

УДК630*114.11:582.475.4

UDC 630*114.11:582.475.4

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ¹

EFFECT OF SOIL AND ECOLOGICAL CONDITIONS ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF *PINUS SYLVESTRIS*

Митякова Ирина Ивановна
к.б.н., доцент

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия

Mityakova Irina Ivanovna
Cand.Biol.Sci., associate professor

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

Изучено влияние агрохимических и физических свойств почвы на рост сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках Чувашской Республики. Разработаны математические модели зависимости роста сеянцев от агрохимических и физических свойств почвы

The influence of agrochemical and physical properties of a soil on the growth of the seedlings of *Pinus sylvestris* in the forest nurseries in Chuvash Republic is studied. The correlations of the growth of the seedlings and agrochemical and physical properties of the soil are simulated

Ключевые слова: СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ, ПОЧВА, СЕЯНЦЫ, ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ, РОСТ, ГУМУС, КИСЛОТНОСТЬ

Keywords: *PINUS SYLVESTRIS*, SOIL, SEEDLINGS, DENSITY OF COMPOSITION, GROWTH, HUMUS, ACIDITY

Введение. Почва и произрастающие лесонасаждения на ней являются одними из важнейших компонентов биосферы, находящиеся в настоящее время под воздействием различных антропогенных факторов: рубки, техногенные выбросы в атмосферу, загрязнение почв и др. В результате таких воздействий наблюдается деградация лесных экосистем. Для поддержания нормального и устойчивого функционирования лесов и установления равновесия в ландшафтах в системе «растение - почва - растение» необходимо проводить масштабные работы по лесовосстановлению и лесоразведению. Известно, что неотъемлемой и важнейшей частью таких работ является выращивание качественного посадочного материала - сеянцев и саженцев древесных пород, устойчивых к современной экологической ситуации [1].

Успешность выращивания посадочного материала в первую очередь зависит от действия экологических факторов влияющих на рост и развитие сеянцев и саженцев, усвоение растениями питательных элементов. Многочисленными исследованиями установлено, что все необходимые элементы

¹ Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7050 от 29 июля 2011 г.) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «МарГТУ».

минерального питания растения берут из почвы, поэтому их рост зависит от плодородия почвы. Кроме того, благоприятное развитие высших растений, микроорганизмов, а также интенсивность протекания биохимических и физико-химических процессов, скорость химических реакций в большой степени зависит также от водно-физических свойств почвы.

Цель исследования заключалась в изучение влияния агрохимических и физических свойств почвы на рост двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и разработке моделей зависимости роста сеянцев от содержания гумуса, обменного калия, кислотности и плотности сложения почвы.

Объект исследований. Постоянный лесной питомник ГУ «Ибресинское лесничество» Управления лесного хозяйства Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской Республики, организованный в 1969 году на площади 11,8 га. Почвы на территории питомника дерново-среднеподзолистые супесчаные почвы на древнеаллювиальных слоистых песках подстилаемые суглинками.

Методика исследований. Полевые исследования почвы проводили согласно ОСТ 56-81-84 [2]. Физико-химические свойства почв определяли: гумус – по И.В. Тюрину, $pH_{\text{сол}}$ вытяжки – потенциметрически, подвижный фосфор и обменный калий – по А.Т. Кирсанову, щелочно-гидролизуемый азот – по методу ЦИНАО, плотность сложения ненарушенного образца.

Для изучения влияния почвенно-экологических условий на рост сеянцев сосны обыкновенной нами была использована методика Н.А. Смирнова [3]. В посевном отделении питомника были подобраны 30 учетных площадок с различными размерами двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. При подборе учетных площадок придерживались следующих условий: количество сеянцев на 1 п.м. посевной строчки составляло 60-70 шт., участки не различались по рельефу, в пределах одного участка сеянцы практически не различались по высоте. Сеянцы для анализа выкапывали в

середине каждого участка в количестве 40-50 шт. с подрезкой корней на глубине 25 см. В местах выкопки сеянцев отбирали почвенные образцы, в которых определяли агрохимические показатели, на той же глубине, по-слойно, определяли плотность сложения почвы с глубины 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см.

Результаты исследований.

Согласно методике проведения работ, на подобранных участках были взяты образцы почв с последующим определением в них основных агрохимических показателей, средние показатели представлены в табл. 1.

Н.А. Смирновым [3], Н.Д. Васильевым [4], Е.М. Романовым [5] и др. установлено, что повышение содержания в почвах гумуса способствует лучшему росту сеянцев древесных растений.

Таблица 1 -Средние показатели агрохимических свойств дерново-среднеподзолистой супесчаной почвы

Глубина, см	Гумус		pH _{сол}	Обменный калий, мг/кг	Подвижный фосфор, мг/кг	Азот щел.-гидр., мг/кг
	%	т/га				
0-10	1,51	18,61	6,82	238,00	254,21	55,52
10-20	1,59	35,16	6,80	249,86	257,93	56,49
20-30	1,46	20,06	6,81	269,50	242,07	56,46
0-30	1,52	24,61	6,81	252,45	251,40	56,16

Наши исследования подтвердили, что содержание гумуса в дерново-подзолистой почве оказывает влияние на рост двухлетних сеянцев сосны, связь между содержанием гумуса и показателями роста прямолинейная. Уравнения зависимости высоты (а), диаметра шейки корня (б) и фитомассы (в) двухлетних сеянцев сосны от содержания в почве гумуса имеют следующий вид:

а) $y = 8,78 + 2,38x$; б) $y = 2,11 + 0,51x$; в) $y = 163,76 + 52,4x$, где x – содержание гумуса, %.

Коэффициент корреляции между содержанием гумуса на глубине 0-30 см и высотой сеянцев равен 0,51, диаметром шейки корня 0,52. С увеличе-

нием гумуса на глубине 0-30 см от 0,57 до 2,35 %, высота сеянцев увеличилась в 2,2 раза, масса сухого органического вещества в 3,4 раза.

Нашими исследованиями установлено, что содержание гумуса на разных глубинах не одинаково влияет на рост двулетних сеянцев сосны обыкновенной. Количество гумуса на глубине 0-10 см не оказало существенного влияния на рост сеянцев. На глубине 10-20 см содержание гумуса напротив, влияет на все биометрические показатели: высоту стволика, диаметр шейки корня, общую массу сеянцев в сухом состоянии, надземную и подземную массу, коэффициенты корреляции при достоверности 0,95 равны соответственно 0,49; 0,61; 0,43; 0,41; 0,51. Нами были получены уравнения зависимости между линейными показателями, массой сеянцев и содержанием органического вещества (табл. 2.).

Таблица 2 -Уравнения зависимости между биометрическими показателями (Y) двулетних сеянцев сосны обыкновенной и содержанием в почве гумуса (X)

Биометрические показатели	Глубина, см	Уравнения регрессии	R*
Высота стволика, см	10-20	$Y = 7,88 \cdot (1 - \exp(-0,55 \cdot X^{1,79})) + 7,3$	0,63
	20-30	$Y = 3,78 \cdot (1 - \exp(-2,48 \cdot X^{12,08})) + 9,69$	0,47
	0-30	$Y = 4,25 \cdot (1 - \exp(-0,21 \cdot X^{8,05})) + 9,51$	0,57
Диаметр корневой шейки, мм	10-20	$Y = 4,11 \cdot (1 - \exp(-0,94 \cdot X^{0,62})) + 0,04$	0,70
	0-30	$Y = 0,94 \cdot (1 - \exp(-0,30 \cdot X^{6,89})) + 2,21$	0,56
Надземная биомасса 100 растений, г	10-20	$Y = 65,32 \cdot (1 - \exp(-5,33 \cdot 10^{-5} \cdot X^{101,46})) + 130,84$	0,37
Подземная биомасса 100 растений, г	10-20	$Y = 29,79 \cdot (1 - \exp(-0,05 \cdot X^{3,76})) + 44,78$	0,61
	0-30	$Y = 24,90 \cdot (1 - \exp(-0,28 \cdot X^{2,44})) + 41,29$	0,47
Общая масса 100 растений, г	10-20	$Y = 76,83 \cdot (1 - \exp(-8748857 \cdot X^{114,0})) + 178,95$	0,32

* Коэффициент корреляции между выровненными расчетными и фактическими данными.

Пределы значений (X) горизонт 0-10 см – min = 0,55, max = 2,41; горизонт 10-20 см – min = 0,40, max = 3,38; горизонт 20-30 см – min = 0,33, max = 3,60; горизонт 0-30 см – min = 0,53, max = 2,66.

Чем выше содержание гумуса в пахотном горизонте, тем лучше рост сеянцев и накопление ими сухого органического вещества. Причем на дерново-подзолистых почвах, которые в силу своего генезиса являются низко

плодородными, даже незначительное повышение содержания гумуса оказывает положительное влияние.

Влияние калия на рост и развитие сеянцев древесных пород в лесных питомниках имеют противоречивый характер. Н.Д. Васильев [4] установил, что на дерново-подзолистых почвах между количеством обменного калия и ростом сеянцев существенной связи нет. На супесчаных и суглинистых почвах эта связь гиперболическая, причем оптимальных размеров сеянцы достигают уже при обеспеченности калием в пределах от 9 до 12 мг/100 г почвы. Н.А. Смирнов [3] отмечает, что независимо от изменений в пахотном горизонте подвижных форм калия от 5-15 мг/100 г почвы масса трехлетних сеянцев ели не изменяется. Е.М. Романов [5] пришел к выводу, что на бедных, низко гумусированных и неструктурных почвах супесчаного гранулометрического состава низкая обеспеченность обменным калием может быть фактором лимитирующим рост сеянцев.

Наши данные согласуются с результатами исследований Е.М. Романова [5]. Причем следует отметить, что влияние обменного калия на рост сеянцев проявляется на глубине до 30 см. Коэффициент корреляции (r) между содержанием обменного калия и высотой сеянцев сосны обыкновенной на глубине 0-30 см составляет 0,61, диаметром шейки корня 0,57, надземной частью сеянцев 0,47, подземной частью сеянцев 0,51, общей массой сухого органического вещества 0,46. Уравнения зависимости между содержанием калия и биометрическими показателями двухлетних сеянцев сосны обыкновенной представлены в табл. 3.

Таблица 3 -Уравнения зависимости между биометрическими показателями (Y) двулетних сеянцев сосны обыкновенной и содержанием в почве подвижного калия (X)

Биометрические показатели	Глубина, см	Уравнения регрессии	R
Высота стволика, см	0-20	$Y = 0,02 \cdot (X - 122) + 10,28$	0,67
	10-20	$Y = 0,01 \cdot (X - 55) + 10,21$	0,47
	20-30	$Y = 0,01 \cdot (X - 75) + 9,67$	0,52
	0-30	$Y = 0,01 \cdot (X - 96) + 10,11$	0,69
Диаметр корневой шейки, мм	0-10	$Y = 0,003 \cdot (X - 122) + 2,46$	0,62
	10-20	$Y = 0,002 \cdot (X - 55) + 2,33$	0,56
	20-30	$Y = 0,003 \cdot (X - 75) + 2,38$	0,63
	0-30	$Y = 0,003 \cdot (X - 96) + 21,42$	0,66
Надземная масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 0,40 \cdot (X - 122) + 130,96$	0,65
	10-20	$Y = 0,26 \cdot (X - 55) + 128,79$	0,44
	0-30	$Y = 0,31 \cdot (X - 96) + 133,85$	0,58
Подземная масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 0,09 \cdot (X - 122) + 42,59$	0,71
	10-20	$Y = 0,05 \cdot (X - 55) + 43,47$	0,45
	0-30	$Y = 0,07 \cdot (X - 96) + 42,35$	0,69
Общая масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 0,48 \cdot (X - 122) + 178,01$	0,67
	10-20	$Y = 0,29 \cdot (X - 55) + 179,89$	0,42
	0-30	$Y = 0,37 \cdot (X - 96) + 181,59$	0,60

Примечание: пределы значений (X) горизонт 0-10 см – min = 100, max = 560; горизонт 10-20 см – min = 55, max = 1210; горизонт 20-30 см – min = 75, max = 720; горизонт 0-30 см – min = 96, max = 820.

Исследованиями Н.Д. Васильева [4], Н.А. Смирнова [3] установлено, что влияние фосфора на рост двулетних сеянцев сосны и трехлетних сеянцев ели на дерново-подзолистой почве незначительно. Однако в песчаных почвах подвижные соединения фосфора являются таким же лимитирующим фактором, как и гумус, степень насыщенности основаниями и кислотность [4].

Нами было установлено, что содержание подвижного фосфора в почве не оказало положительного влияния на рост двулетних сеянцев сосны. Коэффициент корреляции между содержанием фосфора на глубине 0-30 см и высотой столика и массой сеянцев свидетельствует о наличии умеренной обратной связи $r = - 0,31$, $r = - 0,41$.

Фосфор является важным элементом, который необходим растениям для нормального роста и развития. Е.М Романов [5] для сосны обыкновенной на дерново-подзолистой супесчаной почве рекомендует содержание подвижного фосфора на уровне минимальной достаточности 10-15 мг/100 г почвы. В нашем случае, средний показатель подвижного фосфора равен 25,10 мг/100 г, что вероятно является избытком для двухлетних сеянцев сосны обыкновенной.

Благоприятная реакция почвенного раствора является важным фактором, влияющим не только на рост сеянцев, но и на развитие почвообразовательных процессов. Древесные породы могут произрастать при очень большом интервале кислотности. Для главных пород установили, например, следующие диапазоны толерантности: ель – 3,5-7,0; сосна – 3,0-7,5; береза – 4,0-7,2; дуб – 4,5-8,0; бук – 4,0-7,5 и т.д. [4].

В результате исследований мы установили, что увеличение величины рН солевой вытяжки оказывает отрицательное влияние на изменение роста двухлетних сеянцев сосны. Коэффициент корреляции между рН солевой вытяжки и высотой равен - 0,62, общей массой сухого вещества равен - 0,46. При увеличении значения рН происходит снижение биометрических показателей. Так как среднее значение рН солевой вытяжки на глубине 0-30 см составляет 6,81, а максимальной значение 7,3, можно сделать вывод, что после прохождения оптимального показателя, который для сосны обыкновенной на дерново-подзолистой почве находится в пределах 4,5-5,5 [5], дальнейшее повышение значения рН приводит к ухудшению роста сеянцев. Таким образом, нейтральная и слабощелочная реакция среды отрицательно влияют на рост двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. По-

лученные уравнения зависимости между ростом сеянцев и рН солевой вытяжки приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Уравнения зависимости между биометрическими показателями (Y) двулетних сеянцев сосны обыкновенной и рН солевой вытяжки (X)

Биометрические показатели	Глубина, см	Уравнения регрессии	R
Высота стволика, см	0-10	$Y = 25,56 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{2,3}))$	0,57
	10-20	$Y = 69,14 \cdot (\exp(-0,1 \cdot (X-1)^{1,62}))$	0,73
	20-30	$Y = 115,96 \cdot (\exp(-0,1 \cdot (X-1)^{1,69}))$	0,65
	0-30	$Y = 40,85 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{2,54}))$	0,68
Диаметр корневой шейки, мм	0-10	$Y = 5,88 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{2,24}))$	0,45
	10-20	$Y = 8,01 \cdot (\exp(-0,03 \cdot (X-1)^{2,11}))$	0,62
	20-30	$Y = 7,57 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{2,51}))$	0,49
	0-30	$Y = 7,97 \cdot (\exp(-0,02 \cdot (X-1)^{2,12}))$	0,54
Подземная масса 100 сеянцев, г	10-20	$Y = 292 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{1,61}))$	0,60
	0-30	$Y = 282,8 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{1,60}))$	0,51
Общая масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 574,74 \cdot (\exp(-0,001 \cdot (X-1)^{3,69}))$	0,47
	10-20	$Y = 972,37 \cdot (\exp(-0,01 \cdot (X-1)^{2,75}))$	0,61
	0-30	$Y = 796,86 \cdot (\exp(-0,003 \cdot (X-1)^{3,25}))$	0,54

Примечание: пределы значений (X) горизонт 0-10 см – min = 5,9, max = 7,3; горизонт 10-20 см – min = 6,1, max = 7,2; горизонт 20-30 см – min = 6,2, max = 7,2; горизонт 0-30 см – min = 6,1, max = 7,3.

В последние десятилетия земледелие столкнулось с проблемой переуплотнения почв, которое ведет к деградации почв и ландшафтов. Одной из причин снижения выхода стандартного посадочного материала являются ухудшение физических условий роста сеянцев. Уплотнение почвы приводит к снижению водопроницаемости, ухудшению водного и воздушного режима [6-10].

Установлено, что плотность сложения оказывает существенное влияние на рост и массу двулетних сеянцев сосны обыкновенной [3,5]. На глубине 0-30 см наибольшая масса сеянцев сосны, высота и диаметр шейки корня наблюдается при плотности сложения 1,11-1,20 г/см³, с увеличением плотности до 1,41-1,51 г/см³ масса сеянцев уменьшается в 2,4 раза.

Показатели коррелятивной связи между плотностью сложения на глубине 0-30 см и показателями роста свидетельствуют о наличии значительной обратной связи $r = -0,66$. Коэффициент корреляции между биомассой семян и плотностью сложения равен $-0,60$.

Тесную зависимость между массой семян и плотностью сложения на разных глубинах отражают данные таблицы 5, где участки с различным ростом и массой семян сгруппированы по классам плотности, в различных слоях почвы.

Таблица 5 - Влияние плотности сложения на рост и массу двухлетних сеянцев сосны обыкновенной

Глубина, см	Плотность, сложения, г/см ³	Линейные показатели		Масса сухого вещества, 100 шт/г		
		высота стволика, см	диаметр шейки корня, мм	всего	надземной части	подземной части
0-10	1,00-1,10	19,42	4,26	474,42	382,60	91,82
	1,11-1,20	13,22	3,06	254,21	195,67	58,54
	1,21-1,30	12,33	2,93	235,08	181,66	53,42
	1,31-1,40	10,73	2,56	206,07	159,49	46,58
	1,41-1,50	9,44	2,11	176,36	134,57	41,79
0-20	1,11-1,20	15,39	3,73	344,19	268,2	75,99
	1,21-1,30	13,38	2,98	236,39	183,19	53,20
	1,31-1,40	11,68	2,77	229,53	175,9	53,63
	1,41-1,51	9,53	2,21	170,63	129,64	40,99
0-30	1,11-1,20	18,94	4,17	443,63	347,81	95,82
	1,21-1,30	13,96	3,18	273,81	213,34	60,47
	1,31-1,40	12,80	3,09	249,62	193,82	55,80
	1,41-1,51	8,79	2,31	181,95	137,61	44,34

Из таблицы видно, что при увеличении плотности сложения уменьшаются биометрические показатели сеянцев – высота, диаметр шейки корня; масса хвои, стебля, корней. Например, при увеличении плотности с 1,00-1,10 г/см³ до 1,41-1,51 г/см³ на глубине 0-30 см высота, диаметр шейки корня и масса подземной части снизилась в 2 раза; общая масса сеянцев, масса надземной части снизилась в 2,5 раза.

Структура вертикального распределения подземной массы растений отражает их отношение к водно-физическим характеристикам почвенного

профиля. Рост сеянцев и накопление массы в первую очередь зависят от глубины залегания плотного горизонта, чем ближе к поверхности залегает плотный горизонт, тем хуже рост и меньше масса сеянцев (табл.6).

Таблица 6 -Влияние глубины залегания плотного горизонта на размеры и массу двулетних сеянцев сосны обыкновенной

Плотность сложения, г/см ³	Глубина залегания плотного горизонта, см	Масса 100 сеянцев в воздушно-сухом состоянии	Высота стволика, см	Диаметр шейки корня, мм
1,00-1,30	0-10	274,18	13,69	3,18
	10-20	344,08	15,39	3,73
	20-30	414,59	17,86	3,89
1,30-1,40	0-10	203,18	10,89	2,61
	10-20	257,56	13,09	3,02
	20-30	246,56	14,63	3,33
1,41-1,60	0-10	173,03	9,44	2,11
	10-20	172,80	10,07	2,32
	20-30	213,40	11,04	2,66

Наибольшее влияние на рост сеянцев и накопление ими сухого органического вещества оказывает плотность сложения на глубине 0-10 см. Коэффициент корреляции между плотностью сложения и высотой стволика равен - 0,67, диаметром шейки корня $r = - 0,61$, надземной биомассой $r = - 0,46$, общей массой сухого органического вещества $r = - 0,54$. Таким образом, чем выше плотность сложения на глубине 0-10 см, тем хуже рост сеянцев. На накопление сеянцами подземной массы большее влияние оказывает плотность горизонта на глубине 10-20 см, $r = - 0,54$.

Нами были получены уравнения зависимости между биометрическими показателями и плотностью сложения на глубине 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 0-30 см (табл. 7).

Оценка физических свойств почвы необходима для их регулирования при окультуривании и научного обоснования различных агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Таблица 7 - Уравнения зависимости между биометрическими показателями (Y) двулетних сеянцев сосны обыкновенной и плотностью сложения (X)

Биометрические показатели	Глубина, см	Уравнения регрессии	R
Высота стволика, см	0-10	$Y = 28,29 \cdot (\exp(-1,55 \cdot (X-1)^{0,44}))$	0,69
	10-20	$Y = 15,02 \cdot (\exp(-2,50 \cdot (X-1)^{2,69}))$	0,54
	20-30	$Y = 18,60 \cdot (\exp(-1,00 \cdot (X-1)^{1,07}))$	0,48
	0-30	$Y = 22,08 \cdot (\exp(-1,70 \cdot (X-1)^{1,03}))$	0,67
Диаметр корневой шейки, мм	0-10	$Y = 3,77 \cdot (\exp(-1,72 \cdot (X-1)^{1,39}))$	0,61
	10-20	$Y = 3,97 \cdot (\exp(-1,47 \cdot (X-1)^{1,47}))$	0,65
	20-30	$Y = 4,22 \cdot (\exp(-0,91 \cdot (X-1)^{1,07}))$	0,39
	0-30	$Y = 4,66 \cdot (\exp(-1,73 \cdot (X-1)^{1,24}))$	0,68
Подземная масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 96,66 \cdot (\exp(-1,41 \cdot (X-1)^{0,64}))$	0,55
	10-20	$Y = 93,63 \cdot (\exp(-1,36 \cdot (X-1)^{0,91}))$	0,55
	20-30	$Y = 95,68 \cdot (\exp(-1,20 \cdot (X-1)^{0,91}))$	0,44
	0-30	$Y = 93,85 \cdot (\exp(-1,87 \cdot (X-1)^{1,81}))$	0,61
Надземная масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 416,99 \cdot (\exp(-1,93 \cdot (X-1)^{0,61}))$	0,50
	10-20	$Y = 349,79 \cdot (\exp(-2,47 \cdot (X-1)^{1,94}))$	0,45
	0-30	$Y = 412,04 \cdot (\exp(-2,21 \cdot (X-1)^{0,96}))$	0,49
Общая масса 100 сеянцев, г	0-10	$Y = 497,39 \cdot (\exp(-1,90 \cdot (X-1)^{0,69}))$	0,57
	10-20	$Y = 499,42 \cdot (\exp(-1,43 \cdot (X-1)^{0,66}))$	0,44
	0-30	$Y = 499,65 \cdot (\exp(-2,15 \cdot (X-1)^{1,04}))$	0,54

Примечание: пределы значений (X) горизонт 0-10 см – min = 1,03, max = 1,47; горизонт 10-20 см – min = 1,13, max = 1,54; горизонт 20-30 см – min = 1,23, max = 1,60; горизонт 0-30 см – min = 1,16, max = 1,45.

Наши исследования показали, что лучший рост и накопление двулетними сеянцами сосны органической массы наблюдается при плотности сложения в пахотном горизонте 1,11-1,20 г/см³, но при плотности 1,31-1,40 г/см³ сеянцы также имеют стандартные размеры (табл. 2). Таким образом, при плотности сложения 1,1-1,4 гсм³ двулетние сеянцы сосны имеют стандартные линейные показатели.

Выводы.

1. На рост сеянцев сосны обыкновенной на дерново-подзолистой супесчаной почве большое влияние оказывает содержание гумуса. С увеличением гумуса на глубине 0-30 см с 0,57 до 2,35 % высота сеянцев увеличилась в 2,2 раза, масса сухого органического вещества в 3,4 раза.

2. Рост двулетних сеянцев сосны зависит от содержания гумуса, обменного калия, кислотности. Наибольшее влияние на рост сеянцев сосны оказало содержание гумуса на глубине 10-20 см. Близкая к нейтральной и слабощелочная реакция среды оказывает отрицательное влияние на рост двулетних сеянцев сосны. Содержание подвижного фосфора не оказало влияние на рост сеянцев сосны.

3. Оптимальная для роста сеянцев сосны является плотность сложения 1,11-1,20 г/см³. Наибольшее влияние на рост сеянцев оказывает плотность сложения на глубине 0-10 см, коэффициент корреляции равен - 0,67.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7050 от 29 июля 2011 г.) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «МарГТУ».

Список литературы

1. Чурагулова З.С. Почвы лесных питомников Южного Урала: состояние, изменения, оптимизация М.:ТИССО, 2003. 312с.
2. ОСТ 56-81-84 Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам.
3. Смирнов Н.А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления. М.: Лесная пром-сть, 1981. 169 с.
4. Васильев, Н.Д. Интенсификация выращивания сеянцев сосны обыкновенной в связи с почвенными условиями в лесном Среднем Заволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: МЛТИ, 1982. 20 с.
5. Романов Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнические аспекты: научное издание. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. 500 с.
6. Марфин Н.Н. Экокультура: в поисках выхода из экологического кризиса: хрестоматия по курсу охраны окружающей среды. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. 344 с.
7. Волокитин М.П., Хан К.Ю., Сон Б.К., Золотарева Б.Н. Оценка деградации некоторых агрофизических показателей почв // Почвоведение. 1997. № 1. С. 57-63.
8. Подвойский М.Ф. Влияние углубления пахотного слоя черноземов на их плодородие // Почвоведение. 1972. №6. С.95-102.
9. Ревут И.Б. Лебедева В.Г., Абрамов И.А. Плотность почвы и ее плодородие // Сб. тр. по агрономической физике. М., 1962. Вып. 10. С.154-165.
10. Филев Д.С. Головки А.И. Водно-физический режим почвы в зависимости от глубины вспашки на постоянных участках кукурузы // Докл.ВАСХНИЛ. 1967. № 10. С.15-19.