

Отражательная способность листовой поверхности, как оценочная характеристика адаптивности интродуцентов

Листья составляют основную отражательную поверхность растений. Отражение листа обусловлено концентрацией пигмента, структурой ткани и содержанием воды. Спектральные кривые, характеризующие коэффициенты отражения листьев, являются интегральным произведением генетических эффектов и факторов окружающей среды. Спектральные характеристики видимых и ИК-отражений могут быть использованы для оценки стресса, вызванного воздействием условий засухи, высоких температур, УФ-излучения, тяжелых металлов, минерального дефицита и патогенов [1].

Лист является хорошей системой поглощения солнечного излучения по всему диапазону длин волн, содержащей элементы, которые поглощают свет на определенных длинах волн и ограничены «слегка шероховатыми плоскими поверхностями». Основными поглощающими агентами в данном контексте являются пигменты (хлорофиллы, каротиноиды и антоцианы), которые поглощают свет в видимой области, и вода, которая поглощает в инфракрасной области [2]. Спектральные свойства листа обычно задаются с помощью двух спектров: отражения спектра, который представляет собой график отражения падающего света, и спектра пропускания, графика пропускания. Небольшой пик отражения, называемый «зеленая вершина», появляется около 550 нм, что вызвано характерной абсорбцией пигментов, в основном вклад хлорофилла. Резко возрастает между 680 и 780 нм, образуя «красный край» (рис. 1). В диапазоне от 780 до 1300 нм как отражения, так и пропускание поддерживаются на высоком уровне около 50 % в результате множественных отражений пористой структуры или рассеяния мелких частиц внутри листа [3–5].

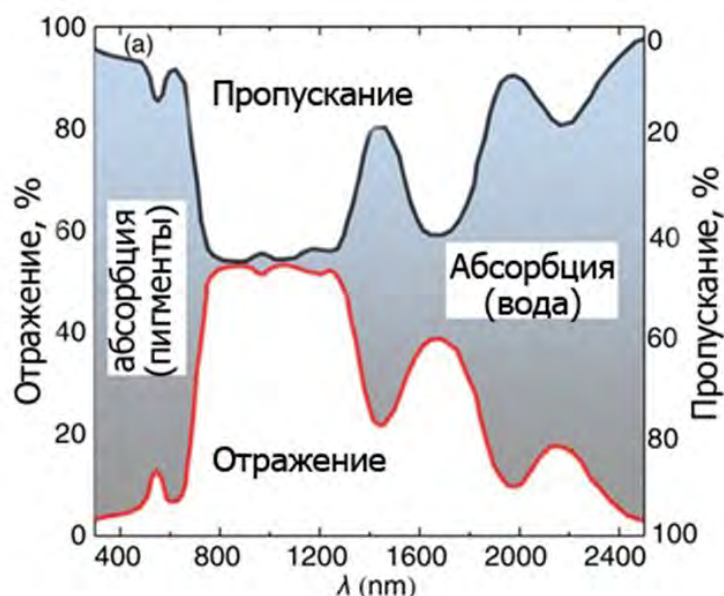


Рис. 1. Спектральная отражение, пропускание, поглощение листовой пластинки [3; 5].

Участие во взаимодействии листа со световым потоком включает ряд компонентов, в разной степени влияющих на отражение, пропускание, адсорбцию (по-

* Н. В. Янков, Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С. П. Королева (Самара).

E-mail: yankov-n@mail.ru

глощение) (рис. 2). Среди таких компонентов выделяют: эпикулярный восковой слой, трихомы, эпидермис (верхний и нижний), мезофилл, фотосинтетические пигменты [4–6].



Рис. 2. Поглощение, пропускание и отражение листьями солнечного излучения [4]

Методика исследования. Для измерения отражательной способности листовой поверхности использовали рефлектометр Экотест–2040, позволяющий проводить исследования в полевых условиях. Свежесобранные фрагменты листовых пластинок помещали в кювету прибора для дальнейшего измерения отражения при длинах волн 430 и 660 нм.

Объекты исследования. Для исследования отражательной способности листовых пластинок в вегетационные периоды 2014–2016 гг. нами были отобраны листья 14 древесных растений семейства *Rosaceae*, произрастающих в дендрарии ботанического сада Самарского университета (*Armeniaca avulgaris* Lam., *A. sibirica* (L.) Lam., *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woronow, *C. mahaleb* (L.) Mill., *C. sachalinensis* Fr. Schidt Kom., *Cerasus japonica* (Thunb.) Loisel., *Amygdalus ledebouriana* Schlecht., *Amygdalus nana* × *Amygdalus persica* Hort., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean, *Padus virginiana* (L.) Mill., *P. grayana* Schneid., *P. serotina* (Ehrh.) Borkh., *Padus avium* Mill.). В природных биотопах Красносамарского леса (Кинельский район Самарской области) были отобраны образцы листьев 6 видов дикорастущих представителей сем. *Rosaceae* местной флоры (*Padus avium* Mill., *Prunus spinosa* L., *Crataegus sanguinea* Pall., *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woronow, *Amygdalus nana* L., *Rosa majalis* Herrm.).

Для оценки отражающей способности листьев были использованы длины волн, близкие к максимуму спектров поглощения хлорофилла а и b, при этом выделяется особенность хлорофилла в процессе отражения к абсорбции излучения. Данная особенность влияет как на количество поглощенного света, так и на количество отраженного света.

При оценке отражающей способности листьев изученных образцов в течение вегетационного периода 2016 г. были установлены различные пределы значений показателя для верхней и нижней поверхности. Так, для верхней поверхности характерны пределы значения при 430 нм от 9,32 до 52,7 %, при 660 нм – от 7,48 до 35,44 % (рис. 3). Для нижней поверхности характерны пределы значения при 430 нм от 16,73 до 62 %, при 660 нм от 14,08 до 55,7 %. Для нижней стороны отмечается отражение в среднем больше на 10–15 % чем от верхней поверхности.

Увеличение отражения излучения 660 нм от верхней поверхности распределилось следующим образом между изученными видами (%): вишня японская (7,4–

13,6), черемуха Грея (8,3–13,5), черемуха виргинская (9,6–11), черемуха обыкновенная (КСЛ) (9,2–12,2), слива степная (КСЛ) (9,9–11,7), черемуха поздняя (10,5–12,2), вишня сахалинская (10,1–13,68), слива растопыренная (10,8–13,9), абрикос обыкновенный (11,4–11,7), абрикос сибирский (11,3–12,5), боярышник кроваво-красный (КСЛ) (12–13,1), роза собачья (КСЛ) (10,7–14,8), миндаль низкий (КСЛ) (15,3–16,3); миндаль Ледебура (13,8–19,3), персикобобовник (14,8–21,6), вишня кустарниковая (19,1–23,7), вишня кустарниковая (КСЛ) (19,8–31,1), вишня мага-лебка (14,4–33,5), принсепия китайская (9,7–35,4).

Для большинства изученных видов (абрикос обыкновенный, абрикос сибирский, вишня кустарниковая, персикобобовник, вишня сахалинская, вишня японская, миндаль Ледебура, принсепия китайская, черемуха Грея, черемуха обыкновенная, черемуха поздняя, черемуха обыкновенная (КСЛ), боярышник кроваво-красный (КСЛ)) в течение вегетационного периода характерно неравномерное увеличение значений отражения от минимальных в июне к максимальным в сентябре, что, возможно, связано со старением листовой пластинки к концу вегетационного периода и уменьшением абсорбции света хлорофиллом, причем данные изменения свойственны для длин волн 660 нм и 430 нм. Подобные изменения отражения характерны для верхней и нижней стороны.

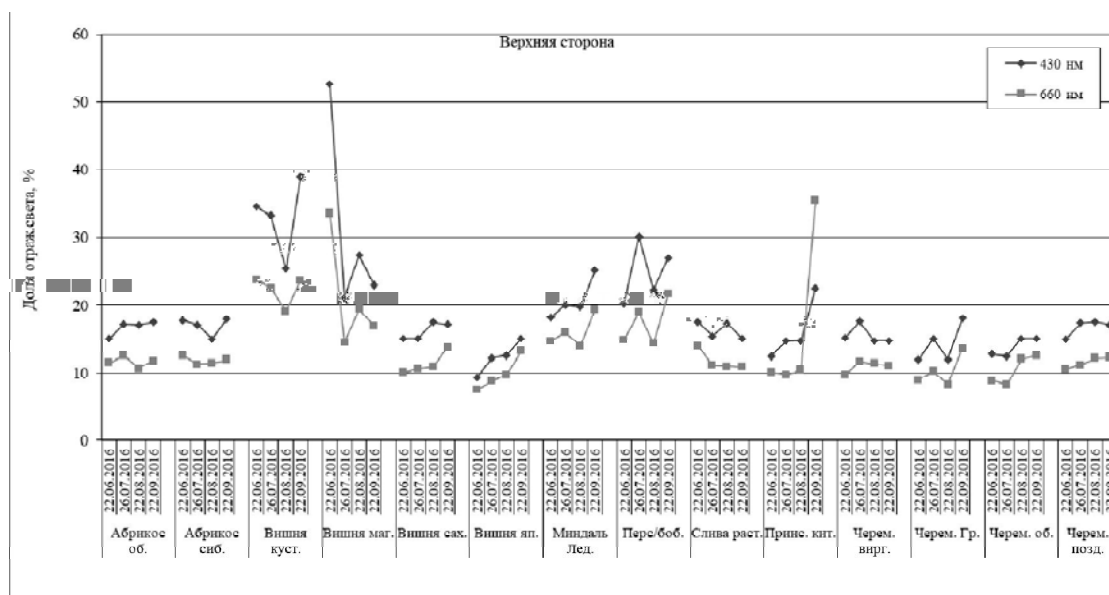


Рис. 3. Доля отражения от верхней стороны листа интродуцентов в течение вегетационного периода 2016 г. (июнь – сентябрь)

Для остальных видов (вишня мага-лебка, слива растопыренная, черемуха виргинская, роза собачья (КСЛ), миндаль низкий (КСЛ), вишня кустарниковая (КСЛ)) характерно уменьшение отражения в течение вегетационного периода, при этом максимальные значения отражения приходятся на июнь или июль.

Также наблюдаются изменения отражения в течение вегетационного периода у видов, произрастающих в разных условиях обитания, в меньшей степени у черемухи обыкновенной при 660 нм (9,2–12,2 % (КСЛ), 8,3–12,5 % (БС)) и в большей – у вишни кустарниковой (19,8–31,1 % (КСЛ), 19,1–23,7 % (БС)).

Рассматривая изменения отражения в течение нескольких лет у одного вида в пределах месяца, можно отметить изменения не более чем на 5 единиц, для большинства видов (рис. 4). Таким образом, представляется возможным указать пределы, которые могут быть видовой особенностью. Далее будут указаны значения только для верхней поверхности, которая играет наиболее существенную роль в отражении, поглощении излучения.

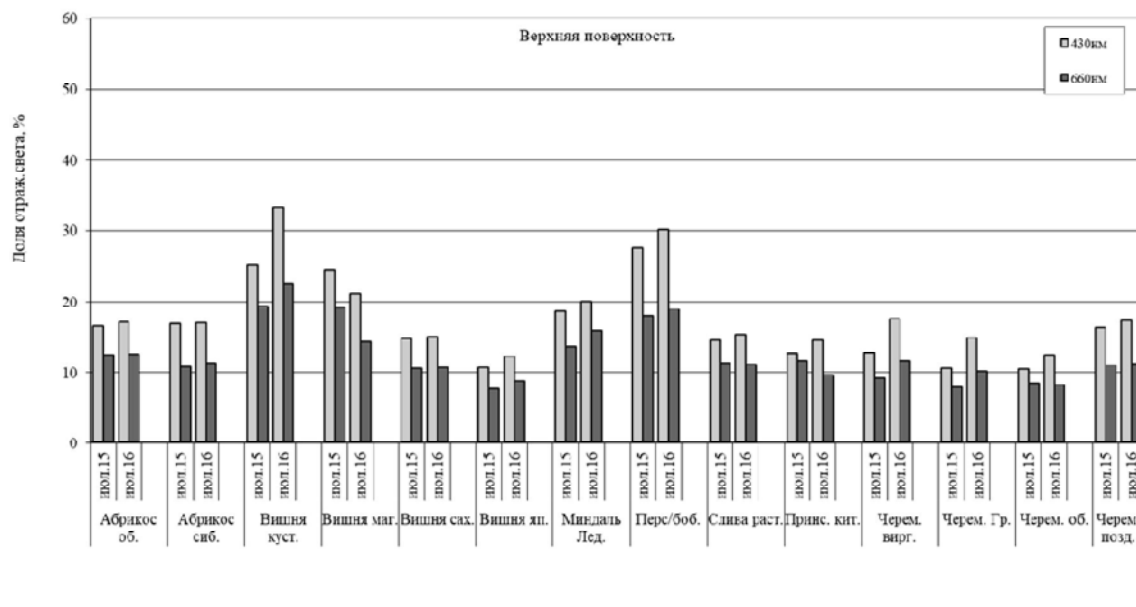


Рис. 4. Доля отражения от верхней поверхности листа интродуцентов. 2015, 2016; (июль)

Для июльских образцов всех лет исследования построен рейтинг с указанием средних значений доли (%) отражения (660 нм): черемуха обыкновенная (8,0), вишня японская (8,0), черемуха Грея (9,0), вишня сахалинская (10,5), принсепия китайская (10,5), черемуха виргинская (10,5), абрикос сибирский (11,0), слива растопыренная (11,0), черемуха поздняя (11,0), абрикос обыкновенный (12,5), миндаль Ледебура (14,0), вишня магалебка (16,5), персикобобовник (18,0), вишня кустарникова (21,0).

Для образцов августа всех лет исследования построен аналогичный рейтинг: вишня японская (9,0), черемуха Грея (9,0), принсепия китайская (10,0), черемуха обыкновенная (10,5), абрикос сибирский (11,0), слива растопыренная (11,0), черемуха виргинская (11,0), черемуха поздняя (11,0), абрикос обыкновенный (12,0), миндаль Ледебура (12,0), вишня сахалинская (12,5), персикобобовник (15,0), вишня кустарниковая (20,0).

Литература

1. Yushkov A. N., Borzykh N. V., Butenkob A. I. Evaluation of resistance of horticultural plants to destabilizing effects based on analysis of leaf reflection spectra // Journal of Applied Spectroscopy. – 2016. – Vol. 83 (2). – P. 302–306
2. Merzlyak M. N., Chivkunova O. B., Mel T. B., Naqvi K. R. Does a leaf absorb radiation in the near infrared (780–900 nm) region? A new approach to quantifying optical reflection, absorption and transmission of leaves // Photosynthesis Research. – 2002. – Vol. 72. – P. 263–270.
3. Gao Y., Ye H. Bionic membrane simulating solar spectrum reflection characteristics of natural leaf // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2017. – Vol. 114. – P. 115–124
4. Shahidan M. F., Shariff M. K. M., Jones P., Salleh E., Abdullah A. M. A comparison of *Mesua ferrea* L. and *Hura crepitans* L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort // Landscape and Urban Planning. – 2010. – Vol. 97. – P. 168–181
5. Gerber F., Marion R., Olivos A., Jacquemoud S., Luz BR., Fabre S. Modeling directional-hemispherical reflectance and transmittance of fresh and dry leaves from 0,4 μm to 5,7 μm with the PROSPECT-VISIR model // Remote sensing of environment. – 2010. – Vol. 2. – P. 404–414 (рисунок).

6. Olascoaga B., Arthur A. M., Atherton J., Porcar-Castell A. A comparison of methods to estimate photosynthetic light absorption in leaves with contrasting morphology // *Tree Physiology*. – 2017. – Vol. 36. – P. 368–379.

N. V. Yankov,
Samara National Research University
(Samara)

**LEAF AREA REFLECTIVE CAPACITY
AS AN EVALUATION TRAIT
OF INVASIVE PLANTS ADAPTABILITY**

The reflective capacity of the bottom and top lamina surface was evaluated for invasive plants of the Rosaceae family in conditions of the Botanic Garden at the Samara University. The assessment was carried out for the following species: *Armeniaca vulgaris* Lam., *A. sibirica* (L.) Lam., *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woronow, *C. mahaleb* (L.) Mill., *C. sachalinensis* Fr. Schidt Kom., *C. japonica* (Thunb.) Loisel., *Amygdalus ledebouriana* Schlecht., *Amygdalus nana* × *Amygdalus persica* Hort., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean, *Padus virginiana* (L.) Mill., *P. grayana* Schneid., *P. serotina* (Ehrh.) Borkh., and *Padus avium* Mill. Analysis of leaf reflective capacity at wavelengths values of 660 and 430 nm during the 2016 vegetative season is carried out in the paper. The effect of the Botanic Garden habitat and natural biotopes of the Krasnosamarskiy Forest on the lamina reflection value is considered. The reflective capacity values typical of the studied species are presented.