

УДК 630*165.6: 581.45.035: 543.422.4

С.П. Зыков

Зыков Сергей Петрович родился в 1976 г., окончил в 1999 г. Марийский государственный технический университет, аспирант, заведующий лесобиологической лабораторией МарГТУ. Имеет 10 печатных работ в области диагностики устойчивости растений.



МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В целях отбора наиболее перспективных растений приводится метод диагностики интенсивности их роста и засухоустойчивости по коэффициенту проходящего инфракрасного излучения.

Ключевые слова: метод, засухоустойчивость, оптические свойства растений, коэффициент проходящего инфракрасного излучения, отбор.

Ранняя диагностика – это выявление у молодых растений задатков, потенциальных возможностей развития отдельных признаков и свойств, отражающих их генетические особенности, позволяющих предсказать с определенной вероятностью уровень развития этих признаков у взрослых растений в определенных условиях среды [7].

Особенно большое внимание ранней диагностике уделяют в последние годы, когда почти повсеместно стали проводить работы по отбору, проверке наследственных качеств и размножению плюсовых деревьев. При отборе таких деревьев по фенотипу не всегда удается определить степень продуктивности и устойчивости их потомства, поэтому лесоводы вынуждены искать методы его косвенной оценки. В настоящее время уже найден ряд признаков, по которым можно предсказать интенсивность роста и различные показатели устойчивости растений на ранних этапах онтогенеза [3, 5–7], однако в связи с высокой трудоемкостью существующих методов разработки в этой области остаются актуальными.

Одним из признаков устойчивости растений является засухоустойчивость. Накопленная информация косвенно свидетельствует, что состояние водного режима древесных растений не может не отразиться на их оптических свойствах. Поэтому представляют интерес исследования поглощения, отражения и пропускания светового излучения листьями растений.

Изучение оптических свойств растений показало, что поглощение солнечных лучей зависит от морфологических и анатомических свойств листьев [1, 4, 8].

Разработанный нами метод заключается в следующем. На исследуемый образец листьев направляется луч излучения области, близкой к инфракрасному спектру. Попадая на поверхность листа, часть излучения отражается, часть поглощается при прохождении через ткани листа, остальное проходит насквозь. В зависимости от свойств образцов (химический состав, морфологическое строение и т. д.) изменяются оптические коэффициенты, по которым можно судить об этих свойствах.

Наши исследования показали, что коэффициент отраженного инфракрасного излучения при облучении тонкого образца (каким являются листья растений) практически одинаков для различных материалов и составляет 22 ... 24 % (при падении света перпендикулярно плоскости листа). Коэффициенты поглощенного и проходящего инфракрасного излучения варьируют в широком диапазоне. Так как зависимость между ними строго обратная (чем больше коэффициент поглощенного излучения, тем меньше коэффициент проходящего, и наоборот), для диагностики свойств материалов достаточно измерить один из них. Непосредственное измерение коэффициента поглощенного излучения затруднительно, поэтому на практике измеряют коэффициент проходящего излучения.

Коэффициент поглощения инфракрасного излучения листьями растений определяется несколькими составляющими: плотностью тканей листа, их строением, количеством воды и других компонентов и т. д.

Нами установлена прямая корреляция между коэффициентом проходящего инфракрасного излучения (ПИКИ) и количеством воды в тканях листьев растений: чем больше воды содержат ткани листа, тем выше коэффициент проходящего ИК-излучения. Чем больше плотность тканей листьев растения (выше содержание сухого вещества, меньше межклетники и т. д.), тем ниже коэффициент проходящего излучения.

Биологический механизм связи между коэффициентом ПИКИ сухого образца и засухоустойчивостью заключается в следующем: растения, приспособившиеся к засушливым условиям, отличаются особой анатомо-морфологической структурой, которую называют «ксероморфной» [2]. Признаки, характерные для растений с ксероморфной структурой, обеспечивают большую плотность тканей листьев растения, засухоустойчивость и меньшее значение коэффициента ПИКИ сухого образца.

Следовательно, повышение большинства показателей, увеличивающих водоудерживающую способность и засухоустойчивость растений, приводит к уменьшению коэффициента проходящего ИК-излучения. Исключение составляет содержание влаги в листьях растений – показатель, повышение которого увеличивает коэффициент ПИКИ, но это может зависеть и от других факторов.

В связи с этим для диагностики засухоустойчивости растений по коэффициенту ПИКИ необходимо было устранить составляющую, приводящую к неоднозначности результатов измерений.

С учетом перечисленных особенностей нами разработан метод диагностики засухоустойчивости и продуктивности древесных растений по коэффициенту ПИКИ.

Предлагаемый метод заключается в следующем. Определяют морфофизиологические показатели растительных тканей, в качестве которых используют сформировавшиеся здоровые, неповрежденные листья одного адреса в кроне растения, сорванные и высушенные в естественных условиях. С перечисленными выше признаками, обеспечивающими повышение засухоустойчивости, детерминирована способность листьев поглощать и пропускать инфракрасное излучение. Способ основан на облучении листьев направленной энергией электромагнитного излучения ближней области инфракрасного спектра (от 0,75 до 2,50 мкм) с одновременной регистрацией прошедшего сигнала. При этом чем меньше коэффициент прошедшего излучения, тем больше засухоустойчивость растения.

Для исследования засухоустойчивости отбирают и нумеруют растения, диагностику которых необходимо произвести. У каждого пронумерованного растения берут по 5 здоровых, неповрежденных листьев одного адреса в кроне растения. Собранные листья протирают чистой тряпочкой от пыли и раскладывают для сушки. Сушку прекращают при полном высыхании (когда лист перестает терять влагу), и производят замер проходящего через лист потока излучения ближней области инфракрасного спектра. Мощность излучения, время воздействия и единицы измерения потока излучения определяются параметрами измерительных приборов (обычно мощность излучения лежит в пределах 5 ... 500 мВт, быстродействие не более 10 мс, излучение может измеряться в ваттах – непосредственно мощность, вольтах, амперах и т. д.).

Данные замеров представляют в виде таблицы.

Затем вычисляют коэффициент пропускания энергии электромагнитного излучения T как отношение потока излучения $I_{пр}$, прошедшего через образец, к падающему на него излучению I_0 :

$$\dot{O} = \frac{I_{пр}}{I_0}.$$

Далее рассчитывают коэффициент пропускания энергии электромагнитного излучения по всем листьям T_p как среднее значение коэффициентов пропускания энергии электромагнитного излучения пяти листьев данного растения T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 :

$$T_{\delta} = \frac{\dot{O}_1 + \dot{O}_2 + \dot{O}_3 + \dot{O}_4 + \dot{O}_5}{5}.$$

К засухоустойчивым относят растения, у которых $T_p > T_{cp} + \sigma$, к промежуточным – $T_{cp} - \sigma < T_p < T_{cp} + \sigma$, к чувствительным – $T_p < T_{cp} - \sigma$, где T_{cp} – среднее значение коэффициента пропускания энергии электромагнитного излучения исследуемых растений, σ – среднее квадратическое отклонение от T_{cp} .

Чем меньше коэффициент прошедшего излучения, тем более засухоустойчивым и продуктивным является растение.

Для измерения коэффициента ПИКИ нами разработан специальный прибор.

Прямая зависимость между засухоустойчивостью и коэффициентом ПИКИ сухого образца листьев растения установлена для следующих видов древесных растений: березы бородавчатой, дуба черешчатого, черемухи обыкновенной, клена остролистного, сирени обыкновенной, тополя дрожащего, ольхи серой и др., а также для растений закрытого грунта – колокольчика, роцеиссуса, колеуса, сеньполии, розана, циперуса, бересклета японского, бегонии, плюща воскового, пиперомии.

Метод опробован на лесосеменной плантации дуба черешчатого. Проведена сравнительная диагностика полусибсов 14 плюсовых деревьев по разработанной методике и параллельно по водоудерживающей способности листьев растений (t_{50} – времени критического обезвоживания) [5]. Корреляционная связь между коэффициентом ПИКИ и t_{50} – от значительной до очень высокой. Так, например, в пределах растения среднее значение коэффициента корреляции 0,91, между растениями в пределах полусибсовой семьи – 0,83, по всем растениям на лесосеменной плантации дуба – 0,69.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показывают, что взаимовлияние t_{50} и коэффициента ПИКИ достоверно, доля влияния соответственно 42,5 и 39,9 %.

Подводя итоги, можно сказать, что характеристика изученных растений на засухоустойчивость по разработанной нами методике совпадает с полученной методом определения водоудерживающей способности листьев [5] и обеспечивает экономию трудозатрат до 50 ... 70 %.

Предлагаемый нами метод может быть рекомендован для сравнительной диагностики отдельных растений по степени засухоустойчивости, для отбора наиболее перспективных саженцев при создании посадок, в научных исследованиях. Он достаточно прост, не требует сложного оборудования и дает возможность быстро оценить большое количество растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандт А.Б., Тагеева С.В. Оптические параметры растительных организмов. – М.: Наука, 1967. – 301 с.
2. Вальтер Г. Растительность земного шара. Т. 1. Эколого-физиологическая характеристика. – М.: Прогресс, 1968. – 552 с.
3. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1982. – 280 с.
4. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1993. – 240 с.
5. Котов М.М. Отбор сеянцев сосны для лесосеменных плантаций // Лесн. хоз-во. – 1995. – № 1. – С. 44–46.

6. Орленко Е.Г. Методы ранней диагностики при оценке наследственных свойств плюсовых деревьев. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1971. – 47 с.

7. Шевченко Р.Г. Функциональная диагностика адаптивных свойств древесных растений и перспективы ее использования в лесной селекции: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Брянск, 1997.

8. Шульгин И.А. Растение и солнце. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 252 с.

Марийский государственный
технический университет

Поступила 18.06.02

S.P. Zykov

Method of Early Diagnostics of Growth Intensity and Drought Resistance of Deciduous Wood Plants

The diagnostics method of the plant growth intensity and drought resistance based on the pierced infrared radiation coefficient is provided aiming at selecting the most perspective plants.
