

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРОИЗРАСТАНИИ

Ю. Д. Сироткин, В. Г. Ануфриева

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Фотосинтез — важный процесс жизнедеятельности растительного организма, это также наиболее отзывчивая на внешние воздействия функция растений. Анализ взаимоотношений между растениями включает и решение вопроса о влиянии компонентов фитоценоза на их ассимиляционную способность, поэтому фотосинтез сосны и ели — предмет постоянного внимания исследователей. Результаты экспериментального изучения этого процесса приводятся в работах [1, 2] и др. При оценке конкурентной способности сосны и ели к факторам окружающей среды авторы исследований [3 - 8] и др. изучали фотосинтез как биологический катализатор.

Нами ставилась задача изучить изменения процесса фотосинтеза в течение вегетационного периода при различном сочетании сосны и ели. С этой целью обследовались однолетние сеянцы сосны и трехлетние сеянцы ели, высаженные в вегетационные сосуды с промытым речным песком (60% влагоемкости) и выращенные в течение трех лет на смеси Прянишниковова (одна норма за вегетационный сезон). Сеянцы высаживались в сосуды в следующих соотношениях: 3 сосны и 3 ели (вариант 3С3Е), 4 ели и 2 сосны (вариант 4Е2С) и 4 сосны и 2 ели (вариант 4С2Е). Сосуды с однородным набором сеянцев (шесть в каждом) являлись контрольными.

Определялась интенсивность фотосинтеза радиометрическим методом. Перед проведением опыта стволики саженцев срезали и помещали в пробирки с водой, а затем в специальную герметически закрытую камеру из органического стекла, где они при равномерном солнечном освещении в течение 0,5 ч поглощали $C^{14}O_2$, полученную в камере от взаимодействия $BaC^{14}O_3$ и молочной кислоты. Во время экспозиции воздух в камере перемешивался вентилятором. Интенсивность фотосинтеза устанавливали по радиоактивности хвои подольных растений на установке Б-2 с торцовым счетчиком МСТ-17 в имп/мин · см² фотосинтезирующей поверхности с поправкой на фон и радиоактивный распад. Площадь поверхности хвои ели определяли по формуле Л.А. Иванова: $V = 2l\sqrt{a^2 + b^2}$, где l — длина; a — ширина; b — толщина хвои. Площадь хвои сосны определяли по формуле Тирена: $= \frac{1}{2} (1,137 v + r) 0,9$,

Таблица 1. Интенсивность фотосинтеза сосны и ели в культурах, $\frac{\text{имп/мин} \cdot \text{см}^2}{\%}$

Вариант	Порода	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего за сезон
Чистая ель	Е	$\frac{483}{58,1}$	$\frac{164}{19,7}$	$\frac{97}{11,7}$	$\frac{87}{10,5}$	$\frac{831}{100}$
	Е	$\frac{300}{44,8}$	$\frac{178}{26,6}$	$\frac{100}{15,3}$	$\frac{91}{13,6}$	$\frac{669}{100}$
4Е2С	С	$\frac{263}{26,9}$	$\frac{275}{28,2}$	$\frac{235}{24,1}$	$\frac{203}{20,8}$	$\frac{976}{100}$
	Е	$\frac{226}{45,3}$	$\frac{114}{22,8}$	$\frac{81}{16,2}$	$\frac{78}{15,7}$	$\frac{499}{100}$
3Е3С	С	$\frac{230}{21,3}$	$\frac{312}{28,9}$	$\frac{302}{28,0}$	$\frac{235}{21,8}$	$\frac{1079}{100}$
	Е	$\frac{365}{51,2}$	$\frac{141}{19,8}$	$\frac{110}{15,4}$	$\frac{97}{13,6}$	$\frac{713}{100}$
2Е4С	С	$\frac{355}{29,2}$	$\frac{371}{30,5}$	$\frac{273}{22,4}$	$\frac{218}{17,9}$	$\frac{1217}{100}$
Чистая сосна	С	$\frac{272}{26,5}$	$\frac{296}{28,8}$	$\frac{255}{24,8}$	$\frac{205}{19,9}$	$\frac{1028}{100}$

где l -- длина; b -- ширина; r -- толщина хвои. Ассимиляционная способность сосны и ели определялась в июне -- в период интенсивного роста побегов и хвои у сосны и ели, окончание ростовых процессов у вегетативных органов -- в июле, период закладки верхушечной почки, подготовка к зимнему периоду -- в августе, сентябре. Повторность опытов 6 -- 12-кратная.

Исследования показали (табл. 1), что в чистой культуре молодая хвоя ели поглощает наибольшее количество CO_2 . Так, в июне радиоактивность ее хвои достигала $483 \text{ имп/мин} \cdot \text{см}^2$, что составляет 58% потребляемой за сезон углекислоты. Однако уже в июле ее фотосинтетическая способность снижается в 3 раза, а в августе и сентябре потребление CO_2 этой

породой не превышает 10 – 12% ее ассимиляции за сезон. Хвоя же сосны в чистой культуре более равномерно, чем ель, использует CO_2 в вегетационном цикле, однако, в сентябре поглощение уменьшается в 1,5 раза. Максимальные показатели фотосинтеза ее отмечены в июле (296 имп/мин·см²), когда хвоя сосны потребляет 29% сезонного количества CO_2 . За вегетационный сезон сосна поглощает CO_2 (1028 имп/мин·см²) на 24% больше, чем ель (831 имп/мин·см²). Уменьшение интенсивности фотосинтеза по мере физиологического старения хвои и более низкая фотосинтетическая активность хвои ели по сравнению с хвоей сосны отмечены в работах [6, 7, 9].

В смешанной культуре при большом участии ели (вариант 4Е2С) также наблюдается снижение фотосинтетической деятельности ее от начала (47%) к концу (14%) вегетации, причем здесь более плавное, чем в чистой культуре. Максимальный фотосинтез ели (300 имп/мин·см²) в этом варианте, как и в чистой культуре, отмечен в июне, снижаясь в сентябре в 3,3 раза. По сравнению с чистой культурой ель здесь за сезон поглощает на 20% CO_2 меньше (669 имп/мин·см²). Фотосинтез сосны проходит аналогично чистой культуре, но на более низком количественном уровне, о чем можно судить как по максимальным июльским показателям его (275 имп/мин·см²), на 7% меньшим, чем в чистой культуре, так и по сезонному поглощению CO_2 (976 имп/мин·см² в чистой культуре).

При одинаковом участии пород (вар. 3Е3С) ель за сезон поглощает CO_2 на 40% меньше, чем в чистой культуре, но ослабление этого процесса по мере старения хвои выражено в меньшей степени. Так, в июле радиоактивность хвои ее по сравнению с июньскими показателями уменьшается лишь в 2 раза, постепенно уменьшаясь затем до минимальных (91 имп/мин·см²) в сентябре. Сосна же в этом варианте наибольшую ассимиляционную способность проявляет в июле и августе, когда она использует 28 – 29% сезонного количества CO_2 . Характерно, что в начале и в конце вегетации фотосинтетическая активность ее одинакова.

В смешанной культуре с меньшим участием ели (вариант 2Е4С) она за сезон поглощает CO_2 на 15% меньше, чем в чистой, причем в июне – 51 и в июле 20% сезонной нормы, в сентябре же интенсивность ее фотосинтеза снижается в 3,5 раза. Сосна при таком соотношении поглощает наибольшее количество углекислоты (1217 имп/мин·см²) не только по срав-

нению с другими вариантами (на 31 — 44%), но и с чистой культурой (на 18%). Максимальная фотосинтетическая активность хвои ее отмечена в июне и июле (29 — 30%) с последующим уменьшением в сентябре до 18% от общего количества за сезон. Следует отметить, что ель здесь проявляет более высокую ассимиляционную активность (на 7 — 47%), чем при одинаковом или большем участии в смешанной культуре.

Таким образом, в сезонном цикле хвоя ели чистой культуры ассимилирует менее интенсивно, чем сосна, за исключением июньских показателей, превышающих их у сосны на 77%. По мере физиологического старения хвои фотосинтетическая способность ее падает у ели в 5,5 раза, у сосны — в 1,4 раза. В смешанных культурах по сравнению с чистой ель в период вегетации ассимилирует менее интенсивно, но спад фотосинтеза к концу вегетации происходит более плавно (в 2,9 — 3,8 раза). Сосна же при совместном произрастании с елью потребляет за сезон по сравнению с чистой культурой близкое или большее количество CO_2 , а наиболее благоприятным для сосны является соотношение пород в вариантах 3ЕЗС и 2Е4С. Независимо от породного соотношения максимальная фотосинтетическая активность хвои ели отмечена в июне, а у сосны — в июле.

Нами изучалось также влияние корневых выделений на фотосинтетическую деятельность сосны и ели. Саженьцы обеих пород выращивались при режиме, указанном выше, отдельно. Часть сосудов с саженцами сосны и ели поливали только водопроводной водой с подкормкой, другая часть саженцев сосны, кроме того, поливалась через каждые 10 дней вегетационного сезона промывными водами с корневыми выделениями ели (200 мл на 6 кг песка), саженьцы же ели — промывными водами с корневыми выделениями сосны в той же дозировке. Промывные воды получали путем обильного полива сосудов с растениями-донорами за пять дней до сбора с целью удаления остатка подкормки. Растения-доноры в опыт не включались, а интенсивность фотосинтеза определяли только у поливаемых промывными водами растений на третий год выращивания радиометрическим методом. Контролем служили растения сосны и ели, выращенные отдельно при обычном режиме без полива промывными водами.

Исследования показали (табл. 2), что отмеченные в предыдущем опыте особенности сосны и ели сохраняются при поливе водами с корневыми выделениями, т.е. максимум поглоще-

Таблица 2. Интенсивность фотосинтеза сосны и ели под влиянием промывных вод с корневыми выделениями, $\frac{\text{имп/мин} \cdot \text{см}^2}{\%}$

Порода - донор	Поливаемая порода	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего за сезон
Контроль	Ель	<u>317</u>	<u>162</u>	<u>98</u>	<u>90</u>	<u>667</u>
		47,5	24,3	14,7	13,5	100
Сосна	Ель	<u>319</u>	<u>177</u>	<u>109</u>	<u>105</u>	<u>710</u>
		44,9	24,9	15,4	14,8	100
Ель	Сосна	<u>316</u>	<u>361</u>	<u>288</u>	<u>235</u>	<u>1200</u>
		26,3	30,1	24,0	19,6	100
Контроль	Сосна	<u>289</u>	<u>345</u>	<u>267</u>	<u>210</u>	<u>1111</u>
		26,0	31,1	24,0	18,9	100

ния CO_2 елью отмечен в июне, сосной - в июле и по мере физиологической зрелости хвоя теряет к концу вегетации фотосинтетическую активность.

У ели под влиянием промывных вод с корневыми выделениями сосны фотосинтез протекает на более высоком количественном уровне, чем в контроле, причем у молодой хвои эти различия едва уловимы, в июле же интенсивность фотосинтеза увеличивается на 9% по сравнению с контролем, а к концу вегетации - на 17%.

Промывные воды с корневыми выделениями ели также положительно влияют на ассимиляционную деятельность сосны. Так, уже молодая растущая хвоя сосны поглощает в июне CO_2 на 9% больше, чем в контроле. В последующий же период вегетационного сезона превышение интенсивности ее фотосинтеза составляет 5 - 12%.

Таким образом, промывные воды с корневыми выделениями сосны и ели в период вегетации в некоторой степени стимулируют фотосинтетическую активность хвои этих пород. За сезон сосна и ель под влиянием корневых выделений поглощают углекислоты на 7 - 8% больше, чем в контроле.

Л и т е р а т у р а

1. Гулидова И.В., Юрина Е.В. Водный режим и сезонный ход фотосинтеза и транспирации в древостоях. — "Бюл. МОИП", т. 67. М., 1962, № 6.
2. Коссович Л.Н. Фотосинтез и продуктивность 45-летних елей в елово-лиственном древостое в результате рубок ухода 6-летней давности. — В сб.: Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. М., 1967.
3. Оскретков М.Я. Об интенсивности фотосинтеза хвои сосны. — В сб.: Проблемы фотосинтеза. М., 1959.
4. Катрушенко И.В. Опотенциальной интенсивности фотосинтеза подроста ели в различных условиях освещенности. — "Ботан. журн.". М., 1967, т. 50, № 1.
5. Колесниченко М.В. Биохимические взаимовлияния древесных растений. М., 1968.
6. Мартинович Б.С., Рахтеенко И.Н. Интенсивность фотосинтеза некоторых древесных растений в условиях БССР. — "Гез. докл. Всесоюз. совещ. по вопр. питания древ. растений и повышения продуктивн. насаждений". Петрозаводск, 1969.
7. Мартинович Б.С. Исследование интенсивности фотосинтеза некоторых древесных пород в условиях Белоруссии. — В сб.: Ботаника, Минск, 1971, вып. 13.
8. Воронкова Н.Г., Раптунович Е.С., Федоров Н.И. Фотосинтетическая деятельность сосны, пораженной смоляным раком. — "Научн. докл. высш. школы. Биол. науки". М., 1970.
9. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г. Физиология древесных растений. Перевод с нем. М., 1974.