



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Φωτοσύνθεση (ΒΙΟΛ-440)

4^η Ενότητα

Μοριακή βιολογία 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».



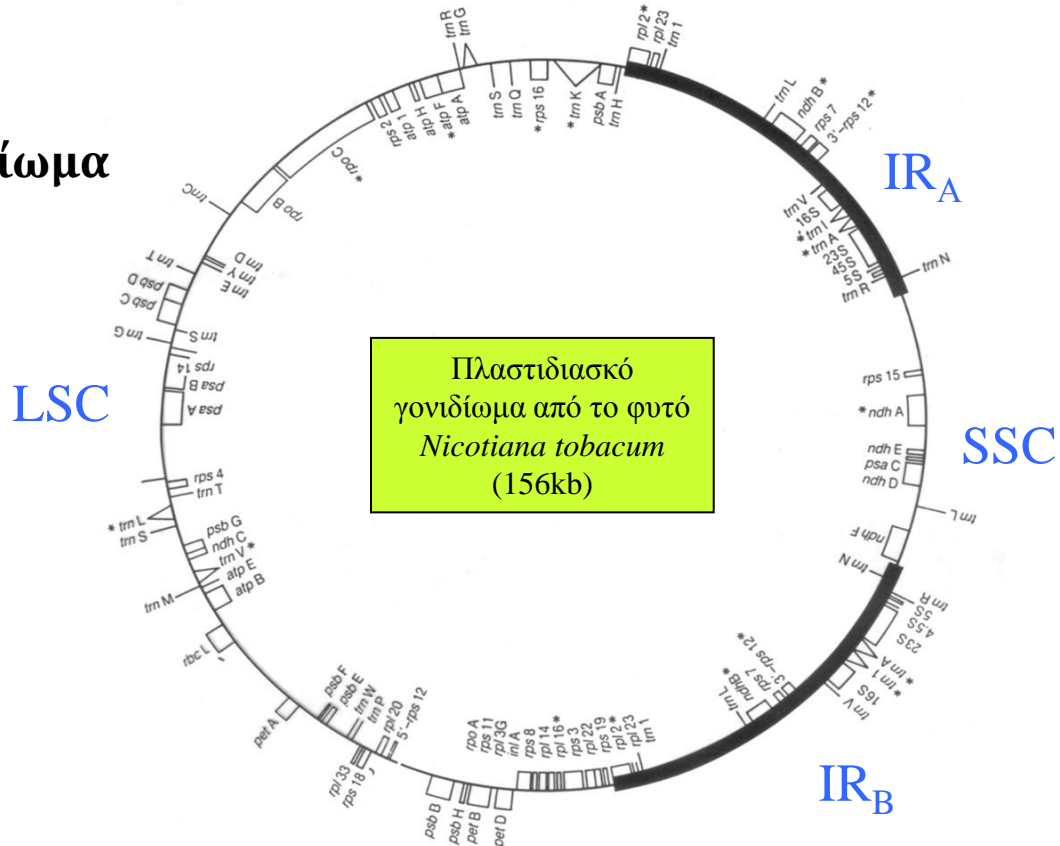
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

- 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.

ΜΟΡΙΑΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Η δομή του φωτοσυνθετικού μηχανισμού είναι το αποτέλεσμα συντονισμένης γονιδιακής έκφρασης του πλαστιδιακού και του πυρηνικού DNA. Τα κύρια ερωτήματα, που τίθενται, αφορούν κυρίως το πως είναι οργανωμένη η γενετική πληροφορία για το σχηματισμό του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, τον μηχανισμό ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης, τη μεταφορά πρωτεϊνών από το κυτόπλασμα στο χλωροπλάστη αλλά και το συνδυασμό επιμέρους πρωτεϊνών σε λειτουργικά φωτοσυνθετικά σύμπλοκα.

Πλαστιδιακό γονιδίωμα



➤ Προέλευση πρωτεϊνών του φωτοσυνθετικού μηχανισμού

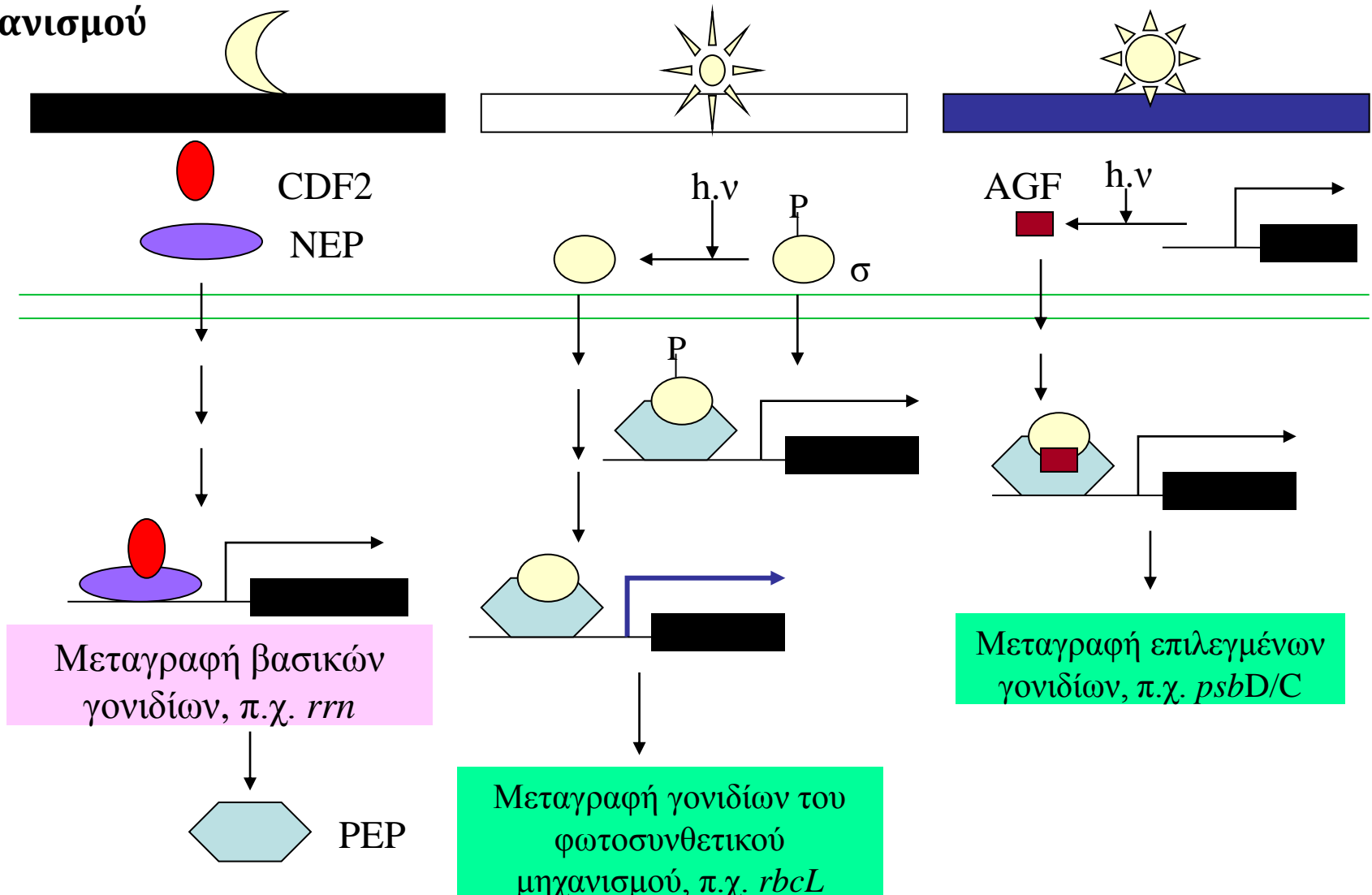
Γονίδια του χλωροπλαστικού DNA, που κωδικοποιούν πρωτεΐνες του φωτοσυνθετικού μηχανισμού

Φωτοσυνθετικά σύμπλοκα	Όνομασία γονιδίου	Πρωτεϊνικά παράγωγα
Φωτοσύστημα II	<i>psbA</i>	D1 (32 kDa)
	<i>psbB</i>	CP47
	<i>psbC</i>	44 kDa
	<i>psbD</i>	34 kDa
	<i>psbE</i>	9 kDa (Cytb559)
	<i>psbF</i>	4kDa (Cytb559)
	<i>psbG</i>	24 kDa
	<i>psbH</i>	10 kDa
	<i>PsbI</i>	4,8 kDa
	<i>psbK</i>	2,4 kDa
	<i>psbL</i>	5 kDa
Φωτοσύστημα I	<i>psaA</i>	P700
	<i>psaB</i>	P700
	<i>psaC</i>	8 kDa
	<i>psaJ</i>	4,9 kDa
	<i>psaI</i>	4 kDa
ATP συνθάση	<i>atpA</i>	CF1 α υπομονάδα
	<i>atpB</i>	CF1 β υπομονάδα
	<i>atpE</i>	CF1 ϵ υπομονάδα I
	<i>atpF</i>	CFo υπομονάδα III
	<i>atpH</i>	CFo υπομονάδα IV
	<i>atpI</i>	CFo υπομονάδα IV
Φωτοσυνθετική αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων	<i>petA</i>	Cyt f
	<i>petB</i>	Cyt b6
	<i>petD</i>	Υπομονάδα 4 του Cyt b6/f
Rubisco	<i>rbcL</i>	Μεγάλη υπομονάδα

Γονίδια πυρηνικού DNA, που κωδικοποιούν πρωτεΐνες του φωτοσυνθετικού μηχανισμού

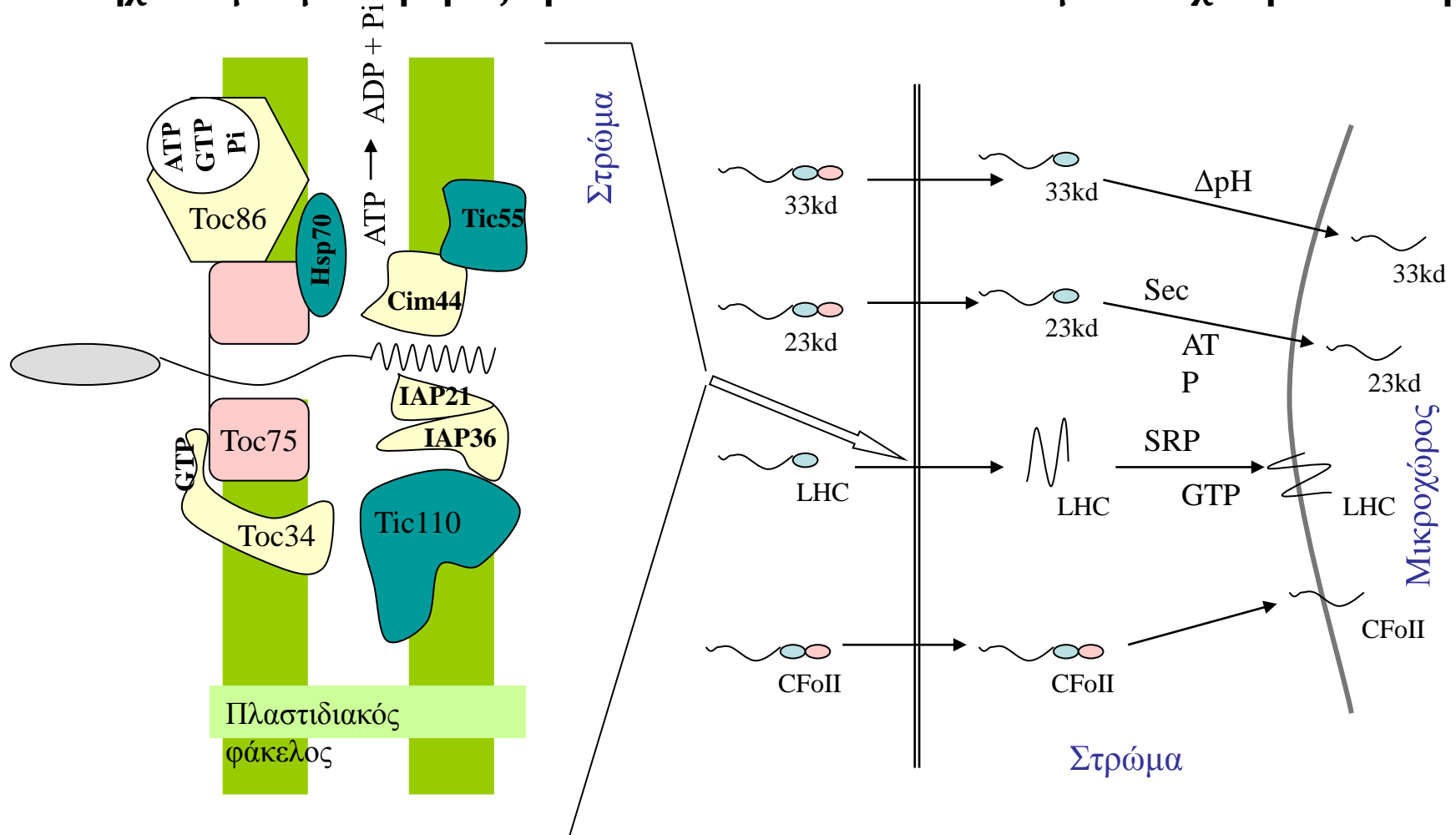
Φωτοσυνθετικά σύμπλοκα	Όνομασία γονιδίου	Πρωτεϊνικά παράγωγα
Φωτοσύστημα II	<i>psbO</i>	33 kDa
	<i>psbP</i>	24 kDa
	<i>psbQ</i>	18 kDa
	<i>psbR</i>	10 kDa
	Φωτοσύστημα I	<i>psaD</i>
	<i>psaF</i>	17 kDa
	<i>psaE</i>	9,2 kDa
	<i>psaG</i>	10,8 kDa
	<i>psaH</i>	10,4 kDa
Σύμπλοκο συλλογής φωτός (LHC II)	<i>cab</i>	Πρωτεΐνες του LHC II
ATP συνθάση	<i>atpC</i>	γ -υπομονάδα
	<i>atpD</i>	δ -υπομονάδα
	<i>atpG</i>	Π -υπομονάδα
Φωτοσυνθετική αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων	<i>petC</i>	Πρωτεΐνη του Rieske
	<i>petE</i>	Πλαστοκυανίνη
	<i>petF</i>	Οξυδοαναγωγή της φερρεδοξίνης
Rubisco	<i>rbcS</i>	μικρή υπομονάδα
Οξυδοαναγωγή του πρωτοχλωροφυλλιδίου	<i>pcr</i>	PoR , 36 kDa

➤ Ρυθμιστικοί μηχανισμοί της πρωτεϊνοσύνθεσης του φωτοσυνθετικού μηχανισμού



Η διπλή πράσινη γραμμή υποδηλώνει τον πλαστιδιακό φάκελο. Άνω, διαδικασίες, που λαμβάνουν χώρα στον πυρήνα και το κυτόπλασμα. Κάτω, διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο χλωροπλάστη. Η πρώτη από αριστερά στήλη αφορά φυτά χλωρωτικά, που αναπτύσσονται σε απόλυτο σκοτάδι. Η μεσαία, φυτά που εκτέθηκαν στο φως και η δεξιά στήλη φυτά εκτεθειμένα σε υψηλή ένταση ακτινοβολίας ή κυανή ακτινοβολία.

➤ Μηχανισμοί μεταφοράς πρωτεϊνών από το κυτόπλασμα στο χλωροπλάστη



Μετά την πρωτεϊνοσύνθεση στο κυτόπλασμα, οι πρωτεΐνες που πρόκειται να μπουν στον χλωροπλάστη φέρουν στο αμινοτελικό τους άκρο 1 ή 2 πεπτίδια-σινιάλα, ανάλογα με το αν ο προορισμός τους είναι το στρώμα ή τα θυλακοειδή. Οι μεμβράνες του πλαστιδιακού φακέλου περιέχουν δύο κύριες κατηγορίες πρωτεϊνικών συμπλόκων. Τις πρωτεΐνες Toc (translocon at the outer envelope of chloroplasts), και τις Tic (translocon at the inner envelope of chloroplasts) που συμμετέχουν στην αναγνώριση και μεταφορά πρωτεϊνών με ανάλογο σινιάλο στον χλωροπλάστη.

➤ Λειτουργική οργάνωση των φωτοσυνθετικών συμπλόκων

Ο σχηματισμός ολοκληρωμένου φωτοσυνθετικού μηχανισμού δεν εξαρτάται μόνο από τη βιοσύνθεση των επιμέρους πρωτεϊνών, αλλά κυρίως από την λειτουργική οργάνωση των φωτοσυνθετικών συμπλόκων (PS II, LHC II, PS I, *cytb₆f*). Τα σύμπλοκα αυτά δεν αποτελούνται μόνο από πρωτεΐνες, αλλά και από φωτοσυνθετικές χρωστικές (χλωροφύλλες, καροτένια, ξανθοφύλλες). Αναστολή της βιοσύνθεσης των χλωροφυλλών αναστέλλει και τον σχηματισμό των φωτοσυνθετικών συμπλόκων, παρά την ύπαρξη των επιμέρους πρωτεϊνών, που τα απαρτίζουν. Διαφοροποίηση ή αναστολή της γονιδιακής έκφρασης κάποιας πρωτεΐνης ενός πολυπρωτεϊνικού συμπλόκου οδηγεί στην καταστροφή και των υπόλοιπων πρωτεϊνών του, έτσι ώστε αποφεύγεται ο σχηματισμός ελαττωματικών, και ως εκ τούτου μη λειτουργικών, φωτοσυνθετικών συμπλόκων.

Λειτουργική οργάνωση του PSI

