

УДК 630\*581.82

**О.М. Корчагин, В.Ю. Заплетин**

Воронежская государственная лесотехническая академия

Корчагин Олег Михайлович родился в 1964 г., окончил в 1986 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет свыше 40 научных работ в области экологической физиологии, анатомии и морфологии древесных растений.

E-mail: omkorchagin@mail.ru



Заплетин Владимир Юрьевич родился в 1982 г., окончил в 2005 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА. Имеет 14 научных работ в области экологической анатомии и морфологии прегенеративных особей дуба черешчатого.

E-mail: vlad\_dimir@nextmail.ru



### АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ВСХОДОВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО ЗАТЕНЕНИЯ ПОСЕВОВ

Представлены результаты анатомической структуры листьев всходов дуба черешчатого, выращенных при различном затенении посевов.

*Ключевые слова:* дуб черешчатый, всходы, затенение, анатомия, лист.

Главная задача лесного хозяйства Центральной лесостепи РФ – создание устойчивых и продуктивных семенных дубрав. Ключевым моментом в ее решении является сохранение самосева до возраста благонадежного подроста. Первый год, этап всходов, – наиболее критический в жизни дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), когда наблюдается массовая гибель молодых растений. Методы экологической анатомии [4] помогают раскрыть закономерности роста всходов дуба черешчатого в условиях различного затенения, ибо именно недостаток освещения лимитирует выживание самосева под материнским пологом [5, 6].

Таблица 1

**Корреляционная матрица связей между затенением  
и толщиной тканей листа**

Показатель	<i>E</i>	<i>ВЭ</i>	<i>НЭ</i>	<i>СМ</i>	<i>ГМ</i>	<i>ТЛ</i>	<i>К<sub>п</sub></i>
<i>E</i>	1,00±0,00	-0,84±0,13	-0,98±0,02	-0,87±0,11	-0,94±0,06	-0,95±0,05	-0,46±0,36
<i>ВЭ</i>	-0,84±0,13	1,00±0,00	0,84±0,13	0,88±0,10	0,65±0,26	0,87±0,11	0,70±0,16
<i>НЭ</i>	-0,98±0,02	0,84±0,13	1,00±0,00	0,83±0,14	0,86±0,11	0,90±0,08	0,47±0,35
<i>СМ</i>	-0,87±0,11	0,88±0,10	0,83±0,14	1,00±0,00	0,83±0,14	0,98±0,02	0,78±0,18
<i>ГМ</i>	-0,93±0,06	0,65±0,26	0,86±0,11	0,83±0,14	1,00±0,00	0,92±0,07	0,30±0,41
<i>ТЛ</i>	-0,95±0,05	0,87±0,11	0,90±0,08	0,98±0,02	0,92±0,07	1,00±0,00	0,64±0,26
<i>К<sub>п</sub></i>	-0,46±0,36	0,80±0,16	0,47±0,35	0,78±0,18	0,30±0,41	0,64±0,26	1,00±0,00

Примечание. *E* – затенение; *ВЭ, НЭ* – толщина верхнего и нижнего эпидермиса; *СМ, ГМ* – толщина столбчатого и губчатого мезофилла; *ТЛ* – толщина листа;  $K_{п}$  – коэффициент палисадности.

В 2002 г. в лесном питомнике Правобережного лесничества Учебно-опытного лесхоза ВГЛТА были произведены модельные посевы дуба черешчатого. Для обеспечения различного затенения всходов использовали деревянные решетообразные щиты, которые пропускали атмосферные осадки и не влияли на спектральный состав солнечного света.

Опыт представлял собой четыре варианта затенения и контроль. Разные исследователи утверждают, что для сохранности всходов дуба достаточно 5, 12, 25 и 50 % от полного солнечного освещения [1, 2]. Поэтому в вариантах 1, 2, 3 и 4 было выбрано затенение соответственно 50, 75, 88 и 95 % от полного солнечного освещения. На контрольных участках затеняющие щиты не устанавливали. В каждый вариант опыта и контроль входило по 4 повторности, на каждую из них по 4 повторения площадью 1 м<sup>2</sup>.

Анализ корреляционной матрицы показал, что между затенением и толщиной тканей листа в целом наблюдается обратная зависимость (табл. 1).

Общее снижение размеров тканей листа по мере затенения посевов от 0 до 95 % составило: для верхней эпидермы – 44,0; нижней – 22,5; столбчатого мезофилла – 55,3; губчатого – 29,4; общей толщины листовой пластинки – 40,4 %. Таким образом, наибольшая доля в суммарной толщине листовой пластинки предопределена, в первую очередь, размерами столбчатого мезофилла. Он представлен одним слоем, поэтому изменения длины клеток по мере затенения посевов подчиняются тем же закономерностям, что и для палисадной ткани в целом (табл. 2).

Обращает на себя внимание тот факт, что ширина клеток столбчатого мезофилла с усилением затенения не уменьшается. Напротив, сначала наблюдается тенденция к увеличению ширины клеток столбчатого мезофилла (затенение 88 %), а затем уже существенное ее возрастание (95 %). Это согласуется с данными И.С. Малкиной [3] для клена остролистного, которая указывала, что при затенении клетки палисадной паренхимы начинают расти преимущественно в ширину, а не в высоту, как при сильном освещении.

Доля губчатого мезофилла в четвертом варианте (46 %) существенно выше, чем во всех остальных (34...37 %). По мере затенения посевов не установлено существенного изменения размеров клеток губчатого мезофилла, хотя отмечена устойчивая тенденция увеличения межклетников.

Соотношение столбчатого и губчатого мезофиллов (коэффициент палисадности  $K_p$ ) при затенении 0...88 % составляло 0,9...1,2. При затенении 95 %  $K_p$  существенно уменьшается до 0,67. Еще более показательное соотношение длин клеток столбчатого и губчатого мезофиллов: около 4 в контроле и первом варианте; 2,5 во втором и третьем вариантах; 1,9 при наибольшем затенении посевов.

Усиление затенения посевов в целом ведет к уменьшению толщины листовой пластинки, однако эта зависимость имеет ряд особенностей. Так,

изменение затенения на 13 % (от 75 до 88 %) слабо отразилось на толщине листовой пластинки ( $t = 2,5$ ), а меньшее изменение на 7 % (от 88 до 95 %) существенно повлияло на ее размеры ( $t = 7,0$ ). Самое большое изменение освещенности на 50 % (от 0 до 50 %) вызвало снижение толщины листовой пластинки всего на 8 %, а ослабление на 25 % (от 50 до 75 %) – уменьшение почти в 3 раза большее (на 25 %).

Максимальное уменьшение толщины столбчатого мезофилла (на 28,4 %) произошло при несущественном усилении затенения посевов на 7 % (от 88 до 95 %). Нарастание затенения на 38 % (от 50 до 88 %) практически никак не повлияло на толщину верхней эпидермы, в то время как последующее 7 %-е снижение освещенности привело к резкому (почти на 33 %) уменьшению толщины верхней эпидермы по сравнению с предыдущими вариантами.

Несмотря на различия в изменении размеров отдельных тканей, процентный состав каждой из них по мере уменьшения общей толщины листа в разных вариантах опыта оставался примерно таким же, как в контроле. Лишь в четвертом варианте доля столбчатого мезофилла существенно снизилась от 37 до 28 %, а губчатого возросла от 38 до 46 %.

Соотношение размеров тканей столбчатого и губчатого мезофиллов во всех вариантах опыта и контроле было примерно одинаковым (около 1,0), при затенении же 95 % составило  $0,650 \pm 0,025$ .

К концу первого вегетационного периода особи четвертого варианта отличались низким уровнем жизнеспособности и полностью погибли к началу второго вегетационного периода. Одной из причин такого исхода является, на наш взгляд, уменьшение толщины верхнего эпидермиса почти на 33 % по сравнению с другими вариантами опыта. Это вызвало существенное ослабление функций первичной покровной ткани листа, что неизбежно привело к снижению его устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды.

#### *Выводы*

1. С усилением затенения всходов дуба черешчатого меньший градиент потери освещенности ведет в целом к более существенному изменению анатомической структуры листьев.

2. Уменьшение толщины листовой пластинки всходов при затенении посевов определяется изменением размеров столбчатого мезофилла и верхней эпидермы.

3. Толщина столбчатого мезофилла и верхней эпидермы в наибольшей степени зависит от степени затенения.

4. При затенении 95 % к концу вегетационного периода наблюдалась полная гибель особей четвертого варианта. При уровнях затенения 88 и 75 % всходы в перспективе могут сохраняться к началу второго вегетационного периода.

5. В связи с полной гибелью всходов, произраставших при затенении 95 %, с большой долей вероятности можно предположить, что анатомиче-

ские характеристики их листьев, на наш взгляд, могут быть использованы как критерии нежизнеспособности всходов дуба черешчатого.

6. Анатомические критерии нежизнеспособности всходов дуба черешчатого к концу первого вегетационного периода по причине критического для выживания уровня затенения следующие: коэффициент палисадности  $\leq 0,65$  отн. ед.; отношение длин клеток столбчатого и губчатого мезофиллов  $\leq 1,9$ ; доля столбчатого мезофилла  $\leq 28$ , губчатого  $\geq 46$  % общей толщины листовой пластинки; отношение размеров верхней и нижней эпидерм  $\leq 1,0$ ; толщина нижней эпидермы  $\leq 15$  мкм; общая толщина листовой пластинки  $\leq 107$  мкм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касимов, Д.В. Особенности подпологовых культур дуба [Текст] / Д.В. Касимов // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 5. – С. 18–20.
2. Лосицкий, К.Б. Дуб [Текст] / К.Б. Лосицкий. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 101 с.
3. Малкина, И.С. Влияние света на растяжение клеток мезофилла клена остролистного [Текст] / И.С. Малкина, А.Г. Ковалев // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1974. – Т. 79, вып. 5. – С. 17–24.
4. Фурст, Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей [Текст] / Г.Г. Фурст. – М.: Наука, 1979. – 155 с.
5. Цельникер, Ю.Л. Влияние интенсивности света на оптические свойства хлоропластов и тканей листьев древесных пород [Текст] / Ю.Л. Цельникер // Физиология растений. – 1975. – № 4. – С. 695–701.
6. Ashton, P.M.S. A comparison of leaf physiology and anatomy of *Quercus* (section *Erythrobalanus*-Fagaceae) species in different light environments [Text] / P.M.S. Ashton, G.P. Berlyn // Amer. J. Bot. – 1994. – N 5. – P. 589–597.

Поступила 10.06.08

*O.M. Korchagin, V.Yu. Zapletin*  
Voronezh State Forest Engineering Academy

#### **Anatomical Structure of Sprouts Laminas of English Oak under Different Crops Shading**

The anatomical structure results of sprout leaves of English oak grown under different crops shading are provided.

Keywords: English oak, sprouts, shading, anatomy, leaf.

---

Таблица 2

Анатомическое строение листа всходов *Quercus robur* L. при различном затенении посевов (июль 2002 г.), мкм

Показатель	Контроль	Вари- ант 1, 50 %	$t_{к-1}$	Вари- ант 2, 75 %	$t_{к-2}$	$t_{1-2}$	Вари- ант 3, 88 %	$t_{к-3}$	$t_{1-3}$	$t_{2-3}$	Вари- ант 4, 95 %	$t_{к-4}$	$t_{1-4}$	$t_{2-4}$	$t_{3-4}$
Верхняя эпидерма:	27,0 ± 0,8	23,3 ± 0,7	3,6	19,9 ± 0,6	7,0	3,9	22,3 ± 0,7	4,5	1,0	2,7	15,0 ± 0,5	13,0	10,0	7,0	9,0
Длина клеток	22,9 ± 0,4	24,0 ± 0,6	1,5	19,8 ± 0,5	5,0	5,0	22,6 ± 0,9	0,3	1,3	2,9	18,6 ± 0,5	7,0	7,0	1,8	4,0
Ширина клеток	16,2 ± 0,3	17,6 ± 0,4	2,6	15,5 ± 0,2	1,8	4,3	17,8 ± 0,6	2,3	0,3	3,5	13,8 ± 0,4	5,0	7,0	4,0	6,0
Нижняя эпидерма:	18,2 ± 0,3	16,0 ± 0,8	2,5	15,8 ± 0,4	4,6	0,2	14,6 ± 0,4	6,0	1,5	2,0	14,1 ± 0,6	6,0	1,9	2,4	0,7
Длина клеток	15,7 ± 0,3	15,5 ± 0,3	0,4	15,7 ± 0,3	0,0	0,4	14,4 ± 0,4	2,7	2,2	2,7	17,1 ± 0,6	2,1	2,4	2,1	4,0
Ширина клеток	12,7 ± 0,3	10,8 ± 0,2	6,0	11,6 ± 0,2	3,4	2,6	11,5 ± 0,3	3,1	1,9	0,3	10,9 ± 0,3	4,9	0,3	2,1	1,5
Столбчатый мезофилл:	66,6 ± 1,0	67,0 ± 1,2	0,3	42,0 ± 1,1	17,0	15,0	41,6 ± 0,5	22,0	19,0	0,3	29,8 ± 0,3	35,0	29,0	11,0	20,0
Длина клеток	66,6 ± 1,0	67,0 ± 1,2	0,3	42,0 ± 1,1	17,0	15,0	41,6 ± 0,5	22,0	19,0	0,3	29,8 ± 0,3	35,0	29,0	11,0	20,0
Ширина клеток	10,3 ± 0,2	10,9 ± 0,2	2,3	10,4 ± 0,1	0,4	2,3	11,1 ± 0,2	3,0	0,8	3,2	12,1 ± 0,3	6,0	4,0	6,0	3,3
Губчатый мезофилл:	68,0 ± 0,7	58,7 ± 1,7	5,0	46,0 ± 0,8	20,0	7,0	40,7 ± 0,7	28,0	10,0	4,8	48,0 ± 1,3	14,0	5,0	1,3	5,0
Длина клеток	17,1 ± 0,6	16,5 ± 0,4	0,9	17,0 ± 0,4	0,1	0,9	16,7 ± 0,5	0,5	0,3	0,5	15,7 ± 0,4	2,1	1,5	2,5	1,7
Ширина клеток	12,2 ± 0,3	12,0 ± 0,4	0,4	12,3 ± 0,3	0,2	0,6	12,4 ± 0,3	0,4	0,8	0,2	12,9 ± 0,3	1,5	1,9	1,4	1,1
Длина межклетников	12,4 ± 1,0	11,6 ± 0,5	0,7	13,7 ± 0,6	1,1	2,5	15,7 ± 0,8	2,6	4,3	2,0	13,9 ± 0,5	1,3	3,1	0,2	1,9
Ширина межклетников	8,4 ± 0,6	8,8 ± 0,4	0,5	9,8 ± 0,4	1,9	1,7	10,5 ± 0,4	2,8	2,8	1,2	10,9 ± 0,5	3,3	3,3	1,8	0,6
Общая толщина листа	179,8 ± 0,9	165,0 ± 1,6	8,0	123,7 ± 1,6	32,0	19,0	119,2 ± 0,9	50,0	25,0	2,5	107,1 ± 1,5	41,0	26,0	8,0	7,0
Соотношение столбчатого и губчатого мезофиллов	0,98 ± 0,02	1,19 ± 0,04	4,7	0,93 ± 0,03	1,4	5,0	1,05 ± 0,03	1,9	2,8	2,8	0,65 ± 0,02	12,0	12,0	8,0	11,0