

M-PEA

多機能 Plant Efficiency
アナライザー



日本総代理店
旭光通商株式会社
www.kyokko.com

Hansatech
Instruments



M-PEA

多機能 Plant Efficiency アナライザー

- > 植物の光合成効率の研究(屋内にも野外にも対応)
- > M-PEA-1 は蛍光及び P700+変調吸光度測定に対応
- > M-PEA-2 は M-PEA-1 の機能に加えて、遅延蛍光(DF)及び葉の吸収率測定が可能
- > 光源とディテクターを備えたセンサーユニットが付属
- > USB 接続による PC(Windows)との容易な通信
- > ソフトウェアによるデータ解析

M-PEA 多機能 Plant Efficiency アナライザー

M-PEA(Multi-Function Plant Efficiency Analyser)は、高速蛍光キネティック及び P700 +吸光度測定、そして遅延蛍光 (DF)測定を組み合わせ、植物の光合成効率を研究するための包括的システムです。

システムには「コントロールユニット」と光源とディテクターを内蔵する「センサーユニット」が含まれます。

Windows®専用ソフトウェア(M-PEA+)で制御でき、M-PEA 本体によって複雑な実験をデザイン、アップロード、実行できます。データは、USB2.0 接続経由でソフトウェアにダウンロードできます。

コントロールユニットが小型なため、研究室の小さなスペースでも測定を行うことができます。本体前面には、電源スイッチ、LED インジケータ、センサー接続、LCD ディスプレイがあります。本体背面には、12V DC 電源入力、M-PEA+ソフトウェア接続用 USB2.0 があります。



M-PEAセンサー

M-PEA-1 センサーユニットには、高輝度赤色光源、遠赤外光源、蛍光ディテクター、および P700 +吸光度測定用の変調エミッター & ディテクターが含まれています。M-PEA-2 には、高感度遅延蛍光ディテクターと葉の吸収率を測定するディテクターが追加されています。これら全てのパーツ類は、埃、汚れ、湿気から保護されるよう設計されています。



M-PEA+ソフトウェア

M-PEA Plusは、実験計画と展開、記録されたデータの包括的な解析のために作成されたWindows®のカスタムソフトウェアパッケージです。

M-PEA+は主に下記2つの要素で構成されています。

M-PEA+ プロトコルエディター

プロトコルエディターにより、M-PEAシステムの実験プロトコルを作成することができます。

実験は、PSIおよびPSII複合体の活性を調べるために、単純な1秒間の即発蛍光測定から、即発および遅延蛍光、P700+および相対吸収率を用いたマルチフラッシュ測定まで、複雑な範囲に及びます。

データ解析モジュール

サンプルの蛍光の微妙な違いを効果的に示すために、いくつかの異なるデータ表示手法が組み合わされています。データはグラフ、表、放射状プロットを使用して、M-PEAで測定された58個の蛍光パラメータを表示することができます。転送されたデータはCSV形式でエクスポートされ、外部ソフトウェアパッケージでさらなる解析を行うことができます。



測定項目

Fo - PSII のアンテナにおける励起クロロフィル a 分子による発光を表します。真の Fo レベルは、Qa と呼ばれる PSII の最初の安定した電子受容体が完全に酸化された場合にのみ観察されます。そのためには暗順応が必要です。

Fm - 連続光により得られた最大蛍光値。このパラメータは、光強度が完全に飽和していて電子受容体 Qa が減少している場合にのみ、最大と呼ばれることがあります。

Fv - 値の可変部分を示し、光化学的消光の最大容量と関連します。Fm 値から Fo 値をマイナスしたものです。

Fv/Fm - PSII の最大量子効率の指標であり、植物の光合成性能の指標であると広く考えられています。0~1 の間の比率として表され、健康なサンプルは通常約 0.85 の Fv/Fm 値となります。これよりも低い値は、PSII 内の光化学的消光能力を低下させるようなストレス要因にサンプルがさらされたことを意味します。Fv/Fm は、最大蛍光値(Fm)に対する可変蛍光(Fv)の比率として表されます。

Tfm - 最大蛍光値(Fm)に達した時間を示します。このパラメータはサンプルストレスを示すために使用できます。

Area - FoFm 間の蛍光曲線の上のエリアは、光化学系 II 還元側の電子受容体 Qa のプールサイズに比例します。反応中心からキノールプールへの電子移動がブロックされると(DCMU の作用等)、面積は劇的に減少します。

P700 吸収

光合成電子伝達系は、3 つの大きなタンパク質複合体である光化学系 II(PSII)、シトクロム(cyt b6 / f)、光化学系 I(PSI) で構成されています。P700 は、PSI の反応中心内のクロロフィルを説明するためによく使用されるワードです。光化学系が最も反応する波長であるためです。強光を照射すると、光合成電子伝達系はとて減少します。

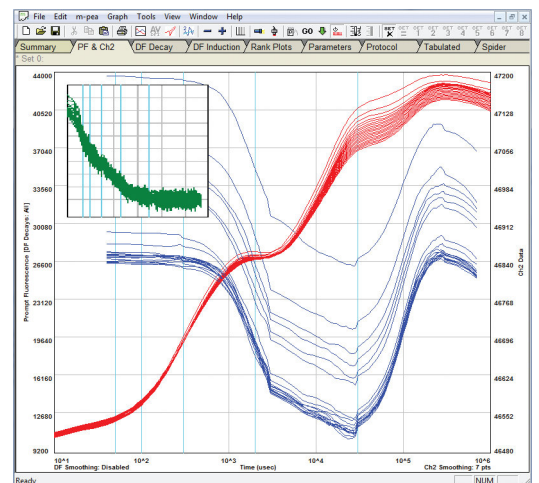
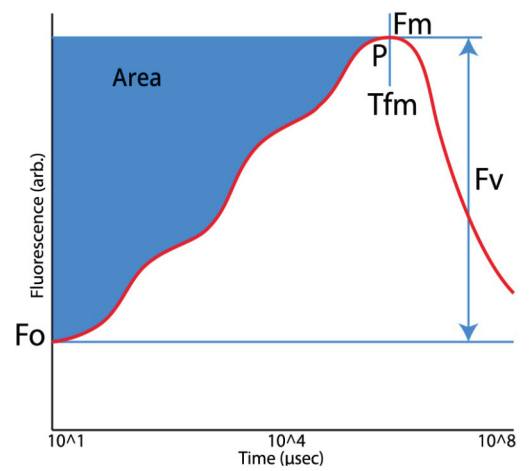
この還元からの電子は、次に酵素フェレドキシン-NADP+レダクターゼを活性化し、最終的にNADP還元とCO2固定をもたらします。この還元プロセスはカウツキー誘導曲線のOJIPステップによって表されます。

P700 の酸化により、800~850nm の波長で吸光度が増加します。M-PEA は、ピーク波長 820nm の変調 LED と高感度フォトダイオードを使用して P700 の透過率を測定し、蛍光測定中に PSI 複合体の吸光度を監視します。

820nm LED はアクチニックではないため、M-PEA はPSII 複合体を乱すことなく高い光強度を使用できます。したがって、M-PEA はクロロフィル蛍光と 820 nm での透過を同時に測定する方法を提供し、光合成電子伝達系の両端で、カウツキー誘導中の電子伝達プロセスの研究を可能にします。

M-PEA は PSI 複合体を優先的に励起するために使用可能な遠赤光源も内蔵されています。還元は、PSII 活性によるシステム間電子伝達系を介して発生し、電子は加水分解から発生します。

M-PEA は、高品質な P700 +吸光度測定のために光学的フィルタリングをされ、変調 820nmLED を使用します。P700 +アクティビティは高速応答 PIN フォトダイオードおよび 16 ビット A/D コンバータを使用して低ノイズで記録され、優れた SN 比を実現します。



遅延蛍光測定

遅延蛍光(DF)は、PSII アンテナ複合体の同じクロロフィル分子に由来するため、即発蛍光(PF)と多くの共通点があります。

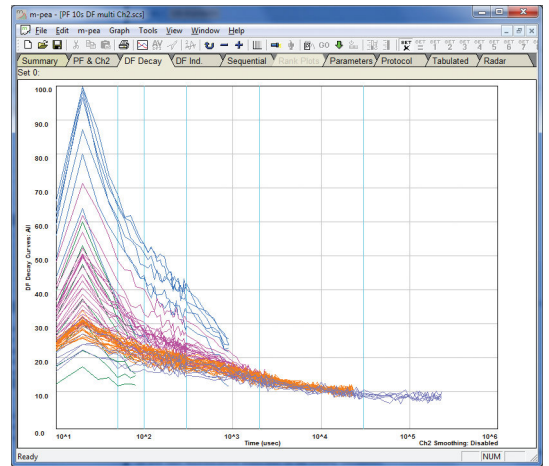
遅延蛍光は、緑の植物、藻類、光合成細菌が光にさらされた後、即発蛍光発光が減衰した後に短時間放出される光です。遅延蛍光は、スペクトルの赤/赤外領域で発生します(即発蛍光と同じ)。ただし、遅延蛍光発光の強度は、即発蛍光の強度よりも少なくとも2桁低い

ため、信号を測定するには非常に高感度な装置が必要です。即発蛍光と同様に、遅延蛍光発光の特性は、光化学系IIの機能状態と光合成反応中心全体に非常に関連があります。

理論的に遅延蛍光は即発蛍光よりも光合成プロセスに関するより多くの情報を持っています。蛍光測定器はほとんどすべての研究所にあります。遅延蛍光は現時点では光合成生物を研究するための方法として確固たる地位を築くことはできていません。

幸いなことに近年、電子工学開発と遅延蛍光測定理論の両方で大きな進歩が見られました。結果、遅延蛍光を実用的な科学研究に利用することが可能になってきています。M-PEAを開発したのはこのような背景があるからです。

遅延蛍光発光は、50年以上前から科学者の間で知られています。これは、Strehler and Arnold (1951)が、緑藻クロレラにおける光による ATP 蓄積の測定にホタル発光を使用しようとしたときに発見されました。彼らは、ルシフェラーゼとルシフェリンを添加しなくても、照射後の暗闇の中で藻類細胞と葉緑体から長時間の輝きがあることを発見しました。遅延蛍光は、使用されたさまざまな光合成サンプル、つまり葉(Strehler and Arnold 1951)、葉緑体、および光合成細菌(Arnold and Thompson 1956)の特徴であることがわかりました。Strehler and Arnold は、それが実際には光合成反応の逆転によって引き起こされたクロロフィルの化学発光であると仮定しました。遅延蛍光と光合成反応の密接な関係は、多くの研究で確認されており、遅延蛍光は即発蛍光よりもさらに感度が高いことがわかりました(Kramer and Crofts, 1996)。



M-PEA-1 と 2 の比較表

	蛍光測定			
	即発蛍光	P700+吸収	遅延蛍光	相対吸収率
M-PEA-1	✓	✓	✗	✗
M-PEA-2	✓	✓	✓	✓

システム構成

- > M-PEA コントロールユニット&センサー
- > HPEA/LC リーフクリップ×20 個
- > 電源
- > ケース
- > USB ケーブル
- > USB ドライバ、ソフトウェア、マニュアル

技術仕様書

M-PEA制御ユニット

内部仕様: 1 x高性能16ビットマイクロコントローラー、
1 x拡張フラッシュ8ビットコントローラー、
デュアルチャンネル1x変調、1 x非変調、
16ビット分解能A/D10 μ sのサンプリングレート
デュアル16ビットD/A光源、コントローラー

メモリー: 32Mb内蔵メモリー容量
ディスプレイ: LCD(4行×20文字)
測定時間: 0.001~300秒
(プロトコル毎に最大100回繰り返し可能)

接続: USB 2.0(12Mb/s)
電源: 12V @ 1A DC
寸法: 230×190×85mm、1.4kg

M-PEA-1センサーユニット

光源:
アクチニク NIRショートパスカットフィルタ付き超高輝度LED
 λ 625nm、半値幅20nm、最大光強度5000 μ molm⁻²s⁻¹

遠赤
ロングパスフィルタ付き超高輝度LED
最大光強度1000 μ molm⁻²s⁻¹

P700+
光学的フィルタリングされたパルス変調820nmLED
強度は0~100%

検出器:
即発蛍光 730nm(±15nm)バンドパスフィルターを備えた低ノイズ、
高速応答のPINフォトダイオード

P700+
光バンドパスフィルターを備えた低ノイズ、
高速応答のPINフォトダイオード

M-PEA-2光学センサーユニット

光源: M-PEA-1と同じ
検出器: M-PEA-1と同じものに下記を追加

- ・730 nm(±15 nm)バンドパスフィルターを備えた
高感度広帯域アバランシェフォトダイオード(遅延蛍光測定用)
- ・低ノイズ、高速応答PINフォトダイオード(葉の吸収率測定用)

測定項目

OJIPデータ:
tFm、Area、Fo、Fm、Fv

正規化されたデータ:

Fo / Fm、Fv / Fm、Fv / fo、Vj = (Fj - Fo) / (Fm - Fo)、
Vi = (Fi - Fo) / (Fm - Fo)

特定のフラックス:

ABS / RC、DIo / RC、TRo / RC、ETo / RC、REo / RC

CSoあたりの見かけのフラックス:

ABS / RC、DIo / RC、TRo / RC、ETo / RC、REo / RC

部分的なパフォーマンス:

Γ (RC) / (1 - Γ (RC))、 Φ (Po) / (1 - Φ (Po))、 Ψ (Eo) / (1 - Ψ (Eo))、
PI(abs)、 Δ (Ro) / (1 - Δ (Ro))

タイムマーク:

Ft1、Ft2、Ft3、Ft4、Ft5

部分的な領域:

FoからFt1、Ft1からFt3、Ft1からFt4、Ft1からFt5、Ft3からFt4、
Ft4からFt5、Ft5からFm

勾配と積分:

dVg / dto、dV / dto、Sm = 面積 / Fv、N = Sm / Ss、Sm / tFm

収率=フラックス比:

TRo / ABS = Φ (Po)、ETo / TRo = Ψ (Eo)、

ETo / ABS = Φ (Eo)、

REo / ETo = Δ (Ro)、REo / ABS = Φ (Ro)

C.Smあたりの見かけのフラックス:

(ABS / C.Sm) ~ Fm、DIo / C.Sm、TRo / C.Sm、ETo / C.Sm、
REo / C.Sm

総合的なパフォーマンス、推進力、およびレート:

PI(合計)、DF(abs)、DF(合計)、kP / ABS * kF、kN / ABS * kF

ユーザーパラメーター:

3ユーザーが入力した値



ハンザテック・インスツルメンツ社は、
40年以上にわたって高品質の
科学機器を開発してきた英国の
企業です。
当社のシステムは、世界100カ国
以上の国々で、細胞呼吸や光合成
の教育・研究に広く利用されて
います。
品質、信頼性、価格性能の高さに
おいて、高い評価を得ています。



当社の製品群は、クラーク型ポーラロ
グラフィックセンサーを用いた酸素測定
のためのモジュール式ソリューション
から構成されています。
また、連続放起とパルス変調の両方の
測定技術を用いたクロロフィル蛍光
測定システムも開発しています。
また、試料のクロロフィル含有量を測定
するための光学機器も備えています。



ハンザテックインスツルメンツの製品
をご購入いただいたお客様には、
継続的なサポートと迅速で効率的な
対応をお約束します。
サポートは、直接、または当社の
グローバルな代理店ネットワークから
受けることができます。
また、サポートチケットシステムへの
アクセスも可能です。機器のマニュアル
やソフトウェアのアップグレードを提供
します。

日本総代理店
旭光通商株式会社
www.kyokko.com

Hansatech
Instruments