

УДК 630.582.632.2

ББК 43.-ПЗ

Д - 93

*Дьякова Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета [djakov-vit@rambler.ru](mailto:djakov-vit@rambler.ru)*

*Толстикова Татьяна Николаевна, доцент кафедры ботаники факультета естествознания, директор Ботанического сада Адыгейского государственного университета*

## **ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РОДА QUERCUS**

(рецензирована)

*Приведены результаты изучения засухоустойчивости видов дуба, интродуцированных в Ботаническом саду АГУ, расположенном в пойме реки Курджипс Республики Адыгея. Выявлены наиболее засухоустойчивые виды, имеющие низкий уровень транспирации и высокую водоудерживающую способность.*

***Ключевые слова:** интродукция, виды дуба, адаптивные особенности, водоудерживающая способность, водный дефицит, интенсивность транспирации, засухоустойчивость.*

*Dyakova Irina Nicholaevna, Candidate of Biology, assistant professor of the Department of Agronomy of the Faculty of Agricultural Technologies, Maikop State Technological University, e-mail: [djakov-vit@rambler.ru](mailto:djakov-vit@rambler.ru);*

*Tolstikova Tatiana Nicholaevna, Director of the Botanical Garden of the Adygh State University.*

## **EVALUATION OF DROUGHT RESISTANCE OF INTRODUCED SPECIES OF QUERCUS**

(reviewed)

*The results of the study of drought-resistant species of oak, introduced in the botanical garden of ASU, located in the floodplains of the river Kurdzhips of the Republic of Adyghea have been given. The most drought-resistant species having low transpiration and high water-holding capacity have been identified.*

***Keywords:** introduction, types of oak, adaptive features, water-holding capacity, water deficit, transpiration rate, drought tolerance.*

Виды дуба обладают различной требовательностью к экологическим условиям произрастания. Для лесов Северо-Западного Кавказа характерны дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), скальный (*Q. petraea* Liebl.), Гартвиса (*Q. hartwissiana* Stev.), пушистый (*Q. pubescens* Willd.), и ножкоцветный (*Q. robur* subsp. *pedunculiflora* (C.Koch) Menits). [3].

Интродукция видов дуба и изучение эколого-биологических особенностей открывает дорогу к внедрению их в производство, особенно в плане реконструкции малопродуктивных и малоценных насаждений [5].

Одним из важнейших биологических свойств древесных растений является их устойчивость к засухе. Достоверным признаком засухоустойчивости считается высокая продуктивность растений в условиях недостаточного водоснабжения и повышенной температуры воздуха. Засухоустойчивость

связана со способностью растений переносить обезвоживание и перегрев. Эта способность выработалась у растений в процессе эволюции под влиянием условий существования [4].

Один из способов защиты растений от перегрева – транспирация. Транспирация зависит как от внешних, так и от внутренних факторов, прежде всего от содержания воды в листьях, концентрации и осмотического давления клеточного сока, соотношения корня/побеги, возраста растения. Из внешних факторов наиболее важны температура, свет, относительная влажность воздуха, влажность почвы. Для спокойного атмосферного состояния выведена зависимость интенсивности транспирации от условий среды, выражающаяся формулой Дальтона  $V=K(F-f)^{760/p}$ , где  $V$ - интенсивность испарения;  $K$ - коэффициент диффузии;  $F$ - упругость паров воды, насыщающих данное пространство;  $f$ -упругость паров воды в окружающем пространстве при температуре испаряющей поверхности;  $p$ - давление в момент опыта. Из приведенного уравнения видно, что испарение пропорционально дефициту влажности в атмосфере [2].

Водный режим является частью общего процесса обмена веществ растений; изучая его, мы оцениваем состояние интродуцированных видов в условиях Северо-Западного Кавказа.

Цель работы - исследовать засухоустойчивость видов рода *Quercus* в течение вегетационного периода, оценить степень адаптации к новым условиям произрастания в пункте интродукции.

Материалом исследования послужила коллекция рода *Quercus* Ботанического сада АГУ (БС АГУ). При проведении анализа использовались листья растений в возрасте 25-30 лет следующих видов: *Quercus robur* L., *Q. robur* cv. *Fastigiata*, *Q. borealis* Mill., *Q. palustris* Muenchh., *Q. variabilis* Blume, *Q. petraea* Liebl., *Q. robur* subsp. *pedunculiflora* (C.Koch) Menits. Из них в естественных условиях обитания на территории ботанического сада произрастают дуб Гартвиса и дуб черешчатый (принятые нами за контроль), остальные виды дуба – интродуценты. Дубы произрастают в Ботаническом саду на первой надпойменной террасе в одинаковых условиях освещенности и почвенной среды.

БС АГУ расположен на предгорной холмистой равнине территории Республики Адыгея к юго-востоку от Мелового хребта в излучине горной реки Курджипс на высоте 238 м над уровнем моря. Координаты 45°18' с.ш. и 40°00' в.дуб Климат района исследования умеренно-теплый. Почвы - выщелоченный, уплотненный, среднemocный чернозем. Материнская порода представлена супесчано-лесным гравием с железистыми пятнами, что несколько смягчает выраженность слитности почв. Реакция почв нейтральная с глубиной переходящая в слабощелочную.

Изучение проводили согласно следующим методическим изданиям: Практикум по лесной селекции [4], Математический анализ биологических данных [1]. Для измерения брались сформированные листья средней части кроны с западной стороны в полуденные часы; одновременно снимались показания с метеостанции ботанического сада.

Данные по водному режиму, полученные при исследовании интродуцентов, сравнивали с показателями местных адаптированных к данным условиям произрастания видов.

При наблюдениях в июне температура воздуха составила 22°C, скорость ветра 0,5 м/с, осадков выпало 0мм. Количество общей воды в листьях колеблется от 54,74±11,67% до 61,32±3,77% (Cv=4,63%). По содержанию общей воды в листьях интродуцированные виды дуба не отличаются от местных (табл.1).

Наибольший водный дефицит наблюдался у вида *Q.borealis* 50,09±22,06%, наименьший - у *Q. petraea* 6,29±2,05%. Коэффициент вариации по водному дефициту у видов дуба достаточно высок Cv=63,6%.

Интенсивность транспирации у *Q.borealis* выше, чем у всех исследуемых видов дуба: 180,9±84,53 мг за 1 час/м<sup>2</sup>.

Таблица 1 Характеристики водного режима видов дуба в июне 2010г.

Виды дуба	Общая вода, %	Водный дефицит,%	Интенсивность транспирации и мг за 1 час/м <sup>2</sup>	Водоудерживающая способность			
				10мин.	20мин.	30мин.	2 часа
<i>Q. variabilis</i>	55,11±2,63*	26,71±5,73	84,1±13,23	5,32±1,30	14,32±0,69	23,66±1,39	32,28±2,39
<i>Q. palustris</i>	61,32±3,77	17,09±8,18	71,3±11,67	5,45±1,10	14,02±2,66	21,00±2,90	33,27±5,32
<i>Q.borealis</i>	61,04±2,41	50,09±22,06	180,9±84,53	11,53±5,43	18,24±4,74	25,87±4,47	36,50±4,14
<i>Q. robur f. fastigiata</i>	55,12±0,80	14,02±8,41	119,7±23,35	7,12±1,00	14,37±2,12	22,60±2,13	34,60±3,05
<i>Q. robur</i>	60,16±2,51	21,51±10,3	124,8±11,67	8,64±0,25	16,96±3,4	25,25±1,85	38,45±2,80
<i>Q. Hartwissiana</i>	58,63±1,14	9,24±7,82	101,9±22,06	6,42±1,04	13,00±2,25	19,61±2,59	28,65±2,72
<i>Q. robur subsp. pedunculiflora</i>	55,68±0,57	16,25±6,15	84,1±27,55	5,14±1,52	12,99±4,95	18,21±4,47	28,56±3,42
<i>Q. petraea</i>	54,74±11,67	6,29±2,05	86,6±11,67	5,11±0,40	11,32±0,30	17,43±1,14	27,49±2,87

\*-средние ± стандартное отклонение

*Q. petraea* при наименьшем водном дефиците имеет низкий уровень интенсивности транспирации 86,6±11,67 мг за 1 час/м<sup>2</sup>. Существует прямая значительная корреляция между водным дефицитом и интенсивностью транспирации (R=0,8). Уравнение линейной регрессии Y=1,94X+67,65.

Водоудерживающая способность свидетельствует о способности листьев удерживать воду при подсушивании и может характеризовать поведение растений в экстремальных ситуациях. Наиболее высокая способность удерживать воду при подсушивании через 10мин отмечена у дуба скального (потеря 5,11% от массы листа после полного насыщения), наименьшая - у дуба северного и у черешчатого (11,53% - 8,64%). Водоудерживающая способность через 20мин у всех видов дуба на уровне дуба черешчатого, различия только с дубом скальным (разность D=5,63±0,63 t=8,8). Через 30минут тенденция сохраняется, различия наблюдаются только с дубом скальным. Через два часа

появляются достоверные различия между дубом черешчатым и дубом Гартвиса, ножкоцветным, скальным; с остальными интродуцированными видами дуба различий нет.

В итоге, в июне дуб скальный обладает низким уровнем водного дефицита, низкой интенсивностью транспирации и самой высокой водоудерживающей способностью. Дуб северный обладает высоким водным дефицитом, высокой интенсивностью транспирации и низкой водоудерживающей способностью.

При наблюдениях в июле температура воздуха была 35,5°C, скорость ветра 0,3м/с, осадков - 0мм. В июле содержание общей воды по видам колебалось от 49,04±9,24% у *Q. variabilis* до 70,30±4,44% у *Q. Hartwissiana*; последний превышает все остальные виды дуба по содержанию воды в листьях (табл.2).

Таблица 2 Характеристики водного режима видов дуба в июле 2010г.

Виды дуба	Общая вода, %	Водный дефицит, %	Интенсивность транспирации мг за 1 час/м <sup>2</sup>	Водоудерживающая способность, %			
				10мин.	20мин.	30мин.	2 часа
<i>Q. variabilis</i>	49,04±9,24*	29,95±6,81	89,17±11,68	5,36±0,54	11,19±0,01	18,51±0,76	30,11±1,11
<i>Q. palustris</i>	57,79±4,16	24,29±15,25	73,89±28,94	5,87±1,69	12,86±0,98	20,80±2,38	36,70±8,65
<i>Q. borealis</i>	52,41±0,47	31,72±13,94	66,24±26,84	3,88±1,20	9,19±1,55	15,71±1,97	26,25±3,67
<i>Q. robur f. fastigiata</i>	54,96±1,81	20,89±7,46	104,46±28,94	6,05±1,02	12,42±1,78	19,45±4,74	31,21±5,18
<i>Q. robur</i>	59,17±4,08	45,13±4,47	91,72±13,24	7,02±1,47	15,34±1,92	24,47±1,40	34,73±9,96
<i>Q. Hartwissiana</i>	70,30±4,44	26,06±2,98	112,10±15,91	8,62±2,06	15,88±0,79	30,23±4,53	46,76±2,51
<i>Q. robur subsp. pedunculiflora</i>	53,93±1,99	37,11±7,57	101,91±11,68	6,33±1,02	14,85±1,82	22,52±3,57	35,73±5,04
<i>Q. petraea</i>	57,18±2,73	28,29±3,76	109,55±23,35	6,08±1,07	15,48±2,76	24,70±3,02	34,75±3,22

\*-средние ± стандартное отклонение

Водный дефицит свидетельствует о степени недонасыщенности тканей водой. Самый высокий водный дефицит в июле наблюдался у *Q. robur* 45,13±4,47%, достоверно выше, чем у *Q. Hartwissiana* (разница D=19,06±2,19 t=8,6) и у *Q. robur subsp. pedunculiflora* (разница D=24,24±3,55 t=6,82), соответственно у этих видов дуба самый низкий водный дефицит.

Интенсивность транспирации изменялась по видам дуба от 66,24мг за 1 час/м<sup>2</sup> (*Q. borealis*) до 112,10 мг за 1 час/м<sup>2</sup> (*Q. Hartwissiana*), из-за высокой вариабельности процесса достоверных различий между видами не наблюдалось.

Водоудерживающую способность оценивали по потере воды завядающими растениями. Через 10 минут завядания после насыщения, виды дуба потеряли воды от 3,88±1,20% до 8,62±2,06% массы листа после полного насыщения. Коэффициент вариации составляет 25,6%. Через 20 минут

завядания после насыщения потеря воды составляет  $9,19 \pm 1,55\%$  -  $15,88 \pm 0,79\%$  ( $C_v=18,1\%$ ). Появляются различия между средними показателями дуба черешчатого и изменчивого, дуба черешчатого и северного. Через 30 минут завядания потеря воды изменяется в пределах  $15,71 \pm 1,9-$   $30,23 \pm 4,53\%$  от массы листа после полного насыщения ( $C_v=21,4\%$ ). Значения средних дуба черешчатого и Гартвиса достоверно превышают средние дуба изменчивого и северного. Через два часа завядания достоверных различий между видами не наблюдается. Между содержанием воды в листьях и водоудерживающей способностью (10 мин, 30, 2 часа) существует прямая сильная корреляция ( $R=0,9$ ). Наблюдается сильная корреляция между интенсивностью транспирации и водоудерживающей способностью (10минут, 20мин, 30мин) ( $R=0,8$ ), но уже через 2 часа корреляция отсутствует.

В результате в июле при высоких температурах интродуценты (*Q. variabilis*, *Q. palustris*, *Q. borealis*) имеют высокий водный дефицит, низкую интенсивность транспирации и высокую водоудерживающую способность, особенно *Q. borealis*. Местные виды дуба, особенно дуб Гартвиса отвечают на экстремально высокие температуры повышением интенсивности транспирации и понижением водоудерживающей способности.

При наблюдениях в начале сентября температура воздуха –  $25,6^\circ\text{C}$ , скорость ветра  $1,7\text{ м/с}$ , осадков выпало  $0\text{ мм}$ . В сентябре по содержанию воды *Q. Hartwissiana*, *Q. robur* и *Q. borealis* различий средних величин не имеют, зато с остальными интродуцированными дубами появляются достоверные различия средних величин, особенно с *Q. variabilis* и с *Q. robur subsp. pedunculiflora* ( $D=3,5 \pm 0,59$   $t=5,92$ ). Интенсивность транспирации у дуба северного выше дуб черешчатого (разница  $D=104,46 \pm 2,7$   $t=3,84$ ), с дубом Гартвиса различия не достоверны (табл.3). В период проведения исследований высокая температура воздуха сопровождалась иссушающим ветром. Ветер оказывает влияние на транспирацию, уносит насыщенный водой воздух от поверхности листа, увеличивая кутикулярную транспирацию. Виды - интродуценты *Q. borealis* и *Q. petraea* чутко отреагировали на ветер повышением интенсивности транспирации, и понижением водоудерживающей способности.

Таблица 3 Характеристики водного режима видов дуба в сентябре 2010г.

Виды дуба	Общая вода, %	Водный дефицит, %	Интенсивность транспирации мг за 1 час/м <sup>2</sup>	Водоудерживающая способность		
				10мин.	20мин.	30мин.
<i>Q. variabilis</i>	$50,19 \pm 0,59$	$21,73 \pm 2,73$	$91,72 \pm 7,64$	$4,92 \pm 0,57$	$12,72 \pm 0,89$	$20,47 \pm 0,97$
<i>Q. palustris</i>	$53,49 \pm 0,75$	$30,03 \pm 5,76$	$96,82 \pm 46,07$	$7,72 \pm 2,93$	$15,47 \pm 2,19$	$22,80 \pm 1,75$
<i>Q. borealis</i>	$56,31 \pm 0,96$	$43,45 \pm 3,63$	$239,49 \pm 58,38$	$16,32 \pm 3,77$	$22,23 \pm 5,58$	$27,25 \pm 5,02$
<i>Q. robur f. fastigiata</i>	$52,70 \pm 0,82$	$21,55 \pm 3,91$	$168,15 \pm 40,44$	$10,03 \pm 2,28$	$14,61 \pm 2,25$	$23,75 \pm 3,02$
<i>Q. robur</i>	$56,71 \pm 0,74$	$22,41 \pm 7,57$	$135,03 \pm 31,82$	$8,95 \pm 1,44$	$16,20 \pm 0,52$	$24,55 \pm 1,56$
<i>Q. Hartwissiana</i>	$53,90 \pm 0,76$	$45,82 \pm 5,67$	$163,06 \pm 37,70$	$9,65 \pm 0,96$	$18,36 \pm 2,64$	$25,87 \pm 3,70$
<i>Q. robur subsp. pedunculiflora</i>	$53,18 \pm 1,26$	$27,36 \pm 2,72$	$109,55 \pm 54,23$	$7,13 \pm 3,10$	$20,39 \pm 1,31$	$27,33 \pm 1,71$
<i>Q. petraea</i>	$51,56 \pm 1,35$	$32,74 \pm 7,59$	$203,82 \pm 96,18$	$10,75 \pm 4,73$	$17,41 \pm 1,15$	$21,82 \pm 3,04$

В этих условиях интродуцент *Q. variabilis* имеет наименьший водный дефицит, меньшую интенсивность транспирации и высокую водоудерживающую способность.

Обобщая полученные данные по содержанию воды в листьях видов дуба в течение вегетационного периода, можно отметить, что наибольшее количество воды отмечено в листьях дубов в июне, затем в июле и в сентябре происходит снижение ее содержания. Стабильное содержание воды на протяжении всего периода вегетации наблюдалось у местного вида *Q. robur* ( $C_v=2,47\%$ ), его подвида *Q. robur subsp. pedunculiflora* ( $C_v=1,93\%$ ) и у культивара *Q. robur cv. Fastigiata* ( $C_v=2,06\%$ ). Интродуценты и дуб Гартвиса имеют нестабильное содержание воды в листьях с резкими колебаниями в течение летнего периода.

Водный дефицит в листьях видов дуба в течение вегетационного периода наименьший в июне, с возрастанием температуры сильно увеличивается в июле и незначительно понижается в сентябре. Низким водным дефицитом отличается *Q. robur f. fastigiata* (средний показатель за лето  $18,82\%$ ) с незначительными колебаниями в течение вегетационного периода  $C_v=18,09\%$ ; у *Q. variabilis* дефицит несколько выше  $26,13\%$ , коэффициент вариации по месяцам  $12,93\%$ . Самый высокий водный дефицит у *Q. borealis* средний показатель за весь период исследования  $35,86\%$   $C_v=18,19\%$ .

Самая низкая интенсивность транспирации отмечена в июле, и заметно увеличилась (из-за ветра) в сентябре. Виды *Q. variabilis* и *Q. robur subsp. pedunculiflora* в течение лета имеют стабильно низкие показатели интенсивности транспирации. При повышении температуры в июле отмечено снижение интенсивности транспирации у *Q. borealis*. Таким образом, связь транспирации с температурой у *Q. borealis* неадекватна связи этих показателей у местных видов, эту особенность интродуцента отмечают и другие исследователи [5].

#### **Литература:**

1. Зайцев, Г.Н. Математический анализ биологических данных / Г.Н. Зайцев. - М.: «Наука», 1991. - 184с.
2. Мушинская, О.А. Транспирация как составная часть водного режима растений и ее изучение у видов рода *Populus L.* / О.А. Мушинская.- Вестник ОГУ №6/июнь 2007. - 95-99стр.
3. Полежай, П.М. Род дуб и типы дубовых лесов Северного Кавказа. / П.М. Полежай, В.И. Лебедева. - Сочи, 2006. – 76с.
4. Пятницкий, С.С. Практикум по лесной селекции. / С.С.Пятницкий - М.: Сельхозиздат, 1961. - 271с.
5. Смирнов, И.А. Дуб бореальный на Северо-Западном Кавказе (интродукция, селекция, семеноводство) / И.А. Смирнов.- Майкоп: ОАО «Полиграфиздат Адыгея», 2008. – 312с.

#### **References:**

1. Zaitsev G.N. *Mathematical analysis of biological data* / G.N. Zaitsev. M.: "Nauka", 1991.-184p.
2. Mushinskaya O.A. *Transpiration as part of the water regime of plants and study of the species of genus Populus L.* / O. A. Mushinskaya . *Bulletin of the OSU № 6, June, 2007. P. 95-99.*

3. Polezhai P.M. *The genus of oak and oak forest types of the North Caucasus.* / P.M. Polezhai, V. I. Lebedeva. Sochi, 2006. 76p.
4. Pyatnitsky S.S. *Practical work on forest breeding* / S.S. Pyatnitsky .M.: Selkhozizdat, 1961. 271p.
5. Smirnov I.A. *Boreal oak in the North-West Caucasus (introduction, selection, seeding)* / I.A. Smirnov. Maikop: JSC "Poligraphizdat Adyghea", 2008. – 312p.