

УДК 630*228.7+630*161.4(571.51/.52)

Г.С. Вараксин, В.И. Поляков, М.А. Петрова, С.В. Инюшкин

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РОСТА ХВОЙНЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ ПОДЗОНЕ ТАЙГИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Исследовано состояние и ход роста 19-летних искусственных фитоценозов, созданных на вырубках в равнинных темнохвойных лесах южной подзоны тайги Красноярского края. В качестве главных пород для облесения площадей на хорошо дренированных почвах рекомендованы сосна и лиственница.

Ключевые слова: лесные культуры, продуктивность, производительность и ход роста древостоев.

В южной подзоне тайги Средней Сибири выращивают сосну, лиственницу, ель и кедр. Предпочтение отдается частичным культурам. Одной из основных категорий лесокультурного фонда Больше-Муртинского лесхоза Красноярского края являются производные лиственные молодняки на вырубках разнотравной, крупнотравной и зеленомошной групп типов ельников и пихтачей. Они формируются из березы, осины, примеси древовидных ив и подлесочных видов при незначительном участии подроста пихты, ели и кедра в условиях жесткой конкуренции с травянистой растительностью. В горизонтальном плане такой молодняк представляет собой мозаику сомкнутых биогрупп древесных растений, кустарников и захламленных порубочными остатками задернелых прогалин. Основной фон напочвенного покрова высотой до 1,5 ... 2,0 м образуют злаки и крупнотравье.

Многие произраставшие здесь до рубки темнохвойные насаждения, по-видимому, также можно отнести к производным. В прошлом на равнинах Обь-Енисейского водораздела были распространены сложные боры с лиственницей и вторым ярусом, подростом из пихты, ели и кедра. Ареал темнохвойной тайги ограничивался склонами северных экспозиций и поймами небольших рек и ручьев. Старовозрастные крупномерные сосняки постепенно вырубали, оставив тонкомер и подрост темнохвойных пород, из которых впоследствии и сформировались полидоминантные темнохвойные насаждения, большей частью теперь тоже вырубленные.

На современном этапе лесообразования в районе преобладают молодые и средневозрастные мелколиственные насаждения с неравномерным распределением подроста и подчиненного яруса темнохвойных пород. Естественное возобновление темнохвойных на вырубках идет только через смену пород, а возобновление сосны и лиственницы, некогда коренных пород ровных и возвышенных местообитаний, и вовсе отсутствует или встречается единично по обочинам лесовозных дорог и в насаждениях береговых склонов. Лесной фонд обесценивается в направлении: сосна, лиственница → ель, пихта → береза, осина → кустарники, травы. Теперь вполне очевидно, что ориентация на естественное зарастание мест рубок в условиях южной тай-

ги себя не оправдала. Новый взгляд на проблему лесовосстановления, по нашему мнению, должен выработываться исходя из приоритета искусственных насаждений: лесных культур и плантаций разного целевого назначения.

Целью настоящей статьи является изучение состояния и хода роста хвойных культур на вырубках в равнинных темнохвойных лесах. Для этого обследовали два опытных участка 19-летних культур, созданных в Таловском лесничестве Большемуртинского лесхоза под методическим руководством Г.С. Вараксина и А.П. Витальева. Характеристика участков на момент закладки культур приводится ниже.

Участок 1. Культуры смешанные частичные, площадь 10 га, местоположение возвышенное ровное. Давность вырубки 5 лет, тип леса до рубки – пихтач разнотравно-зеленомошный. Захламленность превышает 50 м³/га, количество пней более 600 шт./га. Естественное возобновление – куртинами, состав 7Б2Ив1Ос, 2500 шт./га, средняя высота 2,4 м. Почва серая лесная среднесуглинистая свежая дренированная, задернение злаковой растительностью сильное. Год, сезон подготовки почвы – 1983, осень; закладки культур – 1984, весна. Расчистка полос шириной до 24 м с одновременным рыхлением почвы произведена корчевателями-собирающими (Д-513А, Д-496А, МП-2Б). Пни, порубочные остатки, дернину и кустарники сдвигали в необрабатываемые межполосные пространства шириной 8 ... 10 м. Доочистку полос с заравниванием ям и микропонижений производили ножом бульдозера (Т-100М, Т-100МГП). Способы посадки – ручной под меч Колесова и механизированный (ЛХТ-55+МЛУ-1). На полосе высаживали 6 ... 9 рядов культур, шаг посадки 0,5 ... 1,0 м. Ряды сосны чередовали с рядами кедра или лиственницы, либо на полосе высаживали только лиственницу или сосну. При посадке использовали отсортированные стандартные сеянцы, выращенные в открытом грунте: 2-летние – сосны и лиственницы, 4-летние – кедра.

Участок 2. Культуры частичные еловые, площадь 10 га, местоположение – северный склон 2°. Давность вырубки 10 лет, тип леса до рубки – пихтач зеленомошный. Захламленность превышает 50 м³/га, количество пней более 600 шт./га. Естественное возобновление – куртинами, состав 8Б1К1Ос, 5620 шт./га, средняя высота 4,0 м. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая влажная слабо дренированная, временно переувлажняемая, задернение злаковой растительностью сильное. Год, сезон подготовки почвы – 1983, осень; закладки лесных культур – 1984, весна. Технология подготовки участка аналогичная: расчистка полос корчевателями и доочистка с заравниванием ям и микропонижений ножом бульдозера. Ширина расчищаемых полос 10 м, межполосных пространств 8 м. Способ посадки – ручной под меч Колесова. На полосе высаживали 4 ряда сеянцев через 2,0 м, шаг посадки 0,5 ... 1,0 м. Посадочный материал – 4-летние стандартные сеянцы ели, выращенные в открытом грунте.

Агротехнические уходы за культурами проводили в течение первых 3 лет. В настоящее время задернение злаковой растительностью в межпо-

лосном пространстве на обоих участках сильное, в полосах культур отсутствует или слабое.

Состояние и ход роста культур изучали на шести пробных площадях (ПП). В полосах культур заложили четыре и в межполосном пространстве – две ПП, в том числе четыре на первом участке и две на втором. На ПП в полосах, включающих 2 ... 4 ряда посадки, протаксировали 848 экземпляров культивируемых пород (по 100 ... 200 шт. каждой). Измеряли таксационный диаметр ($D_{1.3}$), высоту дерева (H) и начала живой кроны ($H_{н.к}$) с точностью до 0,1 см и 0,1 м соответственно. Деревья подразделяли на оставляемые, вырубаемые и сухостойные. Для анализа стволов взяли 13 моделей из модальных классов толщины, в том числе 3 сосны, 4 лиственницы и по 3 модели кедра и ели. На ПП в межполосном пространстве (по одной на каждом участке) произвели сплошной пересчет деревьев по породам и состоянию (растущие и сухостой) с выборочным измерением высот каждой породы и ступени толщины. На каждой ПП сплошь учли естественное возобновление. Все исходные материалы систематизировали в тематической базе данных (СУБД MS Access), что существенно облегчает доступ к ним, анализ и обработку [7]. Данные анализировали в системе STATISTICA 6. Существенность различия естественных совокупностей оценивали по критерию Р. Фишера F при $p = 0,95$ ($\alpha = 0,05$). Для аппроксимации рядов строения древостоев по толщине и высоте использовали популярную в лесоведении двухпараметрическую функцию В. Вейбулла*, точную интерпретацию параметров которой дал в свое время Н. В. Stauffer [8]. Формально функция записывается в виде

$$f(x) = c/b[(x - \theta)/b]^{c-1} e^{-[(x-\theta)/b]^c}, \text{ для } \theta < x, b > 0, c > 0, \quad (1)$$

где b – параметр масштаба распределения;

c – параметр формы, показатель степени и направления асимметрии;

θ – параметр положения (при оценке распределения древостоя по толщине θ соответствует минимальному диаметру $\theta = d_{\min}$, $\theta + b$ аппроксимирует диаметр, меньше которого расположено 68 % деревьев, при $\theta = 0$ распределение двухпараметрическое);

e – основание натурального логарифма.

В модуле Nonlinear Estimation (нелинейное оценивание) системы STATISTICA 6 для оценки параметров b и c функция задается в виде

$$y = \text{weibull}(x, b, c, 0)a, \quad (2)$$

где y – переменная, содержащая фактические относительные (%) или абсолютные (шт.) частоты признака x ;

a – коэффициент для адаптации функции с условной плотностью 1,0 к масштабу реальных величин (степеней признака x).

* Введена в лесоведение Баллеем и Делем в 1973 г. (*Bailey R. L. Quantifying diameter distribution with the Weibull function / R. L. Bailey, T. R. Dell// Forest Sci. – 1973. – Vol. 19. – P. 97–104.*)

Таблица 1

Таксационная характеристика лесных культур по элементам леса на 1 га

№ участка	№ ПП	Порода	Оставляемая часть							Вырубаемая часть				
			D, см	H, м	H _{н.к.} , м	ΣG, м ²	M, м ³	N, шт.	Полнота	D, см	H, м	ΣG, м ²	M, м ³	N, шт.
1	1	С	11,8	8,5	3,1	16,67	72	1500	0,6	5,3	6,4	0,48	2	220
		Л	7,1	8,1	1,7	5,70	24	1400	0,2	2,6	4,9	0,47	1	860
	2	С	12,3	8,1	2,4	16,09	66	1300	0,6	5,7	6,0	0,82	3	320
		К	2,9	3,2	0,5	1,11	3	1700	–	1,0	1,7	–	–	20
2	3	Л	8,4	8,2	1,3	14,93	63	2700	0,6	3,1	4,8	1,12	3	1490
	4	Е	3,4	3,8	–	4,41	14	5000	–	–	–	–	–	–

Исследуемые культуры на обоих участках переведены в категорию земель, покрытых лесной растительностью, и отнесены к культурам отличного качества. Анализ таксационных показателей свидетельствует об их хорошем состоянии. Наиболее высокие показатели роста отмечены у сосны (табл. 1).

Данные таксации представлены с выделением основной (оставляемой) и отставшей в росте (вырубаемой) частей древостоев. Древостои оставляемой части лиственницы и особенно сосны растут по I классу бонитета. Производительность кедра и ели в силу биологических и экологических свойств этих пород (теневыносливость и замедленный рост в молодости) не превышает пока IV класса бонитета. В культурах темнохвойных пород не наблюдается обособления главной и подчиненной частей древостоя. Кедр в смешении с сосной остается под ее пологом (ПП 2). Ель, выращиваемая в чистом виде (участок 2, ПП 4), развивается быстрее кедра с превышением по диаметру и высоте на 15 ... 16 %. Доля отставших в росте экземпляров сосны сравнительно невелика (13 ... 20 %). Напротив, дифференциация полога лиственницы как в чистых, так и в смешанных с сосной культурах весьма значительна. Процент отставших в росте деревьев достигает 36 ... 38 % от общего количества. Ряды строения лиственницы по диаметру и высоте более растянуты и асимметричны по сравнению с сосной, особенно по диаметру (рис. 1, табл. 2).

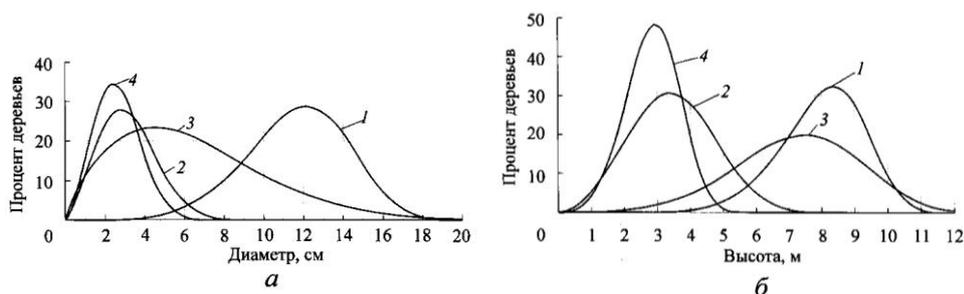


Рис. 1. Ряды строения древостоев культур по диаметру (а) и высоте (б)

Таблица 2

Параметры распределений древостоев культур по диаметру и высоте

Показатель	Порода	\bar{x}	$\pm\sigma_x$	x_{\min}	x_{\max}	b	c	a	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр ($D_{1,3}$)	Сосна	10,9	3,19	2,2	17,6	12,70	5,20	187	0,973
	Лиственница	5,9	3,07	0,9	14,6	7,26	1,76	213	0,943
	Кедр	2,6	1,10	0,8	6,2	2,99	2,50	102	0,977
	Ель	3,1	1,31	0,8	6,8	3,56	2,36	103	0,981
Высота (H)	Сосна	7,9	1,26	3,8	10,2	8,53	7,36	101	0,995
	Лиственница	6,8	2,07	1,2	11,0	7,96	4,42	95	0,913
	Кедр	2,9	0,72	1,6	4,7	3,16	3,99	101	0,994
	Ель	3,4	1,17	1,0	6,8	3,90	2,99	102	0,967

В графах 3, 5 и 6 табл. 2 приводятся выборочные оценки средних и экстремальных значений диаметра и высоты. Распределения (рис. 1) со значениями параметров b , c и a (см. табл. 2) представляют строение генеральных совокупностей. Высокие показатели корреляции ($R > 0,9$) обуславливают адекватность теоретических и опытных данных. Параметр b показывает верхний предел для 68 % деревьев, распределенных по анализируемому признаку. Так, у 68 % деревьев сосны диаметр меньше 12,7 см и высота ниже 8,53 м. Тот же процент деревьев лиственницы ограничивается диаметром 7,3 см и высотой 7,96 м, т. е. меньше соответственно на 43 % по диаметру и на 7 % по высоте.

У темнохвойных культур 68 % деревьев ели, считая от наименьшего, имеют диаметры на 16 % и высоты на 19 % больше, чем те же 68 % деревьев кедра. Однако в этом случае сказывается еще и разница в условиях местопроизрастания и видовом составе культур.

Анализ результатов, приведенных в табл. 1, показывает, что культуры сосны отличаются наивысшей энергией роста. При сравнении выборочных совокупностей сосны ($N_{\text{ПП1}} + N_{\text{ПП2}} = 200$ шт.) и лиственницы ($N_{\text{ПП1}} + N_{\text{ПП3}} = 326$ шт.) видим, что сосна достоверно опережает лиственницу по всем трем измеренным показателям: по D на 46 % ($D_c = 10,9$ см $>$ $D_l = 5,9$ см, $F = 325 > F_{st} = 3,84$), по H на 15 % ($H_c = 7,93$ м $>$ $H_l = 6,75$ м, $F = 53 > F_{st} = 3,84$) и по $H_{н.к}$ на 51 % ($H_{кр.с} = 2,71$ м $>$ $H_{кр.л} = 1,34$ м, $F = 627 > F_{st} = 3,84$). Если сравнивать оставляемую часть древостоев сосны и лиственницы, то достоверность различий сохраняется только по D и $H_{н.к}$. Показателями успешного роста и хорошей сохранности сосны служат также полнота (не ниже 0,6) и запас (66 ... 72 м³/га) ее древостоев. В смешанных рядами культурах сосна вытесняет сопутствующие породы. Кедр, как уже отмечалось, остался под ее пологом (ПП 2), лиственница характеризуется значительно более низкими показателями полноты (0,2 против 0,6) и запаса (24 против 72 м³/га, см. ПП 1). В чистых культурах лиственница растет лучше, чем в смешанных с сосной. Средний диаметр чистых культур лиственницы достоверно выше, чем ее примеси к сосне ($D_{л.ч} = 6,3$ см $>$ $D_{л.см} = 5,3$ см, $F = 8,29 > F_{st} = 3,84$). Различие в высотах незначительно ($H_{л.ч} = 6,79$ м \approx $H_{л.см} = 6,65$ м).

Вытесняющее воздействие сосны в смешанных культурах отмечалось в Поволжье [5, 6]. Если при создании культур преобладает лиственница и густота не превышает 5 ... 6 тыс. шт./га, отрицательное влияние сосны практически не сказывается. В чистом виде лиственница развивается лучше сосны. Рекомендуется смешение рядами, предпочтительно с елью [6]. В близких лесорастительных условиях Лено-Ангарского плато на суглинистых дерново-лесных почвах Н.В. Ковылин с соавторами [4] отмечают лучший рост лиственницы по сравнению с сосной. В 16 лет сосна имела высоту 3,5 м, а лиственница 4,5 м. Наши исследования [1, 3] показывают, что при соблюдении определенных технологических приемов выращивания светлых культур на участках из-под темнохвойных лесов сосна и лиственница одинаково хорошо приживаются и растут в примерно одинаковом темпе. В чистых культурах лиственница росла с незначительным опережением по высоте, а сосна – по диаметру. В 14 лет обе породы достигли высоты 5,6 ... 5,7 м [3].

Таким образом, на дренированных возвышенных участках сосна и лиственница являются наиболее быстрорастущими породами. Сосна растет лучше при смешении рядами с лиственницей, чем с кедром. Различия по диаметру незначительны, по высоте и высоте начала живой кроны значимы ($H_{с.п.п.1} = 8,21 \text{ м} > H_{с.п.п.2} = 7,65 \text{ м}$ при $F = 10,5 > F_{st} = 3,84$ и $H_{н.к. с.п.п.1} = 3,07 \text{ м} > H_{н.к. с.п.п.2} = 2,36 \text{ м}$ при $F = 61,5 > F_{st} = 3,84$). С лиственницей сосна быстрее растет в высоту и лучше очищается от сучьев. Примесь лиственницы при смешении рядами по схеме С–Л–С благоприятна для сосны и отвечает составу естественных древостоев. В сохранившихся коренных насаждениях ровных и возвышенных местообитаний преобладает сосна, доля лиственницы обычно невелика.

На рис. 2 приведены средние линии хода роста, полученные по 3-4 модельным деревьям каждой породы 58 ... 78 рангов по толщине.

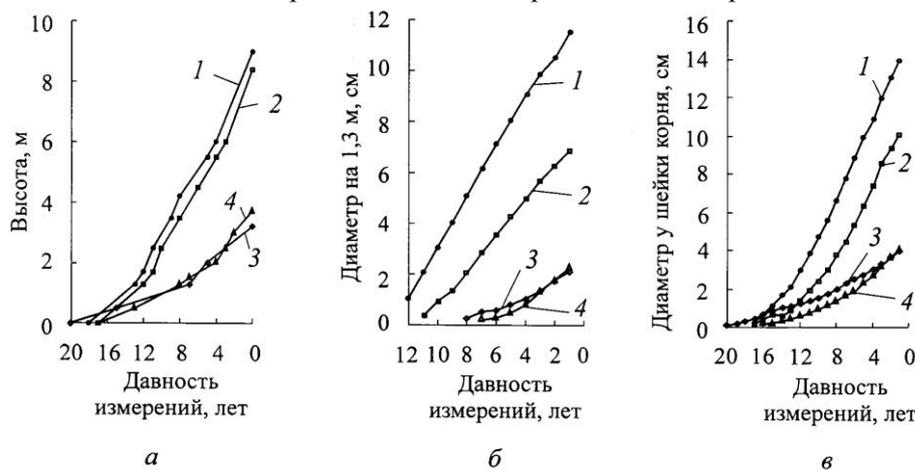


Рис. 2. Ход роста культур в высоту (а), по диаметру на высоте груди (б) и у шейки корня (в): 1 – сосна; 2 – лиственница; 3 – кедр; 4 – ель

Для сравнения ранги толщины средних деревьев оставляемой части древостоев по породам равны: $R_c = 47 \dots 51$; $R_l = 56 \dots 60$; $R_k = 61$; $R_e = 60$. Из рис. 2 видно, что модели сосны и лиственницы в высоту и по диаметру в целом росли синхронно. Сосна незначительно опережала лиственницу по высоте и в большей степени по диаметру. Высоты груди сосна достигла 12 лет назад, лиственница на год позже (в 1988 и 1989 гг.). Их рост в толщину (по $D_{1,3}$ и D_0) отличался наибольшей стабильностью. Вследствие этого разница в диаметрах между сосной и лиственницей постоянно возрастала.

Ель за последние 3-4 года увеличила прирост в высоту и по диаметру и теперь опережает кедр, который развивается медленнее других пород. По нашим данным, лучшие участки опытных культур ели в Б.-Муртинском лесхозе в 12 лет имели высоту в среднем 2,2 м, а кедра – 1,6 м [2]. Разница в числе годовых колец на высоте пня и высоте груди у взятых моделей составила: для сосны – 5, лиственницы – 4 ... 6, ели – 7 ... 10, кедра – 12 ... 14 лет.

Необходимость искусственного лесовосстановления площадей, вышедших из-под темнохвойных лесов, вытекает из анализа состава и состояния молодняков в межполосном пространстве (табл. 3).

Как уже отмечалось, зарастание вырубок протекает в условиях жесткой конкуренции между древесной и травянистой растительностью. После рубки прошло уже более 20 лет, но полнота естественных молодняков не превышает 0,6 ... 0,7, запас – 80 м³/га. В составе преобладает береза. В более богатых и влажных условиях (участок 2) возрастает доля осины. Древостои продолжают формироваться, особенно на втором участке, что подтверждает характер распределений преобладающей породы (березы) по толщине (рис. 3).

На втором участке диаметр 68 % растущих деревьев березы не превышает 3,96 см, на первом участке достигает 10,81 см. На втором участке в более густом древостое больше тонкомера и сухостоя березы. Травянистая растительность, особенно обильная в более редком древостое на первом

Таблица 3

Характеристика молодняков в межполосном пространстве на 1 га

№ участка	№ ПП	Состав, элемент леса	Растущая часть						Сухостой		
			D, см	H, м	ΣG, м ²	M, м ³	N, шт.	Полнота	ΣG, м ²	M, м ³	N, шт.
1	5	8Б2Ив, ед.Ос	–	10,2	–	77	–	0,6	–	0,3	–
		Б	10,0	10,7	12,7	61	1620	0,4	–	–	80
		Ив	6,8	8,1	3,82	16	1060	0,2	0,10	0,3	90
		Ос	6,0	6,7	0,04	0,1	20	–	–	–	–
2	6	8Б1Ос1Ив+С	–	8,5	–	69	–	0,7	–	1,4	–
		Б	5,6	8,6	12,47	56	5080	0,6	0,60	1,4	1040
		Ос	7,2	11,1	1,01	6	250	–	–	–	–
		Ив	6,2	7,3	1,13	4	370	0,1	–	–	–
		С	6,2	6,0	1,02	3	330	–	–	–	–

участке, препятствует естественному возобновлению хвойных пород, общее количество которого не превышает 360 ... 960 шт./га (табл. 4).

Естественное возобновление в полосах культур, напротив, является обильным (до 7890 шт./га). В составе подроста доминируют пихта и ель. При этом в полосах преобладает мелкий, а в межполосном пространстве крупный подрост. В первом случае возобновление продолжается, а во втором практически прекратилось.

Естественно, что из подроста в межполосном пространстве в будущем не сможет сформироваться полноценное хвойное насаждение.

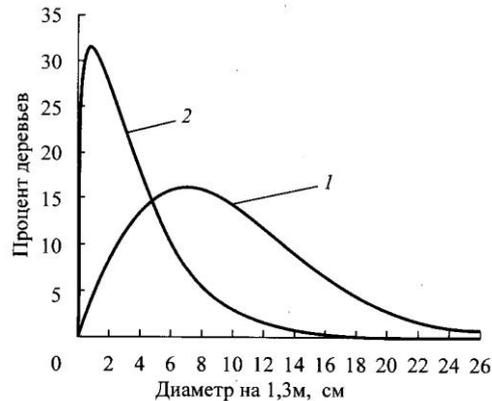


Рис. 3. Ряды строения древостоев березы по диаметру: 1 – участок 1; 2 – участок 2

Таблица 4

Таксационная характеристика естественного возобновления на 1 га

№ участка	№ ПП	Состав	Густота подроста, шт./га		Средняя высота, м
			благонадежного	усохшего	
Возобновление в полосах культур					
1	1	5П4Е1К	7890	160	0,8
	2	7Е3П+К	2640	20	1,0
	3	5П3Е2К, ед.С	5350	–	0,7
2	4	5К3Е2П	580	–	0,8
Возобновление в межполосном пространстве					
1	5	6Е4П	360	20	1,4
2	6	5К3Е2П	960	–	0,8

Таким образом, в качестве главных пород для облесения площадей, вышедших из-под равнинных темнохвойных лесов на хорошо дренированных почвах, рекомендуются сосна и лиственница.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вараксин Г.С. Рост сосновых культур в подзоне южной тайги / Г.С. Вараксин // Лесн. хоз-во. – 1987. – № 1. – С. 36–37.
2. Вараксин Г.С. Оценка состояния и роста опытных культур ели и кедра в подзоне южной тайги Средней Сибири / Г.С. Вараксин, В.И. Поляков, М.А. Петрова // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 2001. – С. 18–23.
3. Вараксин Г.С. Оценка состояния и роста опытных культур сосны и лиственницы в подзоне южной тайги Средней Сибири / Г.С. Вараксин, В.И. Поляков, С.В. Инюшкин // Лесхоз. информ. – 2002. – № 9. – С. 23–28.

4. Ковылин Н.В. Рост лесных культур в условиях Восточной Сибири / Н.В. Ковылин, О.П. Ковылина, Н.Х. Суртаев // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 2000. – С. 66–72.
5. Куприянов Н.В. Опыт выращивания лиственницы в Горьковской области / Н.В. Куприянов // Лесн. журн. – 1969. – № 1. – С. 39–43. – (Изв. высш. учеб. заведений).
6. Куприянов Н.В. Выращивание лиственницы сибирской в Горьковской области / Н.В. Куприянов, С.С. Веретенников // Лесн. хоз-во. – 1989. – № 6. – С. 33–35.
7. Поляков В.И. База данных стационарных наблюдений за ходом роста опытных лесных культур / В.И. Поляков, Г.С. Вараксин // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 2001. – С. 78–81.
8. Little S.N. Weibull diameter distributions for mixed stands of western conifers / S.N. Little // Can. J. Forest Res. – 1983. – Vol. 13, N 1. – P. 85–88.

Институт леса
им. В.Н. Сукачева СО РАН

Поступила 25.09.03

G.S. Varaksin, V.I. Polyakov, M.A. Petrova, S.V. Inyushkin

Peculiarities of Development and Growth of Coniferous Species in South Tajga of Middle Siberia Subzone

The state and growth progress of 19-year artificial phytocenoses planted on cleared space in the lowland dark coniferous forests in south tajga subzone of Krasnoyarsk territory are investigated. Pine and larch are recommended as main species for forestation of well drained soils.
