

ФОСФАТНОЕ ПИТАНИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРОИЗРАСТАНИИ

Ю.Д.Сироткин, В.Г.Ануфриева

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

Повышение общей продуктивности культивируемых древесных растений возможно путем регулирования минерального питания в формирующемся фитоценозе. Особенности корневого питания древесных пород издавна являются предметом пристального внимания исследователей. Изучался не только характер поглощения элементов питания, но и закономерности их выделения в окружающую среду в процессе жизнедеятельности древесных растений.

Особенности минерального питания основных лесобразующих пород — сосны и ели — при совместном произрастании их исследованы недостаточно. Сезонный ритм поглощения радиоактивного фосфора сосной и елью изучался нами в вегетационных сосудах с промывтым речным песком, куда высаживались 1-летние сеянцы сосны и 2-летние сеянцы ели и выращивались при оптимальной влажности (60% от полной влагоемкости) песка с подкормкой смесью Прянишникова из расчета 1 норма за сезон. При этом предусматривались следующие варианты опыта: в один сосуд высаживались 4 сеянца сосны (4С), 4 сеянца ели (4Е), 3 сеянца сосны и 1 сеянец ели (3С1Е), 2 сеянца сосны и 2 сеянца ели (2С2Е), 1 сеянец сосны и 3 сеянца ели (1С3Е). Повторность для каждого варианта опыта 4-кратная.

Сезонный ритм поглощения фосфора саженцами сосны и ели изучался нами путем введения под корневую систему $K_2HP^{32}O_4$ из расчета на 1 кг песка 0,01 мкюри меченого фосфора в водном растворе. Сроки введения меченого фосфора приурочены к фазам развития сеянцев сосны и ели: конец мая — период интенсивного роста побегов, конец июня — период окончания роста побегов и интенсивного нарастания хвои, начало августа — окончание роста хвои, начало подготовки к зимнему периоду.

Через 24 ч. после введения P^{32} надземную часть отделяли от корней, которые отмывались от песка, выдерживались в течение 30 мин в растворе суперфосфата и снова промывались водой. Надземная часть разделялась на хвою и стебли (с боковыми побегами). Предварительно размельченные образцы хвои, стеблей и корней высушивались при температуре 105°С до постоянного веса и растирались в порошок, по которому опреде-

делась радиоактивность на установке Б-2 счетчиком СИ-3Б. Радиоактивность выражалась количеством импульсов в минуту на 1 г абсолютно-сухого вещества с поправкой на фон и радиоактивный распад. Работа проводилась в лаборатории отдела экологии растений Института экспериментальной ботаники АН БССР, заведующему которого доктору биологических наук профессору И.Н. Рахтеенко и сотрудникам выражаем глубокую благодарность за ценные консультации.

Поглощение фосфора корнями ели и сосны (табл.1) осуществляется неравномерно, что, видимо, связано с биологическими особенностями этих пород. Саженьцы ели на протяжении всего вегетационного периода оказались наиболее отзывчивыми на дополнительное фосфатное питание. К.П. Магницкий и др. (1959) отмечал, что химический состав листьев или хвои лучше отражает условия питания. Поэтому подробно остановимся на характере поступления P^{32} в хвою сосны и ели. Интенсивность поступления фосфора в ассимиляционный аппарат ели составляет в конце мая 1119, в июне 2545 и в августе 2718 имп/мин, в то время как у сосны эти показатели соответственно 140, 706 и 1240 имп/мин. Данные показывают, что ель поглощает фосфор в 2 раза быстрее, чем сосна. Особенно большие различия отмечены в июне (3,6 раза), что связано с разными сроками формирования хвои: у ели рост ее в этот период замедляется, сосна продолжает расти. Период окончания роста вегетативных органов в длину (август) сопровождается увеличением интенсивности поглощения P^{32} саженцами обеих пород. Интенсивность поглощения фосфора повышается у сосны и ели в разное время: так, радиоактивность хвои ели увеличилась в 2 раза в июне, у сосны - в августе.

Таким образом, ель в чистой культуре отличается от сосны не только более активным поглощением фосфатов на протяжении периода вегетации, но и разными сроками максимального их потребления.

При совместном произрастании ель и сосна по-разному реагируют на дополнительные дозы фосфора. В варианте 3Е1С в начале и в середине вегетации присутствие сосны положительно сказывается на питании ели, в августе поглощение P^{32} снизилось и радиоактивность хвои ели составила 88,6% от радиоактивности ее в чистой культуре. Сосна здесь более интенсивно, чем в чистой культуре, поглощает фосфор в течение всего периода роста. Наиболее активное потребление P^{32} сосной и елью в этом варианте наблюдалось в конце июня, когда интенсивность поглощения меченого фосфора в 1,5 раза у ели

Таблица 1. Интенсивность поглощения P^{32} корнями ели и
1 г абсолютно сухого

Части растений	Дата	Чистая ель, ИМП/МИН	Смешанные	
			ЗЕИС	
			ель	сосна
Хвоя	30.У	1119	<u>1188</u>	<u>675</u>
			106,2	105,4
	30.УІ	2545	<u>3768</u>	<u>2165</u>
	148,1		306,6	
	2.УІІ.	2718	<u>2408</u>	<u>1453</u>
			88,6	116,3
	Стебли	30.У	1536	<u>1647</u>
		107,2		50,4
30.УІ.		2651	<u>5486</u>	<u>3141</u>
	206,9		172,2	
	2.УІІІ.	2503	<u>2061</u>	<u>3140</u>
			82,3	123,3
	Корни	30.У.	37799	<u>29596</u>
		78,3		103,3
30.УІ.		114146	<u>113035</u>	<u>46360</u>
	99,0		66,1	
	2.УІІІ.	87851	<u>107135</u>	<u>101765</u>
			121,9	173,1

Примечание. Радиактивность семян сосны и ели в

и в 3 раза у сосны выше, чем в чистой культуре из этих пород.

При одинаковом участии сосны и ели (вар. 2С2Е) максимум поглощения P^{32} обеими породами отмечен в июне: радиоактивность хвои ели достигает 1664 имп/мин, хвои сосны 1284 имп/мин. Сравнение интенсивности поглощения фосфора сосною с чистой культурой показало, что только в июне поглощает меченый фосфор более интенсивно (181,7% по отношению к чистой культуре), в мае и августе интенсивность поглощения составляет 91,6 и 58,8% по сравнению с чистой куль-

сосны в чистых и смешанных культурах (радиоактивность на единицу вещества, $\frac{\text{ИМП/МИН}}{\%}$)

2E2C		3C1E		Чистая сосна, ИМП/МИН
ель	сосна	ель	сосна	
1339	586	183	817	
119,7	91,6	16,4	127,7	640
1664	1284	5152	1868	
65,4	181,7	202,4	264,4	706
13,07	735	1935	1960	
48,1	58,8	71,2	156,9	1249
1701	632	171	1322	
110,7	85,4	11,1	178,6	740
2421	3428	10190	3528	
91,9	187,9	384,3	193,4	1824
1683	3340	2370	2812	
67,2	131,2	94,7	110,4	2546
4412	18538	18440	32398	
117,5	58,4	48,8	102,1	31737
60150	61833	191400	75248	
70,2	88,2	115,1	107,3	70115
72025	80455	59585	48130	
82,0	152,2	67,8	81,9	58772

в чистых культурах взята за 100%.

турой. Ель более активно поглощает фосфор в мае (на 19,7%), в июне и августе потребление меченого фосфора составляет 65,4 и 48,1% от поглощения в чистой культуре.

При меньшем участии ели в культуре (вар. 3C1E) наибольшее количество фосфора она усваивает в июне, причем интенсивность поглощения увеличивается в 2 раза по сравнению с чистой культурой. В мае и августе радиоактивность ее хвои составляет 16,4 - 71,2% от активности ее в чистой культуре. Максимальное использование фосфора сосной, как и в чистой культуре, наблюдается в августе. Но наибольшие различия с

Таблица 2. Передача меченого фосфора между чистыми
вещества,

Части растений	Дата	Чистая ель		Ряды ели и сосны	
		Донор	Акцептор	Ель-донор	Сосна-акцептор
		имп /	мин		
Хвоя	30/У	24885	422	<u>41600</u> 167,1	<u>562</u> 163,8
	30/УІ	177735	810	<u>151575</u> 85,2	<u>278</u> 302,1
	2/УІІІ	163668	2807	<u>202413</u> 123,6	<u>5580</u> 953,8
Стебли	30/У	41797	1344	<u>10760</u> 25,7	<u>538</u> 190,1
	30/УІ	239987	1178	<u>205913</u> 85,8	<u>388</u> 163,7
	2/УІІІ	118330	3457	<u>141565</u> 119,6	<u>9207</u> 442,6
Корни	30/У	8918	260	<u>41928</u> 470,1	<u>315</u> 71,5
	30/УІ	68920	13725	<u>44302</u> 64,3	<u>597</u> 347,0
	2/УІІІ	784973	283427	<u>721333</u> 91,9	<u>105428</u> 1635,8

Примечание. Радиоактивность образцов в чистой культу-

руры (264,40%) отмечены в июне. Активность хвои сосны на протяжении всего периода вегетации на 27,7 - 56,9% выше, чем в чистой культуре, что, видимо, связано со стимулирующим влиянием ели на минеральное питание сосны.

Таким образом, совместное произрастание сосны и ели вносит некоторые изменения в характер поглощения фосфора их корневыми системами: максимум поглощения P^{32} наблюдается раньше, что можно объяснить быстрым ростом и развитием ассимиляционного аппарата по сравнению с чистыми культурами.

рядами ели и сосны (радиоактивность на 1 г абсолютно-сухого
 $\frac{\text{имп/мин}}{\%} \times$)

чередуются		Чистая сосна	
Сосна-донор	Ель-акцептор	Донор	Акцептор
		имп /	мин
40628	2280	4240	343
958,2	540,2		
83576	703	42875	92
195,0	86,7		
167366	1242	82153	585
203,7	44,3		
48782	3513	7062	283
690,7	261,3		
165210	768	66532	237
248,3	65,1		
238733	1027	69345	2080
344,2	29,7		
52902	1563	2087	440
253,4	601,1		
60027	760	10766	172
557,5	5,5		
73260	10603	39802	6445
184,0	3,7		

ре взята за 100%.

Растения в процессе жизнедеятельности не только поглощают, но и выделяют в окружающую среду различные органические и минеральные вещества, которые могут быть использованы соседними растениями. А.И. Ахромейко (1956), И.Н. Рахтеенко (1963) отмечали, что при соприкосновении корневых систем древесных растений могут передаваться элементы минерального питания от одной особи к другой, причем это относится к растениям не только одного вида, но и к различным породам. Это явление имеет чрезвычайно важное

значение для правильного подбора древесных пород в смешанных культурах.

Миграция P^{32} изучалась в чистых и смешанных культурах сосны и ели при контакте их корневых систем. В речной песок, находящийся в сосудах прямоугольной формы (Рахтеенко, 1966), высаживались однолетние сеянцы сосны и двулетние сеянцы ели таким образом, чтобы половина корней находилась в меньшем по объему сосуде, а вторая часть корней помещалась в больший сосуд, куда высаживались и растения-акцепторы. Схема опыта представлена на рис. 1. Предусматривались две серии опыта: передача P^{32} через ряды, состоящие из сеянцев одной породы, в ряды, состоящие из сеянцев другой породы (а и б); передача P^{32} через ряды, состоящие из 2 сеянцев сосны и 1 сеянца ели, в ряды того же

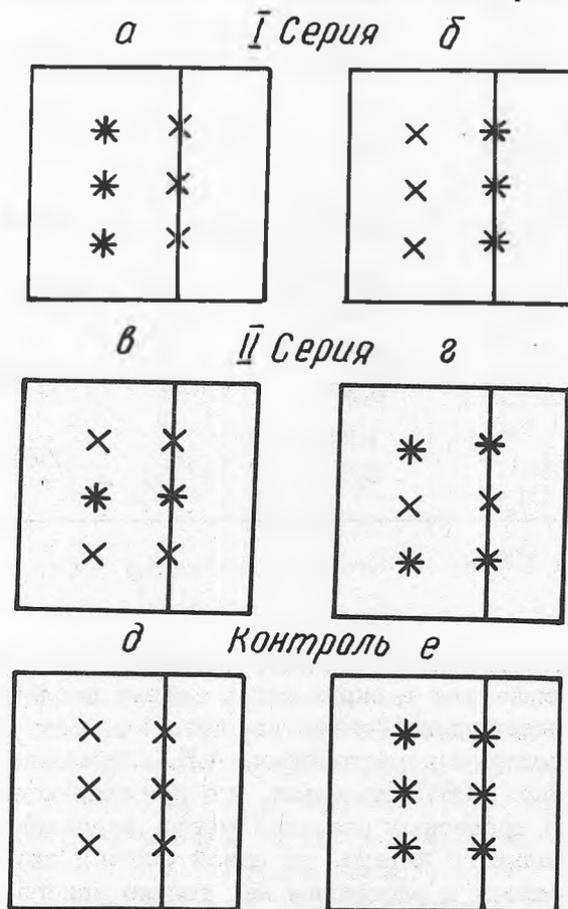


Рис. 1. x -- сосна ; * -- ель.

состава (в) и через ряды, состоящие из 2 семян ели и 1 семени сосны, в ряды того же состава (г). За контроль принята миграция фосфора между растениями одного вида (д и е). Режим влажности песка и питания семян одинаков с предыдущими опытами.

На второй год после посадки семян в меньший сосуд вводился меченый фосфор в виде водного раствора $\text{KN}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$ из расчета 0,2 мкюри на 1 кг песка. Через 48 ч. растения срезаются, разделяются на хвою, стебли, корни. Подготовка образцов для определения радиоактивности производилась так же, как и в предыдущем опыте. Интенсивность передачи меченого фосфора от одного растения к другому, устанавливалась по радиоактивности образцов растений-акцепторов.

Результаты исследования (табл. 2) показали, что P^{32} , введенный через изолированную часть корней первого ряда, передавался во второй сосуд и поглощался растениями-акцепторами как одной, так и другой породы. Максимумы поглощения и передачи меченого фосфора растениями сосны и ели не всегда совпадают. Так, в чистой культуре ель (е) больше всего поглощала P^{32} в середине вегетации, а наиболее интенсивная передача его наблюдалась в августе, причем у ели по мере нарастания хвои увеличивается способность к передаче меченого фосфора: радиоактивность хвои ели-акцептора в августе в 6,5 раза выше, чем в мае.

Сосна в этом опыте, как и в предыдущем, значительно меньше поглощала фосфора, чем ель. Эти различия особенно велики в начале вегетационного периода. Наибольшая миграция P^{32} от сосны к сосне (д) отмечена в августе, наименьшая — в июне, хотя поглощение его сосной в это время выше в 10 раз, чем в мае.

Ель передает сосне (б) меченый фосфор интенсивнее, чем сосна, особенно в конце вегетационного сезона, о чем свидетельствует радиоактивность хвои сосны-акцептора, в 9,5 раз превышающая ее в чистой культуре. Но закономерности использования меченого фосфора сохраняются: понижение радиоактивности хвои сосны-акцептора отмечено в июне.

Передача P^{32} от сосны к ели (а) наиболее интенсивно происходит в мае, когда радиоактивность хвои ели-акцептора в 5,4 раза выше, чем в чистой культуре. В августе миграция фосфора от сосны к ели достигает минимальной величины, и радиоактивность ели-акцептора составляет 44,3% от радиоактивности ее в чистой культуре. Наблюдения показывают, что

Таблица 3. Передача меченого фосфора между смешанными рядами из сосны и ели (радиоактивность на 1 г абсолютно-сухого вещества, имп/мин.)

Части растений	Дата	Ряды из 2 сосен и 1 ели				Ряды из 2 елей и 1 сосны			
		Сосна		Ель		Сосна		Ель	
		Донор	Акцептор	Донор	Акцептор	Донор	Акцептор	Донор	Акцептор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Хвоя	30/У	<u>10683</u> 252,0	<u>1507</u> 439,3	<u>3965</u> 15,9	<u>500</u> 118,4	<u>7390</u> 174,2	<u>95</u> 27,2	<u>95580</u> 384,0	<u>1000</u> 236,9
	30/У1	<u>56960</u> 132,8	<u>238</u> 258,6	<u>71240</u> 40,1	<u>58900</u> 727,1	<u>71580</u> 166,9	<u>365</u> 396,7	<u>105787</u> 59,5	<u>49132</u> 606,5
	2/УШ	<u>161905</u> 197,0	<u>12820</u> 2191,0	<u>207440</u> 126,7	<u>650</u> 23,2	<u>128910</u> 156,9	<u>1750</u> 299,1	<u>101225</u> 62,5	<u>80812</u> 28,8
	30/У	<u>62635</u> 886,9	<u>6157</u> 2175,6	<u>4212</u> 10,1	<u>1075</u> 78,0	<u>987</u> 14,0	<u>195</u> 68,9	<u>95580</u> 228,6	<u>2687</u> 200,0
Стебли	30/У1	<u>93125</u> 139,9	<u>710</u> 299,5	<u>35510</u> 14,8	<u>715</u> 60,6	<u>112040</u> 168,4	<u>355</u> 149,7	<u>196100</u> 81,8	<u>467</u> 39,6
	2/УШ	<u>193007</u> 278,3	<u>17080</u> 821,2	<u>129500</u> 109,4	<u>1675</u> 48,5	<u>164310</u> 236,9	<u>1220</u> 58,7	<u>169405</u> 143,1	<u>127025</u> 3674,4

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Корни	30/У	<u>10385</u> 497,6	<u>268</u> 60,9	<u>1315</u> 14,7	<u>570</u> 219,2	<u>340</u> 16,3	<u>55</u> 12,5	<u>9910</u> 111,1	<u>165</u> 63,4
	30/У1	<u>23885</u> 221,8	<u>9525</u> 5537,7	<u>12780</u> 18,5	<u>420</u> 3,0	<u>42100</u> 391,0	<u>490</u> 284,9	<u>5865</u> 85,1	<u>712</u> 5,2
	2/УШ	<u>164115</u> 412,3	<u>137810</u> 2138,2	<u>471050</u> 60,0	<u>80190</u> 28,2	<u>38640</u> 97,0	<u>11385</u> 176,6	<u>210325</u> 26,7	<u>32505</u> 11,5

Примечание: Радиоактивность образцов ели и сосны в чистой культуре взята за 100%

при одинаковом соотношении пород ель в большем количестве передает сосне фосфор, чем сосна ели.

При большом участии сосны в смешанной культуре (в) она не только интенсивнее (табл. 3), чем в чистой культуре поглощает P^{32} , но и активно его передает, при этом максимум радиоактивности хвои сосны-акцептора отмечен в августе. Характер поглощения и передачи фосфора сосною в этом варианте аналогичен этим процессам в чистой культуре, причем максимальное поглощение совпадает с наибольшей миграцией P^{32} . Радиоактивность ели-донора низка и составляет 16-40% (май - июнь) от радиоактивности в чистой культуре, и лишь в августе она увеличивается до 126,7%. Максимальная передача фосфора в ель наблюдается в середине вегетации, когда радиоактивность ели-акцептора превышает этот показатель в чистой культуре в 7 раз, в августе активность ее снижается до 22,2% от активности в чистой культуре. Интенсивное поглощение P^{32} у ели не совпадает с активной передачей: наибольшее поглощение отмечено в августе, передача - в июне.

В варианте с большим участием ели (г) сосна постепенно увеличивает поглощение P^{32} в течение периода роста, одновременно повышается и передача его. По сравнению с чистой культурой сосна здесь поглощает P^{32} на 56,4 - 74,2% больше, миграция фосфора в 2,9 - 3,9 раза выше, чем в чистой культуре. Характер поглощения и выделения фосфора елью в этом варианте аналогичен чистой культуре: наибольшее поглощение наблюдалось в июне, передача - в августе. Несмотря на то, что интенсивность поглощения фосфора елью здесь в июне-августе на 40,5-37,5% ниже, чем в чистой культуре, передача его от ели к ели здесь в 2,4 - 6 раз выше. Возможно, присутствие сосны способствует большей миграции фосфора.

Таким образом, при совместном произрастании сосна и ель проявляют лучшую способность не только к поглощению, но и выделению меченого фосфора.

Л и т е р а т у р а

Ахромейко А.И. 1965. Физическое обоснование создания устойчивых лесных насаждений. М. Рахтеенко И.Н. 1966. Взаимовлияние корневых систем древесных растений в растительных сообществах. В сб.: Физиологобиохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе.