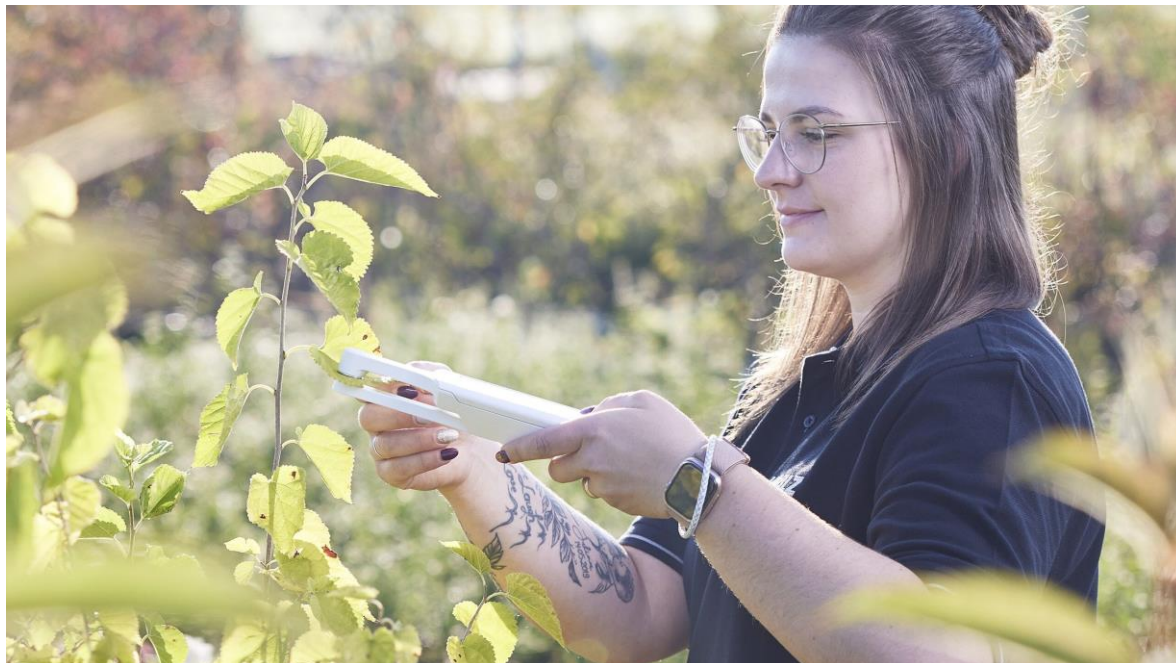




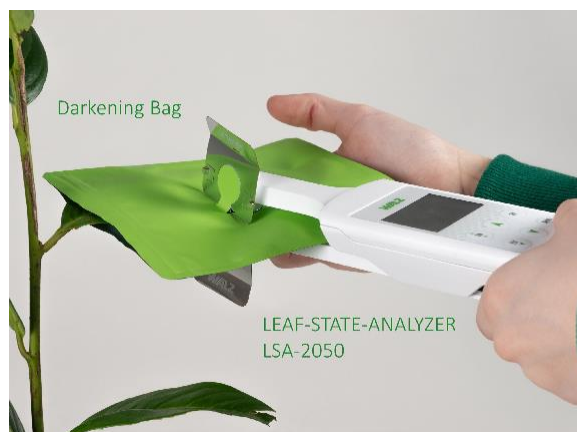
# LSA-2050

## АНАЛИЗАТОР СОСТОЯНИЯ ЛИСТА

LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050 — это портативное устройство для неинвазивного анализа листьев. Устройство анализирует три области, которые связаны с состоянием здоровья растения: (1) степень защиты от ультрафиолетового и сильного видимого излучения, (2) концентрацию хлорофилла и (3) максимальный фотохимический квантовый выход фотосистемы II, FV/FM. Подводя итог, LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050 дает картину стрессовых эффектов и способности растения справляться со стрессом.

### Выдающиеся свойства LEAF-STATE-ANALYZER

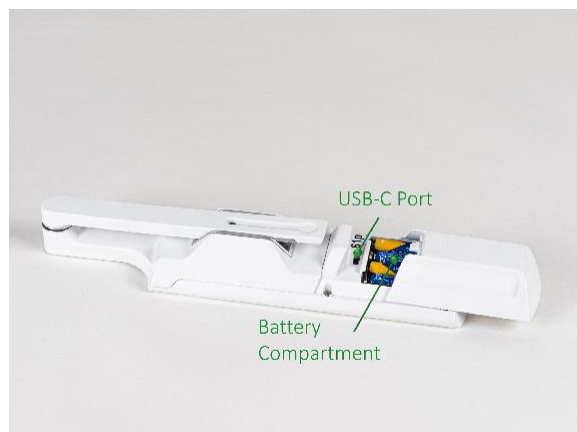
- Меры защиты от особо вредного УФ-В-излучения
- Зонды, работающие в четырех диапазонах волн: УФ-В, УФ-А, синий и зеленый
- Обеспечивает данные стрессовых факторов содержания хлорофилла и повреждения фотосистемы II



Зондирование листа после предварительного затемнения в затемняющем мешке (LSA-2050/DB). Темновое акклиматизирование важно для правильного определения максимального выхода фотосистемы II, FV/FM.



Функциональные блоки LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050.  
«Головка детектора-излучателя»: светодиоды и детектор для скрининга и измерений FV/FM. «Излучатель FR, NIR»: светодиоды для определения концентрации хлорофилла.



Отсек для батареи и порт USB-C для передачи данных.



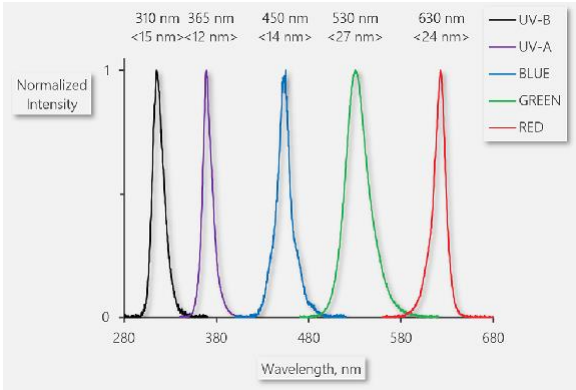
АНАЛИЗАТОР СОСТОЯНИЯ ЛИСТЬЕВ LSA-2050 со снятой нижней частью для измерения состояния плодов.

### Основные свойства LEAF-STATE-ANALYZER

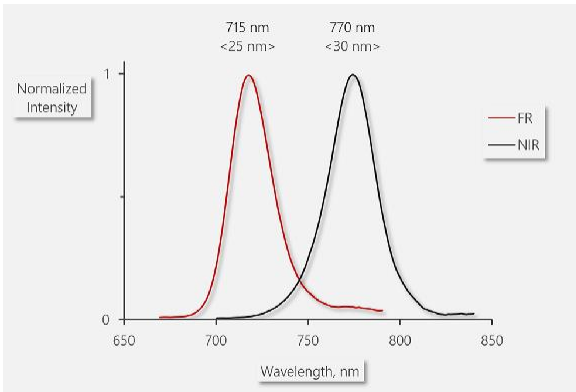
Анализатор LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050 измеряет экранирование излучения по эффективности возбуждения флуоресценции. Четыре различных используемых диапазона волн возбуждения можно отнести к четырем группам пигментов: УФ-В и УФ-А для гидроксикоричных кислот и флавоноидов соответственно [1], синий для каротиноидов [2] и зеленый для антоцианов [3]. Приведены значения поглощения, указывающие относительную концентрацию флавоноидов и антоцианов.

Концентрация хлорофилла измеряется методом Cerovic [4]. Метод отличается высокой чувствительностью даже при высоких концентрациях хлорофилла. Фотосистема II анализируется хорошо зарекомендовавшим себя методом флуоресценции/насыщения PAM [5]. При каждом измерении регистрируются данные GPS, ориентация листьев и направление солнечного излучения.

Спектры светодиодов

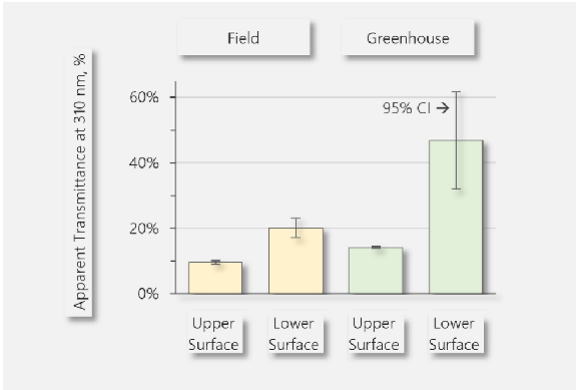


Нормализованные спектры излучения светодиода головки детектора-излучателя LEAF-STATE-ANALYZER-2050. Положения пиков и полная ширина на половине максимума (в скобках) указаны в нм.

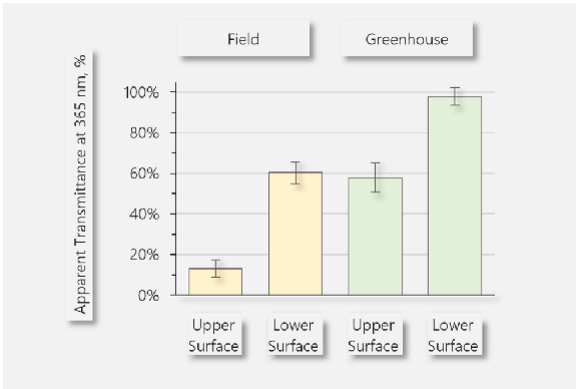


Нормализованные спектры излучения светодиодов головки излучателя FR, NIR LEAF-STATE-ANALYZER-2050. Положения пиков и полная ширина на половине максимума (в скобках) указаны в нм.

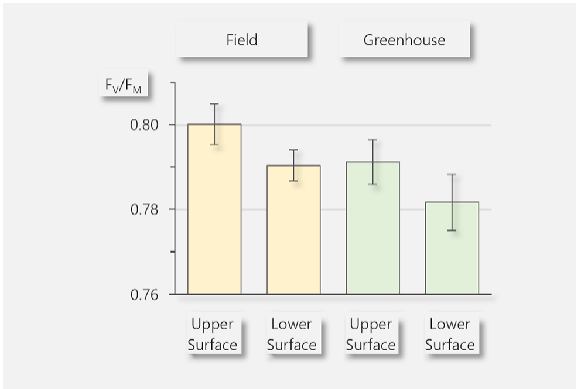
Применения



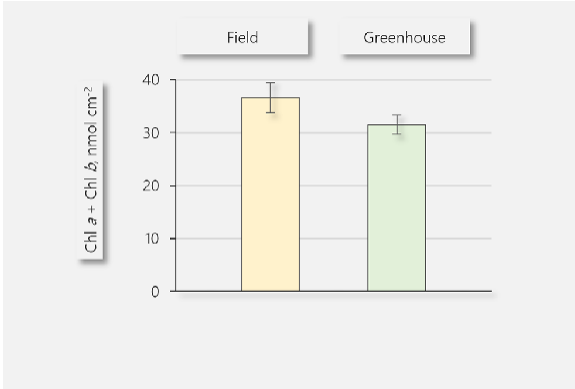
Экранирование УФ-В (кажущаяся прозрачность при 310 нм).  
Четырехнедельные саженцы фасоли (*Phaseolus vulgaris* cv. Саха) выращивались либо в поле, либо в теплице, как показано на рисунке. Интенсивность видимого света в теплице составляла около одной трети интенсивности поля, а УФ-излучение практически отсутствовало. Исследовались верхняя и нижняя стороны листьев (см. метки оси x). Показаны средние значения четырех растений на обработку (полосы погрешности показывают 95% доверительные интервалы). Экранирование УФ-В было наиболее эффективным (10%) на верхней стороне листьев, выращенных в поле.



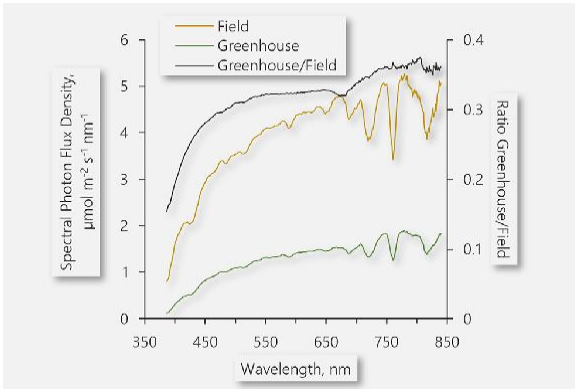
Экранирование УФ-А (кажущаяся прозрачность при 365 нм).  
Экранирование УФ-А было наиболее эффективным (10%) на верхней стороне листьев, выращенных в полевых условиях, но оно практически отсутствовало на нижней стороне листьев, выращенных в теплице. (Вернуться назад для получения экспериментальной информации.)



Максимальный фотохимический квантовый выход фотосистемы II, Fv/Fm. Наибольший Fv/Fm был измерен на верхней стороне листьев, выращенных в полевых условиях, наименьший Fv/Fm имел нижнюю сторону листьев, выращенных в теплице. Данные согласуются с Wientjes et al. (2013) J Phys Chem B 117: 11200–11208, которые приписали высокий Fv/Fm акклиматизации к высокой интенсивности света светособирающей антенны фотосистемы II. (Вернуться назад для экспериментальной информации.)



Общая концентрация хлорофилла (Chl a + Chl b) выше в листьях, выращенных в полевых условиях, по сравнению с листьями, выращенными в теплице.  
(Вернитесь назад для получения экспериментальной информации.)



Спектры света, измеренные в полдень в теплице (зеленая линия) и в поле (темно-желтая). Спектр соотношения «теплица/поле» (черная линия) снизился примерно с 0,3 при 500 нм до примерно 0,15 при 400 нм. Это снижение обусловлено поглощением синего света теплицей, который становится заметным в УФ-диапазоне. Спектры были записаны с помощью миниатюрного спектрометра MINI-SPEC/MP (см. MINI-PAM-II, Аксессуары).

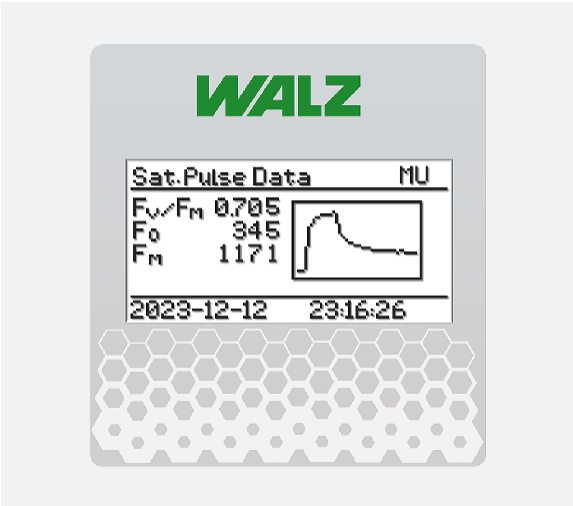
## Программное обеспечение LSA-2050

### Общие характеристики и графический интерфейс пользователя

Программное обеспечение LSA-2050 работает как прошивка на процессоре LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050. Все сборы данных и настройки прибора выполняются с помощью клавиатуры на приборе. Акустические сигналы указывают на начало и конец измерения. Специальное программное обеспечение Windows преобразует данные LSA-2050 в файл Excel. Файл Excel отображает все ключевые результаты в наглядной форме. Все без исключения индивидуальные значения, из которых выводятся результаты, легко доступны.



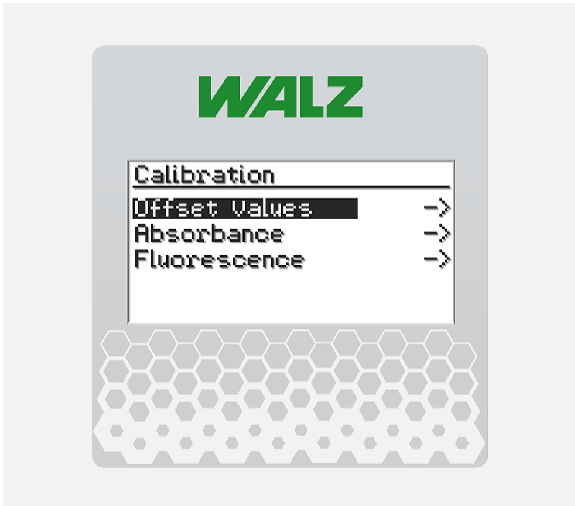
LSA-2050 Обзор.  
Все измеренные значения наглядно представлены в числовой и графической форме.



Данные о насыщенном импульсе.  
Предоставляются данные F<sub>0</sub>, F<sub>m</sub> и F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>, а также переходный процесс флуоресценции, вызванный импульсом насыщения.



Главное меню.  
Главное меню открывает доступ ко всем настройкам и функциям LSA-2050.



Калибровка.  
Меню «Калибровка» предоставляет доступ к отдельным процедурам калибровки.



## Аксессуары для LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050

### Затемняющие мешки LSA-2050/DB

Аксессуар предназначен для затемнения листьев в полевых условиях. Для измерения максимального квантового выхода фотосистемы II, FV/FM, необходима темновая акклиматизация. Мешки изготовлены из светонепроницаемого материала. Концентрацию хлорофилла можно определить через центральное отверстие. Мешки доступны в трех размерах. Подробности см. в разделе «Характеристики».



## Характеристики LSA-2050

### LEAF-STATE-ANALYZER LSA-2050

Основной дизайн

**Корпус:** Портативное устройство с питанием от батареек, состоящее из блока управления и зажима для образца, оба изготовлены из окрашенного полиамида 12 (PA 12). Блок управления оснащен держателем для четырех батареек типа AAA и разъемом USB-C. Две металлические плоские пружины сжимают зажимные губки. Нижняя зажимная губка съемная.

**Дисплей:** Трансфлексивный черно-белый ЖК-дисплей с подсветкой, 48 x 27 мм, 128 x 64 пикселей

**Управление:** шесть клавиш управления плюс отдельная клавиша ПУСК для запуска измерения

**Память данных:** Флэш-память, 8 МБ, обеспечивающая память для более чем 30 000 наборов данных

**Передача данных:** USB-C port

**Источник питания:** 4 аккумулятора AAA (Micro) (eneloop 1,2 В/2 Ач); 4 запасных аккумулятора, автоматическое выключение/выключение, зарядное устройство (от 100 до 240 В переменного тока, 50-60 Гц) на 4 аккумулятора

**Рабочая температура:** от -5 до +45 °C, без конденсации

**Размеры:** maximum 26.5 cm x 7.0 cm x 3.5 cm (L x W x H)

**Вес:** 240 г (без батареек)

Измерительные модули

**Зона обзора:** Диск диаметром 10 мм

**Верхняя зажимная губка:** Пять светодиодов расположены по кругу вокруг PIN-фотодиода, который защищен от излучения светодиода длиннополосным фильтром. Диск из кварцевого стекла закрывает отсек светодиода/фотодиода. Измерительный свет состоит из импульсов длительностью 10 мкс, подаваемых с частотой 15 Гц, за исключением определений FM (100 Гц). Типичная максимальная длина волны излучения, полная ширина на половине максимума (FWHM) и интегрированная интенсивность при 15 Гц составляют: УФ-В, 310 нм, 15 нм, 0,1 мкмоль м-2 с-1 (0,05 Вт м-2). УФ-А, 365 нм, 12 нм, 0,3 мкмоль м-2 с-1 (0,1 Вт м-2). Синий, 450 нм, 14 нм, 0,1 мкмоль м-2 с-1. Зеленый, 530 нм, 27 нм, 0,1 мкмоль м-2 с-1. Красный, 630 нм, 24 нм, 0,1 мкмоль м-2 с-1. УФ-светодиоды активируются только в присутствии флуоресцирующего образца.

**Нижняя зажимная губка:** Дальний красный светодиод (пиковая длина волны 715 нм, FWHM 25 нм) и ближний инфракрасный светодиод (пиковая длина волны 770 нм, FWHM 30 нм) расположены в центре области просмотра. Светодиоды закрыты светорассеивающим диском и кварцевым диском

**Геопространственные данные:** GPS-приемник, а также акселерометр, гироскоп и датчики магнитоскопа добавляют геопространственную информацию к каждому измерению, включая угол, под которым солнечный свет падает на лист.

Зарядное устройство

**Конструкция:** Четырехпозиционное интеллектуальное зарядное устройство для никель-металлгидридных (NiMH) или никель-кадмиевых (NiCd) аккумуляторов типоразмера AA или AAA

Кейс для переноски LSA-2050/T

**Дизайн:** Мягкий пластиковый корпус с ручкой

**Размеры:** 36.0 cm x 30.5 cm x 8.0 cm (L x W x H)

**Вес:** 920 г

**Аксессуары**

Затемняющие мешки LSA-2050/DB

**Общая конструкция:** Набор из трех маленьких, трех средних и трех больших светонепроницаемых пакетов для темной акклиматизации листьев разных размеров, изготовленных из алюминиевой фольги, окрашенной снаружи. Каждый пакет имеет центральное отверстие диаметром 2 см для неинвазивного определения концентрации хлорофилла с помощью LSA-2050. Во время темной акклиматизации обе стороны отверстия закрыты металлизированными пластиковыми клапанами PET. Клапаны магнитно притягиваются друг к другу, что обеспечивает их плотное прилегание к поверхности пакета. Клапаны гибко прикреплены к затемняющему пакету с одного конца. Другой, свободный конец, слегка отогнут наружу, так что зажим для образца LSA-2050 можно направить к отверстию, откинув клапаны.

**Размеры:** 100 мм x 70 мм, 150 мм x 100 мм, 180 мм x 120 мм (маленький, средний и большой размер соответственно)

**Вес:** 3 г, 4 г, 5 г (маленький, средний и большой размер соответственно)