почвенный воздух / М.М. Ландина. – Новосибирск: Наука, 1992. – 169 с.

4. Ларионова А.А. Влияние температуры и влажности почвы на эмиссию  $\text{CO}_2$  / А.А. Ларионова, Л.Н. Розанова // Дыхание почв.- НЦБИРАН: Пушкино, 1993. – С.68-73.

5. Макаров Б.Н. Газовый режим почвы / Б.Н. Макаров. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 105 с.

6. Мартынова Н.А. Химия почв: органическое вещество почв: учеб.-метод. пособие / Н.А. Мартынова. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 255 с.

7. Мильев Е.Ю. Интенсивность эмиссии  $\text{CO}_2$  почвами Селенгинского дельтового района Прибайкалья / Е.Ю. Мильев, Э.В. Цыбиков, Е.Э. Валова // Ученые записки ЗабГГПУ, 2012. – №1(42). – С.76-78.

8. Станков Н.З. Корневая система растений / Н.З. Станков. – М.: Издательство «Знание», 1969. – 32 с.

9. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья / Ш.К. Хуснидинов и др. – Иркутск, 2000. – 462 с.

10. Черников В.А. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев, А.И. Чекерес. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

11. Чимитдоржиева Э.О. Эмиссия диоксида углерода из постагрогенных степных и сухостепных почв западного Забайкалья / Э.О. Чимитдоржиева, Г.Д. Чимитдоржиева // Известия ТСХА – 2011. – № 2. – С.93–102.

12. Шарков И.Н. Определение интенсивности продуцирования  $\text{CO}_2$  почвой адсорбционным методом / И.Н. Шарков // Почвоведение. – 1984. – №7. – С.136-143

13. Шарков И.Н. Совершенствование адсорбционного метода определения выделения  $\text{CO}_2$  из почвы в полевых условиях / И.Н. Шарков // Почвоведение. – 1987. – №1. – С.127-133.