

УДК 630*165.6:582.475.4:582.475.2

М.М. Котов, Э.П. Лебедева, Е.В. Прохорова

Лебедева Эмилия Петровна родилась в 1936 г., окончила в 1959 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет около 80 печатных работ в области лесной селекции и семеноводства.



Прохорова Елена Валерьевна родилась в 1963 г., окончила в 1985 г. Марийский политехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Имеет 16 публикаций в области лесной селекции и семеноводства.



**ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ХВОИ
КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК
ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ ЕДИНОГО
ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА**

Приведены результаты многолетних исследований водоудерживающей способности хвои сосны и ели как интегрального признака для оценки устойчивости и роста растений при создании объектов единого генетико-селекционного комплекса.

сосна, ель, водоудерживающая способность хвои, семенное и клоновое потомство.

Опыт выращивания растений в культуре, достижения науки и практики показали, что результативность растениеводства зависит от района, сорта и применяемой агротехники. В последние годы на генетико-селекционные принципы постепенно переводится выращивание лесов во всем мире. Решение этой проблемы невозможно без создания постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ).

Проблемой остается оценка сохранения признаков материнских деревьев в потомстве. Длительные сроки испытания делают актуальным использование методов ранней диагностики. В нашей работе рассматривается возможность использования водоудерживающей способности хвои и роста

потомств плюсовых деревьев сосны и ели в качестве признаков для ранней диагностики интенсивности роста и устойчивости растений.

Многолетние исследования [1–4] водоудерживающей способности хвои сосны в производственных питомниках, лесных культурах и естественных древостоях разного возраста позволили сформулировать положение о количественных признаках, определяющих индивидуальные различия особей в популяции по уровню засухоустойчивости и росту. В качестве признака, характеризующего внутривидовую изменчивость, принята водоудерживающая способность (ВУС) хвои; критериями количественной оценки ВУС служат время потери 50 % воды (близкое к критическому обезвоживанию t_{50}), количество воды, потерянное в процессе высушивания за единицу времени, и скорость потери воды. Эти три параметра дают одинаковую оценку индивидуальной изменчивости.

Для определения ВУС с оцениваемых растений брали образцы хвои (не менее 40 шт.) в период, когда закончились ее рост и формирование, т. е. с конца августа до начала весеннего сокодвижения. Это обеспечивало сравнимость биологических образцов. Место расположения хвои у двухлетних сеянцев в питомнике – середина прироста второго года, у растений большего возраста – середина однолетнего прироста осевого побега. Если высота растения больше 2 м и достать хвоинки с осевого побега не удастся, пробу хвои берут из середины однолетнего побега боковой ветви первого порядка. У всех анализируемых растений эта ветвь должна быть одного возраста и ориентирована одинаково по отношению к странам света. Все образцы этикетировывают в соответствии с номером дерева. Для полного насыщения водой их опускают на 24 ч в воду, затем раскладывают на бумаге, после исчезновения воды с поверхности хвои взвешивают, определяют сырую массу хвои и оставляют для высушивания на воздухе. Последующие взвешивания производят через каждые 24 ч у сосны и 12 ч у ели, пока масса хвои не уменьшится вдвое. Окончательно хвою высушивают в сушильном шкафу при температуре 95 °С до постоянной массы. Вычисляют t_{50} – потерю 50 % воды или долю потери за определенный промежуток времени.

Другим интегральным признаком является рост, поэтому у всех растений измеряли высоту. Исследования проводили в питомниках и культурах сосны и ели в Республике Марий Эл (РМЭ), Чувашской Республике, Кировской, Нижегородской, Ульяновской областях; там же в клоновых архивах, лесосеменных плантациях и испытательных культурах сосны и ели.

Испытательные культуры ели европейской заложены весной 1985 г. в Юрьянском лесничестве Юрьянского лесхоза Кировской области лесной селекционной лабораторией НИИЛГиСа под руководством А.И. Видякина. В них представлено потомство 66 плюсовых деревьев из пяти лесхозов.

В Кузоватовском лесхозе Ульяновской области испытательные культуры сосны созданы в 1993 г. потомством полусибсов плюсовых деревьев, выращенных из семян, заготовленных с маточно-коллекционного участка лесхоза.

Архив клонов сосны создавали в Нолькинском лесничестве Учебно-опытного лесхоза РМЭ в 1992–1996 гг. потомствами плюсовых деревьев из лесхозов РМЭ, Чувашской Республики, Республики Мордовия, Нижегородской и Кировской областей (нами в качестве примера анализируется рост и ВУС клонов из Кировской области). Архив клонов ели создавали там же в те же годы потомствами плюсовых деревьев ели из лесхозов РМЭ, Республики Удмуртия, Нижегородской и Кировской областей (в статье анализируется рост и ВУС клонов из РМЭ).

Исследования показали, что ВУС хвои как у сосны, так и у ели – признак очень изменчивый и зависит от географического и эдафического происхождения растений [5] и их индивидуальных особенностей.

Возможности отбора семян, семенников, потомств плюсовых деревьев по изложенной методике можно оценить по результатам анализа ВУС на разных объектах. Потери воды хвоей сосны и ели различаются очень значительно. Хвоя ели за 13 ... 23 ч теряет более 50 % воды; у сосны эта потеря происходит за 33 ... 70 ч и зависит от района исследования.

В пределах одного питомника показатели различаются несущественно. Изменчивость признака (V) варьирует от 14,1 до 35,1 %. Максимальные значения в 5–9 раз больше минимальных при достаточно близкой высоте семян. Особенно четкие различия ВУС наблюдаются в питомниках, где сеянцы выращивают на оптимальном агротехническом фоне: хорошая обработка почвы с внесением органических и минеральных удобрений, полив в засушливые периоды. В благоприятных условиях рост неодинаковых генотипов оказывается достаточно близким, т. е. сказывается взаимодействие генотипа и среды. А ВУС в данном случае выступает как генетически обусловленный показатель, не зависящий от условий среды. Поэтому для

Таблица 1

Область, лесхоз	Порода	Возраст, лет	$x_{cp} \pm S_x$	$V, \%$	$P, \%$
Кировская, Халтуринский	Ель европейская	6	$24,4 \pm 0,9$	40,3	3,2
РМЭ, Советский	Сосна обыкновенная	5	$57,9 \pm 1,7$	40,8	2,9

Примечание. Здесь и далее x_{cp} – среднее значение признака; S_x – ошибка средней; V – коэффициент вариации; P – точность оценки средней.

создания ПЛСУ следует отбирать сеянцы не просто высокие, но, главным образом, обладающие большой водоудерживающей способностью, что обусловит высококачественный отбор семенников.

В культурах сосны и ели, отведенных для формирования ПЛСУ, показатели t_{50} характеризуют данные табл. 1.

У 5-6-летних растений в культурах, как и в питомниках, устойчивость к обезвоживанию хвои сосны значительно выше, чем у ели. Изменчивость признака большая – 40,3 и 40,8 %. Минимальное значение t_{50} у сосны

23, максимальное 110 ч, у ели 10 и 64 ч. Такое значительное варьирование признака характеризует, наряду с экологической, индивидуальную изменчивость растений в культурах, созданных посадкой семян из местных семян, собранных на лесосеках, с опушечных деревьев, в различных типах лесорастительных условий.

Такая же изменчивость характерна для высоты культур: минимальная высота сосны 95, максимальная 200 см, ели – 53 и 134 см, высокие растения в 2-3 раза больше отставших в росте. «Указаниями по лесному семеноводству в Российской Федерации» [6] и ОСТ на ПЛСУ рекомендуется отбор семенников по высоте и семеношению. Но в возрасте 10 и даже 15 лет прирост по высоте не завершается, а только начинается, поэтому ранг растения в последующие годы может измениться. В качестве семенников важно выбрать такие, которые с возрастом сохранили бы лидирующее положение в древостое по высоте. Одновременная оценка отобранных деревьев сосны и по высоте, и по t_{50} показала, что у низких и высоких разница по высоте достоверна и составляет 0,4 м. Отличается у этих групп и t_{50} ; растения, вошедшие в группу высоких, достоверно более устойчивы к обезвоживанию хвои, чем низкие (табл. 2).

Таблица 2

Группа по высоте	Высота, м	t_{50} , ч	t_d	
			по высоте	по t_{50}
Низкие	1,3 ± 0,01	54,1 ± 3,3	-	-
Средние	1,4 ± 0,01	57,2 ± 1,7	7,1	1,0
Высокие	1,7 ± 0,01	75,1 ± 4,5	28,5	3,8

Таблица 3

Семья	Высота, см			ВУС, потеря воды за 118 ч, %		
	$x_{cp} \pm S_x$	V, %	Ранг по высоте	$x_{cp} \pm S_x$	V, %	Ранг по ВУС
12	196 ± 2,7	7,7	1	46,6 ± 1,2	10,8	1
158	188 ± 2,2	6,4	2	47,8 ± 1,6	28,0	2
17	182 ± 2,6	7,9	3	50,6 ± 1,5	8,7	3
14	166 ± 1,8	6,6	4	51,8 ± 1,8	8,5	6
18	164 ± 2,1	7,5	5	51,0 ± 0,8	3,9	4
54	160 ± 2,6	8,7	6	51,4 ± 2,1	10,5	5

Таблица 4

Семья	Высота в 11 лет, м		Высота в 16 лет, м		Потеря воды за 24 ч, %		
	$x_{cp} \pm S_x$	Ранг	$x_{cp} \pm S_x$	Ранг	$x_{cp} \pm S_x$	V, %	Ранг
О-94	1,41 ± 0,05	1	4,1 ± 0,12	1	45,3 ± 4,2	30,6	1
О-87	1,32 ± 0,06	2	3,5 ± 0,19	2-4	68,9 ± 4,2	19,3	4
О-92	1,25 ± 0,04	3	3,5 ± 0,07	2-4	55,2 ± 3,4	19,5	3
О-90	1,18 ± 0,04	4	3,5 ± 0,10	2-4	54,4 ± 6,0	34,6	2
О-95	1,16 ± 0,05	5	2,7 ± 0,14	5	72,7 ± 3,7	15,9	5

Кроме того, в каждой группе по высоте t_{50} сильно варьирует, о чем свидетельствует большая изменчивость признака, равная 22,2 ... 40,8 %. Следовательно, в группе высоких деревьев можно вести отбор по двум показателям: высоте и t_{50} , отбирая в качестве семенников растения, имеющие $t_{50} \geq t_{50+} \sigma$, в данном конкретном случае $t_{50} \geq 75,1 + 16,7 = 91,8$ ч.

О возможности ранней диагностики быстроты роста потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах сосны в Кузоватовском лесхозе можно судить по данным табл. 3, ели в Юрьянском лесхозе – табл. 4.

В зависимости от принадлежности к разным семьям 7-летние полусибсы в Кузоватовском лесхозе имеют высоту 160 ... 196 см, т. е. семьи высокие и низкие по этому показателю достоверно различаются. Отличаются по высоте также семьи ели, выращенные из семян разных плюсовых деревьев, отобранных в одном выделе Омутнинского лесхоза Кировской области. Сохранится ли лидерство одних семей и отставание других с возрастом? Анализ роста одних и тех же полусибсовых семей ели в 11- и 16-летнем возрасте показал, что как только начинается период быстрого роста, ранги семей по высоте изменяются. Сохранился ранг лишь у самой высокой и самой низкой семьи. Поэтому оценка в этом возрасте по высоте не может быть точной, а получение достоверных данных еще не менее чем через 20 ... 25 лет удлиняет срок испытания, отодвигает возможность отбора плюсовых деревьев и перевода их в категорию элитных. Использование при оценке ВУС хвои в качестве второго критерия показало, что самой большей устойчивостью к обезвоживанию, как правило, обладает хвоя наиболее высоких семей, и, наоборот, у низких семей она достоверно меньше.

В клоновых потомствах плюсовых деревьев устойчивость к обезвоживанию хвои также неодинакова (табл. 5). Изменчивость признака колеблется от умеренной (7,0 %) до значительной (18,9 %), что характеризует

Таблица 5

Семеновский лесхоз				Кузоватовский лесхоз			
Клон	Потеря воды за 72 ч, %	V, %	t_d	Клон	Потеря воды за 72 ч, %	V, %	t_d
106	40,8 ± 0,7	11,5	4,4	17	33,4 ± 1,4	18,9	8,3
100	41,1 ± 0,6	8,4	4,3	156	36,6 ± 1,7	14,7	6,7
98	42,0 ± 0,9	11,0	4,5	157	40,5 ± 1,9	14,4	3,8
105	42,1 ± 0,8	11,9	3,4	18	42,6 ± 1,0	7,0	4,1
95	43,8 ± 0,8	11,4	2,3	85	45,3 ± 1,5	12,3	2,0
96	46,8 ± 0,8	9,9	0,3	84	49,1 ± 1,7	7,7	0,1
108	47,3 ± 1,3	16,4	-	141	49,2 ± 1,3	8,1	-

Таблица 6

Клон	ВУС		Высота	
	t_{50} , ч	Ранг	см	Ранг
Сосна:				
кк-6	57,8 ± 1,2	1	141,2 ± 8,5	1
кк-16	59,6 ± 0,6	2	134,5 ± 5,8	3
квп-40	60,8 ± 4,1	3	137,2 ± 4,8	2

кх-10	60,8± 5,7	4	103,3± 4,8	6
кх-14	63,9± 4,5	5	92,5 ±6,6	7
кх-15	68,5±1,6	6	117,9± 7,3	5
кх-7	74,3 ±3,3	7	130,9± 6,5	4
Ель:				
161	33,6± 5,5	1	180,1 ±20,7	1
162	26,4± 0,9	2	165,4 ±14,5	2
160	23,8± 2,6	3	156,7 ±20,9	3
38	23,7± 1,9	4	144,3 ±10,9	5
37	23,1± 2,0	5	156,6 ±10,9	4
166	21,4 ±0,6	6	134,2 ±14,5	7
167	20,2 ±0,9	7	131,3 ±13,8	8
14	19,3 ±0,7	8	120,4 ±11,0	9
39	18,8 ±0,8	9	141,6 ±16,1	6

сравнительную однородность образцов в пределах одного клона. В то же время у клоновых потомств деревьев, отобранных в достаточно близких по увлажнению ГЛУ (свежие боры и суборы), потеря воды хвоей достаточно различима. Сравнительный анализ ВУС хвои и высоты клонов показывает, что у всех клонов, входящих в группу высоких, уровень ВУС больше. В группе менее устойчивых клонов ранги по высоте и ВУС не совпадают или совпадают в значительно меньшей степени (табл. 6).

Ранговые коэффициенты корреляций Спирмэна между высотой и ВУС хвои в обоих случаях составляют 0,64 ... 0,88, что свидетельствует о высокой сопряженности этих показателей.

Более того, очень высока степень рангового сходства у клонового и семенного потомств ели по водоудерживающей способности хвои (табл. 7). Коэффициент корреляции Спирмэна, вычисленный для ВУС хвои клонов и семей, составляет 0,9, что говорит о высокой генетической обусловленности

Таблица 7

№ клона и семьи	Клоновое потомство				Семенное потомство			
	Н, м	Ранг	Потеря воды за 24 ч, %	Ранг	Н, м	Ранг	Потеря воды за 24 ч, %	Ранг
О-92	6,4	1	46,1	2	3,5	2-4	55,2	3
О-94	6,0	2	41,2	1	4,1	1	45,3	1
О-87	5,5	3	54,2	4	3,5	2-4	68,9	4
О-90	5,3	4	51,5	3	3,5	2-4	54,4	2
О-95	4,4	5	57,6	5	2,7	5	72,7	5

признака у потомства. Особенно четко просматривается точность этой оценки для самой высокой и самой низкой семьи. В 16-летнем семенном потомстве лучший рост у семьи О-94, которая как у клонового, так и у семенного потомства имеет лучший показатель водоудерживающей способности хвои; у семьи же О-95 самый худший рост и самая низкая устойчивость к обезвоживанию хвои.

Выводы

Водоудерживающая способность хвои генетически обусловлена и коррелирует с высотой как в семенном, так и в клоновом потомствах сосны и ели. Поэтому ВУС хвои и высоту целесообразно использовать в качестве комплексных показателей при оценке потомств плюсовых деревьев сосны и ели и отборе семенников для создания объектов постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1362422 СССР, МКИ А 01 Н 1/04, А 01 У 23/00. Способ отбора деревьев на постоянных лесосеменных участках сосны обыкновенной / М.М. Котов, В.А. Духарев. – Открытия. Изобрет. – 1987. – № 48. – 4 с.
2. А.с. 1433438 СССР, МКИ А 01 Н 1/04. Способ отбора на производственных питомниках семян хвойных пород для создания лесосеменных плантаций / М.М. Котов. – Открытия. Изобрет. – 1987. – № 40. – 4 с.
3. *Котов М.М.* Сравнительная оценка генотипов в лесных популяциях без смены поколений // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 274, № 6. – С. 1480–1483.
4. *Котов М.М.* Наследование поведения адаптивных признаков у сосны обыкновенной // Докл. АН СССР. – 1988. – Т. 302, № 6. – С. 1238–1241.
5. *Прохорова Е.В.* Анализ потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной и ели европейской в Среднем Поволжье: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Йошкар-Ола, 1996. – 23 с.
6. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М., 2000. – 197 с.

М.М. Котов, Е.Р. Лебедева, Е.В. Прохорова

**Water-retention Ability of Needle as Diagnostic Indication
for Assessment of Objects of Common Genetic-selection Complex**

The results of long-term research of water-retention ability of pine and spruce needle are provided as an integral indication of plants' stability and growth when creating objects of common genetic-selective complex.
