

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

С. В. ЗОНН и А. К. АЛЕШИНА

**О ГАЗООБМЕНЕ МЕЖДУ ПОЧВОЙ И АТМОСФЕРОЙ  
ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

*(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 18 VIII 1953)*

Выделение почвой  $\text{CO}_2$  в приземный слой воздуха происходит с различной интенсивностью в течение всего вегетационного периода. Исследования на почвах, занятых сельскохозяйственными культурами, показали, что выделение  $\text{CO}_2$  обусловлено дыханием корней (<sup>1-3</sup>), а сезонная изменчивость концентрации  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе — изменениями температурного режима почв.

Обращено внимание и на изучение газового режима лесных почв (<sup>4</sup>). Для них также принимается, что накопление  $\text{CO}_2$  происходит в результате выделения ее корнями и отчасти при разложении  $\text{CaCO}_3$  при наличии его в почвах (<sup>4</sup>). Почвы под лесными насаждениями отличаются от таковых под сельскохозяйственными культурами наличием на поверхности подстилки, состоящей из опада листьев и других частей деревьев.

Подстилка имеет различную мощность и строение, а запасы ее колеблются от 1—2 до 20—25 т/га, в зависимости от состава пород и климатических условий произрастания их. Подстилка представляет собой не только энергетический материал, но и наиболее благоприятную среду для развития фауны и микрофлоры. Последние используют ее в качестве источника питания и ускоряют процессы разложения и минерализации органического вещества до выделения свободной  $\text{CO}_2$ . Этим они способствуют переводу недоступных для растений органических и минеральных соединений в доступные к обогащению приземного слоя воздуха  $\text{CO}_2$ . Следовательно интенсивность газообмена между почвой и атмосферой может характеризовать поступление кислорода в почву и скорость биохимических процессов разложения органического вещества подстилки. Однако исследований в этом направлении не производилось.

Начатое нами изучение газообмена в приземном слое воздуха под пологом лесных насаждений проводится в искусственно созданных одновозрастных (18—22 г.) лесных посадках на маломощных черноземах Деркульской лесной опытной станции Института леса АН СССР, находящейся в Беловодском районе Ворошиловградской обл. Для этих целей был использован метод, предложенный Б. Н. Макаровым (<sup>3</sup>).

Полученные данные (см. табл. 1) показывают, что газообмен между почвой и приземным слоем воздуха тесно связан с характером растительности. При этом влияние полога ее сказывается различно в отдельные сроки вегетационного периода.

Интенсивность газообмена наиболее резко падает от 1 к 29 IX на пахотной площади и под насаждением из дуба и жимолости татарской. В первом случае это связано с вспашкой стерни, проведенной между 3 и 16 IX, а во втором, весьма вероятно, с массовым опадом листьев жимо-

лости, затормозившим биологические процессы. Дыхание почвы под лесной полосой изменяется скачкообразно, что обусловлено различной скоростью воздухообмена при разной скорости ветра, а также неравномерным распределением подстилки. Под насаждениями из дуба + ясень +

Таблица 1

Газообмен между почвой и атмосферой под пологом различной растительности\* (выделение  $\text{CO}_2$  в кг/га в час)

Характер растительности	1—3	16—17	24—29	13—14	12—14
	IX 52 г.	IX 52 г.	IX 52 г.	V 53 г.	VI 53 г.
Ковыльно-топчаковая степная поляна среди лесных насаждений	—	—	—	4,64	3,67
Стерня пашня-посев овса в междоузьях на прогоне	8,07**	2,68**	2,68***	4,64****	—
Лесная полоса шириной 60 м	1,98	17,85	3,30	—	—
Лесной массив из Д+Я+Аж. в возрасте 18 л.	10,15	10,50	10,42	4,64	4,89
Лесной массив из Д+Ж т. в возрасте 18—20 л.	7,54	5,85	2,93	6,84	8,31
Лесной массив чистого дуба в возрасте 20—22 л.	5,86	3,91	6,50	5,01	3,18

\* Все определения проводились в трехкратно повторности.

\*\* Стерня пшеницы.

\*\*\* Осенняя вспашка.

\*\*\*\* Посев овса.

дуба и жимолости. В других насаждениях, как и под травянистой растительностью, в это время существенных различий не наблюдается, что, видимо, связано с еще недостаточным развитием биологических процессов. Полученные данные показали резко выраженную динамичность процесса образования  $\text{CO}_2$  в отдельные периоды вегетации (весна — осень) и большее выделение  $\text{CO}_2$  из почв под лесными насаждениями.

Изучение газообмена на поверхности почвы с подстилкой и без нее на одних и тех же участках показало (табл. 2), что интенсивность его большая под пологом насаждений древесных пород с кустарниками, чем под насаждениями без них. При наличии кустарников повышается интенсивность газообмена и в почве, лишенной подстилки. Под насаждениями без кустарников газообмен более энергичен в подстилке, чем в почве. Это особенно наглядно сказывается при сопоставлении данных под насаждением из дуба с ясенем и

+ акация желтая и чистым дубом в сентябре интенсивность поступления  $\text{CO}_2$  была в 3—5 раз большей, чем на остальных участках. Это обусловлено большей мощностью подстилки и поздним сбрасыванием листьев дубом. Поэтому в подобных условиях биологические процессы с выделением  $\text{CO}_2$  протекают более длительное время, несмотря на понижение температур воздуха и почвы. Понижение температур к 24—29 IX наиболее резко сказалось на выделении  $\text{CO}_2$  на почвах, вспаханных под лесной полосой и в массиве из дуба и жимолости, в котором жимолость занимает до 50% площади, и где она в это время сбросила всю листву.

Весною и в начале лета (13 V—14 VI) выделение  $\text{CO}_2$  наиболее интенсивно под пологом лесных насаждений

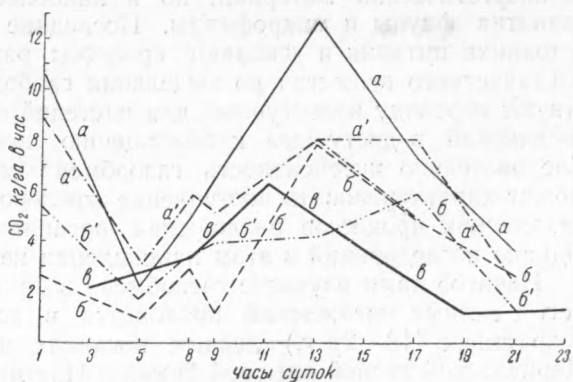


Рис. 1. Суточный ход выделение  $\text{CO}_2$  под пологом лесных насаждений (4 VI 1953). Насаждения: дуб + ясень + акация желтая: а — подстилка, б — почва; то же, но разреженное на 50% в 1952 г.: а' — подстилка, б' — почва; в — почва

акацией желтой с насаждением из дуба с ясенем и под чистым дубом. Повышение интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  почвой под чистым дубом 12—14 VI обусловлено физическим состоянием дубовой подстилки — ее пересыханием и, видимо, затуханием биологических процессов в ней.

Под насаждением дуб + жимолость татарская выделение  $\text{CO}_2$  то увеличивается в подстилке, то, наоборот, повышается из почвы, что, по видимому, связано с влажностью подстилки. Почвы без подстилки и без наличия продуктов разложения опада кустарников выделяют меньше  $\text{CO}_2$ , чем почвы, находящиеся под травянистой растительностью (табл. 1).

Осенью выделяется больше  $\text{CO}_2$ , чем весной, а под некоторыми насаждениями — чем и в начале лета, что связано с интенсивностью фотосинтеза растений, напряженностью биологических процессов в подстилке и почвах. В течение суток (рис. 1 и 2) отмечено два максимума выделения  $\text{CO}_2$ . Первый в полуденные (от 11 до 13 час.) часы дня и второй — от 24 до 1 часу ночи. В первом случае увеличение выделения  $\text{CO}_2$  связано с наибольшей интенсивностью биологической деятельности

населения подстилки и почвы, во втором — наиболее вероятно это обусловлено падением фотосинтеза растений, последствием дневной работы организмов и большей диффузией  $\text{CO}_2$  в воздух вследствие более высокой

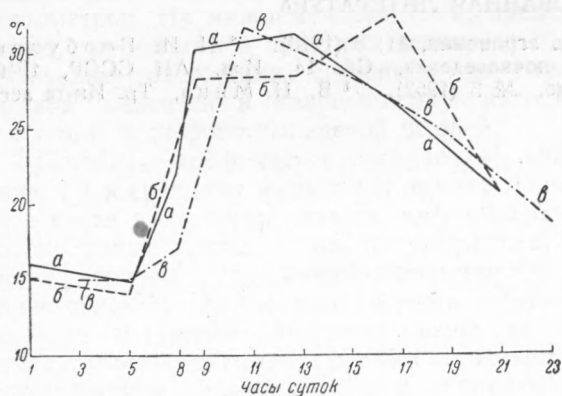


Рис. 2. Суточный ход температуры почвы под пологом лесных насаждений: а — дуб + ясень + акация желтая, б — то же, но разреженное на 50%, в — дуб + ясень

насаждении (дуб + ясень + акация). При разреживании насаждения (на 50% и полном удалении акации) эта разница сглаживается, что несомненно связано с мощностью подстилки и ее запасами.

Таблица 2

Влияние лесной подстилки на интенсивность газообмена в почвах (выделение  $\text{CO}_2$  в кг/га в час)

Объекты исследования	1—3 IX 52 г.	16—17 IX 52 г.	24—29 IX 52 г.	13—14 V 53 г.	12—14 VI 53 г.
----------------------	-----------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------

Под насаждением из дуба + ясень и акация желтая

Почва с подстилкой . . . . .	10,15	10,50	10,42	4,64	4,89
Почва без подстилки . . . . .	11,01	12,20	2,20	2,69	3,18

Под насаждением из дуба и ясени

Почва с подстилкой . . . . .	2,93	6,95	5,85	5,62	подстилки нет
Почва без подстилки . . . . .	4,40	1,22	0,98	1,71	2,93

Под насаждением дуб + жимолость татарская

Почва с подстилкой . . . . .	7,54	5,86	2,93	6,84	8,31
Почва без подстилки . . . . .	8,64	3,18	1,22	7,33	6,11

Под насаждением из чистого дуба

Почва с подстилкой . . . . .	4,91	3,91	6,50	5,01	3,18
Почва без подстилки . . . . .	3,55	2,71	5,02	1,95	6,60

температуры воздуха, чем подстилки и почвы. Однако ночное выделение  $\text{CO}_2$  требует дальнейших исследований, так как в этом процессе действует комплекс факторов, а не одна разность температур.

Эти же данные подтверждают, что под пологом леса подстилка является одним из основных источников обогащения приземного слоя воздуха углекислотой. Разность в содержании  $\text{CO}_2$ , выделившейся из подстилки и почвы, достигает 7,8 кг/га в час в наиболее полном

Еще более резко подчеркивает роль подстилки как источника  $\text{CO}_2$  суммарный учет ее за одни сутки. Над подстилкой ее выделилось 20,77 кг/га, а над почвой только 10,01 кг/га (14 V 53 г.).

Суточный ход выделения  $\text{CO}_2$  существенно различен по сезонам года. Наблюдения 24—25 IX 52 г. (см. табл. 3) показывают, что интенсивность выделения ее осенью из подстилки и из почвы резко снижается, а относительный максимум выделений в некоторых случаях перемещается на

Таблица 3

Суточный ход выделения  $\text{CO}_2$  из подстилки и из почвы (в кг/га в час)

Объекты	Часы	Подстилка	Почва
Дуб + ясень + акация желтая	7	10,42	2,20
	11	8,43	1,46
	15	7,41	4,18
	18	1,59	0,98
То же, но разрежено на 50%	7	1,71	0,85
	12	4,80	0,85
	16	3,18	1,60
Дуб + ясень — (вырублена) акация	9	5,86	0,98
	12	5,74	2,44
	16	6,72	4,52
	19	5,38	2,07

утренние часы. При сильном разреживании полога (на 50%) происходит наиболее резкое снижение выделения  $\text{CO}_2$  из подстилки и почвы. При удалении только акации желтой осенью выделение  $\text{CO}_2$  происходит на достаточно высоком уровне. Следовательно, под пологом полных и слабо разреженных насаждений в условиях степи биологические процессы и в осенний период не ослабевают. Сильное разреживание, наоборот, сказывается на снижении этих процессов, что обусловлено меньшим количеством энергетического материала и его большим высыханием и минерализацией за лето.

Результаты проведенных исследований позволяют наметить возможность объективного количественного учета интенсивности биологических процессов, происходящих в лесной подстилке и на поверхности почвы, а следовательно,

скорости и характера разложения лесного опада. Установлено, что ход этих процессов динамичен как по сезонам года, так и в течение суток, что связано с комплексом факторов, среди которых выявлено влияние температуры, наличие опада кустарников и степени разреженности лесного полога. Последнее позволяет намечать пути регулирования разложения подстилки лесохозяйственными мероприятиями.

Институт леса  
Академии наук СССР

Поступило  
8 VIII 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. Баранов, Журн. опытно-агрономии, 11, 3 (1910). <sup>2</sup> Н. И. Горбунов, В. М. Токарев, Пробл. сов. почвоведения, Сб. 14, Изд. АН СССР, 1946.  
<sup>3</sup> Б. Н. Макаров, Почвоведение, № 3 (1952). <sup>4</sup> В. Н. Мина, Тр. Ин-та леса АН СССР, 7 (1951).