

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, выращиваемых 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>K_n</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>K_n</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 м².

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 ≤ 28 , губчатого ≥ 46 % общей толщины листовой пластинки; отношение размеров верхней и нижней эпидерм $\leq 1,0$; толщина нижней эпидермы ≤ 15 мкм; общая толщина листовой пластинки ≤ 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	Вариант 1, 50 %		Вариант 2, 75 %		Вариант 3, 88 %		Вариант 4, 95 %		Вариант 4, 95 %		t_{1-4}	t_{2-4}	t_{3-4}	
		$t_{к-1}$	$t_{к-2}$	t_{1-2}	$t_{к-3}$	t_{1-3}	t_{2-3}	$t_{к-4}$							
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