

Beeinflussung der Photosynthese durch handelsübliches Petroleum beschrieben mit dem TEACHING-PAM Fluorometer

von Steffi Mewes

Schön ist eine Petroleumkerze auf dem Tisch des Wohnzimmers anzusehen. Aber vermag eine Pflanze die entstehenden Stoffe unbeeinflußt zu überstehen? Im folgenden Versuch werden zwei handelsübliche Petroleumarten und ihre Wirkung auf die Erbsenpflanze (*Pisum sativum*) getestet. Tatsächlich hat eine Petroleumart bei jungen Erbsenblättern starken Einfluß auf die Energetisierung der Thylakoidmembran.

Einleitung

Mit dem TEACHING-PAM Chlorophyll Fluorometer ist ein Messgerät vorhanden, mit dem es möglich ist, Komponenten der Photosynthese unter unterschiedlichen Bedingungen zu charakterisieren.

In diesem Versuch soll die Wirkung von Petroleum auf *Pisum sativum* getestet werden. Hintergrund der Idee ist das „Absterben“ von mehreren Zimmerpflanzen nach mehrtägiger Benutzung einer Petroleumlampe in privater Umgebung.

Material und Methoden

Um ähnliche Bedingungen zu schaffen, wird mit der gleichen Petroleumlampe (Höhe: 7cm; Breite: 8cm) und dem Petroleum I: *Klarol*: Lampenöl (dünnflüssiger Kohlenwasserstoff) gearbeitet. Zum Vergleich wird eine weitere Petroleumsorte herangezogen: Petroleum II: *Duftol*: Lampenöl (parfümiertes Lampenöl aus Rapsöl).

Mit einem Ofenrohr (Höhe: 1.10m; Ø 18cm) werden die möglicherweise gebildeten Schadstoffe (z.B. Ruß) auf das Pflanzenmaterial konzentriert. In einem definierten Abstand über der oberen Ofenrohröffnung sind Erbsenpflanzen waagrecht mit einer Halterung angebracht. Um vorzubeugen, daß die Pflanzen nicht während der Behandlung größerer Austrocknung ausgesetzt sind, werden die unteren Sproßenden (einschließlich Wurzeln) vorher in wassergetränktem Papier gewickelt. In einem Vorversuch wird ein Abstand über dem Ofenrohr ermittelt der eine konstante und für die Erbse nicht streßverursachende Temperatur, bedeutet. Optimale Bedingungen sind ein Abstand (Ofenrohröffnung - Versuchspflanze) von 15 cm und eine Flammenhöhe von 3 cm. Unter diesen Voraussetzungen wird mit Temperaturen von 28 bis 30°C gearbeitet.

(Ofenrohröffnung - Versuchspflanze) von 15 cm und eine Flammenhöhe von 3 cm. Unter diesen Voraussetzungen wird mit Temperaturen von 28 bis 30°C gearbeitet.

Vorzugsweise wird die mögliche Schadstoffwirkung auf „junge“ und „alte“ Erbsenblätter getestet. Definiert werden junge Blätter mit einer Größe von 1 cm x 1 cm und hellgrüner Farbe. Vorrangig befinden sich diese Blätter an der Sproßspitze, hingegen ältere Blätter vornehmlich in der Sproßmitte anzutreffen sind. Die hier als ältere Blätter beschrieben sind, weisen eine Größe von 2,5 cm x 2 cm und eine dunkelgrüne Färbung auf.

Die Erbsen werden im Gewächshaus aufgezogen. Die jungen Erbsen sind bei der Untersuchung im Labor 30 Tage alt, die älteren Pflanzen tragen bereits Früchte.

Nach unterschiedlich langen Behandlungszeiten (bis zu 5 Stunden) über der Petroleumlampe werden mit dem TEACHING-PAM Fluorometer diverse Daten, die auf die Photosyntheseleistung schließen lassen, aufgenommen. Im "Sat. Pulse Mode" wird im einfachsten Fall der RUN 3 gestartet. Dieser RUN stellt die langsame Kinetik der Kautsky-Kurve dar. Über 6 min werden Daten, die auf die Photosyntheseaktivitäten schließen lassen, aufgenommen.

Im Detail werden folgende Schritte durchgeführt. Vor der Messung erfolgt eine Dunkeladaptation des Blattes für mindestens 3 min. Mit dem Beginn des RUN 3 wird mittels eines Sättigungsimpulses die minimale und maximale Fluoreszenzausbeute ermittelt. Mit dem Sättigungsimpuls wird ein Plateau erreicht, welches dem F_m (maximale Fluoreszenz) entspricht. Durch ein Zusatzexperiment wird die Intensität des Sättigungsimpulses ermittelt. Bei *Pisum sativum* liegt die Intensität dieses Impulses bei 10 (ca. 3500 $\mu\text{mol Quanten m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Nachdem F_m erreicht wird, nähert sich die Fluoreszenz langsam der F_o -Linie (F_o = Grundfluoreszenz). Das aktinische Licht (Intensität 3) wird eingeschaltet und zusätzlich werden alle 20s Sättigungsimpulse gegeben, die die Veränderung der maximalen Fluoreszenzausbeute (F_m') im Verlauf der Dauerbelichtung widerspiegelt. Nach 6 min ist der RUN beendet. Das Messlicht hat eine Intensität von 6.

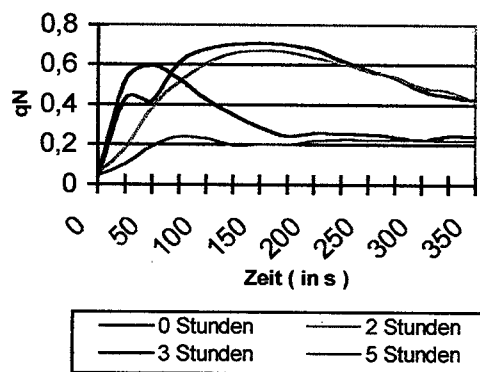
Neben der langsamen Kinetik kann mit dem RUN 6 im "Triggered Mode" auch die schnelle Kinetik graphisch aufgenommen werden. Unter den gleichen Bedingungen wie die langsame Kinetik wird die schnelle Kinetik untersucht.

Um die graphischen Darstellungen etwas statistisch abzusichern, werden insgesamt pro Bedingung (d.h. pro Behandlungsstunde) vier Blätter und pro Blatt zwei Blattstellen (nahe der Mittelrippe und im Seitenbereich) gemessen. Aus diesen acht Werten pro Bedingung wird dann ein Mittelwert gebildet.

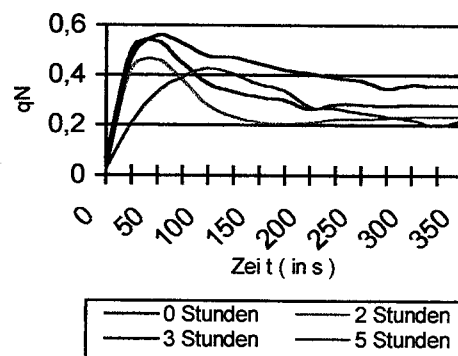
Die Behandlungszeit von 5 Stunden kann in diesem Versuch nicht überschritten werden, da aufgrund von Sicherheitsbestimmungen ein Dauerbetrieb der Petroleumlampe über mehrere Tage ausgeschlossen ist.

Ergebnisse

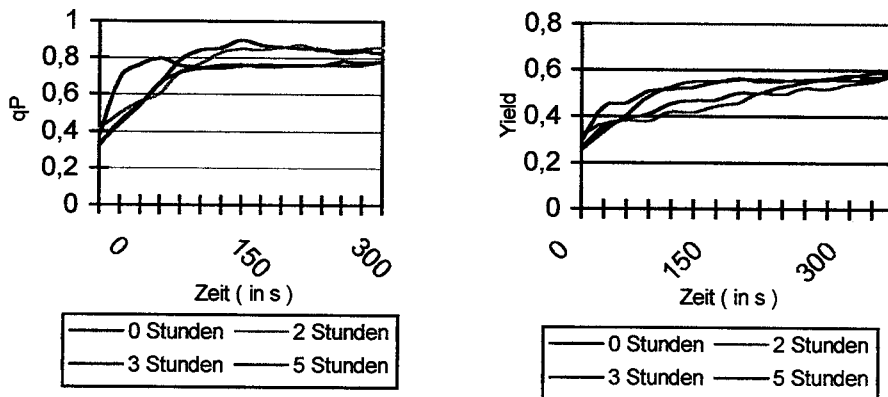
Unter diesen Bedingungen erhält man eindrucksvolle Resultate. Sehr interessant sind die Auswirkungen auf die Photosyntheseaktivität im Vergleich der beiden getesteten Petroleumarten. Wobei Petroleum II keinerlei maßgebliche Auswirkungen auf die Photosyntheseaktivität zeigt, beeinflusst Petroleum I einen Parameter besonders stark bei jungen Erbsenblättern. Nach einer Behandlungszeit von 5 Stunden zeigt sich ein stark modifizierter Verlauf von q_N in der langsamen Kinetik. q_N erlaubt Aussagen über das Ausmaß der Energetisierung der Thylakoidmembran. Demnach ist nach 5 Stunden Behandlung die Energetisierung der Thylakoidmembran im Vergleich zur unbehandelten Blattprobe deutlich geringer. Die anderen Parameter wie q_P und Yield, die ebenfalls bei älteren und jüngeren Blättern nachstehend dargestellt sind, zeigen innerhalb von 5 Stunden keine maßgebliche Veränderung.



Figur1. Graphische Darstellung von q_N in der langsamen Kinetik. Vergleich von q_N bei jungen Erbsenblättern nach unterschiedlich langer Behandlung mit Petroleum I.

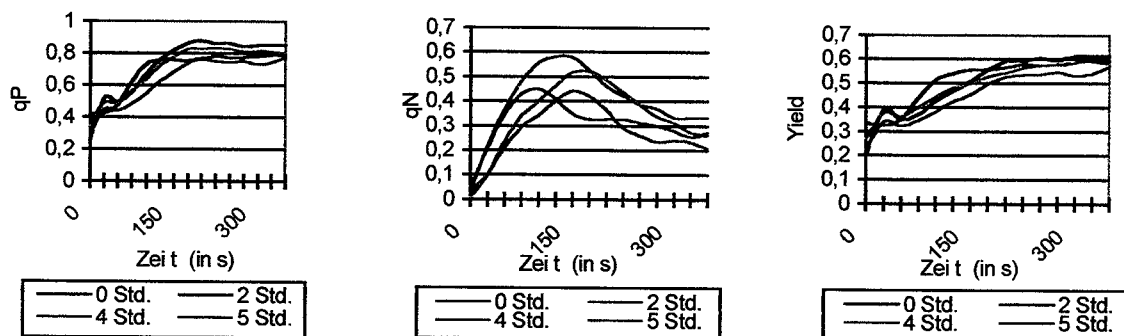


Figur2. Graphische Darstellung von q_N in der langsamen Kinetik. Vergleich von q_N bei älteren Erbsenblättern nach unterschiedlich langer Behandlung mit Petroleum I.



Figur 3. Graphische Darstellung von q_P und Yield. Eine Behandlung mit Petroleum I zeigt bei jungen und alten Erbsenblättern keine wesentliche Veränderung.

Petroleum II beeinträchtigt die Parameter: q_P , q_N und Yield im Verlauf der Behandlungsdauer (mindestens 6 Stunden) in keiner repräsentativen Art, d.h. sowohl bei jungen als auch bei älteren Blättern erfolgt über 6 Stunden keine Schädigung.



Figur 4. Graphische Darstellung von q_P , q_N und Yield. Eine Behandlung mit Petroleum II zeigt bei jungen Erbsenblättern keine wesentliche Veränderung.

Diskussion

Anhand der gewonnenen Ergebnisse ist grundlegend festzustellen, daß Petroleum I auf junge Erbsenpflanzen nach einer Behandlungszeit von mindestens fünf Stunden schädigend wirkt. Besonders die Energetisierung der Thylakoidmembran (q_N) wird beeinflusst. Warum gerade q_N betroffen ist, kann mit diesem Versuch nicht geklärt werden. Mögliche Inhaltsstoffe des Petroleums können als Entkoppler der photosynthetischen ATP-Bildung wirken, da der pH^+ -Gradient über der Thylakoidmembran abgebaut wird.

Die schnelle Kinetik der Kautsky-Kurve weist keine deutlichen Unterschiede bei jüngeren und älteren Blättern sowohl nach

Behandlung mit Petroleum I als auch nach Behandlung mit
Petroleum II auf.

Literatur

Dieter J. von Willert, Rainer Matyssek, Werner Herppich (1995)
Experimentelle Pflanzenökologie

Ulrich Schreiber (1997) Chlorophyllfluoreszenz und
photosynthetische Energieumwandlung: Einfache einführende
Experimente mit dem TEACHING-PAM Chlorophyll Fluorometer