

УДК 630*232.327.3

А. М. Потапенко¹, Л. В. Старшикова²¹Кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»²Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии, МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь**ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR L.*) ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

В статье приведены результаты изучения освещенности под пологом смешанных дубрав, березняков и сосняков с целью определения влияния интенсивности освещенности на естественное возобновление дуба черешчатого. Установлена особенность светового режима под пологом смешанных дубрав в зависимости от полноты и участия дуба в составе насаждения. Определена степень влияния интенсивности освещения на естественное возобновление дуба черешчатого.

Ключевые слова: освещенность; интенсивность освещенности; дуб черешчатый (*QUERCUS ROBUR L.*); естественное возобновление; под пологом лесных насаждений.

Введение

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что успешность естественного возобновления дуба под пологом насаждений зависит от множества факторов (рисунок 1). Освещенность является наиболее существенным из них, лимитирующим продолжительность жизни самосева под пологом леса и формирование его в подрост [1]–[7].



Рисунок 1. – Экологические факторы, влияющие на естественное возобновление дуба черешчатого

Влияние освещенности на естественное возобновление дуба проявляется, прежде всего, в значительном изменении его количества и качества. Ряд исследователей [1], [2], [6]–[8] еще в прошлом столетии установили, что именно недостаток света в лесу – одна из основных причин угнетения и гибели подростка дуба при высокой сомкнутости материнского древостоя.

Увеличение освещенности под пологом дубового леса до 25% способствует уменьшению отпада самосева дуба, увеличению его прироста и обеспечению выживания в течение 3–5 лет.

На открытом месте активные солнечные лучи составляют 48–49% рассеянного света при облачном небе, а под пологом дубрав – 2–13% [9].

По данным А. А. Молчанова [10], под пологом леса освещенность зависит от возраста древостоя. Суммарная относительная освещенность под пологом снытевой дубравы в возрасте 20 лет составляла около 2% от освещенности открытого места, в возрасте 35–70 лет – 4% и в возрасте 230 лет – 5% [11]. В прошлом столетии установлено, что именно недостаток света в лесу – основная причина угнетения и гибели подроста при высокой сомкнутости материнского древостоя [3]–[5], [12]–[14].

Большинство исследователей отмечают, что нормальная сохранность самосева под пологом леса длится первые 2–4 года [15], [16]. В этом возрасте самосев нуждается в некотором затенении [12], [17]. После трехлетнего возраста у подроста дуба черешчатого под пологом леса повышается потребность к свету и в случае его недостатка он начинает погибать [12, 18]. Подрост дуба, освещенный на 10–15% от освещенности открытого места, плохо развивается [13].

Некоторые исследователи [15], [16] имеют различные мнения об оптимальном показателе освещенности для роста и развития самосева и подроста дуба. По данным П. Е. Сороговца [15], этот показатель составляет 40% от освещенности открытого места. Исследованиями В. Ф. Решетникова [16] установлено, что хороший рост и развитие дуба обеспечивается, когда он получает от 45 до 80% освещенности открытого места. Лосицкий К. Б. [1] отмечает, что в зоне смешанных лесов минимальной величиной освещенности, при которой 3-летний дубовый подрост может нормально развиваться, является освещенность 12–20%. По данным Д. В. Касимова [19], оптимальной для самосева и подроста дуба черешчатого является освещенность 40–60%. Молчанов А. А. [10], исследуя воздействие антропогенных факторов на лесные фитоценозы, установил, что оптимальная освещенность для дуба составляет 50%. Таким образом, показатель оптимальной освещенности для дуба, по данным ряда ученых, колеблется от 45 до 80% от освещенности открытого места. Освещенность ниже 20% влияет неблагоприятно на рост дуба, а при освещенности выше 60% дуб, как правило, низкорослый и сильноветвистый.

Цель работы: изучить влияние освещенности на естественное возобновление дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) под пологом лесных насаждений.

Материалы и методика исследований. Исследование влияния освещенности под пологом насаждений на естественное возобновление дуба черешчатого проводилось на девяти постоянных пробных площадях.

Освещенность определялась переносным фотоэлектрическим люксметром Ю-116 по методике В. А. Алексеева [20]. Под пологом лесных насаждений в каждой точке измерения (не менее 50 точек) освещенность учитывалась на поверхности почвы и на открытой местности [10], [20]. Измерения выполнялись двумя люксметрами в июле–августе в ясную погоду.

Анализ изменения количества условно крупного подроста дуба проводили по группам полнот, в ходе определения влияния освещенности на естественное возобновление дуба.

Результаты исследований и их обсуждение

Изучение влияния освещенности на подрост под пологом дубрав (ППП), березняков и сосняков показало, что в дубраве черничной при полноте 0,7 абсолютная освещенность почвы составляет 1256 лк (1,4% от открытой местности), что в 1,4 раза больше, чем при полноте 0,8 в дубраве снытевой (876 лк или 1,2%) (таблица 1).

Установлено, что в березняке орляковом и черничном с полнотой 0,6 освещенность составляет 2980 и 18500 лк (3,1 и 18,7% от открытой местности), что в 1,6 раза выше по сравнению с березняком кисличным с полнотой 0,9 (6640 лк или 7,7%). В высокополнотном (0,8–0,9) сосняке орляковом и сосняке кисличном абсолютная освещенность почвы составляет 3120 лк и 5510 лк соответственно (3,3 и 5,7%).

В связи с тем, что благоприятная среда для успешного возобновления дуба создается при оптимальной степени освещенности, которая зависит от полноты насаждения, был проведен анализ изменения количества условно крупного подроста дуба по лесным формациям с градацией по полнотам, представленный в таблице 2.

Таблица 1. – Характеристика естественного возобновления леса в зависимости от освещенности под пологом насаждений

Полнота насаждения	Характеристика подроста				Абсолютная освещенность, лк		
	состав	общее количество, шт./га	возраст дуба, лет	Н ср. дуба, м	на открытой местности	под пологом древостоя	на уровне средней высоты кроны подроста
ППП 1, дубрава черничная							
0,7	7Е2Д1Кл	1966	29	7,1	92080±180	1256±196	3171±558
ППП 7, дубрава снытевая							
0,8	8Г1Кл1Лп	480	2	0,8	75380±456	876±104	3195±1102
ППП 5, березняк кисличный							
0,9	10Д+Б	890	30	8,0	85880±485	6607±1461	9300±1988
ППП 19, 4, березняк орляковый							
0,5	6Д2Кл2Г+С, Ос	1532	—*	—*	57310±256	12546±2106	—*
0,6	10Д+Ос	761	10	7,4	96760±560	2980±456	7352±1731
ППП 2, березняк черничный							
0,6	7ДЗБ+Ос	4168	13	6,2	99000±332	18500±1638	33740±2744
ППП 3, сосняк орляковый							
0,8	10Д+Г, Кл, Б	2331	15	6,4	95000±377	3126±790	7645±1439
ППП 6, сосняк кисличный							
0,9	5Д5Г	621	30	8,1	96100±208	5514±1339	6725±1638
ППП 16, сосняк черничный							
0,6	6Д2С2Б	2467	—*	—*	61620±1214	14972±2886	—*

Примечание – * – показатели не определялись

Таблица 2. – Анализ достоверности различий количества подроста дуба по лесным формациям с градацией по полнотам

Лесная формация	Полнота насаждения	Среднее количество условно крупного подроста дуба, шт/га	Степень свободы, v	Критерий Стьюдента, t	Уровень значимости (P)
Дубравы	0,3–0,5	244±78	27	2,83*	0,04
	0,6–0,7	722±154			
Сосняки	0,3–0,5	806±139	22	2,36*	0,01
	0,6–0,7	1216±88			
	0,3–0,5	806±139	9	0,36	0,36
	0,8 и более	923±315			
	0,6–0,7	1216±88			
	0,8 и более	923±315			
Березняки	0,3–0,5	477±140	16	2,45*	0,01
	0,6–0,7	1703±300			
	0,3–0,5	477±140	9	1,72	0,06
	0,8 и более	882±179			
	0,6–0,7	1703±300			
	0,8 и более	882±179			

Примечание – * – различие достоверно с вероятностью 95,0–99,0%

Благоприятные условия для естественного возобновления дуба черешчатого выявлены в дубравах, сосняках и березняках при полноте древостоя 0,6–0,7 и освещенности 19–34%. Установлено, что при полноте древостоя 0,3–0,5 и освещенности 22% от открытой местности

количество подроста дуба меньше в 1,1–2,9 раза по сравнению с полнотой 0,6–1,0. При повышении полноты древостоя до 0,8–1,0 и освещенности 1–11% от открытой местности отмечено, что густота подроста дуба ниже в 1,3–1,9 раза, чем при полноте древостоя 0,6–0,7, и в 1,1–1,8 раза выше по сравнению с низкополнотными древостоями.

Исследования показали, что количество подроста дуба в низкополнотных дубравах, сосняках и березняках имеет достоверные различия ($P = 0,01–0,04$) со среднеполнотными насаждениями. В среднеполнотных березняках количество подроста дуба достоверно различается ($P = 0,05$) с высокополнотными насаждениями. В остальных случаях различий не выявлено.

Нами проведен корреляционный анализ влияния полноты насаждения в дубравах, сосняках и березняках на естественное возобновление леса. Установлено, что в свежих богатых плакорных эдафотопсах (D_2) подрост дуба в дубравах при полноте 0,7 составляет 0,4–1,1 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,9–1,1 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,2–5,3 тыс. шт./га и при 0,4 – 2,4 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается средняя обратная корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,418) и с общей густотой подроста (-0,357).

Во влажных богатых почвах (D_3) в дубовых насаждениях при полноте 0,8 густота молодых растений дуба составляла 0,01 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,8–4,6 тыс. шт./га. То есть со снижением полноты древостоя густота дубового подроста уменьшается. В этих условиях значительное влияние на естественное возобновление дуба оказывает хорошо развитый живой напочвенный покров, развивающийся со снижением полноты древостоя.

В свежих плодородных почвах (C_2) подрост дуба в дубравах при полноте 0,7 составляет 1,9 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,5–5,5 тыс. шт./га, при 0,5 – 2,5 тыс. шт./га. В этих условиях не установлена корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба и выявлена обратная слабая связь с общей густотой подроста (-0,268).

Во влажных плодородных почвах (C_3) в дубравах при полноте 0,7 густота молодых растений дуба составляет 9,5 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,3–1,5 тыс. шт./га, при 0,5 – 1,1–1,8 тыс. шт./га и при 0,4 – 1,7 тыс. шт./га. Здесь прослеживается средняя прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (0,586) и с общей густотой подроста (0,435).

В сосняках орляковых (B_2) подрост дуба при полноте 0,9 составляет 0,7 тыс. шт./га, при 0,8 – 0,7–2,1 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,8–1,8 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,9 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,6–1,4 тыс. шт./га и при 0,4 – 0,3 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается слабая прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (0,246) и средняя обратная с общей густотой подроста (-0,339).

В сосняках черничных (B_3) при полноте 0,8 густота молодых растений дуба составляла 0,8 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,9–2,1 тыс. шт./га, при 0,6 – 1,4–1,6 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,9 тыс. шт./га и при 0,4 – 0,9 тыс. шт./га. Для этих условий наблюдается слабая прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба и средняя прямая с общей густотой подроста (0,398).

В свежих условиях на более плодородных почвах (C_2) в сосняках кисличных подрост дуба при полноте 0,9 составляет 0,3 тыс. шт./га, при 0,7 – 0,8–0,9 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,9 тыс. шт./га. В этих условиях установлена сильная обратная корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,789) и с общей густотой подроста (-0,912).

Выявлено, что в березняках кисличных (D_2) подрост дуба при полноте 0,8 составляет 0,6 тыс. шт./га, при 0,6 – 2,1 тыс. шт./га, при 0,4 – 0,2 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается слабая прямая корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба и с общей густотой подроста (0,564).

Во влажных богатых почвах (D_3) в березовых насаждениях при полноте 0,8 густота молодых растений дуба составляет 1,7 тыс. шт./га, при 0,7 – 3,0 тыс. шт./га, 0,6 – 0,2–2,4 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,2 тыс. шт./га. Прослеживается та же тенденция уменьшения густоты дубового подроста со снижением полноты древостоя, как и в дубравах этого же типа леса. Коэффициент корреляционной связи между полнотой древостоя и густотой подроста дуба составляет 0,457 и с общей густотой подроста – 0,697, что указывает на наличие средней прямой связи.

Выявлено, что в березняках орляковых (C_2) подрост дуба при полноте 0,7 составляет 0,6–0,9 тыс. шт./га, при 0,6 – 0,5–2,0 тыс. шт./га. В этих условиях прослеживается средняя обратная корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,325) и с общей густотой подроста (-0,594).

В березняках черничных (C_3) при полноте 0,8 подрост дуба составляет 0,6–0,7 тыс. шт./га, при 0,6 – 2,1 тыс. шт./га, при 0,5 – 0,7 тыс. шт./га. Здесь прослеживается средняя обратная

корреляционная связь полноты древостоя с густотой подроста дуба (-0,403) и с общей густотой подроста (-0,229).

Процесс развития самосева и формирования подроста дуба под пологом сосновых насаждений зависит не только от освещенности, но и от состояния влажности почвы и ее плодородия.

Выводы

В дубравах, сосняках и березняках благоприятные условия для лесовозобновительных процессов отмечаются при полноте древостоя 0,6–0,7 и освещенности 19–34% от открытой местности. При полноте древостоя 0,3–0,5 и освещенности 22% количество подроста дуба меньше в 1,1–2,9 раза по сравнению с полнотой 0,6–1,0. Увеличение полноты древостоя до 0,8–1,0 и освещенности 1–11% от открытой местности способствует снижению в 1,3–1,9 раза количества подроста дуба, чем при полноте древостоя 0,6–0,7 и повышению в 1,1–1,8 раза по сравнению с низкополнотными древостоями.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лосицкий, К. Б. Дубравы СССР и их восстановление / К. Б. Лосицкий // Лесное хозяйство и промышленное потребление древесины в СССР: доклады к VI мировому лесному конгрессу. – Москва: Лесная промышленность, 1966. – С. 404–414.
2. Крыжановский, К. В. Значение светового режима для роста дуба / К. В. Крыжановский // Лес. хоз-во. – 1940. – № 2. – С. 70–71.
3. Цельникер, Ю. Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений / Ю. Л. Цельникер. – М.: Наука, 1978. – 215 с.
4. Евстигнеев, О. И. Особенности развития широколиственных деревьев под пологом леса при различной освещенности / О. И. Евстигнеев // Ботан. журн. – 1988. – Т. 73, № 12. – С. 1730–1736.
5. Reif, A. Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) – eine Literaturstudie mit besonderer Berücksichtigung der Waldweide / A. Reif, S. Gärtner // Waldoekologie. – 2007. – Н. 5. – S. 79–116.
6. Решетников, В. Ф. Изменение факторов среды и реакция дуба в связи с проведением механизированного осветления в смешанных дубовых насаждениях / В. Ф. Решетников // Многоцелевое лесопользование и воспроизводство лесов БССР: сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лес. хоз-ва. – М., 1990. – С. 51–59.
7. Алексеев, В. А. Световой режим леса / В. А. Алексеев; ред. Х. Г. Тооминг; Акад. наук СССР, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – Л.: Наука, 1975. – 225 с.
8. Остапенко, Б. Ф. Фитоклимат дубрав / Б. Ф. Остапенко, З. Г. Образцова // Восстановление лесных экосистем: сб. науч. тр. / Харьк. с.-х. ин-т; отв. ред. Б. Ф. Остапенко. – Харьков, 1989. – С. 4–18.
9. Копий, Л. С. Естественное возобновление дуба черешчатого в условиях западной лесостепи и его использование для восстановления дубрав: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Л. С. Копий; Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова. – Минск, 1987. – 18 с.
10. Молчанов, А. А. Воздействие антропогенных факторов на лес / А. А. Молчанов; Лаб. лесоведения. – М.: Наука, 1978. – 136 с.
11. Лазарева, М. С. Фитоценологические взаимоотношения древесных видов в производных мелколиственных насаждениях Беларуси / М. С. Лазарева, Л. К. Климович, В. М. Ефименко // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2013. – № 5 (80). – С. 105–111.
12. Аникин, М. А. Рост дубового подроста в различных условиях среды / М. А. Аникин // Тр. / Казан. с.-х. ин-т им. М. Горького; редкол.: М. А. Аникин [и др.]. – Казань, 1956. – Вып. 35. – С. 183–194.
13. Заплетин, В. Ю. Рост и развитие всходов дуба черешчатого в условиях различной освещенности / В. Ю. Заплетин, О. М. Корчагин // Проблемы деградации дубрав и современные системы ведения лесного хозяйства в них: материалы науч.-практ. семинара, Воронеж, 28–30 марта 2007 г. / Воронеж. гос. лесотехн. акад.; под ред. М. П. Чернышова. – Воронеж, 2007. – С. 98–101.
14. Харченко, Н. А. Жизненное состояние и сохранность семян дуба черешчатого в связи с различными условиями затенения / Н. А. Харченко, О. М. Корчагин, В. Ю. Заплетин // Изв. высш. учеб. заведений. Лес. журн. – 2010. – № 1. – С. 14–19.
15. Сороговец, П. Е. О некоторых факторах среды, влияющих на рост и развитие дуба под пологом леса и на лесосеках / П. Е. Сороговец // Сборник научных работ по лесовозобновлению / Акад. наук БССР, Ин-т леса; ред. В. И. Переход, И. Д. Юркевич, Н. Н. Купчинов. – Минск, 1954. – Вып. 5. – С. 164–173.
16. Решетников, В. Ф. Изменение факторов среды и реакция дуба в связи с проведением механизированного осветления в смешанных дубовых насаждениях / В. Ф. Решетников // Многоцелевое

лесоупользование и воспроизводство лесов БССР : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лес. хоз-ва. – М., 1990. – С. 51–59.

17. Рыжкова, В. Н. Естественное возобновление под пологом леса в дубравах лесостепи / В. Н. Рыжкова // Изв. высш. учеб. заведений. Лес. журн. – 1959. – № 5. – С. 58–61.

18. Дацкевич, А. У. Выживаемость дуба, граба и ели в разных условиях произрастания дубрав Беловежской пушчы / А. У. Дацкевич // Заповедники Белоруссии: исследования / Гос. заповед.-охотничье хозяйство «Беловеж. Пушча»; редкол.: С. С. Балюк [и др.]. – Минск, 1981. – Вып. 5. – С. 25–35.

19. Касимов, Д. В. Особенности роста подпологовых культур дуба / Д. В. Касимов // Лес. хоз-во. – 2000. – № 5. – С. 18–19.

20. Алексеев, В. А. К методике измерения освещенности под пологом леса / В. А. Алексеев // Физиология растений. – 1963. – Т. 10, вып. 2. – С. 244–247.

Поступила в редакцию 03.03.16

E-mail: anto_ha86@mail.ru

A. M. Potapenko, L. V. Starshikova

INFLUENCE OF ILLUMINATION ON NATURAL REGENERATION OF *QUERCUS ROBUR* L. UNDER CANOPIES OF MIXED OAKWOODS.

The paper reports on the results of research into illumination under canopies of mixed oak, birch and pine stands in order to clarify the intensities of illumination on natural regeneration of pedunculate oak. Peculiarities of light status under canopies of mixed oakwoods in accordance with crop density and stand composition were ascertained. Influence of illumination on natural regeneration of pedunculate oak was determined.

Keywords: illumination; intensities the effects of illumination; under canopies of mixed oak; *quercus robur* L.; natural regeneration.