

УДК: 634.1-13; 628.92/.97

**УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ
СЕЛЬКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ
ФОТОЭЛЕМЕНТОВ**

Мишина Анна Михайловна

студент

Anja.2001@yandex.ru

Мишин Михаил Михайлович

кандидат технических наук, доцент

Meik12@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья посвящена обзору устройств для определения площади листьев с/х культур на основе фотоэлементов.

Ключевые слова: фотосинтез, фотоэлемент, площадь, лист, растение.

Фотосинтез – основной процесс питания растений. Показатели фотосинтетической деятельности дают возможность определить ход формирования, размер и качество урожаев. Большое значение имеет величина фотосинтезирующей площади растения [1].

Точный учет этого показателя необходим во многих работах, направленных на повышение урожайности, а также в селекции, для выведения сортов, способных создавать оптимальные по структуре насаждения и образовывать наибольшую продукцию в расчете на единицу рабочей площади фотосинтезирующих органов [2, 3].

Литературные сведения в области методики измерения и определения площади листьев весьма ограничены, хотя и отмечается многообразие решений этого вопроса в зависимости от конкретного случая в исследовательской работе.

Можно назвать наиболее известные и используемые методы: подсчет по контурам на миллиметровой бумаге, планиметрирование, весовой, объемный, фотометрический, метод калиброванных решеток и другие.

Сотрудниками Мичуринского ГАУ Потаповым В.А., Бобрович Л.В., Андреевой Н.В., Полянским Н.А. отработана методика определения площади листа «палетка-курвиметр». Это достаточно удобный и простой способ, но следует учесть, что его используют для листьев овальной, яйцевидной нерассеченной формы [4, 5].

В монографии «Биометрия плодовых культур» [4] авторами предложены способы ускоренного определения площади листьев, которые в основном являются расчетными, связанными с взаимоотношениями определенных параметров (например, длина, ширина, периметр) листа и его площади.

При исследованиях, проводимых в СХПК «Кочетовский» в 2006-2007гг. на смородине черной, нам необходимо было оценить влияние применения фитоиммунокорректоров на ростовые процессы растений, в том числе на площадь листовой пластины. В отечественной литературе очень мало работ, посвященных вопросу методики определения площади листьев смородины, хотя такая необходимость остро ощущается.

Вышеперечисленные методы трудоемки, требуют больших затрат времени, некоторые из них сложны или не пригодны для измерения данного показателя на определенных видах растений. Важно так же найти способ, которым можно пользоваться в полевых условиях, не отделяя лист от материнского растения. Из вышеперечисленных методов нас наиболее заинтересовал фотометрический метод. Рассмотрим сущность этого метода наиболее подробно и попробуем предложить улучшенный вариант [6, 7].

В результате поисков усовершенствования и облегчения использования в практике планиметрического метода разными исследователями предложено много вариантов фотоэлектрических планиметров. Например, Фрир (Frigar, 1935), наряду с другими методами определения площади листьев (планиметрический, весовой, измерения листьев вдоль своих осей и др.), описал прибор, впервые им созданный для этой цели. Прибор Фрира является упрощенным вариантом интегрированной сферической техники, используемой в фотометрии. Площадь листьев определяется на основании величины поглощения им света, измеряемого фотоэлементом. Его прибор состоял из источника света и фотоэлемента на противоположных концах контейнера, окрашенного с внутренней стороны в белый цвет. Матовое зеркальное стекло, заслоняющее круглое отверстие в 18 см диаметром, расположено посередине между фотоэлементом и источником света. Белая полусферическая отражательная перегородка в приборе установлена на прямом пути света ниже стекла так, чтобы реакция фотоэлемента была первоначальной мерой рассеянного освещения от повторного рассеивания света внутри ящика-контейнера. Когда лист расположен на зеркальном стекле, он поглощает свет, понижая уровень рассеянного освещения. Таким образом, реакция элемента соответственно уменьшается.

Большим преимуществом данного метода, по утверждению самого Фрира, является его быстрота. На измерение поверхности 100 листьев требуется всего 15 мин., а ошибка определения составляет не более 3%.

Уменьшение степени освещения путем введения листьев между

источником света и фотометром является основой многих приборов для определения площади листьев. Главные требования, предъявляемые к ним, сводятся к наличию: а) постоянного источника света, б) постоянного освещения листьев, в) образца, испытываемого (измеряемого) фотометром, и г) определенной восприимчивой связи между счетчиком фотометра и площадью листа. В своих исследованиях Фрир установил, что лист растения отражает свет, на него попадающий, не в такой же степени, как другие материалы, и что верхняя поверхность отражает неодинаковое количество света по сравнению с нижней (тем более, если последняя сильно опущена). Исходя из этого, он провел контрольные исследования с черной бумагой, белым картоном и листьями разной толщины. На основании анализа полученных данных он предлагает обязательно калибровать устройство в каждом конкретном случае его применения [1, 4].

В связи с тем, что в конструкции любого фотоэлектрического прибора или устройства для измерения площади листьев необходимо обеспечить постоянный источник света, многочисленными исследователями (Frear, 1935; Withrow, 1935; Mitchell, 1936; Hibbard, Grigsby and Keck, 1937; Kramer, 1937; Miller, Shabdolr and Lerow Holm, 1956; Donovan, Magss and Kalbfeesck, 1958; Grcu-lek, Seroggs and Davis, 1958; Петров и Гаврилов, 1939; Григорьев и Метривели, 1958; Гаврилов и Еременко, 1959; Magss, 1957; Voisey and Mason, 1963; Bonzon, 1964 и др.) предприняты работы с целью решения этой проблемы. Сконструированы и предложены многочисленные приборы и устройства, в которых были использованы флюоресцирующие трубки, лампы накаливания с системами линз, лампы в сочетании с рассеятелями света, фильтрами, интегрированными сферами, отражательными перегородками и собирательными линзами. Их ограниченное применение в практике объясняется необходимостью изготовления самих приборов или устройств, громоздкостью последних, необходимостью удаления листьев с растения, а также тем, что они могут быть даже при недостатках использованы только для измерения листьев небольшого размера. Вот почему Вуазей и Мазон (Voisey and Mason, 1963) предложили

довольно простое и удобное в пользовании устройство фотометра, которое может быть использовано для измерения единичных листьев уже размером до 20X18мм, а Бонзон (Bonzon, 1964) сконструировал прибор для фотоэлектрического измерения поверхностей размером от 30 до 800 см² при относительной ошибке, не превышающей 0,02. Однако, ввиду того что прибор работает с люксометром, состоящим из фотоэлектрической камеры и микроамперметра, имеющего 80 мм длины, автор сам признает необходимость в улучшении его чувствительности и точности измерений [1, 3, 6].

Быстротой и достаточной точностью определений отличается фотоэлектрический планиметр Е. Г. Петрова и Н. И. Гаврилова (1939), в котором при помощи селенового фотоэлемента и стрелочного гальванометра измеряется уменьшение интенсивности освещения в специально прокалиброванной камере после наложения листа на ее прозрачную стенку. Однако и этот прибор не лишен существенных недостатков (зависимость его работы от степени освещенности, громоздкость).

В. Р. Григорьев и С. Г. Метривели (1958) предлагают определить площадь листьев с помощью фотоэлектрического метода, сущность которого сводится к получению отсчетов величины площади на шкале гальванометра. В основе измерения площади с помощью данного прибора также лежит фотоэлектрический эффект. Однако необходимость изготовления самого прибора и специальных рисунков листьев, как предлагают авторы, делает этот метод малоприменимым для практической работы, особенно в случаях массовых определений.

Новой конструкции фотоэлектрический планиметр предложен Н. И. Гавриловым и А. Л. Еременко (1959). Он обеспечивает большую экономию времени и сравнительно высокую точность. Принцип действия этого прибора заключается в том, что, если на пути светового потока, проникающего в полусферическую камеру, поместить лист, сила электротока в селеновом фотоэлементе будет меньше на величину, соответствующую площади листа. Как и конструкции других авторов, прибор Н. И. Гаврилова и А. Л. Еременко

недостаточно совершенен, так как в зависимости от положения помещенных на стеклянную пластинку листьев по отношению к центру рабочей поверхности показания могут быть различными. Поэтому перед работой прибор обязательно нужно проверить и внести соответствующие поправки. А. А. Ничипорович и др. (1961) отмечают, что если фотопланиметр хорошо отградуирован и учтены его возможные погрешности (краевой эффект, в частности), то он может быть использован как эталонный способ для получения градуировочных кривых и коэффициентов в методе типовых листьев, а также в определении площади листьев по параметрам и т. д. [2, 8].

Несколько отличается от всех обычных конструкций фотопланиметр Орхарда (Orchard, 1961), в котором автоматически регистрируются фотоэлектрические импульсы, которые вызываются световым пятном, движущимся по рабочему полю. По силе импульса можно отличить закрытые листом элементы поверхности от незакрытых. Этот фотопланиметр пригоден для измерения больших листьев простых форм и был пока испытан для листьев сахарной свеклы.

При работе всеми оптическими, планиметрами очень важно, чтобы стекла, между которыми вкладываются листья, были постоянно чистыми. Необходимо также обращать внимание на возможное покрытие росой, возникающее при транспирации листьев, и на увядание нежных тонких листьев. У последних возможно, в связи с этим, уменьшение поверхности.

Исходя из того, что все вышеперечисленные приборы и устройства являются громоздкими, крупногабаритными, а также из того, что листья, подлежащие измерению, обязательно удаляются с растения, Вуазей и Клоек (Voiscy and Kloek, 1964) изготовили и предложили портативный, очень удобный для работы как в лабораторных, так и в полевых условиях прибор. В нём использован плоский электролюминесцентный источник красного излучения и большой селеновый фотоэлемент. Измеряемый лист помещается прямо между источником света и фотоэлементом. Однако, как признает сам автор, точность измерения недостаточно велика, и размеры рабочей

(электролюминесцирующей) пластинки не позволяют измерять крупные листья.

Удобные портативные фотопланиметры предложили также Steut (1963), Woodwell и Bourdean (1965).

Таким образом, несмотря на большое разнообразие фотоэлектроизмерительных устройств и приборов, применение их в исследовательской практике ограничено.

Список литературы:

1. Фулга И.Г. Изучение фотосинтетической поверхности растений. Молдавский НИИ садоводства, виноградарства и виноделия. – «Картя молдовеняскэ»: Кишинев – 1975. – 178с.
2. Теоретическая оценка асимметричных распределений биологических показателей / Л.В. Бобрович, Н.В. Андреева, Н.В. Картечина, Л.И. Никонорова // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 240.
3. Оптимизация исследований в садоводстве с применением математической статистики / Л.В. Бобрович, Н.В. Картечина, Р.Н. Абалуев [и др.] // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 4.
4. Потапов В.А., Завражнов А.И., Бобрович Л.В., Петрушин В.Н. Биометрия плодовых культур. – Мчуриинск: Издательство ФГОУ ВПО МичГАУ, 2004. – 332с.
5. Способы ускоренного массового определения площади листьев в садоводстве / Л.В. Бобрович, Н.В. Андреева, Н.В. Картечина, Л.И. Никонорова // В сборнике: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения). Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2019. – С. 107-109.
6. Дорохова, А.М. Создание логической и физической модели базы данных / А.М. Дорохова, В.А. Шацкий, Н.В. Картечина // Наука и Образование.

– 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 36.

7. Дорохова, А.М. Составление технического задания на разработку программного продукта / А.М. Дорохова, В.А. Шацкий, Н.В. Картечина // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 37.

8. Статистико-морфометрический анализ листьев смородины с использованием цифровых технологий / Н.Е. Макова, О.Е. Богданов, Н.В. Картечина, Л.И. Никонорова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (59). – С. 27-30.

UDC 634.1-13; 628.92/.97

**DEVICES FOR DETERMINING THE LEAF AREA OF
AGRICULTURAL CROPS BASED ON SOLAR CELLS**

Mishina Anna Mikhailovna

student

Anja.2001@yandex.ru

Mishin Mikhail Mikhailovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Meik12@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article is devoted to the review of devices for determining the area of leaves of agricultural crops based on solar cells.

Key words: Photosynthesis, solar cell, area, leaf, plant.