



ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Оригинальная статья / Original article

УДК 635.928

DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-48-58

ДИНАМИКА ОСВЕЩЕННОСТИ ГАЗОНОВ В ТЕНИ КРОН ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

Людмила А. Гречушкина-Сухорукова

Ставропольский ботанический сад имени В.В. Скрипчинского – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Ставрополь, Россия, grechushkinala@mail.ru

Резюме Цель. Изучить величину относительного светового довольствия (ОСД) газонов в тени кроны деревьев светолюбивых и теневыносливых пород в объектах озеленения г. Ставрополя. **Методы.** Величина освещенности измерялась на поверхности газона с помощью люксметра «ТКА – ЛЮКС» с 7 до 17 часов, через каждые два часа. **Результаты.** Показано, что газоны под кронами деревьев светолюбивых пород – *Larix sibirica*, получали самое высокое ОСД, его величина в три календарных срока (22.05-15.06-18.09.2017 г., с 7 до 17 час.) составила – 8,2-9,2% (9,2% – в 13 час); 4,6-6,8% (6,8%); 7,0-12,9% (12,9%), их проективное покрытие – 80-95%. У *Betula pendula* ОСД – 2,6-3,7% (3,7%); 1,9-3,2% (3,0%); 3,6-5,7% (5,6%). Проективное покрытие газона – 75-90%. Под кронами теневыносливых пород у *Abies nordmanniana* – ОСД – 1,0-1,5% (1,0%); 0,6-1,5% (0,6%); 0,7-3,0 (0,7%), проективное покрытие газона – 10-25%; у *Aesculus hippocastanum* – ОСД – 0,6-0,8% (0,6%); 0,6-0,8% (0,6%); 9,0-11,5% (11,2%), нередко формируются мертвопокровные участки. Показатели проективного покрытия затененных газонов коррелируют с величиной ОСД ($r=0,89$). **Заключение.** Для интенсивно затененных местообитаний в объектах городского озеленения в наших условиях могут быть использованы, альтернативные злаковым, живые наземные покрытия из полкустарника *Vinca minor* и лианы *Hedera helix*.

Ключевые слова: газоны, солнечная радиация, затенение кронами деревьев, динамика освещенности, относительное световое довольствие, проективное покрытие.

Формат цитирования: Гречушкина-Сухорукова Л.А. Динамика освещенности газонов в тени кроны древесных насаждений различных пород // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N2. С.48-58. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-48-58

DYNAMICS OF ILLUMINANCE INCIDENT ON THE LAWN SURFACE IN THE SHADE OF VARIOUS WOODY SPECIES

Ludmila A. Grechushkina-Sukhorukova

Stavropol Botanical Garden named after V.V. Skripchinsky (branch of the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Centre), Stavropol, Russia, grechushkinala@mail.ru



Abstract. Aim. This paper is aimed at studying the relative light conditions (RLC) for lawns in the crown shade of light-requiring and shade-tolerant trees from the landscaping sites of Stavropol. **Methods.** The illuminance incident on the lawn surface was measured using a TKA-LUX light meter from 7 a.m. to 5 p.m., every two hours. **Results.** It is shown that lawns under the crowns of light-requiring tree species (*Larix sibirica*), received the highest RLC. During three calendar periods (22.05–15.06–18.09.2017, from 7 a.m. to 5 p.m.), its value amounted to 8.2–9.2% (9.2% – at 1 p.m.); 4.6–6.8% (6.8%); 7.0–12.9% (12.9%). The projective cover of the lawns reached 75–90%. In case of *Betula pendula*, the RLC values were as follows: 2.6–3.7% (3.7%); 1.9–3.2% (3.0%); 3.6–5.7% (5.6%), with the projective cover amounting to 75–90%. Under the crowns of shade-tolerant species, *Abies nordmanniana*, the RLC values reached 1.0–1.5% (1.0%), 0.6–1.5% (0.6%), 0.7–3.0 (0.7%), with the projective cover of lawns amounting to 10–25%. For *Aesculus hippocastanum*, these values were equal to 0.6–0.8% (0.6%); 0.6–0.8% (0.6%); 9.0–11.5% (11.2%), with dead patches being frequently formed. Projective cover values for shaded lawns correlate with the RLC value ($r = 0.89$). **Conclusions.** Under present conditions, ground covers consisting of *Vinca minor* shrubs and *Hedera helix* vines can be used in urban greening for intensively shaded sites.

Keywords: lawns, solar radiation, tree crown shade, illuminance dynamics, relative light conditions, projective cover.

For citation: Grechushkina-Sukhorukova L.A. Dynamics of illuminance incident on the lawn surface in the shade of various woody species. *South of Russia: ecology, development*. 2019, vol. 14, no. 2, pp. 48–58. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-48-58

ВВЕДЕНИЕ

Газоны, как правило, обязательный элемент объектов городского озеленения. Они являются основой пространственной архитектурно-планировочной организации всех видов городских ландшафтов. В городских бульварах, скверах и парках кроны деревьев и кустарников по мере разрастания с каждым годом все больше и больше затеняют газоны. Сомкнутый полог крон трансформирует световой режим оказавшихся в их тени газонов. Газонные травы изреживаются, теряют декоративность, а в случае интенсивного затенения могут полностью выпадать и образовывать мертвопокровные участки. Полная солнечная радиация достается только листьям верхушек деревьев, листья средних и нижних ярусов находятся в условиях затенения, травянистый покров еще сильнее затенен. В соответствии с градиентом радиации, значительная доля ФАР поглощается листьями кроны и до газонных растений она доходит не только ослабленной, но и сильно обедненной наиболее ценными для растений лучами, свет меняет свой спектральный состав [1; 2]. Он обеднен синими (СС) и красными лучами (КС) и обогащен зелеными (ЗС 510–565 нм) и дальними красными лучами (ДКС ~730 нм). Свет в тени характеризуется уменьшением отношения КС/ДКС и СС/ЗС [3]. В сложившейся ситуации затененные растения претерпевают ряд физиологических и морфологических изменений. Зеленый свет является одним из факторов, управляющих растениями при «синдроме избегания тени» [4; 5]. Он может вызвать фотоповреждение фотосинтетических пигментов. Если при совместном действии красного и синего света, доля зеленого света в общем световом потоке будет увеличена до 86%, происходит уменьшение прироста листовой поверхности и сухой массы. Вследствие ослабления фотосинтеза происходит снижение сырой массы корней и листьев [6–9]. Экспериментальное воздействие зеленого света во время индукции цветения подавляло рост растений и их зацветание. Установлена возрастная специфика действия зеленого света на гормональный статус листа в его онтогенезе. В молодых растущих листьях зеленый свет снижал уровень стимуляторов роста – гиббереллинов и индолил-3-уксусной кислоты и увеличивал уровень ингибиторов роста абсцизовой кислоты, что и определяло торможение роста листа. Зеленый свет контролирует уровень гормонов расте-



ния [10-12]. В сложившихся условиях особое значение приобретает проблема разработки ассортимента напочвенного живого покрова для затененных территорий [13].

Цель – исследовать величину относительного светового довольствия газонов в тени крон древесных насаждений различных пород в объектах озеленения г. Ставрополя. Изучить динамику светового режима в течение светового дня и вегетационного периода, и ответную реакцию газонных трав на условия затенения. *Задача* – исследовать варианты создания живых напочвенных покровов в условиях интенсивного затенения, альтернативные злаковым травостоям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования использовались городские газоны из *Lolium perenne* L., *Festuca rubra* L., *F. ovina* L., *Poa pratensis* L., как в травосмеси, так и в одновидовых посевах. Для изучения величины освещенности и светового довольствия затененных кронами газонов использовались одновидовые групповые насаждения деревьев лиственных пород – березы плакущей (*Betula pendula* Roth.), каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) и хвойных пород – лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), пихты кавказской (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach), сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don). Параллельные измерения величины освещенности на поверхности газона в условиях затенения и на открытых пространствах проводились с помощью люксметра «ТКА – ЛЮКС» с 7 до 17 часов через каждые два часа. Единица измерения лк (световой поток в 1 люмен на 1м²). Для получения выровненных результатов, исследования проводились в безоблачную погоду. За величину относительного светового довольствия (ОСД) принималась освещенность в данном месте, выраженная в процентах от общего количества света, поступающего извне.

Исследования проводились в г. Ставрополе 300-660м над ур. моря, 45° параллель, продолжительность светового дня (часы) представлена на рис. 1; III почвенно-климатическая зона неустойчивого увлажнения; ГТК=1,00-1,09; $\sum t^{>10^{\circ}\text{C}} = 3300-3650^{\circ}\text{C}$; почва – выщелоченный деградированный чернозем; среднегодовое количество осадков 720 мм, среднегодовая температура +7,5°C; самый холодный месяц – январь -4,9°C; самый теплый июль 19,6°C; абсолютный температурный минимум -31°C, абсолютный максимум +37°C.

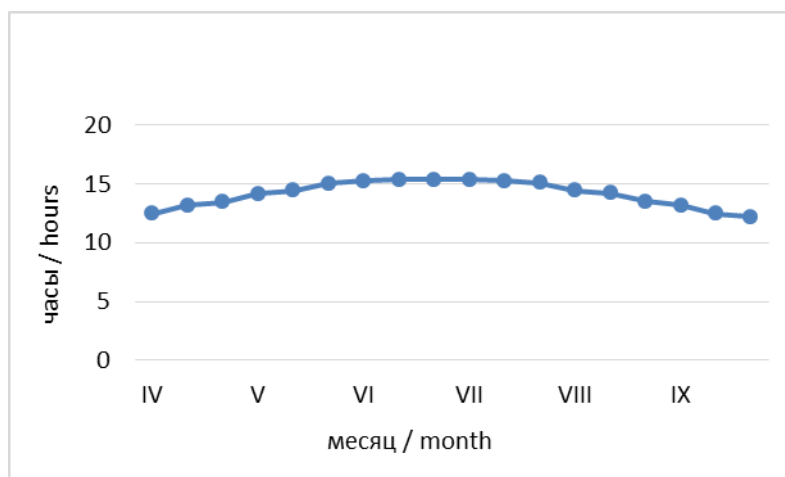


Рис.1. Продолжительность светового дня (часы) на широте 45°

Fig.1. Duration of daylight (hours) at a latitude of 45°

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Затененный газон более подвержен стрессу, чем газон, расположенный на открытом солнечном месте, газон без солнца в стабильном состоянии долгое время существовать не может. Оптимум произрастания основных видов газонных трав находится в области полного солнечного освещения. Это растения открытых местообитаний, хорошо



освещенных экологических ниш, которые по-разному выносят затенение. Традиционно используемые в газоноводстве дернообразующие злаки относятся к следующим гелиоморфам: облигатными гелиофитами являются *Festuca pratensis* Huds., *F. rupicola* Heuff., *Zoysia japonica* Steud., *Lolium multiflorum* Lam., виды житняков (*Agropyron* Gaertner); к факкультативным принадлежат – *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Agrostis tenuis* Sibth., *A. stolonifera* L., *A. gigantea* Roth, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Paspalum paspaloides* (Michx.) Scribn., *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) Columbus, *P. trivialis* L., *P. compressa* L., *Festuca heterophylla* Lam.; к группе облигатных теневых растений относятся лесные злаки, которые могут добавляться к травосмесям газонных трав для теневых газонов – *Dactylis polygama* Horvat., *Poa nemoralis* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv. и виды осок. По степени убывания теневыносливости газонные травы можно расположить в виде следующего ряда: овсяница красная → полевица побегообразующая → овсяница луговая → полевица тонкая → мятлик луговой → полевица гигантская → райграс пастбищный.

Освещенность газонов под кронами деревьев в значительной степени зависит от их плотности. У светолюбивых пород кроны ажурные, слабо облиственные, к ним относятся береза, ясень, осина. У теневыносливых – густые и плотные. Это лиственные породы – бук, конский каштан, а также хвойные породы. У ели и пихты компактность и густота охвоения связаны с тем, что, хвоя сохраняется в глубине кроны, у основания 10-12 – летних ветвей. Напротив, у светолюбивой сосны она остается только на хорошо освещенных концевых ветках. Отсюда прозрачность кроны сосны по сравнению с елью. Ряды теневыносливости древесных пород, чаще всего используемых в озеленении с показателями светового довольствия (по А. Визнеру минимальной освещенности, выраженной в долях от полной освещенности), можно представить в виде рядов теневыносливости древесных пород: лиственница (1/5) → ясень (1/6) → береза (1/7-1/9) → осина (1/8), → сосна (1/10) → дуб (1/20) → ель (1/32-1/90) → клен (1/55) → бук (1/60).

Результаты проведенного нами измерения величины освещенности на открытом пространстве при ясной погоде в 13 час. в течение года в условиях г. Ставрополя (район Ставропольского ботанического сада) представлены на рис. 2.

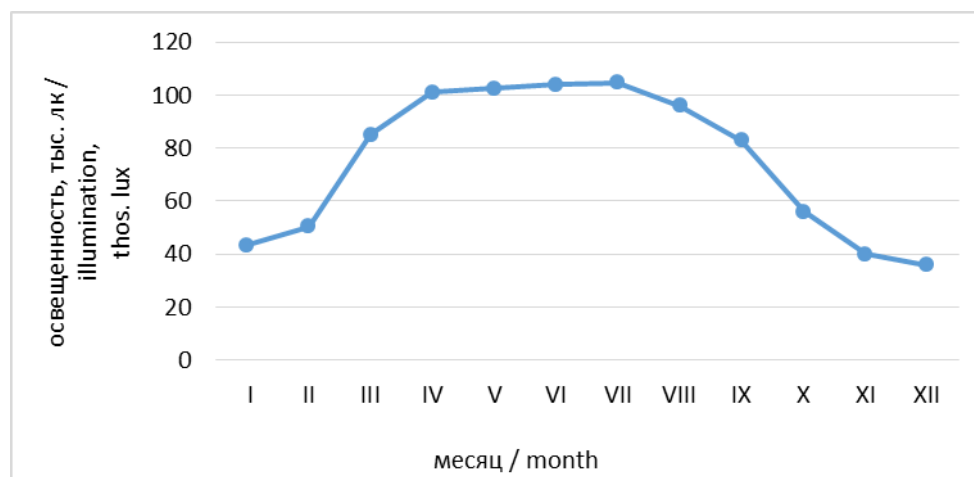


Рис.2. Динамика величины освещенности условиях г. Ставрополя
Fig.2. Dynamics of illuminance under the light conditions of Stavropol

Для определения величины освещенности в тени одновидовых групп древесных насаждений нами были обследованы следующие объекты озеленения г. Ставрополя:

1. Ставропольский ботанический сад – лиственница сибирская (газон из овсяницы красной, площадь затенения кронами в группе 100 м²), пихта кавказская (газон из райграса пастбищного и мятлика лугового, площадь затенения – 86 м²).

2. «Сквер памяти земляков, погибших в боях при исполнении воинского долга» – сосна крымская (газон из мятлика лугового, райграса пастбищного, площадь затенения –



97 м²), каштан конский обыкновенный (площадь затенения – 67 м²), береза плакучая (газон из мятлика лугового, райграса пастбищного, площадь затенения – 560 м²).

3. Бульвар Генерала Ермолова – каштан конский обыкновенный. Измерение величины освещенности проводилось на мертвопокровном участке большой площади.

Начало облиствения листопадных пород в условиях г. Ставрополя начинается с третьей декады апреля и к 15 мая, листья в основном достигают своих максимальных размеров. Создается тень, которая по мере дальнейших ростовых процессов древесных насаждений, увеличивается, что видно из измерений 22.05 и 15.06.2017 г. Во время измерения 18.09 отмечался листопад, от практически полного опадания листьев у каштана конского обыкновенного, до частичного – у березы плакучей. Показатели относительного светового довольствия, полученные при параллельных измерениях величины освещенности на поверхности газонов, затененных кронами разных групп деревьев и открытых пространств, представлены на рис. 3.

Как показали результаты нашего исследования, для газонов в условиях затенения кронами деревьев разных пород, складывались различные условия светового довольствия, которые вызвали различные морфологические реакции со стороны газонных растений. Так, газоны, произрастающие в тени крон группы из лиственницы сибирской, имели самое высокое относительное световое довольствие (ОСД) в три срока измерения – 8,2-9,2% (9,2% – в 13 час.), 4,6-6,8% (6,8%), 7,0-12,9% (12,9%) растения сохраняли декоративность, проективное покрытие травостоя 80-95%. Аналогичная ситуация складывалась с газонами, задерживающими групповую посадку березы плакучей – (2,6-3,7% (3,7%), 1,9-3,2% (3,0%), 3,6-5,7% (5,6%)). Показатели их проективного покрытия – 75-90%. В группе сосны крымской газонный травостой оказался более изреженным из-за нерегулярно убираемого хвойного опада, который является, как дополнительным фактором затенения травостоя, так и механическим препятствием для роста газонных трав. В этой ситуации, даже на фоне ОСД – 3,6-4,8% (4,8%), 2,8-5,2% (5,2%), 5,2-8,5% (8,5%) проективное покрытие газона – 40-65%. Более глубокую тень создавала крона пихты кавказской – 1,0-1,5% (1,0%), 0,6-1,5% (0,6%), 0,7-3,0 (0,7%). Газонные травы выглядели угнетенными, травостой сильно разрежен, размеры листьев уменьшены, кущение злаков резко ослаблено, проективное покрытие травостоя – 10-25%. Показатели проективного покрытия затененных газонов находятся в сильной коррелятивной зависимости с величиной относительного светового довольствия, $r = 0,89$.

В объектах озеленения города немало групповых насаждений каштана конского обыкновенного. Сомкнутые кроны его старовозрастных насаждений, создают самые минимальные условия освещения для роста травянистых ценозов, ОСД – 0,6-0,8% (0,6%), 0,6-0,8% (0,6%), 9,0-11,5% (11,2%). На бульваре Генерала Ермолова исследован большой массив старовозрастных насаждений каштана конского с сомкнутым пологом крон (район ресторана «Каштан»). Проведенное 21.08.2017 г. измерение освещенности показало, что в 8 часов утра в условиях затенения она равнялась – 600-700 лк, при полном освещении – 43 тыс. лк; в 13 час. соответственно – 900-1000 лк и 88-89 тыс. лк; в 17 час. – 400-600 лк и 34,0-36,0 тыс. лк. Величина ОСД составляла – 1,5%-1,1%-1,4% (рис. 3).

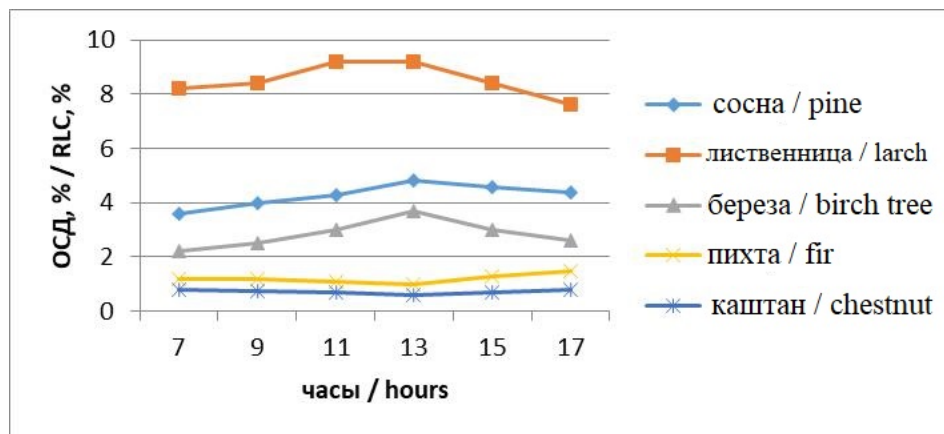
На всей территории массива конского каштана сохраняется мертвый покров с редкими вкраплениями угнетенных сорняков. Осенью 2017 г. на этом участке был проведен посев газонных трав. Весной 2018г. до начала облиствения травостой газона начал активно вегетировать, но к концу лета сильно изредился и практически выпал.

В Центральном парке города в тени старовозрастных деревьев в условиях затенения сформировались фрагментарные естественные злаковые травостои с участием лесных злаков *Dactylis polygama*, *Brachypodium sylvaticum*, *Poa nemoralis* и видов осок, весной бывает обилён *Poa bulbosa* L.

Снижение интенсивности освещенности при затенении древесным пологом у наземных растений уменьшает возможность создания органического вещества. Газонные травы не развивают генеративных побегов и не дают жизнеспособных семян. Чаще всего они пребывают в вегетативном состоянии. У умеренно затененных дернообразующих злаков происходит удлинение листьев и уменьшение их ширины – «синдром избегания тени». В условиях сильного затенения растения вырастают угнетенными, с тонкими

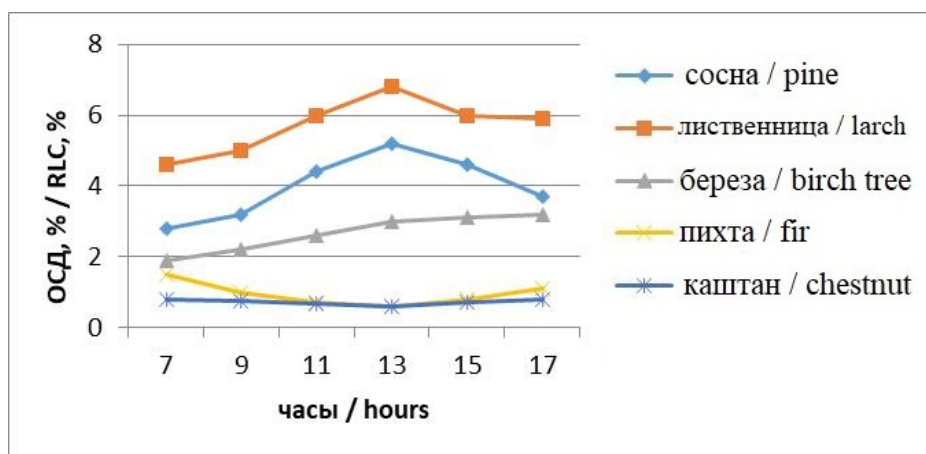


сильно уменьшенными листьями, крайне слабо развитыми механическими тканями и, как правило, погибают в течение одного вегетационного периода. Затенение угнетающе влияет на заложение листьев и пазушных почек, их созревание замедляется. Побегообразовательная способность, кущение и масса надземных и подземных органов уменьшается. Происходит значительное общее ослабление растительного организма, в особенности его корневой системы.



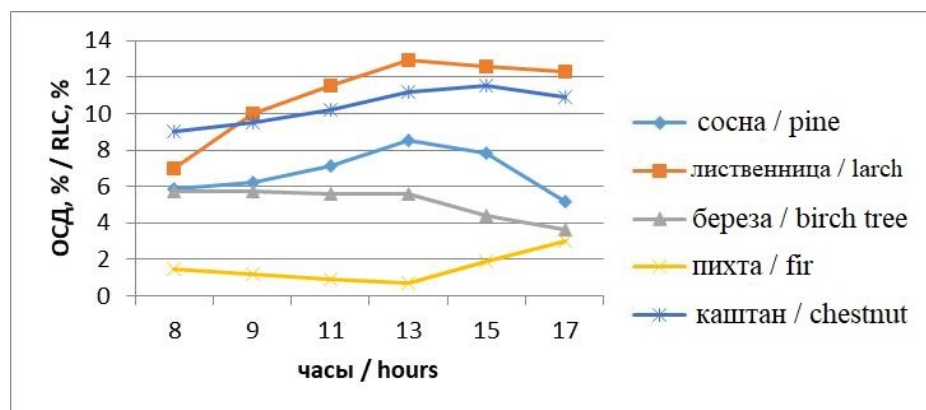
22.05.2017 г.

А



15.06.2017 г.

Б



18.09.2017 г.

В

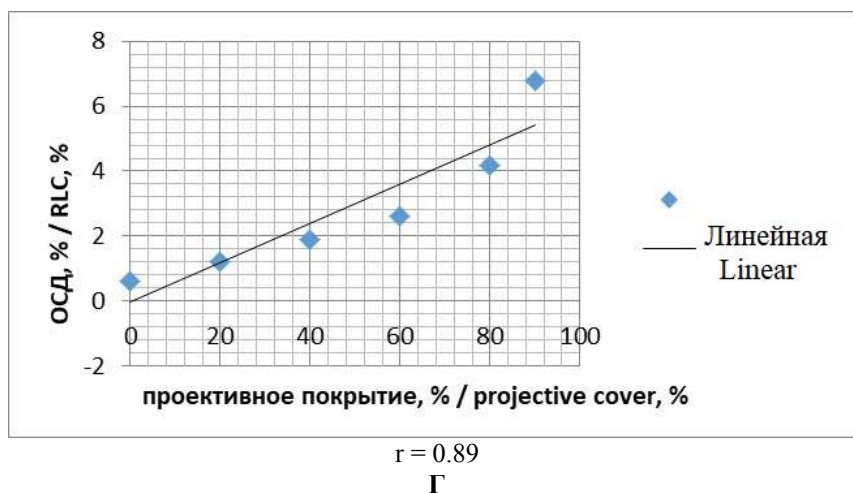


Рис.3. А-В – динамика показателя величины (ОСД, %) на поверхности газона в тени одновидовых групп деревьев с 7(8) до 17 час.;
Г – зависимость проективного покрытия газона от величины ОСД
Fig.3. А-В – Dynamics of the RLC value (%) on the lawn surface in the shade of single-species tree groups from 7 (8) a.m. to 5 p.m.;
Г – dependence of the projective lawn cover on the RLC value

В зависимости от сезона деревья создают тень разной плотности. Весенняя тень менее интенсивна, чем летняя. Мелколистные деревья дают менее плотную тень, чем крупнолистные. Хвойные деревья создают плотную тень независимо от сезона. В объектах городского озеленения затенение газонов разной интенсивности может быть постоянным в течение всего светового дня и временным, с сочетанием периодов временного затенения разной длины и плотности, с полным освещением. В разные периоды светового дня затенение под определенной группой деревьев может создаваться как кроной самой группы – в полуденные часы, так в утренние и вечерние часы кронами соседних находящихся в некотором отдалении деревьев. В объектах озеленения наряду с одновидовыми групповыми древесными насаждениями, чаще используются смешанные породы деревьев, и условия затенения могут быть различными.

На газоны, находящиеся под кронами деревьев помимо затенения, могут оказывать воздействие их фитогенные поля, которые достигают нескольких метров в диаметре. Они по-разному воздействуют на среду и наземные растения: через иссушение почвы и повышение влажности воздуха, уменьшение концентрации элементов минерального питания, изменение pH почвы. Подстилка из опада хвойных деревьев при разложении образует фульвокислоты, которые из-за сильнокислой реакции и хорошей растворимости в воде активно разрушают минеральную часть почвы, что способствует вымыванию элементов минерального питания вглубь почвенного слоя. Продукты распада при гниении опада – фенольно-дубильные вещества могут ингибировать ростовые процессы газонных трав.

Для задернения затененных территорий в практике озеленения используют специальные травосмеси с участием овсяницы красной до 70% и более с добавлением мятлика лугового, м. обыкновенного, овсяницы овечьей, о. тростниковидной, райграса пастбищного.

При создании живых напочвенных покровов в затененных условиях парков традиционные газонные злаки подходят не всегда. В декоративном садоводстве многих стран Западной и Восточной Европы, Северной Америки для создания напочвенных покровов в этом случае использовали стелющиеся карликовые травянистые и кустарниковые виды. Так, в Крыму в парках в качестве живого напочвенного покрова, используют преимущественно плющ крымский (*Hedera taurica* Carr.) и барвинок малый (*Vinca minor* L.), которые прекрасно растут под пологом хвойных в V-VI и лиственных пород, которые были в V-VI и X-XI классах возраста. В декоративном садоводстве для задернения боль-



ших площадей используется ювенильная форма плюща крымского, продолжительность которой – 18-20 лет

В Ставропольском ботаническом саду в декоративных древесных группах из смешанных пород – клена остролистного, клена явора, сосны обыкновенной, березы плакучей граба кавказского и в искусственно созданной дубово – ясенево – грабовой формации были посажены напочвенные насаждения из барвинка малого (*Vinca minor* L.) и плюща обыкновенного (*Hedera helix* L.), которые активно самостоятельно разрослись сплошным ковром под пологом крон деревьев. Заросли плюща обыкновенного имеют гораздо меньшие площади распространения и занимают более затененные уголки. Оба вида вечнозеленые, не повреждаются морозами и легко переносят глубокое затенение под деревьями, засухоустойчивы. В этой же экологической нише успешно растут и плодоносят популяции лесных злаков – коротконожки лесной, мятлика борového, овсяницы гигантской. С 16.04 до 11.05, в период до и наступления полного облиствения древесных пород, отмечается массовое цветение барвинка малого. У плюща обыкновенного генеративная фаза не отмечена. Оба вида хорошо размножаются вегетативно, приспособлены к нашим условиям и могут быть использованы для создания наземных покрытий в интенсивно затененных объектах озеленения.

Проведенные нами исследования светового режима в древесных насаждениях ботанического сада со сплошным покровом из барвинка малого и плюща обыкновенного показали низкую степень ОСД на уровне их произрастания, в период полного облиствения деревьев 0,5-1,5% (рис. 4).

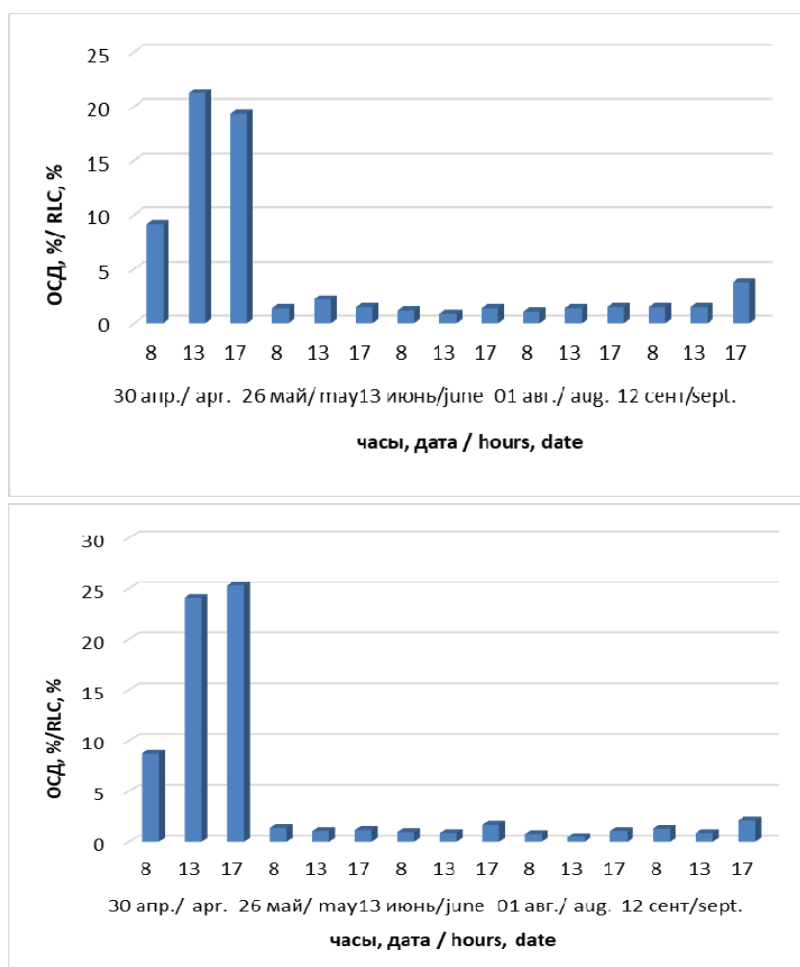


Рис.4. Величина ОСД, %: А – барвинок малый (*Vinca minor* L.);
Б – плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.)

Fig.4. RLC value, %: А – *Vinca minor* L., Б – *Hedera helix* L.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В объектах городского озеленения газоны, затененные кронами деревьев, получают солнечный свет не только ослабленным, но и сильно обедненным наиболее ценными для растений лучами, так как значительная доля ФАР поглощается листьями кроны. В соответствии с градиентом солнечной радиации свет меняет свой спектральный состав: обеднен синими (СС) и красными лучами (КС) и обогащен зелеными (ЗС) и дальними красными лучами (ДКС), уменьшается отношения КС/ДКС и СС/ЗС. Как показали результаты наших исследований, режим освещенности газонов в условиях затенения кронами древесных насаждений разных пород в объектах озеленения г. Ставрополя различен. В течение вегетационного периода – 22.05-15.06-18.09.2017 г., газоны, произрастающие под кронами светолюбивых пород, получали самое высокое световое довольствие. Так, величина ОСД газонов группы в тени крон из лиственницы сибирской, составила – 8,2-9,2% (9,2% – в 13 час.), 4,6-6,8% (6,8%), 7,0-12,9% (12,9%). Растения сохраняли декоративность, проективное покрытие травостоя 80-95%. Аналогичная ситуация складывалась с газонами, задерживающими групповую посадку березы плакущей, ОСД – 2,6-3,7% (3,7%), 1,9-3,2% (3,0%), 3,6-5,7% (5,6%). Показатели их проективного покрытия – 75-90%. В группе сосны крымской газонный травостой оказался более изреженным из-за нерегулярно убираемого хвойного опада, который является как фактором дополнительного затенения газонных трав, так и механическим препятствием для их роста. По этой причине, даже на фоне ОСД – 3,6-4,8% (4,8%), 2,8-5,2% (5,2%), 5,2-8,5% (8,5%), проективное покрытие газона – 40-65%.

Более глубокую тень для газонов создают теневыносливые породы. Так, газоны под кронами пихты кавказской имеют ОСД – 1,0-1,5% (1,0%), 0,6-1,5% (0,6%), 0,7-3,0 (0,7%). Газонные растения выглядели угнетенными, травостой сильно изрежен, размеры листьев уменьшены, кущение растений резко ослаблено, проективное покрытие травостоя – 10-25%. Освещенность под сомкнутыми кронами старовозрастных насаждений каштана конского обыкновенного, создает минимальные условия для роста травянистых ценозов, ОСД – 0,6-0,8% (0,6%), 0,6-0,8% (0,6%), 9,0-11,5% (11,2%). При больших площадях затенения, нередко образуются мертвопокровные участки. Показатели проективного покрытия затененных газонов находятся в сильной коррелятивной зависимости с величиной относительного светового довольствия, $r = 0,89$.

В условиях умеренного затенения у газонных растений листья становятся более длинными и узкими, уменьшается интенсивность кущения и корневая масса – «синдром избегания тени». При более интенсивном затенении растения выглядят крайне угнетенными, уменьшаются размеры растений и их листовых пластинок, корневой массы. Кущение минимально или отсутствует совсем, механические ткани развиты крайне слабо.

Для задержания затененных территорий в практике озеленения используют специальные травосмеси с участием овсяницы красной до 70% и более с добавлением мятлика лугового, м. обыкновенного, овсяницы овечьей, о. тростниковидной, райграса пастбищного. Для повышения устойчивости газонных трав к затенению необходимо использовать фосфорно-калийные удобрения. Следует уменьшить число подкашиваний газонов и своевременно убирать скошенную траву. Регулярно проводить удаление опавших листьев и хвои.

В качестве альтернативному злаковому живому наземному покрову для интенсивно затененных местообитаний в наших условиях могут быть использован полкустарник барвинка малый (*Vinca minor* L.) и лиана плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bouly J.-P., Schleicher E., Dionisio-Sese M., Vandenbussche F., Straeten D.V.D., Bakrim N., Meier S., Batschauer A., Galland P., Bittl R., Ahmad M. Cryptochrome blue light photoreceptors are activated through interconversion of flavin redox states // J. Biol. Chem. 2007. V. 282. Iss. 13. P. 9383-9391. Doi: 10.1074/jbc.M609842200
2. Вальтер Г. Общая геоботаника. М.: Мир, 1982. 264 с.
3. Casal J.J. Shade avoidance // Arabidopsis Book. 2012. N 10: e 0157. Doi: 10.1199/tab.0157



4. Leivar P., Monte E. PIFs systems integrators in plant development // *Plant Cell*. 2014. V. 26. P. 56-78. Doi: 10.1105/tpc.113.120857
5. Sasidharan R., Keuskamp D.H., Kooke R., Voesenek L.A.C.J., Pierik R. Interactions between auxin, microtubules and XTHs mediate green shade-induced petiole elongation in *Arabidopsis* // *PLoS ONE*. 2014. V. 9. e 90587. Doi: 10.1371/journal.pone.0090587
6. Лебедев П.В. Особенности проявления морфогенеза луговых злаков в зависимости от факторов внешней среды // Морфогенез луговых злаков и условия внешней среды. Ученые зап. Уральский ун-т им. А.М. Горького. Свердловск, 1968. N 73, серия биол. Вып. 4. С. 14-26.
7. Pardo G.P., Aguilar C.H., Martinez F.R. Canseco M.M. Effects of light emitting diode high intensity on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L.) seedlings // *Annu. Res. Rev. Biol*. 2014. V. 19. Iss. 4. P. 2983-2994.
8. Kim H.H., Goins G.D., Wheeler R.M., Sager J.C. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes // *Hort Science*. 2004. V. 39. Iss. 7. P. 1617-1622.
9. Muneer S., Kim E.J., Park J.S., Lee J.H. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.) // *Int. J. Mol. Sci*. 2014. V. 15. Iss. 3. P. 4657-4670. Doi: 10.3390/ijms15034657
10. Головацкая И.Ф., Карначук Р.А. Роль зеленого света в жизнедеятельности растений // Физиология растений. 2015. Т. 62. N 6. С. 776-791.
11. Barrero J.M., Downie A.B., Xu-Q., Gubler F. A role for barley CRYPTOCHROME 1 in light regulation of grain dormancy and germination // *Plant Cell*. 2014. V. 26. Iss. 3. P. 1094-1104. Doi: 10.1105/tpc.113.121830
12. Hoang H.H., Sechet J., Bailly C., Leymarie J., Corbineau F. Inhibition of germination of dormant barley (*Hordeum vulgare* L.) grains by blue light as related to oxygen and hormonal regulation // *Plant Cell Environ*. 2014. V. 37. Iss. 6. P. 1393-1403. Doi: 10.1111/pce.12239
13. Казиминова Р.Н., Евтушенко А.П. Живой напочвенный покров и его роль в функционировании парковых фитоценозов // Пути оптимизации экологических условий в садоводстве. Сборник научных трудов. Под ред. Н.Е. Опанасенко. Ялта, 2003. С. 106-117.

REFERENCES

1. Bouly J.-P., Schleicher E., Dionisio-Sese M., Vandenbussche F., Straeten D.V.D., Bakrim N., Meier S., Batschauer A., Galland P., Bittl R., Ahmad M. Cryptochrome blue light photoreceptors are activated through interconversion of flavin redox states. *Journal of Biological Chemistry*, 2007, vol. 282, iss. 13, pp. 9383-9391. Doi: 10.1074/jbc.M609842200
2. Valter G. *Obshchaya geobotanika* [Common geobotany]. Moscow, Mir Publ., 1982, 264 p. (In Russian)
3. Casal J.J. Shade avoidance. *Arabidopsis Book*, 2012, no. 10, e 0157. Doi: 10.1199/tab.01574
4. Leivar P., Monte E. PIFs systems integrators in plant development. *Plant Cell*, 2014, vol. 26, pp. 56-78. Doi: 10.1105/tpc.113.120857
5. Sasidharan R., Keuskamp D.H., Kooke R., Voesenek L.A.C.J., Pierik R. Interactions between auxin, microtubules and XTHs mediate green shade-induced petiole elongation in *Arabidopsis*. *PLoS One*, 2014, vol. 9, e 90587. Doi: 10.1371/journal.pone.0090587
6. Lebedev P.V. [Features of the morphogenesis of meadow cereals, depending on environmental factors]. In: *Morfogenez lugovykh zlakov i usloviya vneshnei sredy* [The morphogenesis of meadow cereals and environmental conditions]. Sverdlovsk, 1968, no. 73, series Biological, iss. 4, pp. 14-26. (In Russian)



7. Pardo G.P., Aguilar C.H., Martinez F.R. Canseco M.M. Effects of light emitting diode high intensity on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L.) seedlings. Annual Research & Review in Biology, 2014, vol. 19, iss. 4, pp. 2983-2994.
8. Kim H.H., Goins G.D., Wheeler R.M., Sager J.C. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. Hort Science, 2004, vol. 39, iss. 7, pp. 1617-1622.
9. Muneer S., Kim E.J., Park J.S., Lee J.H. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.). Int. J. Mol. Sci., 2014, vol. 15, iss. 3, pp. 4657-4670. Doi: 10.3390/ijms15034657
10. Golovatskaya I.F., Karnachuk R.A. Role of green light in physiological activity of plants. Fiziologiya rastenii [Russian Journal of Plant Physiology]. 2015, vol. 62, no. 6, pp. 776-791. (In Russian)
11. Barrero J.M., Downie A.B., Xu-Q., Gubler F. A role for barley CRYPTOCHROME 1 in light regulation of grain dormancy and germination. Plant Cell, 2014, vol. 26, iss. 3, pp. 1094-1104. Doi: 10.1105/tpc.113.121830
12. Hoang H.H., Sechet J., Bailly C., Leymarie J., Corbineau F. Inhibition of germination of dormant barley (*Hordeum vulgare* L.) grains by blue light as related to oxygen and hormonal regulation. Plant Cell Environ, 2014, vol. 37, iss. 6, pp. 1393-1403. Doi: 10.1111/pce.12239
13. Kazimirova R.N., Evtushenko A.P. [Live ground cover and its role in the functioning of park phytocenoses]. In: Puti optimizatsii ekologicheskikh uslovii v sadovodstve [Ways to optimize environmental conditions in gardening]. Yalta, 2003, pp. 106-117. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Людмила А. Гречушкина-Сухорукова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Ставропольского ботанического сада имени В.В. Скрипчинского – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; ул. Ленина, 478, г. Ставрополь, 355029, Россия; тел.: (865-2)56-03-71, e-mail: grechushkina@mail.ru

Критерии авторства

Людмила А. Гречушкина-Сухорукова собрала и проанализировала данные, написала рукопись и несет ответственность за плагиат и самоплагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 27.12.2018

Принята в печать 19.02.2019

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Ludmila A. Grechushkina-Sukhorukova, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Stavropol Botanical Garden named after V.V. Skripchinsky (branch of the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Centre); 478 Lenin St., Stavropol, 355029 Russia; tel. (865-2) 56-03-71, e-mail: grechushkina@mail.ru

Contribution

Ludmila A. Grechushkina-Sukhorukova collected and analyzed the data, prepared the manuscript and is fully responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 27.12.2018

Accepted for publication 19.02.2019