

УДК 630*165.6 + 630*232.311.3

Н. Н. Бессчетнова

КОРРЕЛЯЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЛАНСА ВОДЫ И СОДЕРЖАНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА В ХВОЕ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Баланс воды в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной в значительной степени детерминирован содержанием в ней сухого вещества, что подтверждается высокими значениями коэффициентов корреляции. Различия между плюсовыми деревьями сосны обыкновенной по показателям водопоглощения и водопотери хвои, по содержанию в ней сухого вещества существенны, а их обусловленность может быть признана наследственной.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, плюсовые деревья, клоны, сухое вещество хвои, баланс воды в хвое.

Введение. Непрерывное и неистощительное лесопользование выступает практической и теоретической платформой устойчивого управления лесами. Такой подход к организации эксплуатации лесных ресурсов предполагает оперативную реализацию мер своевременного лесовосстановления и лесоразведения. Важнейшим условием их выполнения признается производство достаточного количества высококачественного посадочного материала, в том числе с использованием сеянцев и саженцев, выращенных из улучшенных семян. Их источником служат объекты постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ), развитие и совершенствование которой основано на селекционном потенциале плюсовых деревьев основных лесобразующих пород. Ограниченный объем объективных знаний о них, о степени наследственной обусловленности их важнейших характеристик рассматривается как одна из проблем современной лесной селекции. Только располагая информативно емкой базой данных о свойствах и признаках растений, имеющих хозяйственное, адаптивное и идентификационное значение, можно обеспечить планомерное и обоснованное вовлечение лучших особей, выделенных при массовом отборе, как непосредственно в состав создаваемых лесосеменных плантаций (ЛСП), архивов клонов и других объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК), так и для дальнейшего совершенствования в процессе индивидуального отбора. Сведения об их биологии, физиологии, морфологии могут применяться при ранней диагностике продуктивности и репродуктивной активности объектов. Наличие в листовом аппарате воды, режим её поглощения и расхода, зависимость от количества сухого вещества в хвое или листовых пластинках определяют эффективность фотосинтеза растений [1–3]. Особи, обладающие лучшими характеристиками, имеют больше возможностей в достижении высоких темпов роста и развития, в обеспечении стабильно проявляющейся способности оставлять после себя многочисленное конкурентоспособное потомство. Они представляют наибольший интерес в реализации различных селекционных программ.

Цель работы – выявить характер и уровень взаимозависимости между содержанием сухого вещества и показателями водопоглощения и водопотери в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной, оценить степень их наследственной обусловленности.

Методы и объекты исследования. Сравнительный анализ плюсовых деревьев сосны обыкновенной предусматривал изучение их вегетативного потомства, размещенного на лесосеменных плантациях первого порядка и в архивах клонов, созданных в Нижегородской области. Опытными участками выступали ЛСП № 24, ЛСП № 1, архивы клонов № 1 и № 4 государственного бюджетного учреждения Нижегородской области «Семеновский спецлесхоз» и его Сокольского филиала. Период проведения наблюдений – 2006–2010 гг. [4]. В схеме сбора исходной лесоводственной информации отдельное плюсовое дерево – ортет на опытных участках представлено не менее чем тремя учетными деревьями – раметами. С каждого из них с периферии среднего яруса хорошо освещенного участка кроны одновременно заготавливали по три побега, которые служили источником первичных единиц выборки: навесок из 20 пар нормально развитых однолетних хвоинок, не имевших признаков поражения внешними факторами. Масса навески последовательно определялась на следующих этапах: в момент заготовки; в состоянии полного водонасыщения; многократно с 24-часовым интервалом при учете водопотери в режиме свободного высушивания; после длительного (не менее 4 месяцев) свободного высушивания; после выдерживания в сушильных шкафах в течение 8 часов при температуре 105°C (до стабильных значений). Точность учета – 0,001 г обеспечивалась электронными весами «Acculab – vicon». Условия лабораторной фазы опыта фиксировались и были одинаковыми для всех образцов. Анализировались следующие признаки: Пр-1 – исходная масса хвои в момент её заготовки; Пр-2 – масса полностью водонасыщенной хвои; Пр-3 – масса воздушно-сухой хвои после длительного свободного высушивания; Пр-4 – масса абсолютно сухой хвои; Пр-5 – период критической (50 %) водопотери при свободном высушивании хвои; Пр-6 – первичное количество воды как разность между массой хвои в момент её заготовки и массой абсолютно сухой хвои; Пр-7 – максимальное содержание воды в хвое как разность между массой водонасыщенной хвои и её массой в абсолютно сухом состоянии; Пр-8 – процент полного водонасыщения от массы хвои в абсолютно сухом состоянии; Пр-9 – коэффициент водопоглощения как отношение массы полностью водонасыщенной хвои к массе абсолютно сухой хвои; Пр-10 – исходное водопоглощение как разность массы водонасыщенной хвои и исходной массой хвои в момент её заготовки; Пр-11 – доля исходного водопоглощения как отношение разности между массой водонасыщенной хвои и её массой в исходном состоянии к массе абсолютно сухой хвои. При организации исследований учитывали существующие методические разработки [5–8].

Результаты исследований и их обсуждение. Плюсовые деревья, представленные своими клонами в составе объектов ПЛСБ и ЕГСК, продемонстрировали заметные различия по анализируемым показателям водного режима хвои и содержания в ней сухого вещества. Это зафиксировано на всех опытных участках во все учетные сроки периода наблюдений. Наиболее контрастно различия проявились по продолжительности периода критической водопотери, менее выражены они в отношении массы абсолютно сухой хвои, которая адекватна содержанию сухого вещества. По остальным опытным участкам получены аналогичные сведения.

Изменчивость признаков хвои плюсовых деревьев и соответствующие ей уровни по шкале С.А. Мамаева [9] на ЛСП № 1 составляли: для свежесобранной хвои в воздушно-сухом состоянии $C_v = 25,17$ % (средний уровень); для массы полностью насыщенной водой хвои $C_v = 25,06$ % (средний уровень); для массы абсолютно сухой хвои $C_v = 21,24$ % (средний уровень). Наибольшее варьирование зафиксировано в анализе периода критической потери воды ($C_v = 84,20$ % – очень высокий уровень). Самым стабильным оказался коэффициент водопоглощения ($C_v = 9,07$ % – низкий уровень). Близ-

ким к нему по статистическим оценкам ($C_v = 16,10$ – средний уровень) является процент поглощения воды сухим веществом хвои, показывающий, какое количество воды в граммах приходится на один грамм её сухого вещества.

Установлена сложная картина взаимозависимости характеристик хвои, определяющих содержание в ней сухого вещества, режим водопоглощения и водопотери. Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 1.

Анализ связей между разными признаками хвои показал их весьма неоднозначный характер. Вполне объяснимы высокие положительные значения коэффициентов корреляции исходной массы свежезаготовленной хвои (Пр-1) и такими признаками, как масса водонасыщенной хвои (Пр-2): $r \pm m_r = 0,9810 \pm 0,0163$; массой воздушно-сухой хвои после её длительного свободного высушивания (Пр-3): $r \pm m_r = 0,9400 \pm 0,0286$; массой абсолютно сухой хвои (Пр-4): $r \pm m_r = 0,9387 \pm 0,0289$; массой первично поглощенной воды (Пр-6): $r \pm m_r = 0,9730 \pm 0,0194$; максимальным содержанием воды в хвое (Пр-7): $r \pm m_r = 0,9548 \pm 0,0249$. Взаимозависимость перечисленных признаков может быть объяснена влиянием массы хвои, которая определена биологическим режимом её формирования: более крупная хвоя способна поглотить большее количество воды, а также накопить и большее количество абсолютно сухого вещества.

Таблица 1

Корреляционная матрица анализируемых признаков хвои плюсовых деревьев

Признаки	Признаки										
	Пр-1	Пр-2	Пр-3	Пр-4	Пр-5	Пр-6	Пр-7	Пр-8	Пр-9	Пр-10	Пр-11
Пр-1	1,0	0,98	0,94	0,94	0,44	0,97	0,95	0,53	0,53	0,17	-0,07
Пр-2	0,98	1,0	0,94	0,93	0,48	0,96	0,98	0,57	0,57	0,45	0,08
Пр-3	0,94	0,94	1,0	0,99	0,28	0,86	0,86	0,27	0,27	0,34	-0,04
Пр-4	0,94	0,93	0,99	1,0	0,28	0,85	0,85	0,26	0,26	0,34	-0,05
Пр-5	0,44	0,48	0,28	0,28	1,0	0,52	0,56	0,65	0,65	0,38	0,26
Пр-6	0,97	0,96	0,86	0,85	0,52	1,0	0,97	0,67	0,67	0,28	-0,07
Пр-7	0,95	0,98	0,86	0,85	0,56	0,97	1,0	0,71	0,71	0,50	0,15
Пр-8	0,53	0,57	0,27	0,26	0,65	0,67	0,71	1,0	0,99	0,43	0,31
Пр-9	0,53	0,57	0,27	0,26	0,65	0,67	0,71	0,99	1,0	0,43	0,31
Пр-10	0,31	0,45	0,34	0,34	0,38	0,28	0,50	0,43	0,43	1,0	0,89
Пр-11	-0,07	0,08	-0,04	-0,05	0,26	-0,07	0,15	0,31	0,31	0,89	1,0

Масса абсолютно сухой хвои (Пр-4), которая рассматривается нами как показатель содержания в ней сухого вещества, наиболее тесно связана с оценками массы хвои в различном состоянии. Коэффициенты корреляции соответственно составили: с исходной массой хвои в момент её заготовки (Пр-1) – $r \pm m_r = 0,9387 \pm 0,0289$; с массой водонасыщенной хвои (Пр-2) – $r \pm m_r = 0,9342 \pm 0,0299$; с массой воздушно-сухой хвои после её длительного свободного высушивания (Пр-3) – ($r \pm m_r = 0,9916 \pm 0,0108$). Несколько меньшая взаимозависимость отмечена с первичным количеством воды (Пр-6), определяемым как разность между массой хвои в момент её заготовки и массой абсолютно сухой хвои ($r \pm m_r = 0,8549 \pm 0,0435$), и количеством воды в водонасыщенной хвое (Пр-7), которое определяется как разность между массой водонасыщенной хвои и её массой в абсолютно сухом состоянии ($r \pm m_r = 0,8544 \pm 0,0436$). Во всех перечисленных случаях коэффициенты корреляции достоверны: их опытные t-критерии (19,59 – 91,41) значительно превышают критический порог ($t_{05} = 1,96$).

Корреляционные связи периода критической потери воды в хвое (Пр-5) в целом ниже, чем у предыдущего показателя, и во всех случаях достоверны. Наибольшие значения получены при сопоставлении этого признака с различными оценками доли со-

держась в хвое воды. Так, с процентом полного содержания воды (Пр-8) корреляция составила: $r \pm m_r = 0,6547 \pm 0,0634$. Менее тесная связь отмечена во взаимодействии с количеством воды в свежезаготовленной хвое (Пр-6) – $r \pm m_r = 0,5200 \pm 0,0717$ и количеством воды в водонасыщенной хвое (Пр-7) – $r \pm m_r = 0,5621 \pm 0,0694$. Связь того же показателя с оценками массы хвои, находящейся в разном состоянии, еще меньше: исходная (Пр-1) – $r \pm m_r = 0,4443 \pm 0,0752$; насыщенная (Пр-2) – $r \pm m_r = 0,4778 \pm 0,0737$; воздушно-сухая (Пр-3) – $r \pm m_r = 0,2843 \pm 0,0805$. Из полученного материала следует, что продолжительность периода критической водопотери в большей степени зависит от количества находящейся в хвое воды или от количества воды, поглощенной хвоей при её намачивании. Чем больше воды содержит или поглотила хвоя, тем большая продолжительность периода критической водопотери. Зависимость периода критической водопотери от массы хвои как таковой (понимается как масса хвои в состоянии различной степени водонасыщения) менее выражена, по сравнению с зависимостью от количества содержащейся в хвое воды. При этом заметно, что большая зависимость существует только с теми показателями массы хвои, которые связаны с наличием в хвое того или иного количества воды: массой свежезаготовленной хвои и массой водонасыщенной хвои. Масса хвои в сухом состоянии – воздушно-сухой или абсолютно сухой – связана с периодом критической водопотери в минимальной степени – зависимость слабая положительная, хотя и достоверная.

Низкий уровень зависимости периода критической водопотери от массы хвои как таковой означает то, что продолжительный период потери влаги может быть зафиксирован как у относительно тяжелой, так и у сравнительно легкой хвои. В конечном итоге это будет определяться тем, сколько воды смогла поглотить та или иная (по своим параметрам) хвоя: именно это количество и будет теряться. Однако вполне логично ожидать, что более «крупная» хвоя сможет поглотить и большее количество воды, как большее по объему её потенциальное вместительное. В определенной степени это может быть подтверждено наиболее тесной связью периода критической водопотери с процентом полного водонасыщения, что указывает на его преимущественную зависимость от объема воды, поглощенной хвоей. Оценивая величины коэффициентов корреляции периода критической водопотери с остальными признаками, удается выделить четыре группы зафиксированной тесноты связи: $0,65 - 0,66$; $0,52 - 0,57$; $0,44 - 0,48$; $0,281 - 0,285$.

Отношение массы поглощенной воды к массе абсолютно сухой хвои (Пр-11) оценивает эффективность поглощения влаги в зависимости от наличия в хвое сухого вещества. Иными словами, оно показывает, зависит ли количество поглощенной хвоей воды от содержания в ней сухого вещества. Если такая зависимость существует, то оценки тесноты связи между указанным показателем и массой абсолютно сухой хвои (Пр-4) должны быть велики. Однако этого не наблюдается, и корреляция между отмеченными признаками очень слабая, отрицательная и недостоверная ($r \pm m_r = -0,0493 \pm 0,0838$; $t_r = 0,59$ при $t_{05} = 1,96$). Это может быть вызвано тем, что количество поглощенной воды зависит, прежде всего, не от массы сухого вещества в хвое, а от емкости водопоглощения её отдельного метамера, которая определяется наличием пустот.

В целом отношение массы поглощенной воды к массе абсолютно сухой хвои (Пр-11) слабо коррелирует со всеми остальными (из числа описанных) признаками. Это свидетельствует о его индифферентности, а следовательно – идентификационной ценности. Только с процентом полного водонасыщения (Пр-8), коэффициентом водонасыщения (Пр-9), а также с исходным водопоглощением (Пр-10) отмечены достоверные положительные корреляции: $r \pm m_r = 0,3111 \pm 0,0798$; $t_r = 3,90$ при $t_{05} = 1,96$ (в первом и

втором случае) и $r \pm m_r = 0,8876 \pm 0,0387$; $t_r = 22,96$ при $t_{05} = 1,96$ (в третьем случае). Такая ситуация объясняется структурой анализируемых признаков. В частности, в формировании отношения массы поглощенной воды к массе абсолютно сухой хвои участвует значение исходного поглощения воды.

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил существенность различий, зафиксированных между сравниваемыми плюсовыми деревьями, представленными прививками, во всех изучавшихся объектах ПЛСБ и ЕГСК по всем рассматриваемым признакам (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Оценки существенности различий между плюсовыми деревьями сосны обыкновенной по характеристикам водообеспеченности хвои на ЛСП № 1

Индекс признака	Среднее значение признака, $M \pm m$	Критерий Фишера		Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_{h2}$)				Критерии существенности различий	
				по Плохинскому		по Снедекору			
		$F_{оп}$	F_{05}/F_{01}	h^2	$\pm s_{h2}$	h^2	$\pm s_{h2}$	HCP_{05}	D_{05}
Признак-1	2,83±0,06	8,32	1,45/1,69	0,4935	0,0594	0,4484	0,0646	0,50	0,89
Признак-2	3,03±0,06	8,72	1,45/1,69	0,5053	0,0580	0,4616	0,0631	0,52	0,94
Признак-3	1,42±0,03	6,33	1,45/1,69	0,4258	0,0673	0,3718	0,0736	0,23	0,41
Признак-4	1,32±0,02	6,22	1,45/1,69	0,4215	0,0678	0,3670	0,0742	0,21	0,38
Признак-5	52,62±3,69	13,01	1,45/1,69	0,6038	0,0464	0,5715	0,0502	27,23	49,12
Признак-6	1,51±0,04	9,68	1,45/1,69	0,5314	0,0549	0,4909	0,0597	0,31	0,55
Признак-7	1,72±0,04	10,27	1,45/1,69	0,5462	0,0532	0,5075	0,0577	0,33	0,60
Признак-8	128,89±1,73	11,67	1,45/1,69	0,5777	0,0495	0,5426	0,0536	13,17	23,75
Признак-9	2,29±0,02	11,67	1,45/1,69	0,5777	0,0495	0,5426	0,0536	0,13	0,24
Признак-10	0,21±0,01	5,03	1,45/1,69	0,3709	0,0737	0,3093	0,0809	0,10	0,17
Признак-11	0,16±0,01	4,46	1,45/1,69	0,3435	0,0769	0,2780	0,0846	0,07	0,13

Опытные критерии Фишера (см. табл. 2) всех анализируемых признаков на обследованной лесосеменной плантации превосходят соответствующие критические значения как на 5 %, так и на 1 % уровнях значимости. Например, для массы свежесобранной хвои (Признак-1) $F_{оп} = 8,32$, а для продолжительности периода критической водопотери (Признак-5) $F_{оп} = 13,01$ при $F_{05} = 1,45$ и $F_{01} = 1,69$. Данное обстоятельство позволяет вычислить оценки доли влияния организованных факторов, которыми в рассматриваемом случае выступают различия между собственно плюсовыми деревьями в пределах каждого отдельного участка. В большинстве случаев оно значительно и достоверно. Так, для массы свежезаготовленной хвои при учете в 2008 г. по алгоритму Плохинского $h^2 \pm s_{h2} = 49,35 \pm 5,94$ %; по алгоритму Снедекора оценки несколько ниже $h^2 \pm s_{h2} = 44,84 \pm 6,46$ %. Для продолжительности периода критической водопотери соответствующие показатели составили: по алгоритму Плохинского $h^2 \pm s_{h2} = 60,38 \pm 4,64$ %; по алгоритму Снедекора оценки чуть меньше $h^2 \pm s_{h2} = 57,15 \pm 5,02$ %. Это наибольшее из зафиксированных значений, оно свидетельствует о преобладающем влиянии различий между собственно плюсовыми деревьями на формирование общей дисперсии.

Поскольку в опыте реализован принцип единственного логического различия, что во многом обусловлено методами закладки лесосеменных плантаций, а также одинако-

выми условиями проведения полевого и лабораторных анализов, влияние факторов среды на возникновение дисперсии между градациями дисперсионных комплексов минимизировано. На остальных участках получены аналогичные результаты. В такой ситуации вполне логично рассматривать различия между плюсовыми деревьями, представленными своими клонами в составе объектов ПЛСБ и ЕГСК, по характеристикам водного баланса хвои и наличия в ней сухого вещества как генотипически обусловленные.

Величина наименьшей существенной разности (НСР) и D-критерия Тьюки (см. табл. 2) позволяет установить различия между какими именно клонами каждого из дисперсионных комплексов могут быть отнесены к категории существенных. При этом было установлено, что на всех участках, подвергнутых обследованию, в большинстве случаев парного сопоставления значений различия превышают критический порог для НСР на 5 % уровне значимости и в значительной части выше критического значения D-критерия Тьюки.

Влияние факторов среды, вызывающее возникновение так называемой остаточной дисперсии, оказалось весьма заметным. Его значения колебались в пределах 39,62 – 65,65 % (по Плохинскому) и 42,85 – 72,20 % (по Снедекору). Данные свидетельствуют о значительной зависимости проявлений анализируемых показателей от режима внешних условий, что обусловило их высокую изменчивость в целом, зафиксированную нами. Увеличение вклада неорганизованных факторов в состав общей дисперсии неизбежно уменьшает ту её часть, которая связана с эффектом различий между градациями дисперсионного комплекса – плюсовыми деревьями.

Экологическая предопределенность и сложный характер реакции хвои плюсовых деревьев сосны на высушивание и намачивание обуславливает необходимость оценки эффективности влияния каждого из факторов на формирование дисперсии значений анализируемых признаков. Результаты двухфакторного иерархического дисперсионного анализа представлены в табл. 3.

Материалы табл. 3 позволяют отметить достаточно высокую наследственную обусловленность различий между самими плюсовыми деревьями сосны обыкновенной, размещенными на обследованных объектах. Доля влияния фактора высшей иерархии – различий между плюсовыми деревьями (ортетами) – выше влияния любого из других факторов. При этом на ЛСП № 1 оно составляет: по признаку-1 – 49,35 % ($0,4539 \pm 0,2374$), по признаку-4 – 42,15 % ($0,4215 \pm 0,2712$), по признаку-5 влияние еще выше – 60,38 % ($0,6038 \pm 0,1857$), а по признаку-11 – наименьшее – 34,35 % ($0,3435 \pm 0,3077$). Полученные результаты в полной мере соответствуют итогам однофакторного анализа (см. табл. 2).

Различия между раметами одного ортета оказывают заметно меньшее влияние на формирование общей дисперсии (см. табл. 3). Это вполне объяснимо, поскольку данная группа различий, сформировавшаяся под влиянием фактора низшей иерархии, в нашем случае соответствует несходству особей одного клона. Оно преимущественно обусловлено влиянием неоднородности прививок (факторов среды в широком смысле). Их возникновение также можно рассматривать как одно из проявлений влияния неизбежных микроразностей в условиях среды, что связано с определенным порядком размещения клонов одного плюсового дерева на территории лесосеменной плантации или архива клонов. Величины составили: признак-1 – 18,26 % ($0,1826 \pm 0,2725$); признак-4 – 17,31 % ($0,1731 \pm 0,2756$); признак-5 – 11,28 % ($0,1128 \pm 0,2951$); признак-11 – 20,45 % ($0,2045 \pm 0,2652$).

Собственно случайные различия (остаточная дисперсия), которые в нашем случае рассматриваются как различия, вызванные влиянием факторов среды, не связанных с

Т а б л и ц а 3

Результаты двухфакторного иерархического дисперсионного анализа характеристик водного баланса и содержания сухого вещества хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной на ЛСП № 1

Индекс признака	Источник дисперсии	Критерий Фишера		Доля влияния фактора ($h^2 \pm m_h$)			
		$F_{оп}$	F_{05} / F_{01}	по Плохинскому		по Снедекору	
				h^2	$\pm m_{h2}$	h^2	$\pm m_{h2}$
Признак-1	ортеты	5,766	1,59/ 1,93	0,4935	0,2374	0,4415	0,2618
	раметы	1,692	1,32/ 1,48	0,1826	0,2725	0,1046	0,2985
	остаток	-	-	0,3239	0,6761	0,4539	0,5461
Признак-2	ортеты	6,227	1,59/ 1,93	0,5053	0,2319	0,4550	0,2554
	раметы	1,615	1,32/ 1,48	0,1731	0,2756	0,0927	0,3024
	остаток	-	-	0,3216	0,6784	0,4523	0,5477
Признак-3	ортеты	5,176	1,59/ 1,93	0,4258	0,2692	0,3693	0,2956
	раметы	1,320	1,32/ 1,48	0,1755	0,2748	0,0608	0,3131
	остаток	-	-	0,3988	0,6012	0,5698	0,4302
Признак-4	ортеты	5,195	1,59/ 1,93	0,4215	0,2712	0,3649	0,2977
	раметы	1,281	1,32/ 1,48	0,1731	0,2756	0,0544	0,3152
	остаток	-	-	0,4054	0,5946	0,5807	0,4193
Признак-5	ортеты	11,419	1,59/ 1,93	0,6038	0,1857	0,5687	0,2022
	раметы	1,194	1,32/ 1,48	0,1128	0,2957	0,0262	0,3246
	остаток	-	-	0,2834	0,7166	0,4050	0,5950
Признак-6	ортеты	5,851	1,59/ 1,93	0,5314	0,2197	0,4795	0,2440
	раметы	2,115	1,32/ 1,48	0,1938	0,2687	0,1410	0,2863
	остаток	-	-	0,2749	0,7251	0,3795	0,6205
Признак-7	ортеты	6,600	1,59/ 1,93	0,5462	0,2127	0,4974	0,2356
	раметы	1,911	1,32/ 1,48	0,1766	0,2745	0,1171	0,2943
	остаток	-	-	0,2772	0,7228	0,3855	0,6145
Признак-8	ортеты	5,796	1,59/ 1,93	0,5777	0,1979	0,5237	0,2232
	раметы	3,043	1,32/ 1,48	0,2127	0,2624	0,1930	0,2690
	остаток	-	-	0,2096	0,7904	0,2833	0,7167
Признак-9	ортеты	5,796	1,59/ 1,93	0,5777	0,1979	0,5237	0,2232
	раметы	3,043	1,32/ 1,48	0,2127	0,2624	0,1930	0,2690
	остаток	-	-	0,2096	0,7904	0,2833	0,7167
Признак-10	ортеты	4,098	1,59/ 1,93	0,3709	0,2949	0,3080	0,3244
	раметы	1,328	1,32/ 1,48	0,1931	0,2690	0,0683	0,3106
	остаток	-	-	0,4360	0,5640	0,6237	0,3763
Признак-11	ортеты	3,584	1,59/ 1,93	0,3435	0,3077	0,2773	0,3388
	раметы	1,357	1,32/ 1,48	0,2045	0,2652	0,0769	0,3077
	остаток	-	-	0,4520	0,5480	0,6459	0,3541

особенностями прививки и со спецификой размещения рамет на площади ЛСП или архива клонов, не столь велики. В определенной мере их можно рассматривать как различия в пределах одной особи и соотносить с метамерной изменчивостью. Величины этой доли общей дисперсии в большинстве случаев меньше, чем влияние различий между раметами, и принимают значения от 20,96 (признаки 8 и 9) до 45,20 % (признак 11).

В заключение можно отметить, что оценки водного баланса и содержания сухого вещества в хвое у представителей разных плюсовых деревьев неодинаковы. Взаимное влияние этих показателей различно. Корреляция значений продолжительности периода критической водопотери в большей степени проявляется с величинами, связанными с наличием в хвое воды и в меньшей степени с содержанием в ней сухого вещества. Отношение первично-поглощенной воды к массе абсолютно сухой хвои мало зависит от других параметров. Выявленные между плюсовыми деревьями различия по анализиру-

емым показателям существенны, что подтверждено результатами дисперсионного анализа. Факт их возникновения в условиях выровненного экологического фона, когда эффект воздействия внешних факторов на формирование дисперсии минимизирован, позволяет признать преимущественно генотипическую детерминированность отмеченного разнообразия. Это нашло подтверждение в достаточно высоких оценках доли влияния различий между плюсовыми деревьями. Проявление несходства в пределах вегетативного потомства одного плюсового дерева преимущественно связано с неодинаковыми характеристиками прививок, что неизбежно, если в качестве подвоя использованы сеянцы или саженцы семенного происхождения. Наследственный характер различий признаков, определяющих содержание воды и сухого вещества в хвое плюсовых деревьев, обуславливает возможность выделения из их состава наиболее приспособленных к сложившимся экологическим условиям и перспективных для включения в состав лесосеменных плантаций.

Выводы

1. Изменчивость признаков хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной, определяющих режим водопоглощения и водопотери, содержание сухого вещества и их взаимозависимость, неодинакова. Наиболее вариабельным в масштабах отдельного плюсового дерева является период критической водопотери, а стабильным – коэффициент водопоглощения, представляющий собой отношение массы воды, поступившей в хвою при её намачивании, к массе абсолютно сухой хвои.

2. Показатели способности хвои поглощать и терять воду имеют сложный характер взаимозависимости между собой и с оценками содержания в ней сухого вещества. Теснота связи неодинакова, преимущественно положительная и достоверная.

3. Период критической водопотери в наибольшей степени связан с различными оценками наличия в хвое воды, достигая максимума в варианте с процентом её максимального содержания. Отношение массы поглощенной воды к массе абсолютно сухой хвои индифферентно в отношении большинства изученных признаков и имеет достоверную корреляцию только с процентом полного водонасыщения, коэффициентом водонасыщения и исходным водопоглощением.

4. Различия между плюсовыми деревьями по характеристикам водопоглощения, водопотери и наличию сухого вещества в хвое существенны, что подтверждено результатами дисперсионного анализа. Проявление указанных различий на выровненном экологическом фоне позволяет признать их преимущественно генотипическую обусловленность.

Список литературы

1. Крамер, Пол Д. Физиология древесных растений: Пер. с англ./ Пол Д. Крамер, Теодор Т. Козловский. – М.: Лесн. промышленность, 1983. – 464 с., ил.
2. Либберт, Э. Физиология растений: Пер. с нем. /Э. Либберт. – М.: Мир, 1976. – 582 с.
3. Лир, Х. Физиология древесных растений: Пер. с нем. / Х. Лир, Г. Польстер, Г.-И. Фидлер. – М.: Лесн. промышленность, 1974. – 424 с.
4. Бессчетнова, Н.Н. Водоудерживающая способность хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной / Н.Н. Бессчетнова //Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник науч. тр. по итогам междунар. науч.-тех. конф.– Брянск: БГИТА, 2007. – Вып. 17. – С. 13 – 16.
5. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.: ил. – (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. Учеб. Заведений. – Под общей редакцией Н.Н. Третьякова).
6. Котов, М.М. Метод селекционной оценки сосны на ПЛСУ / М.М. Котов // Экспресс-информация «Лесоразведение и лесомелиорация». –М.: ЦБНТИлесхоз, 1981. – Вып. 10. – 20 с.

7. Котов, М.М. Рекомендации по отбору семян сосны для посадки на лесосеменные плантации /М.М. Котов. – Йошкар-Ола: НТО леспрома и лесн. хоз-ва, 1987. – 13 с.

8. Котов, М.М. Отбор семян сосны для лесосеменных плантаций /М.М. Котов // Лесное хозяйство. – 1995. – № 1. – С. 44 – 46.

9. Мамаев, С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости / С.А. Мамаев // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Тр. и-та. экологии раст. и жив. – Свердловск, 1969. – Вып. 64. – С. 3 – 38.

Статья поступила в редакцию 16.03.11.

N. N. Besschetnova

CORRELATION OF WATER BALANCE RATE AND DRY SUBSTANCE CONTENT IN THE NEEDLES OF PLUS TREES OF SCOTCH PINE

Water balance in needles of plus trees of Scotch pine is considerably determined with the content in it of a dry substance, it is proved by high correlation parameters. The difference of plus trees of Scotch pine in water absorption and water loss of needles in the content of a dry substance in it are considerable, their conditionality can be considered as inherited.

Key words: *Scotch pine, plus trees, clones, dry basis of needles, water balance in needles.*

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии (Россия, Нижний Новгород). Область научных интересов – проблемы эффективности лесной селекции и совершенствования селекционного потенциала плюсовых деревьев основных лесообразующих пород. Автор 42 публикаций.
E-mail: besschetnova1966@mail.ru