

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*232.11:582.475.4(470.22)

### **Б.В. Раевский, А.А. Мордась**

Раевский Борис Владимирович родился в 1961 г., окончил в 1983 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории цитологии и физиологии Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет 23 печатные работы в области лесной интродукции, селекции и семеноводства.



Мордась Анатолий Артемович родился в 1932 г., окончил в 1956 г. Украинскую сельскохозяйственную академию, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории лесной микологии и энтомологии Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет 67 печатных работ в области искусственного лесовосстановления, лесной селекции и семеноводства.



## **РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ**

Исследованы рост и развитие семи происхождений сосны скрученной в сравнении с аборигенной сосной обыкновенной в юго-западной части Карелии. Приведены данные, подтверждающие более высокую продуктивность экзота в молодом возрасте. Сделан вывод о существенном влиянии вида посадочного материала на качество ствола растений в культурах, особенно сосны скрученной.

В контексте основополагающей лесоводственной идеи о постоянстве и неистощительности лесопользования мысль о том, что организация лесосырьевых плантаций поможет сохранить леса естественного происхождения, выглядит весьма разумной и неоднократно высказывалась многими исследователями [5, 8, 14]. В ряде стран при этом значительное распространение получили интродуцированные лесные породы. Выдающиеся результаты достигнуты в создании плантаций сосны замечательной (*Pinus radiata*) в

Новой Зеландии, где в прошлом вообще не было хвойных [12]. В Швеции с конца 60-х гг. широкое распространение получила сосна скрученная широкохвойная (*Pinus contorta*, ssp. *latifolia* Watson), которая фактически стала здесь третьей хвойной породой с площадью ареала более, 500 тыс. га [7]. Однако отмечаются и неудачи: при создании крупномасштабных однопорodных плантаций в суровых природно-климатических условиях северной Швеции (64 ... 67° с. ш.), в частности недостаточная устойчивость сосны скрученной к ветровой и снеговой нагрузке, приводящая к ухудшению формы ствола, ослаблению деревьев и массовому распространению склеродермоза ( возбудитель *Gremmeniella abietina* Lagerb.). Тем не менее сделан вывод, что, учитывая высокую продуктивность, разведение данной породы следует продолжить с определенными коррективами, а многие из указанных проблем могут быть решены лесокультурными и селекционно-генетическими методами [6, 11].

Принимая во внимание относительную естественноисторическую бедность аборигенной дендрофлоры Северо-Запада России, сосна скрученная представляется здесь интересным интродуцентом. В настоящее время задача состоит как во всестороннем исследовании ее роста и развития в сравнении с сосной обыкновенной, так и в накоплении исходного материала с достаточным уровнем генетического разнообразия для дальнейшей селекционной работы.

Участок испытательных культур был создан весной 1988 г. в Видлицком лесничестве Олонецкого лесхоза Республики Карелия (61° 22' с. ш., 32° 20' в. д., 60 м над уровнем моря), на свежей вырубке из-под смешанного сосново-березового насаждения (8Б1С1Ос), II класса бонитета, площадью 13,3 га. Почва – подзол супесчаный иллювиально-гумусово-железистый, подстилаемый завалуненным средним суглинком. Рельеф слабо пологоволнистый, озерно-ледникового происхождения, хорошо дренированный. Почву готовили покровосдирателем ПДН-1в год создания культур. Посадку производили в дно борозды по схеме 3 × 1 м (3300 шт./га) трехлетними перешколенными саженцами (1 т.+ 2) и однолетними тепличными сеянцами (1 т.) с рядовым рендомизированным размещением вариантов в блоке. Повторность вариантов двукратная. В опыте сосна скрученная имела как местное «карельское» (Импилахти, Сортавала), так и непосредственно канадское происхождение. В первом случае речь идет о семенах, заготовленных в старых финских культурах 50–60-летнего возраста. Варианты именованы по названию ближайшего населенного пункта. Точных данных о происхождении исходного семенного материала для этих посадок нет, но, основываясь на исследовании К. Вейсенберга [13], с большой долей вероятности можно предположить, что он был получен из Канады, провинция Альберта (49...52° с. ш., 110...119° з. д.). Во втором случае это семена из нормальных естественных насаждений сосны скрученной отсюда же (53...56° с. ш., 116 ... 119° з. д., 609 ... 1066 м над уровнем моря). Номера партиям семян присвоены лесной опытной станцией Savar Шведского исследовательского института Skogforsk (23 – код станции Savar, А – популяционный сбор,

85 – год сбора). Таким образом, все варианты экзота представляют восточную часть его ареала из одной провинции, причем имеют происхождение несколько более южное по отношению к месту испытаний в Карелии. Сосна обыкновенная представлена контролем из нормальных семян производственного сбора в Олонецком районе, семьями от свободного опыления и гибридными вариантами от отдаленного внутривидового скрещивания клонов с Олонецкой лесосеменной плантации.

Экспериментальный материал собирали на участке осенью 1997 г. В результате сплошного учета определяли сохранность (%) как отношение числа сохранившихся живых растений к общему числу высаженных. В каждом варианте намечали не менее 100 ... 150 учетных живых деревьев. При меньшем количестве учитывали все растения. Качество ствола оценивали по четырехбалльной шкале: 1 – прямые; 2 – слабоискривленные; 3 – сильноискривленные; 4 – кустовидные (осевой побег не выражен). Отдельно учитывали число наклоненных деревьев и выраженных двойчаток. В каждом варианте определяли процент плодоносящих деревьев. Замеряли общую высоту растения, прирост последнего года в высоту (с точностью до 1 см) и диаметр на высоте груди (с точностью до 1 мм). Полученные данные обрабатывали и анализировали по вариантам, их группам и в целом по породам общепринятыми биометрическими методами [2].

По данным осенней инвентаризации, приживаемость культур в первый год составила 92,3, во второй – 89,4 % без существенных различий по вариантам. Через десять лет сохранность культур в среднем равнялась 65,5 %. Поскольку объект был создан в сравнительно богатых условиях черничного типа леса подзоны средней тайги, неизбежной была сильная конкуренция со стороны лиственных древесных пород и местами травянистой растительности. За десятилетний период на участке трижды проводили осветление, что позволило удержать сохранность саженцев сосны скрученной на уровне 72, сосны обыкновенной – 70 %. Этот показатель у сеянцев обоих видов составил 64 %. Согласно обобщенным шведским данным, сохранность культур сосны скрученной в среднем на 2 % выше, чем сосны обыкновенной [11]. Более быстрый рост экзота должен давать ему небольшое преимущество перед аборигенной сосной в подобных условиях, но поскольку описываемый участок зарастал крайне неравномерно, сделать вывод о межвидовых различиях достаточно сложно. Несомненно, что без ухода культуры сосны обоих видов сохранились бы лишь фрагментарно. Очевиден также положительный эффект использования крупномерного посадочного материала для закультивирования вырубок такого типа.

Агротехника выращивания однолетних тепличных сеянцев и трехлетних саженцев для данного и других опытов, методика работы с ними были опубликованы ранее [1, 3, 4]. С первых лет жизни сосна скрученная развивалась быстрее, чем обыкновенная (табл. 1). Все различия по биометрическим показателям статистически достоверны. По абс. сухой массе 100 сеянцев и саженцев экзот превосходил аборигенную сосну соответственно на 23,5 и 89,0 %. После трех вегетационных сезонов на лесокультурной

Таблица 1

## Биометрические показатели посадочного материала и трехлетних культур

Порода	Высота стволика, см	Прирост в высоту, см	Диаметр у корневой шейки, мм
Саженцы (1 т. + 2)			
Сосна:			
обыкновенная	31,2 ± 0,3	15,8 ± 0,2	6,8 ± 0,07
скрученная	33,3 ± 0,5	18,6 ± 0,4	9,0 ± 0,1
Различие, %	106,7	117,7	132,4
Сеянцы (1 т.)			
Сосна:			
обыкновенная	9,7 ± 0,2	-	1,3 ± 0,02
скрученная	10,6 ± 0,2	-	1,4 ± 0,03
Различие, %	109,3	-	107,7
Культуры в трехлетнем возрасте Посадочный материал – саженцы			
Сосна:			
обыкновенная	74,0 ± 0,8	27,0 ± 0,4	18,0 ± 0,2
скрученная	105,0 ± 1,7	44,0 ± 0,9	24,0 ± 0,4
Различие, %	141,9	163,0	133,3
Посадочный материал – сеянцы			
Сосна:			
обыкновенная	45,0 ± 0,5	18,0 ± 0,3	10,0 ± 0,2
скрученная	59,0 ± 0,7	30,0 ± 0,4	13,0 ± 0,2
Различие, %	131,1	166,7	130,0

площади разница в биометрических показателях растений двух исследуемых видов существенно возросла.

Десятилетние культуры интродукта, заложенные саженцами, (биологический возраст растений 13 лет) имели статистически достоверное преимущество перед сосной обыкновенной: по высоте на 28,4 % ( $F_{\text{факт}} = 215,45$ ); по приросту последнего года в высоту на 30,8 % ( $F_{\text{факт}} = 238$ ); по диаметру на высоте груди на 27,1 % ( $F_{\text{факт}} = 81,6$ ); при значениях преобразованного критерия Фишера  $F_{\text{табл}} = 3,8; 6,7; 10,9$  для трех порогов вероятности безошибочных прогнозов (табл. 2). По сравнению с трехлетним возрастом относительная разница между видами несколько уменьшилась.

В среднем за последнее десятилетие саженцы аборигенной сосны прирастали в высоту на 31,1 см в год, а сосны скрученной на 40,6 см, что на 30,5 % больше. Среди сохранившихся деревьев экзота было на 5,6 % больше сильно наклоненных под воздействием снеговой нагрузки и на 7,2 % выраженных двойчаток. Остальные экземпляры сосны скрученной имели несколько худшую (на 0,14 балла) форму ствола. Причины, снижающие биомеханические характеристики этого вида сосны, достаточно хорошо изучены шведскими специалистами [9, 10]. В северо-западной части таежной зоны Северной Америки сосна скрученная эволюционировала в условиях холодного континентального климата с относительно небольшим

Таблица 2

**Испытательные культуры сосны, посадочный материал – саженцы (1 т.+ 2)**

Вариант	Число наблюдений	Высота, см	Прирост, см	Диаметр на высоте 1,3 м, мм	Снеговал, %	Качество стволиков, балл	Двойчатки, %	Плодоносящие деревья, %
<b>Сосна обыкновенная</b>								
31 Чупа	130	342 ± 6,8	51 ± 1,0	46 ± 1,5	5,8	1,80	2,3	27,0
24 Чупа	149	322 ± 6,4	49 ± 0,9	45 ± 1,4	1,3	1,63	2,7	29,7
216 Кестеньга	49	410 ± 9,0	61 ± 1,6	62 ± 2,3	31,0	1,77	2,0	33,8
Среднее	328	343 ± 4,5	52 ± 0,7	48 ± 1,0	8,9	1,70	2,4	29,5
24 Чупа × 23 Ленингр.	121	341 ± 6,9	53 ± 1,1	47 ± 1,5	2,4	1,70	1,7	14,9
31 Чупа × 23 Ленингр.	43	308 ± 11,8	45 ± 1,7	43 ± 2,7	8,5	1,50	2,3	15,8
612 Реболы × 23 Ленингр.	30	321 ± 11,8	54 ± 1,6	48 ± 2,9	0	1,40	7,1	33,3
2 Олонец × 23 Ленингр.	119	367 ± 5,9	56 ± 1,1	54 ± 1,3	13,1	1,95	10,3	12,0
5 Олонец × 23 Ленингр.	42	315 ± 10,8	50 ± 1,9	45 ± 2,6	22,2	1,95	2,4	5,8
Среднее	355	341 ± 3,9	53 ± 0,6	49 ± 0,9	10,7	1,76	5,0	14,0
Общее среднее	683	342 ± 3,0	52 ± 0,5	48 ± 0,6	10,2	1,74	3,6	20,8
<b>Сосна скрученная</b>								
Сортав. 733	116	438 ± 6,5	67 ± 1,2	63 ± 1,4	14,7	1,90	11,1	45,1
Сортав. смесь	49	440 ± 9,0	69 ± 1,9	58 ± 1,8	15,5	1,90	9,8	53,4
Среднее	165	439 ± 5,3	68 ± 1,0	61 ± 1,1	15,8	1,90	10,8	48,0
Различие, %	-	128,4	130,8	127,1	-	-	-	-

количеством осадков зимой в виде легкого сухого снега. По сравнению с сосной обыкновенной она имеет более массивную крону, что в комбинации с меньшей долей ствола в общей биомассе надземной части уменьшает устойчивость растений к снеговой нагрузке. Наиболее сильно это проявляется в полуморском климате Фенноскандии с его частыми и обильными осадками зимой в виде тяжелого мокрого снега, который может задерживаться и замерзать на ветвях растений экзота. Кроме того, у сосны скрученной меньше доля толстых якорных корней и частота образования стержневого корня у молодых растений, чем у обыкновенной. Перечисленные проблемы особенно ярко проявляются при использовании крупномерного посадочного материала. Уложенные в контейнеры растения на момент посадки уже могут иметь искривленные скелетные корни, а у саженцев с открытой корневой системой значительная ее часть обрывается при выкопке. При этом надземная масса уже достаточно велика. К этому следует добавить проблему некачественной посадки, когда саженцы заделываются недостаточно

глубоко и плотно. Не успевая укорениться за один вегетационный сезон, растение легко отклоняется от вертикального положения. Этим объясняется искривление в базальной части ствола, которое чаще наблюдается у сосны скрученной. В нашем случае бездефектный стройный ствол был у 43,4 % саженцев сосны обыкновенной и у 33,1 % сосны скрученной.

Рост и развитие в культурах однолетних тепличных сеянцев существенно отличались от показателей роста саженцев (табл. 3).

Снеговала практически не было. Значительно меньше отмечено раздвоенных стволов, особенно у сосны скрученной. Существенно лучше оказалось и качество ствола растений, при этом оба испытываемых вида находились примерно на одном уровне. Стройные стволы без изгибов в нижней трети отмечены у 65,8 % растений сосны обыкновенной и у 72,8 % особей сосны скрученной. Сосна скрученная статистически достоверно превосходила аборигенную по высоте, приросту и диаметру на 38,1; 34,9 и 43,3 % соответственно ( $F_{\text{факт}} = 616,6; 257,3; 304,5 > F_{\text{табл}} = 3,8; 6,7; 10,9$ ). Относительная разница между породами была в этом случае даже больше, чем между саженцами, а абсолютная осталась практически на том же уровне. В среднем за десятилетие сосна обыкновенная прирастала в высоту на 23,5 см за сезон, скрученная на 32,7 см (+ 3,9 %).

Таблица 3

## Испытательные культуры сосны, посадочный материал – сеянцы (1 г.)

Вариант	Число наблюдений	Высота, см	Прирост, см	Диаметр на высоте 1,3 м, мм	Качество ствола, балл	Двойчатки, %	Плодоносящие деревья, %
Сосна обыкновенная							
24 Чупа	206	244 ± 4,5	43 ± 0,9	29 ± 1,0	1,33	4,4	14,1
Ругоз. (смесь пл. дер.)	141	222 ± 4,3	41 ± 0,9	25 ± 1,1	1,38	3,5	10,6
2 Олонец	152	257 ± 4,6	46 ± 0,7	31 ± 1,0	1,24	1,3	7,9
3 Олонец	209	264 ± 4,7	46 ± 0,9	33 ± 1,1	1,49	4,8	5,7
Контроль	194	228 ± 4,3	41 ± 0,8	27 ± 1,0	1,40	3,5	7,6
Среднее	902	244 ± 2,1	43 ± 0,4	30 ± 0,5	1,38	3,7	9,7
Сосна скрученная							
Имплахти	103	330 ± 8,7	60 ± 1,8	44 ± 1,6	1,38	4,8	65,0
Сортвала	97	286 ± 7,4	52 ± 1,4	39 ± 1,4	1,34	1,0	34,0
Среднее	200	309 ± 5,9	56 ± 1,2	40 ± 1,1	1,36	3,0	50,0
S23A8560230	102	316 ± 7,6	51 ± 1,3	40 ± 1,4	1,49	4,9	67,6
S23A8560231	103	382 ± 9,0	65 ± 1,7	47 ± 1,6	1,20	1,0	51,4
S23A8560229	103	326 ± 7,9	53 ± 1,5	41 ± 1,5	1,56	3,9	70,9
S23A8560227	102	395 ± 6,6	67 ± 1,4	52 ± 1,3	1,10	1,0	59,8
S23A8560228	112	320 ± 7,8	57 ± 1,5	42 ± 1,5	1,36	2,7	42,8
Среднее	522	347 ± 3,8	58 ± 0,7	44 ± 0,7	1,34	2,7	58,2
Общее среднее	722	337 ± 3,2	58 ± 0,6	43 ± 0,6	1,35	2,8	56,0
Различие, %	-	138,1	134,9	127,1	-	-	-

Большой процент плодоносящих деревьев сосны скрученной (см. табл. 2 и 3) указывает на свойственное ей раннее начало репродуктивной деятельности, сочетающееся с феноменом нераскрываемости шишек в обычных условиях (так называемые поздние шишки), что является примером эволюционной адаптации как агрессивной пионерной породы, использующей для своего расселения пирогенный фактор.

Продуктивность культур по породам и видам посадочного материала отражена в табл. 4. Например, в культурах сосны обыкновенной, созданных саженцами при исходной густоте 3300 шт./га, сохранности 70 и снеговале 10,2 %, насчитывается 2102 стволов на 1 га. При среднем объеме одного дерева 0,005 м<sup>3</sup> запас равен 10,5 м<sup>3</sup>/га. Аналогичные расчеты по сосне скрученной дают объем среднего дерева 0,0092 м<sup>3</sup> и запас 18,4 м<sup>3</sup>/га. Преимущество экзота по запасу на данном возрастном этапе составляет 75 %.

В случае с сеянцами относительная разница по продуктивности между соснами обыкновенной и скрученной максимальна. Учитывая хорошие показатели роста и качества ствола, можно сказать, что породы реализовали здесь свой потенциал в наибольшей степени. Велики пока различия между сеянцами и саженцами, но для сосны скрученной они уже менее значительны. К 60–70-летнему возрасту древостоев этот разрыв должен практически сnivelироваться, а между породами сохраниться на уровне 36 ... 40 % по запасу в пользу интродуцента.

В заключение следует отметить, что данные испытательные культуры были созданы в юго-западной части Карелии, в относительно благоприятных почвенно-климатических условиях южной части средней подзоны тайги. Это определило их быстрый рост, высокую продуктивность и хорошее состояние. За истекшие 10 лет не было очагов опасных вредителей и болезней сосны. В трехлетнем возрасте отмечались погрызы у основания стволиков, вызванные большим сосновым долгоносиком (*Hylobius abietis* L.), однако без серьезных последствий для посадок. Не отмечено и повреждений хвои и побегов неблагоприятными погодными факторами, хотя на открытых пространствах варианты сосны скрученной происхождением южнее 59° с. ш. порой имеют недостаточную зимостойкость. По всей видимости, примесь лиственных (береза и осина), быстро возникающая на богатых

Таблица 4.

Продуктивность культур в зависимости от породы  
и вида посадочного материала

Порода	Саженцы (1 т. + 2)			Сеянцы (1т.)			Сеянцы, % к саженцам	
	Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Число деревьев, на 1 га, шт.	Запас, м <sup>3</sup> /га	Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Число деревьев, на 1 га, шт.	Запас, м <sup>3</sup> /га	Объем среднего дерева	Запас
Сосна обыкновенная	0,0050	2102	10,5	0,0017	2112	3,6	34,0	34,3
» скрученная	0,0092	2001	18,4	0,0040	2112	8,4	43,5	45,7
Различие, %	184,0	-	175,2	235,3	-	233,3	-	-

вырубках, благоприятно влияет на состояние экзота, естественно, при своевременных уходах. Сосна скрученная устойчива к сосновому вертуну (*Melampsora pinitorqua* Rostr.), имеющему промежуточную стадию на осине. Полученные данные подтверждают не только высокую продуктивность сосны скрученной, но и возможность решать лесокультурными методами некоторые проблемы, связанные с ее искусственным разведением. При этом существенное значение имеет выбор вида посадочного материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мордашь А.А., Раевский Б.В. Всхожесть семян и рост сосны скрученной в Карелии // Лесоведение. – 1992. – № 1. – С. 89–94.
2. Плохинский Н.А. Биометрия. – М., 1970. – 367 с.
3. Раевский Б.В. Фенология и особенности развития сосны скрученной на ранних этапах онтогенеза // Лесн. журн. – 1992. – № 2. – С. 35–40. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Раевский Б.В. Рост и продуктивность сосны скрученной на ранних этапах онтогенеза // Лесн. хоз-во. – 1997. – № 5. – С. 45–47.
5. Шутов И.В., Маслаков Е.Л., Маркова И.А. Лесосырьевые плантации в России: сохранение бореальных лесов, дополнительное сырье, сокращение расходов на транспорт // Лесн. хоз-во. – 1997. – № 6. – С. 4–7.
6. Donanbauer E. et. al. Pinus contorta and gremeniella disease situation in northern Sweden // Contortatallen sverigen lagesrapport. – Umea, 1992. – P. 198–221.
7. Ericsson T. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden: Dissertation Swed. Univers. of Agricult. Sciences. – Umea, 1994. – 325 p.
8. Ledig F.T. The Conservation of Diversity in Forest Frees // Bioscience. – 1988. – Vol. 38, N 7. – P. 471–478.
9. Martinsson O. Root development and stability of Lodgepole pine // Contortatallen – Vart tredje barrtradz Sveriges skogsvarlds forbunds Tidskrift. – 1989. – N 1–2. – P. 91–95.
10. Norgren O. Growth differences between *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*: Dissertation sveriges Lantbruksuniversitet. – Umea, 1995. – 58 p.
11. Segebaden G. Lodgepole pine in Sweden – A Situation Report // *Pinus contorta* from intamed forest to domesticated crop. – Umea, 1992. – P. 8–23.
12. Walter C., Smith D. Transformed *Pinus radiata* how growing in greenhouses at the New Zeland Forest Research Institute ( NZFRI )// Dendrome, 1995. – Vol. 2. – P. 1–7.
13. Weissenberg K. Experiences of lodgepole pine in Finland. – Suonenjoki, 1972. – 73 p.
14. Whaley R. Future perspectives on technological development // Sustainable land use: interdependence between forestry and agriculture. IUFRO Cogress report. – Tampere, 1996. – Vol. 1. – P. 144–151.

Институт леса Карельского НЦ РАН  
Поступила 07.04.98