

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 630\*232

*Ю. П. Демаков, И. И. Митякова*

### ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО АГРОФОНА ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ

*Оценена пространственная вариабельность физико-химических параметров различных слоев почвы лесного питомника и выявлены факторы, влияющие на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной.*

**Ключевые слова:** *лесные питомники, почва, физико-химические параметры, пространственная вариабельность, сеянцы сосны обыкновенной, биометрика.*

**Введение.** Характерной особенностью лесопитомнического хозяйства является интенсивное механическое и химическое воздействие на почву, что часто приводит к ее деградации и нарушению протекания в ней естественных процессов биологического круговорота. В результате почвы обедняются гумусом и минеральными элементами питания растений, ухудшаются их водно-физические, воздушные и биологические свойства, нарушается структура, что приводит к снижению продуктивности посевов и уменьшению размеров сеянцев [1]. Вопросам изучения влияния почвенно-экологических условий в лесных питомниках на биометрические показатели сеянцев посвящено много исследований [2–6], однако до сих пор они остаются недостаточно изученными и во многом спорными. Особенно слабо оценена роль в этом пространственной неоднородности почвенного агрофона в пределах полей питомника.

**Цель исследования** заключалась в изучении пространственной вариабельности почвенного агрофона лесного питомника и оценке ее влияния на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной.

**Объект и методика исследований.** Объектом исследования являлся постоянный лесной питомник ГУ «Ибресинское лесничество» Управления лесного хозяйства Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской Республики, который был организован в 1969 году на площади 11,8 га. Почва на территории питомника дерново-среднеподзолистая супесчаная на древнеаллювиальных слоистых песках, подстилаемых суглинками. Для оценки пространственной неоднородности почвенного агрофона и изучения влияния почвенно-экологических условий на биометрические показатели двухлетних сеянцев сосны обыкновенной нами была использована методика Н. А. Смир-

нова [2], согласно которой в посевном отделении лесного питомника было заложено в случайном порядке 30 учетных площадок. На каждой площадке послойно с глубины 0–10, 10–20 и 20–30 см отбирали почвенные образцы и определяли плотность сложения почвы, а также выкапывали 40–50 шт. сеянцев с подрезкой корней на глубине 25 см, у которых проводили замер многочисленных биометрических показателей. Полевые исследования почвы проводили согласно ОСТ 56-81-84 [7]. Основные физические и агрохимические свойства почв исследовали стандартными методами: гумус – по И.В. Тюрину [8],  $pH_{KCl}$  вытяжки – потенциометрически [9], подвижные формы фосфора и калия – по А.Т. Кирсанову [10], щелочно-гидролизующий азот – по методу ЦИНАО [11], плотность сложения – методом ненарушенного образца. Экспериментальный материал обработан статистически на персональном компьютере с использованием программ Excel и STATISTICA.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Обработка почвы, внесение удобрений, известкование и другие агротехнические приемы направлены на создание в пахотном горизонте почвы не только оптимального водного, воздушного и питательного

Т а б л и ц а 1

**Изменчивость физико-химических параметров почвы**

Параметр агрофона	Значения статистических показателей*				
	$M_x$	min	max	$S_x$	V, %
Слой почвы 0-10 см					
Влажность почвы, %	12,60	5,93	18,77	3,18	25,2
Плотность сложения почвы, г/см <sup>3</sup>	1,25	1,06	1,47	0,10	8,0
Реакция среды, $pH_{KCl}$	6,81	5,90	7,30	0,32	4,8
Содержание гумуса, %	1,52	0,55	2,41	0,53	34,6
Содержание обменного калия, мг/кг	242,1	100,0	560,0	118,5	<b>48,9</b>
Содержание подвижного фосфора, мг/кг	260,9	110,0	560,0	87,8	33,7
Содержание азота, мг/кг	56,5	28,0	86,0	15,9	28,2
Слой почвы 10-20 см					
Влажность почвы, %	14,25	6,53	21,32	3,35	23,5
Плотность сложения почвы, г/см <sup>3</sup>	1,36	1,13	1,55	0,11	8,4
Реакция среды, $pH_{KCl}$	6,78	6,10	7,30	0,34	5,0
Содержание гумуса, %	1,58	0,40	3,38	0,71	44,8
Содержание обменного калия, мг/кг	286,9	55,0	1210,0	213,4	<b>74,4</b>
Содержание подвижного фосфора, мг/кг	264,3	122,0	488,0	82,3	31,1
Содержание азота, мг/кг	57,4	28,0	112,0	18,5	32,2
Слой почвы 20-30 см					
Влажность почвы, %	13,83	8,75	25,03	3,92	28,3
Плотность сложения почвы, г/см <sup>3</sup>	1,44	1,22	1,60	0,10	7,1
Реакция среды, $pH_{KCl}$	6,81	6,20	7,20	0,27	3,9
Содержание гумуса, %	1,46	0,33	3,60	0,81	<b>55,2</b>
Содержание обменного калия, мг/кг	269,5	75,0	720,0	145,9	<b>54,1</b>
Содержание подвижного фосфора, мг/кг	242,1	82,0	528,0	101,1	41,8
Содержание азота, мг/кг	56,5	28,0	126,0	20,3	35,9

**Примечание:** в этой и последующих таблицах  $M_x$  – среднее арифметическое значение признака; min, max – минимальное и максимальное значения;  $S_x$  – среднее квадратическое (стандартное) отклонение, V – коэффициент вариации.

режимов, но выравненности агрофона, однако, как анализ полученных данных, сделать это довольно сложно, так как в пределах даже одного поля питомника отмечается довольно значительная пространственная горизонтальная и вертикальная неоднородность всего комплекса физических и химических показателей почвы (табл. 1).

Особенно велика изменчивость в почве содержания обменного калия, коэффициент вариации которого изменяется от 48,9 до 74,4 %. Меньше всего изменяются значения показателей рН и плотности сложения почвы ( $V = 3,9...8,4$  %). Остальные показатели варьируют в пределах от 23,5 до 55,2 %.

Наибольший вклад в общую дисперсию показателей вносит горизонтальная неоднородность агрофона, а также случайные факторы, определяющие погрешность оценки (табл. 2) и снижающие тесноту связи между значениями параметров разных слоев почвы (табл. 3). Достоверность различий между слоями почвы статистически доказана только для показателей плотности сложения и влажности. Наиболее тесно связаны между собой показатели разных слоев почвы по показателям значений рН и содержания калия ( $r = 0,683...0,946$ ), а наименее тесно – содержания азота ( $r = 0,268...0,339$ ). Значения коэффициента корреляции у других показателей изменяются между различными слоями от 0,409 до 0,705, что свидетельствует о большой пространственной неоднородности почвенного агрофона, обусловленной как природными, так и антропогенными факторами, наиболее значимыми из которых являются механизмы и приемы обработки почвы, а также внесения удобрений.

Т а б л и ц а 2

#### Результаты дисперсионного анализа пространственной изменчивости параметров почвы

Параметр почвы	Значения критерия Фишера*		Доля влияния факторов, %		
	Слои почвы	Площадки	Слоев почвы	Площадок	Погрешностей
Влажность	<b>3,39</b>	<b>3,62</b>	4,0	61,8	34,2
Плотность сложения	<b>66,9</b>	<b>6,14</b>	<b>36,2</b>	48,1	15,7
Реакция среды, рН <sub>KCl</sub>	0,82	<b>31,4</b>	0,2	93,8	6,0
Содержание гумуса	0,64	<b>6,55</b>	0,5	76,2	23,3
Содержание калия	1,87	<b>7,93</b>	1,3	78,8	19,9
Содержание фосфора	1,30	<b>5,48</b>	1,2	72,4	26,4
Содержание азота	0,03	<b>2,31</b>	0,1	53,6	46,4

**Примечание:** для слоев почвы  $F_{0,05} = 3,16$ , а для площадок  $F_{0,05} = 1,66$ .

Т а б л и ц а 3

#### Изменчивость тесноты связи между параметрами разных слоев почвы

Параметр почвы	Значения коэффициента корреляции между параметрами разных слоев		
	0-10 и 10-20 см	0-10 и 20-30 см	10-20 и 20-30 см
Влажность	0,692	0,601	0,409
Плотность сложения	0,588	0,697	0,603
Реакция среды, рН <sub>KCl</sub>	<b>0,946</b>	<b>0,903</b>	<b>0,917</b>
Содержание гумуса	0,705	0,683	0,658
Содержание калия	<b>0,769</b>	0,683	<b>0,809</b>
Содержание фосфора	0,607	0,545	0,670
Содержание азота	0,325	0,339	0,268

Высокая вариабельность значений физических и химических параметров почвы свидетельствует о необходимости использования при проведении исследований большого числа измерений. Объем выборки ( $N$ , шт.) для достижения требуемой точности учета можно без труда вычислить по известной формуле математической статистики  $N = (V/p)^2$ , где  $V$  – коэффициент вариации, %;  $p$  – заданная точность опыта (относительная ошибка измерения), %. Расчеты показали, что плотность сложения почвы и величину рН можно оценить с погрешностью  $\pm 5\%$ , проведя измерения всего в 2–3 точках поля питомника (табл. 4). Для оценки влажности почвы с той же погрешностью требуется увеличить объем выборки уже до 22–32 учетных единиц (площадок), а содержания гумуса, азота и фосфора – до 32 – 122. Для оценки в почве калия, вариабельность содержания которого наиболее велика, и достижения 5%-й точности опыта необходимо провести измерения на 96–222 площадках, что не только трудоемко, но и вообще нереально. Для достижения 10%-й точности опыта учет необходимо провести на 24–56 площадках.

Т а б л и ц а 4

**Необходимый объем выборки для оценки параметров почвы с заданной погрешностью**

Параметр почвы	Необходимое число точек учета в различных слоях при заданной погрешности					
	Слой 0-10 см		Слой 10-20 см		Слой 20-30 см	
	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$
Влажность	26	7	22	6	32	8
Плотность сложения	3	2	3	2	3	2
Реакция среды, рН <sub>KCl</sub>	2	1	2	1	2	1
Содержание гумуса	48	12	80	20	122	31
Содержание калия	96	24	222	56	117	30
Содержание фосфора	46	12	39	10	70	18
Содержание азота	32	8	42	11	52	13

Исследования показали, что параметры почвы в той или иной степени сопряжены друг с другом (табл. 5). Особенно тесная зависимость отмечается между плотностью сложения почвы, её влажностью и содержанием в ней гумуса, который в принципе и влияет на изменение первых двух параметров. Теснота связи между данными параметрами в разных слоях почвы различна, что может быть обусловлено воздействием солнечного света и воздушного режима.

Зависимость плотности сложения ( $ПС$ , г/см<sup>3</sup>) и влажности почвы ( $W$ , %) от содержания гумуса ( $X$ , %) описывают следующие уравнения регрессии:

$$\begin{aligned}
 ПС_{0-10 \text{ см}} &= 0,37 \cdot \exp(-0,649 \cdot X^{1,629}) + 1,13; \quad R^2 = 0,509; \\
 ПС_{10-20 \text{ см}} &= 0,37 \cdot \exp(-0,196 \cdot X^{1,904}) + 1,13; \quad R^2 = 0,519; \\
 ПС_{20-30 \text{ см}} &= 0,47 \cdot \exp(-0,270 \cdot X^{1,251}) + 1,13; \quad R^2 = 0,657; \\
 W_{0-10 \text{ см}} &= 11,83 \cdot (X-0,3)^{0,449}; \quad R^2 = 0,712; \\
 W_{10-20 \text{ см}} &= 13,92 \cdot (X-0,3)^{0,205}; \quad R^2 = 0,295; \\
 W_{20-30 \text{ см}} &= 12,19 \cdot X^{0,420}; \quad R^2 = 0,625.
 \end{aligned}$$

Зависимость же влажности почвы от плотности её сложения и содержания гумуса описывают следующие множественные нелинейные мультипликативные уравнения:

$$W_{0-10 \text{ см}} = 30,8 \cdot X^{0,449} \cdot \exp(-1,00 \cdot \text{ПС}) + 1,7; \quad R^2 = 0,775;$$

$$W_{10-20 \text{ см}} = 70,8 \cdot (X - 0,3)^{0,449} \cdot \exp(-1,57 \cdot \text{ПС}) + 5,6; \quad R^2 = 0,420;$$

$$W_{20-30 \text{ см}} = 183,9 \cdot (X - 0,3)^{0,691} \cdot \exp(-2,71 \cdot \text{ПС}) + 9,4; \quad R^2 = 0,699.$$

Т а б л и ц а 5

## Теснота взаимосвязей между физико-химическими параметрами почвы

Параметр почвы	Значения коэффициента корреляции между параметрами					
	1	2	3	4	5	6
Слой почвы 0-10 см						
Влажность	1,00					
Плотность сложения	<b>-0,75</b>	1,00				
Реакция среды, рН <sub>KCl</sub>	-0,42	0,42	1,00			
Содержание гумуса	<b>0,84</b>	<b>-0,65</b>	-0,36	1,00		
Содержание калия	0,48	-0,41	<b>-0,51</b>	0,32	1,00	
Содержание фосфора	0,06	-0,03	0,28	0,11	-0,02	1,00
Содержание азота	0,60	-0,32	-0,12	<b>0,66</b>	0,09	0,19
Слой почвы 10-20 см						
Влажность	1,00					
Плотность сложения	<b>-0,61</b>	1,00				
Реакция среды, рН <sub>KCl</sub>	-0,21	0,50	1,00			
Содержание гумуса	0,52	<b>-0,73</b>	-0,45	1,00		
Содержание калия	0,33	-0,43	<b>-0,56</b>	0,53	1,00	
Содержание фосфора	0,18	-0,22	0,01	0,05	0,38	1,00
Содержание азота	0,58	<b>-0,81</b>	-0,58	<b>0,66</b>	0,46	0,13
Слой почвы 20-30 см						
Влажность	1,00					
Плотность сложения	<b>-0,78</b>	1,00				
Реакция среды, рН <sub>KCl</sub>	-0,30	0,54	1,00			
Содержание гумуса	<b>0,80</b>	<b>-0,79</b>	-0,51	1,00		
Содержание калия	0,54	-0,69	<b>-0,73</b>	0,52	1,00	
Содержание фосфора	0,30	-0,27	0,09	0,34	0,14	1,00
Содержание азота	0,27	-0,37	-0,32	<b>0,46</b>	0,31	0,26

Наиболее тесная связь между параметрами отмечается в слое почвы 0–10 см, а наименьшая – в слое 10–20 см.

Содержание обменного калия, как свидетельствуют приведенные данные, связано обратной зависимостью со значением рН, а теснота связи между параметрами увеличивается с глубиной. Между содержанием азота и гумуса отмечается средняя теснота связи ( $r = 0,46 \dots 0,66$ ). Связь между остальными показателями довольно слабая.

В пределах одного поля питомника не остаются постоянными и биометрические показатели сеянцев сосны (табл. 6). Наиболее изменчивым параметром является масса стволика сеянцев ( $V = 55,0 \%$ ), а наименее изменчивым – доля массы хвои ( $V = 8,1 \%$ ). Коэффициент вариации остальных биометрических показателей изменяется в пределах от 18,4 до 38,7 %.

Между многими биометрическими параметрами сеянцев, как показали расчеты, отмечается довольно тесная зависимость (табл. 7). Особенно тесная зависимость отмечается между высотой и массой стволика ( $r = 0,94$ ), массой хвои и общей массой сеян-

Т а б л и ц а 6

## Изменчивость биометрических параметров семян

Биометрический параметр	Значения статистических показателей				
	$M_x$	min	max	$S_x$	V, %
Средняя высота семян, см	12,5	8,5	19,9	2,95	23,6
Диаметр шейки корня, мм	2,9	1,7	4,4	0,65	22,3
Масса хвои 100 семян, г	132,7	66,9	273,2	50,6	38,1
Масса стволика 100 семян, г	56,3	17,8	144,2	31,0	<b>55,0</b>
Масса мелких корней 100 семян, г	16,9	10,9	26,8	3,7	21,7
Масса всех корней 100 семян, г	52,3	26,4	95,8	16,7	32,0
Общая масса 100 семян, г	244,1	125,5	505,2	94,4	38,7
Доля массы хвои, %	54,6	43,7	61,1	4,4	8,1
Доля массы стволиков, %	22,1	12,4	30,2	4,6	20,6
Доля массы мелких корней, %	7,7	3,4	13,4	2,6	34,2
Доля массы всех корней, %	22,1	14,3	29,6	4,1	18,4

цев ( $r = 0,98$ ), массой стволиков и общей массой семян ( $r = 0,96$ ). Масса же мелких корней практически не связана с остальными параметрами двухлетних семян. Зависимости между биометрическими показателями семян описывают следующие уравнения регрессии:

$$d = 0,35 \cdot h^{0,839}; R^2 = 0,767;$$

$$M_{\text{общ.}} = 17,67 \cdot h^{0,839} \cdot d^{1,033}; R^2 = 0,877;$$

$$M_{\text{корн.}} = 5,35 \cdot h^{0,640} \cdot d^{0,610}; R^2 = 0,724;$$

$$M_{\text{ств.}} = 0,69 \cdot h^{1,353} \cdot d^{0,863}; R^2 = 0,924;$$

$$M_{\text{хвои}} = 15,24 \cdot h^{0,359} \cdot d^{1,157}; R^2 = 0,765;$$

где  $d$  – диаметр стволика у шейки корня, мм;  $h$  – высота семени, см;  $M$  – масса 100 семян в целом ( $M_{\text{общ.}}$ ), а также корней, стволиков и хвои, г.

Т а б л и ц а 7

## Теснота взаимосвязи между биометрическими параметрами семян

Биометрический параметр	Значения коэффициента корреляции между параметрами					
	1	2	3	4	5	6
Высота семени	1,00					
Диаметр шейки корня	0,88	1,00				
Масса хвои	0,80	0,86	1,00			
Масса стволиков	0,94	0,91	0,90	1,00		
Масса мелких корней	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>	1,00	
Масса всех корней	0,82	0,82	0,85	0,86	<b>0,32</b>	1,00
Общая масса семян	0,88	0,91	0,98	0,96	<b>0,24</b>	0,89

Проведенные исследования показали, что степень развития семян лимитируют всего два фактора: плотность сложения почвы (ПС, г/см<sup>3</sup>) и содержание в ней обменного калия (К, мг/кг). Причем влияние этих факторов проявляется в наибольшей степени в том случае, когда из трех значений, соответствующих разным слоям почвы, взято ми-

нимальное. Математические модели, отражающие эти зависимости и описывающие от 31,4 до 64,7% исходной дисперсии показателей, выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned}h &= 1,724 \cdot K^{0,750} \cdot \exp(-2,602 \cdot \text{ПС}) + 8,54; \quad R^2 = 0,647; \\M_{\text{общ.}} &= 2,15 \cdot K^{1,362} \cdot \exp(-3,362 \cdot \text{ПС}) + 184,0; \quad R^2 = 0,445; \\M_{\text{ств.}} &= 7,54 \cdot K^{0,950} \cdot \exp(-3,046 \cdot \text{ПС}) + 25,7; \quad R^2 = 0,558; \\M_{\text{хвои}} &= 0,19 \cdot K^{1,675} \cdot \exp(-3,676 \cdot \text{ПС}) + 110,9; \quad R^2 = 0,314; \\M_{\text{корн.}} &= 5,11 \cdot K^{1,076} \cdot \exp(-4,014 \cdot \text{ПС}) + 38,9; \quad R^2 = 0,559.\end{aligned}$$

Действие остальных показателей состояния почв не проявилось из-за того, что их значения соответствуют оптимуму потребности семян и не лимитируют их развитие. Показатели развития семян, как можно предполагать, во многом зависят от биологических параметров почв (численности мелких членистоногих, микоризных и патогенных грибов, микроорганизмов), степень распространения которых, несомненно, также пространственно неоднородна, как и физико-химических параметров почвы.

### **Выводы.**

1. Агрофон лесного питомника, несмотря на технологические приемы, направленные на создание в пахотном горизонте не только оптимального водного, воздушного и питательного режимов, но и выравнивания всего комплекса физических и химических показателей почвы, довольно неоднороден как в горизонтальном, так и вертикальном планах. Особенно сильно варьирует содержание в почве обменного калия. Меньше же всего изменяются значения показателей рН и плотности сложения почвы.

2. Наибольший вклад в общую дисперсию показателей вносит горизонтальная неоднородность агрофона, а также случайные факторы, определяющие погрешность оценки и снижающие тесноту связи между значениями параметров разных слоев почвы. Достоверность различий между слоями почвы статистически значима только для показателей плотности сложения и влажности.

3. Высокая вариабельность физических и химических параметров почвы свидетельствует о необходимости использования при проведении исследований большого числа измерений. Так, для оценки влажности почвы с погрешностью  $\pm 5\%$  объем выборки должен составлять 22–32 учетные единицы, а содержания гумуса, азота и фосфора – до 32 ... 122. Для оценки в почве калия с той же погрешностью необходимо провести измерения на 96...222 площадках. Плотность сложения почвы и величину рН можно оценить с погрешностью  $\pm 5\%$ , проведя измерения всего в 2–3 точках поля питомника.

4. Все параметры почвы в той или иной степени сопряжены друг с другом. Особенно тесная зависимость отмечается между плотностью сложения почвы, её влажностью и содержанием в ней гумуса. Теснота связи между данными параметрами в разных слоях почвы неодинакова, что может быть обусловлено воздействием солнечного света и воздушного режима.

5. Степень развития семян лимитируют всего два фактора: плотность сложения почвы и содержание в ней обменного калия. Причем влияние этих факторов проявляется в наибольшей степени в том случае, когда из трех значений, соответствующих разным слоям почвы, взято минимальное. Действие остальных показателей состояния почв не проявилось из-за того, что их значения соответствуют оптимуму потребности семян и не лимитируют их развитие.

6. Показатели развития семян, как можно предполагать, во многом зависят от биологических параметров почв (численности мелких членистоногих, микоризных и патогенных грибов, микроорганизмов), степень распространения которых, несомненно, также пространственно неоднородна, как и физико-химических параметров почвы.

## Список литературы

1. Романов, Е.М. Деградация и восстановление плодородия почв лесных питомников Среднего Поволжья / Е.М. Романов, А.А. Мамаев, С.С. Гордеева // Экология и леса Поволжья: Сб. науч. статей. Вып. 2. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – С. 47-67.
2. Смирнов, Н.А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления / Н.А. Смирнов. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 169 с.
3. Васильев, Н.Д. Интенсификация выращивания сеянцев сосны обыкновенной в связи с почвенными условиями в лесном Среднем Заволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.Д. Васильев. – М.: МЛТИ, 1982. – 20 с.
4. Редько, Г.И. Лесные питомники России / Г.И.Редько, Н.А.Бабич, Н.Г.Редько. – Вологда, 1996. – 414 с.
5. Романов, Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнические аспекты / Е.М. Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 500 с.
6. Чурагулова, З.С. Почвы лесных питомников Южного Урала: состояние, изменения, оптимизация / З.С. Чурагулова. – М.: ТИССО, 2003. – 312 с.
7. ОСТ 56-81-84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам.
8. ГОСТ 26213-84. Охрана природы. Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО.
9. ГОСТ 26483-85. Охрана природы. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение её pH по методу ЦИНАО.
10. ГОСТ 26213-84. Охрана природы. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
11. ГОСТ 26213-84. Охрана природы. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО.

Статья поступила в редакцию 14.03.11.

*Yu. P. Demakov, I. I. Mityakova*

**SPATIAL HETEROGENEITY OF SOIL AGRICULTURAL BACKGROUND OF FOREST NURSERY AND ITS INFLUENCE ON BIOMETRICS PARAMETERS OF SEEDLINGS**

*Spatial variability of physical and chemical parameters of different soil layers of forest nursery was estimated. Factors influencing on biometrics parameters of Scotch pine seedlings were identified.*

**Key words:** *forest nurseries, soil, physical and chemical parameters, spatial variability, seedlings of Scots pine, biometrics.*

---

*ДЕМАКОВ Юрий Петрович* – доктор биологических наук, профессор кафедры управления природопользованием и лесозащиты МарГТУ. Область научных интересов – экология, биогеоценология, биометрия. Автор 220 научных и учебно-методических работ, в том числе трех монографий и пяти учебных пособий.

E-mail: DemakovYP@marstu.net

*МИТЯКОВА Ирина Ивановна* – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, почвоведения и природопользования МарГТУ. Область научных интересов – почвенная экология. Автор 42 публикаций.

E-mail: MityakovaII@marstu.net