



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Φωτοσύνθεση (ΒΙΟΛ-440)

3^η Ενότητα

Καταγραφή της λειτουργίας του
φωτοσυνθετικού μηχανισμού

Κοτσαμπάσης Κυριάκος

Καθηγητής

Τμήμα Βιολογίας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

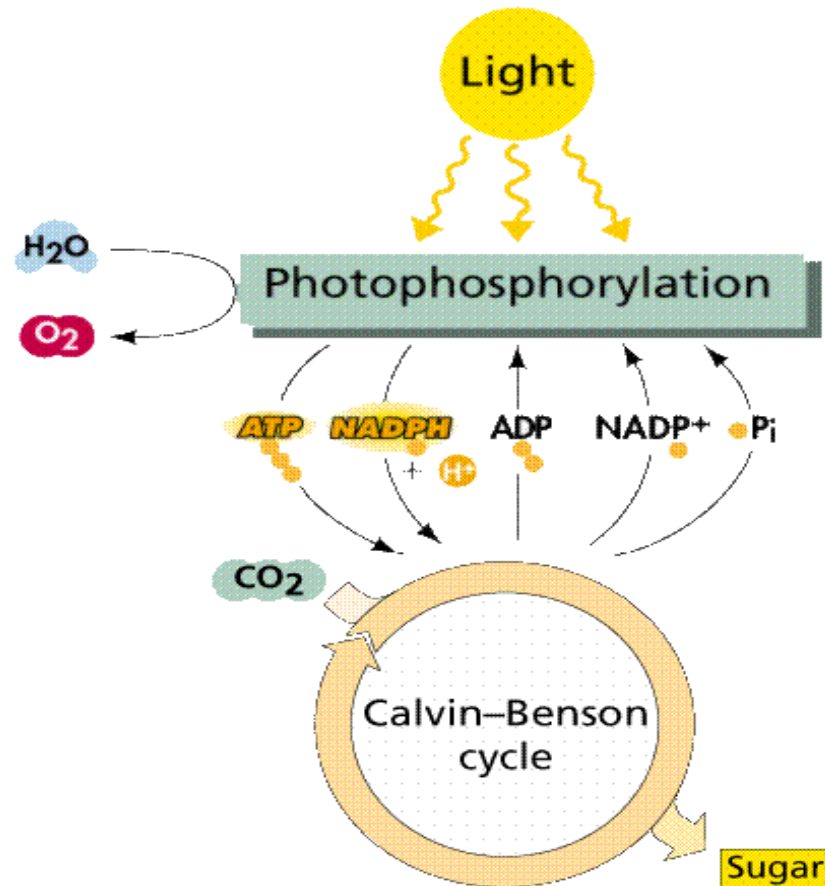


[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

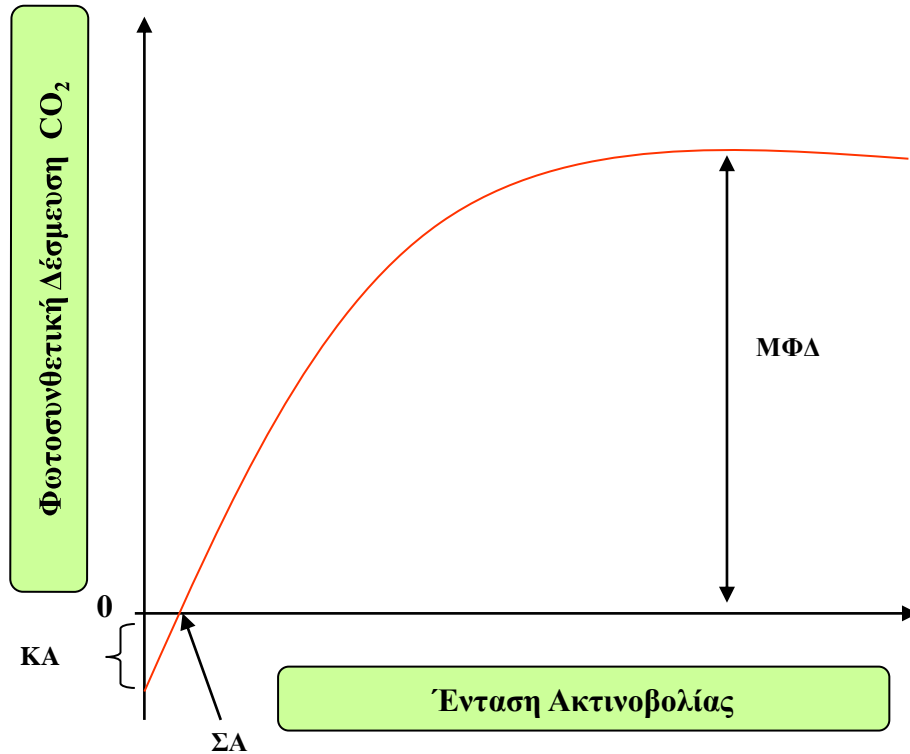
- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
 - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
 - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
 - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφήμιση) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

- Πολαρογραφική καταγραφή της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας
- Καταγραφή της φωτοσυνθετικής απόδοσης με τεχνικές επαγωγικού φθορισμού
- Αντιδράσεις Hill



➤ Πολαρογραφική Καταγραφή της Φωτοσυνθετικής Δραστηριότητας



Η δραστηριότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού (συντονισμένη λειτουργία φωτεινών και σκοτεινών αντιδράσεων) μπορεί να καταγραφεί ως δέσμευση CO₂ ή ως απελευθέρωση O₂, συναρτήσει της έντασης φωτισμού. Η καμπύλη που προκύπτει, ονομάζεται **καμπύλη της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας**. Σε απόλυτο σκοτάδι η τιμή απελευθέρωσης O₂ είναι αρνητική και υποδηλώνει την κυτταρική αναπνοή όπου, σε αντίθεση με την φωτοσύνθεση, έχουμε δέσμευση O₂ και ελευθέρωση CO₂. Με τη σταδιακή αύξηση της έντασης φωτισμού, η παραγωγή οξυγόνου μηδενίζεται, λόγω της ισορροπίας μεταξύ φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και κυτταρικής αναπνοής. Το σημείο αυτό ονομάζεται **σημείο αντιστάθμισης**. Το πρώτο τμήμα της καμπύλης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας είναι γραμμικό και εξαρτάται άμεσα από την ένταση φωτισμού, ενώ μετά από κάποιο σημείο, περαιτέρω αύξηση της φωτονιακής έντασης δεν επιφέρει αλλαγές στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα (**μέγιστη φωτοσυνθετική δραστηριότητα**). Περιοριστικός παράγοντας αυτής της φάσης παύει να είναι η ηλιακή ακτινοβολία και γίνεται η συγκέντρωση του CO₂.

➤ Επαγωγικός Φθορισμός-Φυσικοχημικές Αναλύσεις της Μοριακής Δομής και Λειτουργίας του Φωτοσυνθετικού Μηχανισμού

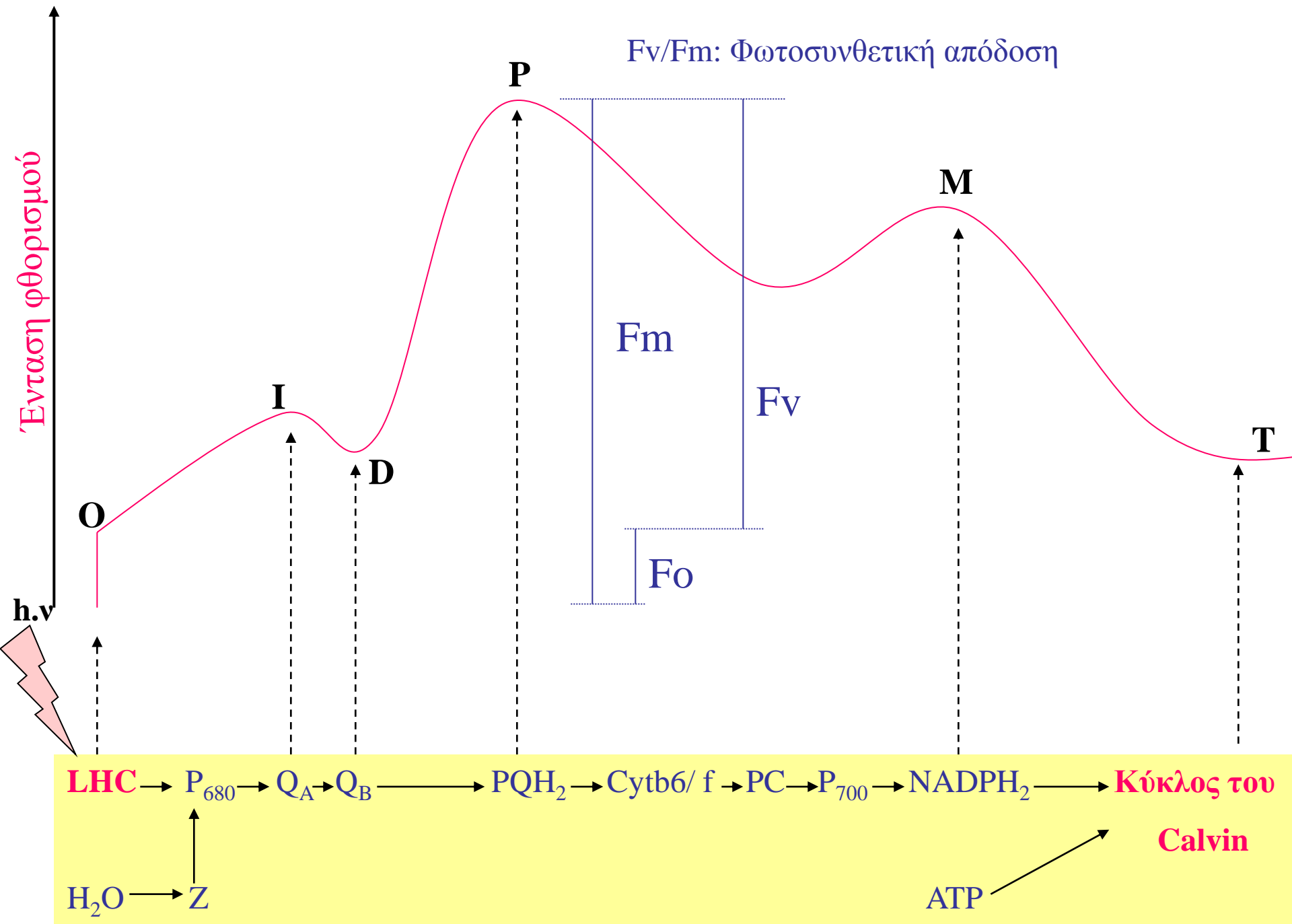
Μόνο ένα μέρος της ενέργειας που απορροφάται από τις χρωστικές του φωτοσυνθετικού μηχανισμού χρησιμοποιείται για τη φωτοχημεία της φωτοσύνθεσης. Το υπόλοιπο εκπέμπεται είτε ως θερμότητα είτε ως **φθορισμός**. Η επαγωγή του φθορισμού από φωτοσυνθετικούς οργανισμούς παρατηρήθηκε για πρώτη φορά από τους Kautsky & Hirsch (1931). Η επαγωγή του φθορισμού από τα φυτά πραγματοποιείται σε δύο φάσεις, εκ των οποίων η πρώτη είναι ταχεία και η δεύτερη αργή. Σήμερα, η μελέτη της καμπύλης του επαγωγικού φθορισμού – ιδιαίτερα της ταχείας φάσης – έχει εξελιχθεί σε πολύτιμο ερευνητικό μέσο για τη μελέτη της μοριακής δομής και λειτουργίας, αλλά και της απόδοσης του φωτοσυνθετικού μηχανισμού.

Η μέθοδος βασίζεται σε μετρήσεις της ταχείας μεταβολής του φθορισμού με ανάλυση 10 μs σε χρονικό διάστημα 1 δευτερολέπτου. Ο φθορισμός μετριέται με 12-bit ανάλυση και η διέγερση γίνεται από 3 διόδους φωτισμού (LEDs) με ένταση ακτινοβολίας μέχρι 3000 μmol m⁻² s⁻¹ ερυθρού φωτός (650nm). Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να παρακολουθήσουμε οποιεσδήποτε διαφοροποιήσεις στη φωτοσυνθετική ροή ηλεκτρονίων.

Βάσει της μεθόδου (OJIP-test), μπορεί να εκτιμηθεί *in vivo*, εκτός των άλλων, ο λόγος F_v/F_m , που συνδέεται άμεσα με τη φωτοσυνθετική απόδοση, το μέγεθος της λειτουργικής φωτοσυνθετικής κεραίας, η πυκνότητα των ενεργών κέντρων αντίδρασης και μια σειρά από παραμέτρους, που αφορούν τη μοριακή δομή και τη λειτουργία του φωτοσυνθετικού μηχανισμού.



Καμπύλη επαγωγικού φθορισμού



➤ Αντιδράσεις Hill

Με την χρήση τεχνητών πομπών ηλεκτρονίων, δεκτών ηλεκτρονίων και αναστολέων μεταφοράς ηλεκτρονίων σε συγκεκριμένες θέσεις της φωτοσυνθετικής αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων, μπορούμε να ελέγξουμε επιλεκτικά *in vitro* τη δραστηριότητα των επιμέρους τμημάτων του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, όπως του PSII, PSI, Cytb₆f, κλπ.

Τεχνητοί δέκτες ηλεκτρονίων

DCBQ

MV

↑
e⁻

↑
e⁻

Αναστολείς μεταφοράς ηλεκτρονίων

NH₂OH

DCMU

DBMIB

KCN

H₂O → P₆₈₀ → Q_A → PQ → Cyt f → PC → P₇₀₀ → X → NADP⁺

↑
e⁻
DPC

↑
e⁻
TMQH₂

↑
e⁻
DCPIP/ASC

Τεχνητοί πομποί ηλεκτρονίων