

11. Pravila sanitarnoj bezopasnosti v lesah: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 27.12.2005 g. № 350. – M., 2005.
12. Jelektricheskie polja termicheskogo proishozhdenija v prirodnoj drevesine / N.Ju. Evsikova [i dr.] // Fundamental'nye problemy radiojelektronnogo priborostroenija (INTERMATIC – 2006): mat-ly mezhdunar. nauch.-tehn. konf. – M.: MIRJeA, 2006. – Ch. 3. – S. 87–89.
13. Skanirovanie jelektricheskogo polja v stvolah drevesnyh rastenij kak metod vyjavlenija zhiznennogo sostojanija / N.Ju. Evsikova, N.N. Matveev, O.M. Korchagin [i dr.] // Lesn. zhurn. – 2008. – № 6. – S. 43–49.



Н.Н. Дмитриев, Ш.К. Хуснидинов

МЕТОДИКА УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

N.N. Dmitriev, Sh.K. Khusnidinov

ACCELERATED METHOD OF DETERMINATION OF LEAF AREA OF CROPS BY COMPUTER TECHNOLOGY

Дмитриев Н.Н. – асп. каф. агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный. E-mail: brianbaitano@mail.ru

Хуснидинов Ш.К. – д-р с.-х. наук, проф. каф. агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный. E-mail: agro@igsha.ru

Dmitriyev N.N. – Post-Graduate Student, Chair of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Protection of Plants, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, Settlement Molodyoznny. E-mail: brianbaitano@mail.ru

Husnidinov Sh.K. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Protection of Plants, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, Settlement Molodyozhny. E-mail: agro@igsha.ru

Приведен краткий сравнительный анализ применяемых методик определения площади листьев изучаемых растений: метод нанесения контуров листьев на миллиметровую бумагу, метод высечек, метод промеров, планиметрический метод. Раскрыты их достоинства и недостатки: метод нанесения контуров листьев на миллиметровую бумагу – метод точен, но очень продолжителен по времени, метод высечек – метод удобен и достаточно быстр, однако неприменим к некоторым культурам и имеет погрешности, метод промеров – доступный, быстрый и простой, с большими погрешностями измерений, планиметрический метод – точный и удобный метод, требующий наличия сложного дорого-

стоящего оборудования. Разработана методика ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур с использованием сканера. Суть метода: на сканер кладется плотная прозрачная пленка, на пленку раскладываются листья исследуемого растения, поверхность которых должна быть предварительно просушена. Листья плотно прижимаются к стеклу экспонирования крышкой сканера. Листовые пластинки сканируются. Полученный результат сохраняется в виде бинарного изображения (двухцветного, иногда называемого черно-белым). Полученное бинарное изображение загружается в программу APFill Ink&Toner Coverage Meter, запускается расчет площади

заполнения листа чернилами и по истечении короткого промежутка времени исследователь получает показатель заполнения поверхности листа чернилами, выраженный в процентах. Далее путем расчетов по предложенной методике получаем площадь сканированных листьев. Используя разработанную методику исследователь получает возможность оценить площадь покрытия страницы формата А4 листьями исследуемой культуры, а далее экстраполировать полученные данные для определения листовой поверхности растений, фотосинтезирующих на определенной площади посева. Предлагаемый метод позволяет быстро и точно проводить измерения, при этом не требует наличия дорогостоящего научного оборудования или сложных программных средств, что делает его доступным для любого исследователя, перед которым стоит задача проведения измерения площади листовой поверхности.

Ключевые слова: площадь листьев, методика определения, планиметрический метод, метод контуров, метод высечек, компьютерная технология, фотосинтетический потенциал, интенсивность фотосинтеза.

The short comparative analysis of the applied techniques of determination of the area of leaves of the studied plants is provided, i.e. the method of drawing contours of leaves on graph paper, the method of carvings, the method of measurements, the planimetric method. Their merits and demerits are revealed: the method of drawing contours of leaves on graph paper is exact, but is very enduring, the method of carvings is convenient and rather fast, however is inapplicable to some cultures and has errors, a method of measurements is available, fast and simple, with big errors of measurements, a planimetric method is exact and convenient method demanding existence of the difficult expensive equipment. The technique of the accelerated determination of the area of a sheet surface of crops with use of the scanner is developed. The method essence: the dense transparent film is put on the scanner; on a film leaves of the studied plant which surface has to be previously dried are displayed. Leaves densely nestle on exhibiting glass a scanner cover. Sheet plates are scanned. The received result remains in the form of a bitmap (bich-

romatic, sometimes called black-and-white). The received bitmap is loaded into the APFill Ink&Toner Coverage Meter program, calculation of the area of filling of a leaf with ink is started and after a short period the researcher receives the indicator of filling of a surface of a leaf with ink expressed as a percentage. Further by calculations for the offered technique we receive the area of the scanned leaves. Using the developed technique the researcher has an opportunity to estimate the area of a covering of the page of the A4 format leaves of the studied culture, and further to extrapolate the obtained data for definition of a sheet surface of plants, photosynthesizing on a certain square of crops. The offered method allows to take quickly and precisely measurements, thus does not demand existence of the expensive scientific equipment or difficult software that makes it available for any researcher whom the problem of carrying out measurement of the area of a sheet surface faces.

Keywords: leaves surface, determination methods, planimetric method, method of contours, method of carvings, computer technology, photosynthetic potential, photosynthetic intensity.

Введение. При проведении научных исследований, связанных с определением биологического потенциала растений, их сравнительной продуктивности в конкурсном сортоиспытании, интродукции растений, агрономической и экологической эффективности разрабатываемых агрофитосистем, необходимым условием обоснования перспективности их использования в практике сельскохозяйственного производства является изучение площади листьев и определение мощности ассимиляционного аппарата изучаемых растений.

Научная ценность определения этого показателя связана с определением фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза, что является основой оценки продуктивности изучаемого растения и разработки технологических приемов его возделывания.

Применяемые в настоящее время методики определения площади листовой поверхности являются довольно громоздкими и связаны с длительностью проведения этого исследования. Вместе с тем, при большом объеме исследований требуется скорость и высокая точность анализов.

При разработке метода ускоренного определения фотосинтетического потенциала был приведен краткий обзор существующих методик определения площади листовой поверхности и предложен новый разработанный метод проведения этого анализа, позволяющий значительно ускорить и облегчить процесс изучения этого показателя.

Цель исследования: дать сравнительную оценку эффективности и точности методам определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур и разработать новую методику ускоренного определения площади ассимиляционного аппарата, фотосинтетического потенциала и интенсивности фотосинтеза.

Задачи исследования:

1) дать анализ применяемых методов определения площади листовой поверхности растений;

2) изложить методику ускоренного определения площади листовой поверхности растений.

Анализ методов определения площади листьев растений

В настоящий момент существует несколько методов определения площади листовой поверхности растений.

1. Нанесение контуров листа на миллиметровую бумагу

Этот метод определения площади листовой поверхности весьма точен, однако он продолжителен по времени. Сложно определить время обработки каждого листа, так как на это влияет размер и сложность листа исследуемой культуры, а в случае измерения площади листьев растений, имеющих мелкие листья, этот метод становится трудноприменимым.

2. Метод промеров

Из каждой пробы методом случайной выборки выбирают по 10 зеленых листьев, взвешивают их и определяют площадь методом линейных измерений по длине (Д) и наибольшей ширине (Ш). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывают по формуле

$$S = D_{cp} \times Ш_{cp} \times 0,7 \times n,$$

где n – число измеренных листьев.

Данный метод подходит для зерновых и других культур с линейной формой листьев [1, 4].

Очевидно, что точность получаемых результатов оставляет желать лучшего, к тому же метод является неприемлимым для большинства сельскохозяйственных культур.

3. Метод высечек

Данный метод широко применяется при определении площади листьев для большинства сельскохозяйственных культур. Для проведения измерений этим методом отбирают среднюю пробу – 10–15 растений (N), быстро срезают листья и определяют их сырую массу (M_л). Складывают листья стопками и делают сверлом высечки определенного диаметра, по 5–10 штук с одного листа. Высечки берут так, чтобы в пробу попали и пластинки листа, и центральные жилки. Определяют массу всех сырых высечек (M_в).

Площадь листьев с одного растения определяют по формуле

$$S = \frac{M_{л} \times a \times \pi D^2}{M_{в} \times N \times 4 \times 10000},$$

где S – площадь листьев одного растения, м²; M_л – листьев в пробе, г; M_в – масса высечек, г; a – количество высечек, шт.; N – количество растений в пробе, шт.; D – диаметр сверла, см; π – математическая константа ≈ 3,14 [2, 4].

Данный метод является несовершенным, так как жилки листа, попадающие в высечки, значительно увеличивают их массу. Кроме этого, масса высечек, взятых в разных местах листа, будет неодинаковой из-за различной их толщины у основания и верхушки. Увядание листьев также вызывает погрешности в измерениях. Листья, взятые после дождя, будут иметь завышенную массу.

4. Планиметрический метод [5]

Средний образец пробы листьев взвешивают и раскладывают на движущейся ленте электронного прибора – планиметра. Прибор выдает площадь листьев в квадратных сантиметрах. Этот метод позволяет измерить площадь листьев достаточно быстро и точно.

Планиметрический метод достаточно точен, однако необходимое оборудование для проведения измерений этим методом зачастую является попросту недоступным.

Результаты исследования. Разработанный нами метод ускоренного определения площади листьев сочетает в себе положительные стороны каждого из вышеперечисленных методов, он

не трудоемок и доступен подавляющему большинству исследователей. Метод основывается на использовании программного средства APFill Ink Toner Coverage Meter 5.8. Программа позволяет узнать заполнение страницы чернилами и средний цвет по листу до печати на принтере. Программа может посчитать заполнение листа при печати с точностью до 1 %. Таким образом, исследователь получает возможность оценить площадь покрытия страницы формата А4 листьями исследуемой культуры, а далее экстраполировать полученные данные для определения листовой поверхности растений, произрастающих на определенной площади посева.

APFill Ink Toner Coverage Meter является условно бесплатным программным обеспечением. Бесплатная лицензия действует в течение 30 дней после установки, после программа требует приобретения платной лицензии.

Порядок проведения измерений:

1. На сканер кладется плотная прозрачная пленка.
2. На пленку раскладываются листья исследуемого растения, поверхность которых должна быть предварительно просушена.
3. Листья плотно прижимаются к стеклу экспонирования крышкой сканера.

4. Листовые пластинки сканируются.

5. Полученный результат сохраняется в виде бинарного изображения (двухцветного, иногда называемого черно-белым). Для проведения этой операции использовался ABBYY Fine Reader.

6. Полученное бинарное изображение загружается в программу APFill Ink&Toner Coverage Meter, загружается расчет площади заполнения листа чернилами, и по истечении короткого промежутка времени исследователь получает показатель заполнения поверхности листа чернилами, выраженный в процентах.

7. Далее путем расчетов по предложенной методике получаем площадь сканированных листьев.

$$S = I \cdot A,$$

где S – площадь сканированных листьев; I – показатель заполнения листа чернилами, %; A – площадь А4 (297·210 мм²).

Пример: В примере не будут описываться пункты порядка работы с 1 по 4, так как они достаточно просты и не нуждаются в пояснении.

Пункт 5. Полученный результат сохраняется в виде бинарного изображения (двухцветного, иногда называемого черно-белым) (рис. 1–5).

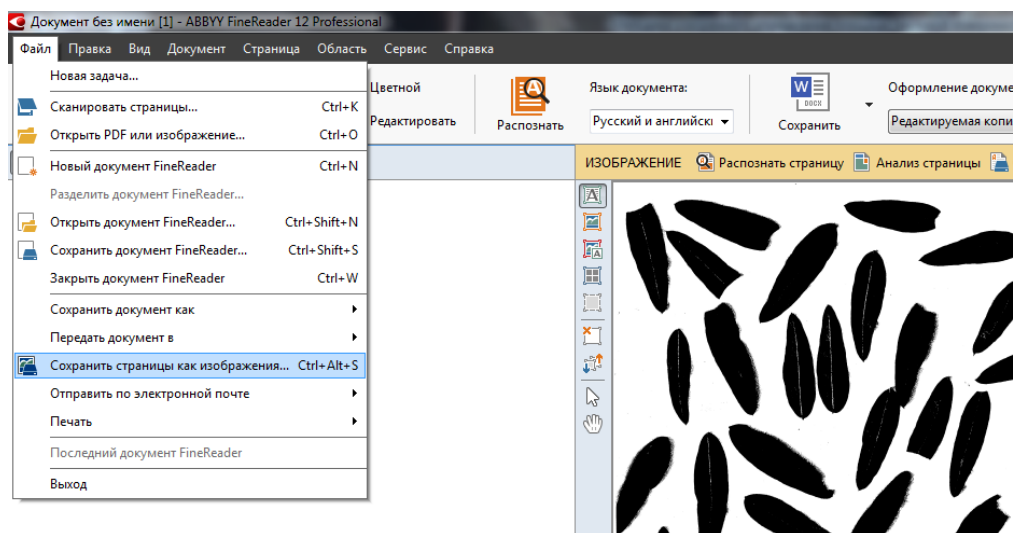


Рис. 1. Сохранение результатов сканирования



Рис. 2. Полученный результат

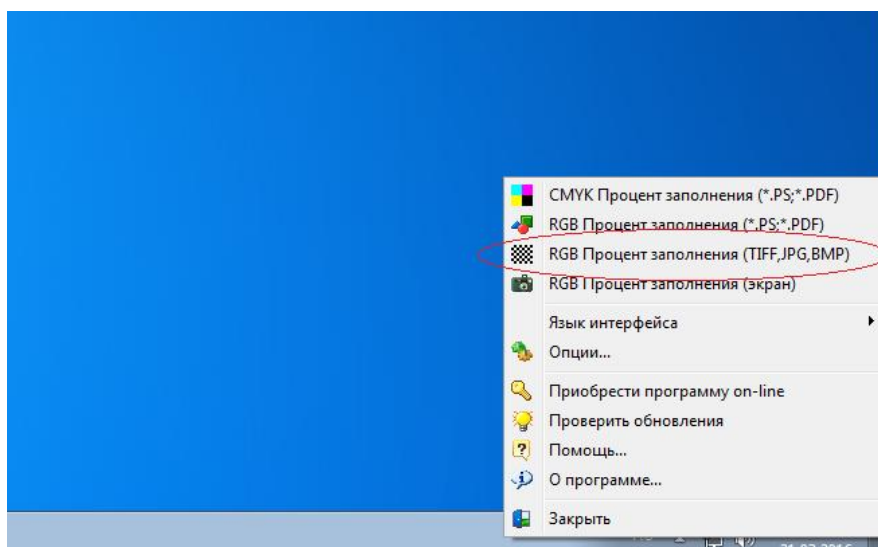


Рис. 3. Открытие полученного изображения через APFill Ink Toner Coverage Met

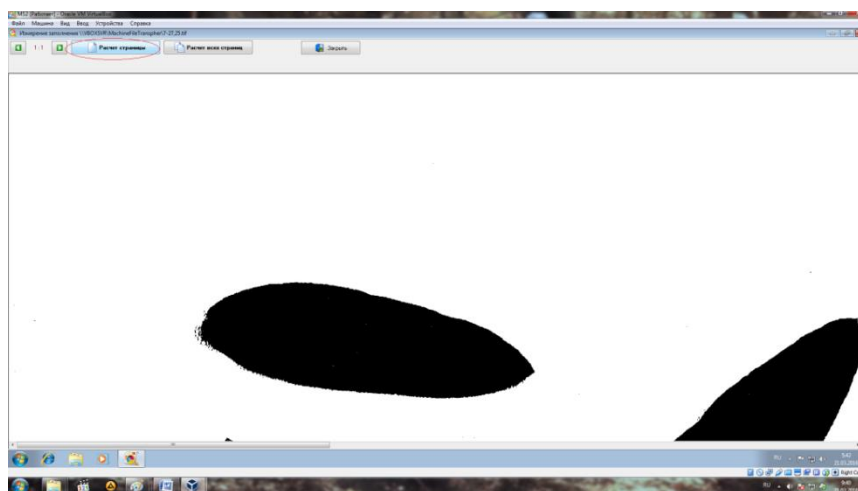


Рис. 4. Расчёт площади покрытия страницы листьями

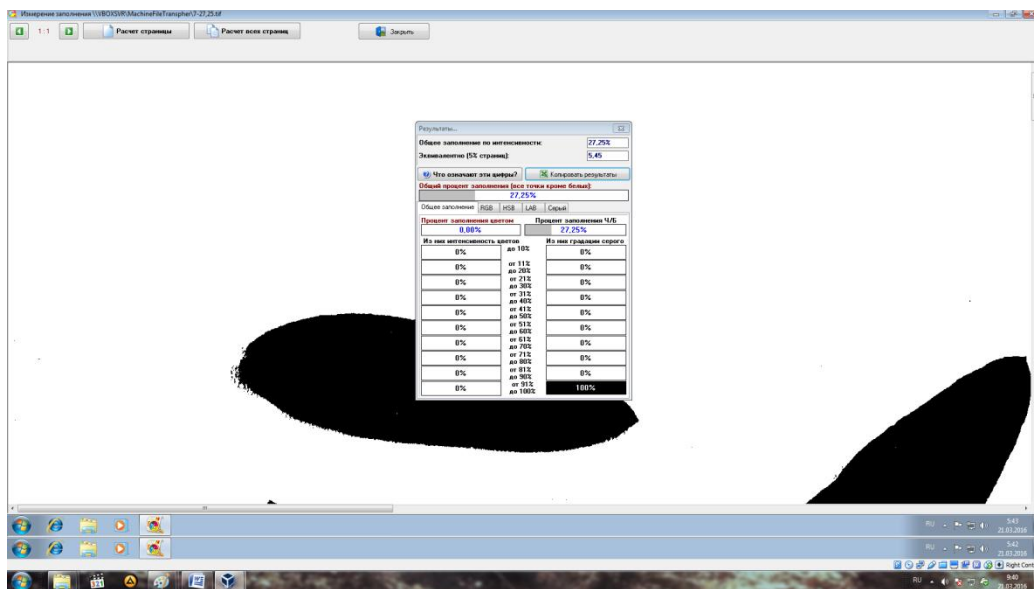


Рис. 5. Полученный результат

Далее расчет площади листьев ведётся по предложенной выше формуле: $27,25\% \cdot (297 \times 210) = 16995,825 \text{ мм}^2 = 169,95 \text{ см}^2$.

Выводы. Предлагаемый метод позволяет быстро и точно проводить измерения, при этом не требует наличия дорогостоящего научного оборудования или сложных программных средств, что делает его ценным и актуальным для любого исследователя, перед которым стоит задача проведения измерения площади листовой поверхности.

Литература

1. Лавренко Е.М. Полевая геоботаника. Т. 1. – Рипол Классик, 1959. – 444 с.
2. Ничипорович А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1969. – С. 50–57.
3. Решецкий Н.П. и др. Физиология и биохимия растений: метод. указания. – Горки, 2000. – 144 с.
4. Тарасенко С.А., Дорошкевич Е.И. Практикум по физиологии и биохимии: практ. пособие. – Гродно: Облиздат, 1995. – 122 с.
5. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справ. пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.

6. Ключкова О.С., Соломко О.Б., Цветков Г.В. Методика определения площади листьев // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. – URL: <http://agrosbornik.ru/innovacii/1/106-2011-10-09-15-29-31.html>.

Literatura

1. Lavrenko E.M. Polevaja geobotanika. T. 1. – Ripol Klassik, 1959. – 444 s.
2. Nichiporovich A.A. Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolju vazhnejshih pokazatelej processov fotosinteticheskoj dejatel'nosti rastenij v posevah. – M.: Izd-vo VASHNIL, 1969. – S. 50–57.
3. Resheckij N.P. i dr. Fiziologija i biohimija rastenij: metod. ukazaniya. – Gorki, 2000. – 144s.
4. Tarasenko S.A., Doroshkevich E.I. Praktikum po fiziologii i biohimii: prakt. posobie. – Grodno: Oblizdat, 1995. – 122 s.
5. Posypanov G.S. Metody izuchenija biologicheskoj fiksacii azota vozduha: spravocnoe posobie. – M.: Agropromizdat, 1991. – 300 s.
6. Klochkova O.S., Solomko O.B., Cvetkov G.V. Metodika opredelenija ploshhadi list'ev // Innovacii v tehnologijah vozdelevanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur: sb. st. – URL: <http://agrosbornik.ru/innovacii/1/106-2011-10-09-15-29-31.html>.