

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СУБСТРАТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

The influence of different mineral fertilization on the growth of pine seedlings with closed roots are investigated.

На качество посадочного материала с закрытой корневой системой наибольшее влияние оказывают состав субстрата, размеры кома, уровень агротехники, микроклиматический режим в теплицах. Природная почва является не лучшей средой для прорастания семян и развития всходов древесных растений. Замена ее стерильными и чистыми от семян сорных трав материалами с лучшими водно-физическими и агрохимическими свойствами позволяет значительно повысить грунтовую всхожесть семян, рост и сохранность всходов, а, следовательно, и эффективность использования дорогих и дефицитных селекционных семян. На основании уже имеющихся сведений в качестве основного фонового субстрата наиболее приемлемым является торф верховых болот. Торфяной субстрат обладает хорошей прогреваемостью, рыхлостью и аэрацией, отсутствием в нем вредной для семян микрофлоры и семян сорняков. Из всех перечисленных характеристик наиболее важным для роста сеянцев является благоприятный водный режим торфа и значительно меньшее развитие сорной растительности, чем на минеральной почве.

Задачей исследований была разработка рекомендаций по внесению в торфяной субстрат стартовых доз основных удобрений и микроудобрений. Свежедобытый торф в течение года выдерживали в кучах для проветривания, так как при доступе воздуха происходит бурное разложение и улучшение качества торфа. Торф верховых болот отличается высокой кислотностью и незначительным содержанием подвижных элементов питания. Поэтому для снижения кислотности в торфяной субстрат добавляли различные известковые материалы – доломитовую муку, мел и известь, а для улучшения агрохимических свойств – различные дозы фосфорных, калийных и азотных удобрений, а также микроэлементы.

В наших исследованиях первоначальная кислотность торфа составляла – рН 3,2. Для нейтрализации кислотности на 1 м<sup>3</sup> торфа добавляли 4–6 кг доломитовой муки, либо 5 кг мела или 6 кг гашеной извести. В качестве фосфорного удобрения использовали двойной суперфосфат в различных дозах от 0,8 до 2,5 кг/м<sup>3</sup>. Доза внесения калийных удобрений колебалась от 0,3 до 1 кг/м<sup>3</sup>, а в качестве основного калийного удобрения вносили хлористый калий. Для обогащения субстрата азотом использовали нитрат аммония в дозе от 0,2 до 0,4 кг/м<sup>3</sup>. Кроме общеизвестных удобрений были использованы новые минеральные удобрения – комплексное растворимое фосфорно-калийное и жидкий аммоний серноокислый.

Известно, что для жизнедеятельности растениям необходим постоянный приток факторов жизни: света, тепла, воды, питательных веществ и углекислоты. В процессе жизнедеятельности в растительном организме образуются сложные органические соединения, состоящие из углерода, кислорода и водорода. На их долю приходится 94% сухого вещества растений. При этом углерод по массе составляет в сухом веществе в среднем 45%, кислород – 42% и водород – 7%. Оставшиеся 6% сухой массы приходятся на долю азота и зольных элементов: фосфора, калия, кальция, магния и др. Поэтому успешность роста растений в значительной мере зависит от обеспечения их этими элементами.

Анализируя результаты вегетационного опыта по выращиванию сеянцев сосны на различных субстратах (табл. 1), необходимо в первую очередь отметить, что при использовании различных известковых материалов лучшие биометрические показатели (в вариантах фон + известковый материал) имеют сеянцы в варианте фон + доломитовая мука. Здесь сеянцы имеют большую высоту и длину корней, но несколько меньший диаметр стволика. Благоприятное влияние доломитовой муки на рост сеянцев сосны связано с тем, что этот

известковый материал кроме содержания в нем Са содержит необходимый растениям Mg, которого нет у других материалах, используемых для нейтрализации кислотности.

Таблица 1

Показатели роста сеянцев сосны с разной нормой минеральных удобрений

№ опыта	Удобрение, кг/м <sup>3</sup> д. в.	Общая высота, см	Длина корней, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина хвои, мм
		M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
к	Фон (торф + доломитовая мука)	4,62 ± 0,78	12,25 ± 4,73	0,89 ± 0,06	33,6 ± 0,35
1	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	4,79 ± 0,69	10,74 ± 2,94	1,39 ± 0,03	30,2 ± 0,57
4	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,72</sub> K <sub>0,18</sub>	5,40 ± 1,08	12,26 ± 3,54	1,50 ± 0,03	30,6 ± 0,46
7	N <sub>0,32</sub> P <sub>0,32</sub> K <sub>0,32</sub>	5,60 ± 1,93	11,12 ± 2,84	1,48 ± 0,07	32,1 ± 0,63
10	N <sub>0,02</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	5,46 ± 1,62	11,56 ± 2,74	1,28 ± 0,04	29,8 ± 0,77
13	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,30</sub>	5,44 ± 1,55	12,48 ± 4,56	1,30 ± 0,04	33,1 ± 0,92
17	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,52</sub> K <sub>0,26</sub>	5,34 ± 1,67	10,07 ± 2,44	1,43 ± 0,04	33,0 ± 1,10
18	N <sub>0,18</sub> P <sub>1,12</sub> K <sub>0,60</sub> + микроэлементы	6,49 ± 1,80	13,52 ± 4,49	1,88 ± 0,06	38,6 ± 1,10
20	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub> + 10 % микоризная земля	5,84 ± 0,89	11,81 ± 5,50	1,50 ± 0,04	30,7 ± 0,69
21	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub> + 25 % микоризная земля	5,16 ± 1,11	12,56 ± 4,42	1,42 ± 0,03	29,3 ± 0,69
к	Фон (торф + мел)	3,91 ± 0,51	10,90 ± 2,59	1,14 ± 0,02	28,3 ± 0,63
2	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	5,58 ± 0,89	11,55 ± 4,49	1,55 ± 0,03	29,7 ± 0,89
5	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,90</sub> K <sub>0,18</sub>	5,66 ± 2,40	10,88 ± 2,21	1,45 ± 0,04	31,1 ± 0,94
8	N <sub>0,48</sub> P <sub>0,48</sub> K <sub>0,48</sub>	5,20 ± 1,89	11,61 ± 3,79	1,66 ± 0,05	29,2 ± 0,63
11	N <sub>0,03</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	5,26 ± 1,20	11,20 ± 1,89	1,37 ± 0,04	33,6 ± 0,89
14	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,45</sub>	5,42 ± 2,34	12,32 ± 4,43	1,40 ± 0,06	29,2 ± 1,08
19	N <sub>0,07</sub> P <sub>1,04</sub> K <sub>0,52</sub>	5,17 ± 0,69	11,50 ± 5,57	1,24 ± 0,02	28,6 ± 0,44
к	Фон (торф + известь)	4,32 ± 0,56	10,33 ± 4,30	1,14 ± 0,01	24,1 ± 0,38
3	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	4,66 ± 1,14	11,26 ± 2,94	1,17 ± 0,04	27,4 ± 0,71
6	N <sub>0,07</sub> P <sub>1,08</sub> K <sub>0,18</sub>	5,35 ± 0,88	11,97 ± 3,29	1,35 ± 0,05	29,0 ± 0,86
9	N <sub>0,08</sub> P <sub>1,04</sub> K <sub>0,52</sub>	4,79 ± 1,16	12,02 ± 3,41	1,20 ± 0,04	26,9 ± 0,92

Лучшие биометрические показатели из всех вариантов опыта имеют сеянцы в варианте 18, где в субстрат вносили максимальную дозу макроудобрений и микроэлементы. Здесь сеянцы по всем показателям значительно превосходят не только контроль, но и другие варианты опыта. Кроме этого варианта хорошие результаты получены при использовании комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения (нитроаммофоска), как по фону торф + доломитовая мука, так и по фону торф + мел. Кроме хорошего роста, сеянцы сосны в этих вариантах не приобретали буро-фиолетовой окраски, что было характерно для других вариантов.

Необходимо также отметить хороший рост сеянцев в вариантах 20 и 21, где в качестве субстрата использован торф с добавлением микоризной земли (полуразложившийся слой лесной подстилки из-под елового насаждения). В варианте 20 доля микоризной земли составляла 10%, а варианте 21 – 25%. В обоих вариантах добавка минеральных удобрений была минимальной (N<sub>0,07</sub> P<sub>0,36</sub> K<sub>0,18</sub>), что соответствовало варианту 1, однако биометрические показатели сеянцев оказались на 18,5% выше, чем в варианте без микоризной земли (вариант 1).

В целом, практически во всех вариантах опыта, за исключением 1, 3 и 9 сеянцы сосны достигли стандартных размеров как по высоте, так и по диаметру корневой шейки. В вариантах 1, 3 и 9, где сеянцы не достигли стандартных размеров по высоте, доля вноси-

мых минеральных удобрений была минимальной.

Наряду с изучением биометрических показателей было изучено накопление как общей фитомассы, так и отдельно фитомассы хвои, стволиков и корней (табл. 2). Накопление фитомассы сеянцами по вариантам опыта подтверждает результаты изучения биометрических показателей. Наилучшие результаты получены в варианте 18. Здесь общая фитомасса сеянцев была в два раза больше по сравнению со всеми другими вариантами. Анализируя накопление отдельных элементов фитомассы, необходимо в первую очередь обратить внимание на массу хвои и корней. Так как накопление большей массы хвои будет способствовать в последующем большей аккумуляции солнечной энергии и углекислого газа, что в свою очередь приводит к улучшению роста. Наибольшая масса хвои характерна для вариантов 18 и 20. В варианте с максимальной дозой макроудобрений и микроэлементами этот показатель в 3 раза, а в варианте с добавкой микоризной земли в количестве 10%, в 2,5 раза выше по сравнению с контролем.

Аналогичные результаты получены по массе корней. Необходимо отметить, что в вариантах с использованием микоризной земли, как и в варианте 18, формировалась мочковатая корневая система с большой долей участия мелких всасывающих корней. Если в вариантах фон + известковый материал и в вариантах с минимальной дозой макроудобрений основную массу составляют проводящие корни, а доля всасывающих корней не превышает 30%, то в вариантах 18, 20 и 21 доля всасывающих корней составляет 50–60%. Такое соотношение всасывающих и проводящих корней будет способствовать быстрой адаптации сеянцев при пересадке.

Анализ влияния различных элементов питания на рост и накопление общей фитомассы и отдельных компонентов показывает, что всякое увеличение элементов (азота, фосфора, калия) по отдельности не дает значительного эффекта. Применение сбалансированных доз макроудобрений с добавлением необходимых растению микроэлементов позволило значительно увеличить общую фитомассу растений. Положительное влияние сбалансированной дозы минеральных удобрений наблюдается и в случае применения комплексного удобрения нитроаммофоски (вариант 7) и растворимого фосфорно-калийного удобрения (вариант 17). Но, на наш взгляд, для достижения лучших результатов при применении нитроаммофоски необходимо дополнительно вносить фосфорные удобрения, а в варианте с растворимым фосфорно-калийным удобрением – увеличить дозу азотных удобрений.

Такая реакция сеянцев сосны на внесение различных доз минеральных добавок в субстрат вполне укладывается как в закон независимости и равнозначности факторов жизни, так и в закон минимума и совокупного действия факторов жизни растений.

В соответствии с первым законом все факторы жизни растений абсолютно равнозначны и незаменимы. Это значит, что оптимальные условия для роста и развития растений обеспечиваются только при наличии всех факторов жизни растений. Например, недостаток азота нельзя возместить внесением большего количества фосфора и наоборот.

В соответствии со вторым законом успешность роста зависит от обеспеченности растений всеми факторами жизни. Однако рост и развитие растений ограничиваются, прежде всего, тем фактором, который находится в минимуме. Это также хорошо прослеживается и по результатам наших исследований. Минимальное количество азота в вариантах 9 и 19 не компенсируется большим количеством фосфора, а недостаток микроэлементов во всех вариантах, кроме 18, значительно сдерживает рост сеянцев.

Таблица 2

**Фитомасса сеянцев сосны, выращенных на торфяном субстрате с разной нормой минеральных удобрений**

№ опыта	Удобрение, кг/м <sup>3</sup> д. в.	Общая масса,		В том числе						Отношение подземной части к наземной
				Хвоя		Стволики		Корни		
		г	%	г	%	г	%	г	%	
к	Фон (торф + доломитовая мука)	0,305	100	0,130	42,6	0,028	9,2	0,147	48,2	0,93
1	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	0,342	100	0,173	50,6	0,042	12,3	0,126	37,1	0,58
4	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,72</sub> K <sub>0,18</sub>	0,436	100	0,223	51,1	0,054	12,3	0,159	36,6	0,57
7	N <sub>0,32</sub> P <sub>0,32</sub> K <sub>0,32</sub>	0,459	100	0,248	54,0	0,062	13,5	0,150	32,5	0,48
10	N <sub>0,02</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	0,424	100	0,221	52,1	0,051	12,0	0,152	35,9	0,56
13	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,30</sub>	0,440	100	0,204	46,4	0,046	10,4	0,190	43,2	0,76
17	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,52</sub> K <sub>0,26</sub>	0,456	100	0,224	49,1	0,049	10,7	0,185	40,2	0,67
18	N <sub>0,18</sub> P <sub>1,12</sub> K <sub>0,60</sub> + микроэлементы	0,824	100	0,354	42,9	0,101	12,2	0,371	44,9	0,81
20	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub> + 10 % микоризная земля	0,654	100	0,309	47,2	0,067	10,2	0,278	42,6	0,74
21	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub> + 25 % микоризная земля	0,473	100	0,203	42,9	0,051	10,8	0,219	46,3	0,86
к	Фон (торф + мел)	0,259	100	0,119	45,9	0,025	9,6	0,115	44,5	0,80
2	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	0,480	100	0,247	51,4	0,060	12,5	0,173	36,1	0,56
5	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,90</sub> K <sub>0,18</sub>	0,452	100	0,254	56,2	0,055	12,2	0,143	31,6	0,46
8	N <sub>0,48</sub> P <sub>0,48</sub> K <sub>0,48</sub>	0,391	100	0,211	53,9	0,059	15,1	0,121	31,0	0,45
11	N <sub>0,03</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	0,315	100	0,133	42,2	0,057	18,1	0,125	39,7	0,66
14	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,45</sub>	0,408	100	0,209	51,2	0,056	13,7	0,143	35,1	0,54
19	N <sub>0,07</sub> P <sub>1,04</sub> K <sub>0,52</sub>	0,341	100	0,180	52,8	0,038	11,1	0,123	36,1	0,56
к	Фон (торф + известь)	0,200	100	0,102	51,0	0,023	11,5	0,075	37,5	0,60
3	N <sub>0,07</sub> P <sub>0,36</sub> K <sub>0,18</sub>	0,324	100	0,172	53,0	0,038	11,7	0,114	35,3	0,54
6	N <sub>0,07</sub> P <sub>1,08</sub> K <sub>0,18</sub>	0,398	100	0,212	53,3	0,045	11,3	0,140	35,4	0,54
9	N <sub>0,08</sub> P <sub>1,04</sub> K <sub>0,52</sub>	0,285	100	0,154	54,0	0,025	8,8	0,105	37,2	0,58

Результаты исследований показали, что для обеспечения минерального питания сеянцев необходимо вносить основные удобрения и микроудобрения. На 1 м<sup>3</sup> нейтрального фрезерного торфа рекомендуется вносить основные элементы питания в дозе N<sub>0,18</sub> P<sub>1,12</sub> K<sub>0,60</sub> по действующему веществу, что соответствует внесению 2,5 кг двойного суперфосфата, 1 кг хлористого калия, 0,4 кг азотнокислого аммония. Кроме этого, в субстрат вносятся микроэлементы в количестве: 10 г борной кислоты, 15 г сульфата меди, 15 г сульфата марганца. В качестве основного удобрения можно использовать комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение (нитроаммофоску) с содержанием 16% азота, 16% фосфора, 16% калия с дозой внесения 2 кг на м<sup>3</sup> торфа. Для обогащения субстрата полезной микрофлорой рекомендуется к верховому торфу добавлять 10% микоризной земли.