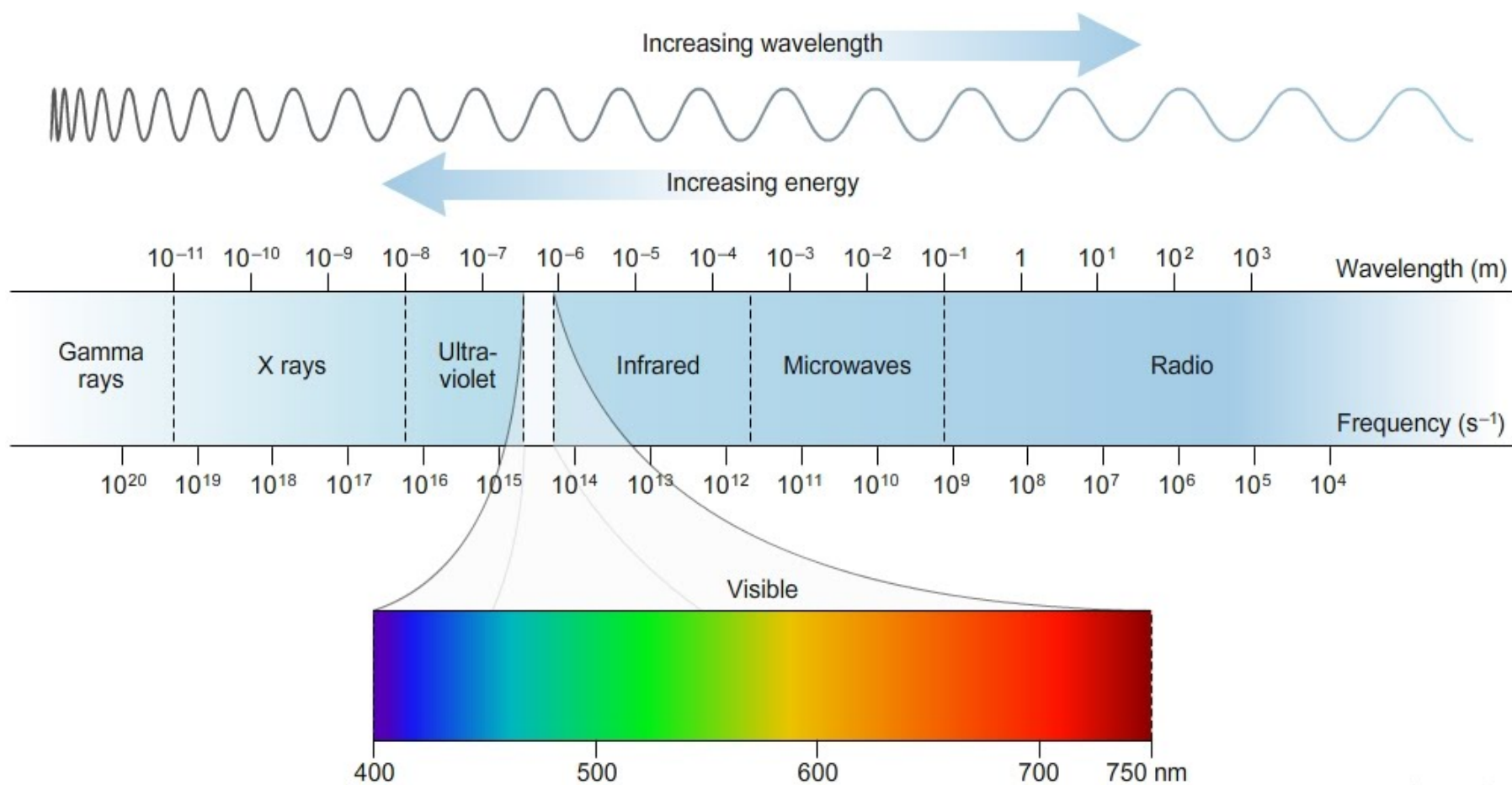




Κεφ. 2 : ηλιακή ακτινοβολία

Περίληψη

Ηλεκτρομαγνητικό (ΗΜ) φάσμα



Σημασία της ηλιακής ακτινοβολίας

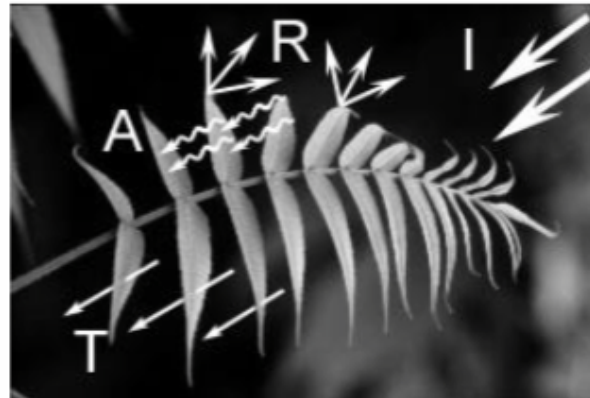
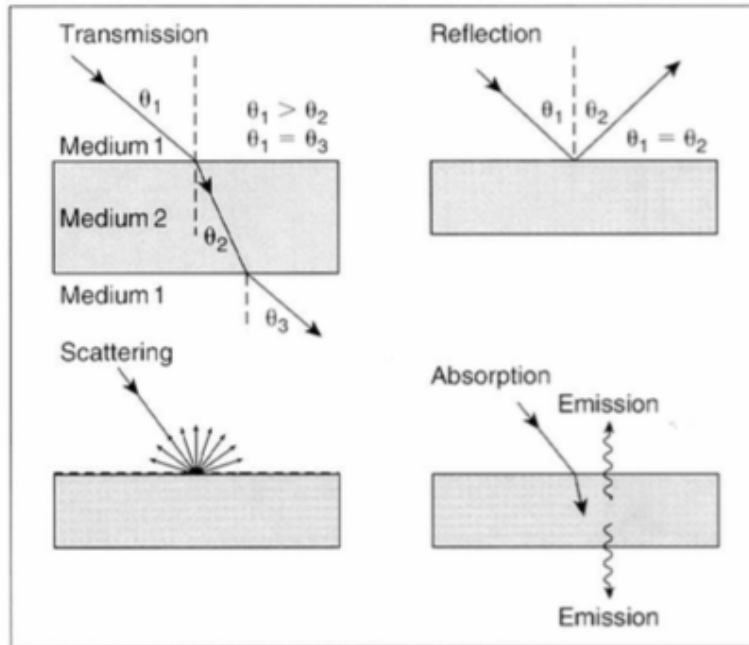


Αλληλεπιδράσεις ΗΜ ακτινοβολίας

- Ως **ένταση ακτινοβολίας** ορίζεται το ποσό της ενέργειας το οποίο διέρχεται στην μονάδα του χρόνου από την μονάδα της στοιχειώδους επιφάνειας τοποθετημένης κάθετα προς τον άξονα της ακτινοβολίας.
- Ικανότητα εκπομπής ή αφετική
- Απορροφητική ικανότητα (α)
- Ανακλαστική ικανότητα (r)
- Συντελεστής διαφάνειας (t)

$$\alpha + r + t = 1$$

Αλληλεπιδράσεις ΗΜ ακτινοβολίας



Εικόνα 2.14.1 και 2.14.2 Οι τέσσερις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις τις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τα αντικείμενα της γήινης επιφάνειας: Ανάκλαση (Reflection), Διάχυση (Scattering), Απορρόφηση (Absorption), Μεταβίβαση (Transmission), (Avery & Berlin, 1992). Παράδειγμα αλληλεπίδρασης σε ένα φύλλο .

Μέλαν σώμα

- **Μέλαν** σώμα →

$$\alpha=1$$

έχει την ιδιότητα να απορροφά ολικά την προσπίπτουσα ακτινοβολία ανεξαρτήτως λ .

Είναι ένας τέλειος δέκτης και πομπός της ακτινοβολίας.

- **Λευκό** σώμα →

$$\alpha=0$$

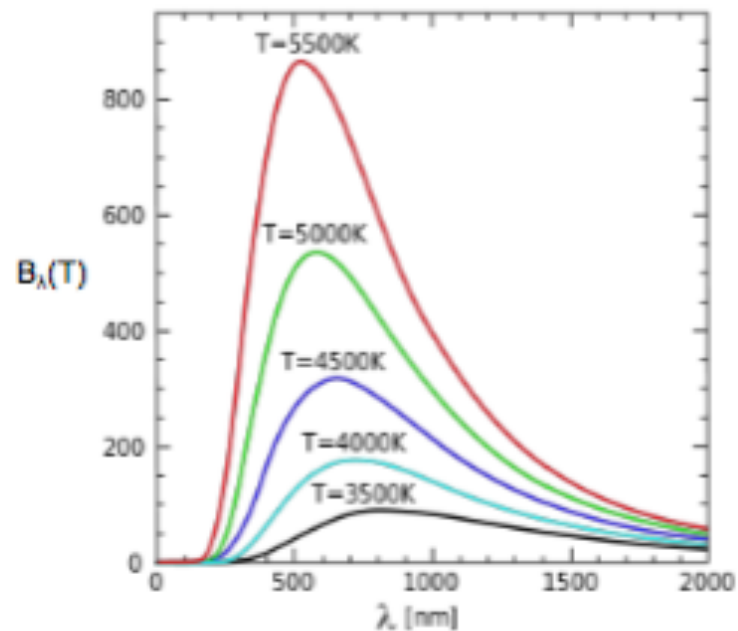
έχει μηδενική απορρόφηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ανεξαρτήτως λ .

Νόμοι Planck, Stefan-Boltzmann και Wien

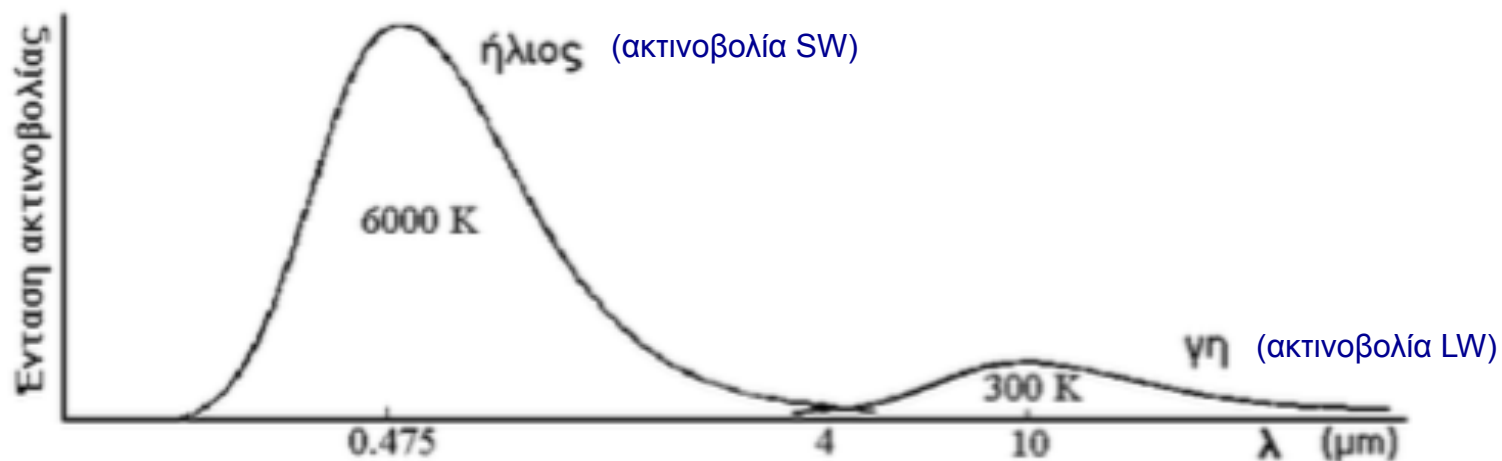
Πίνακας 1.1 Ακτινοβολία μέλανος σώματος - Τυπολόγιο

Συνάρτηση Planck: Ειδική ένταση ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη μονάδα επιφάνειας μέλανος σώματος θερμοκρασίας T	$B_\nu(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (W \ m^{-2} Hz^{-1} sr^{-1})$ ή $B_\lambda(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} \quad (W \ m^{-2} m^{-1} sr^{-1})$ $h = 6.626 \times 10^{-34} \ Js$ (σταθερά του Planck) $c = 3 \times 10^8 \ m/s$ $k = 1.38 \times 10^{-23} \ J/K$ (σταθερά του Boltzmann)
Νόμος Stefan-Boltzmann Δίνει τη ροή της ολικής ακτινοβολούμενης ενέργειας μέλανος σώματος θερμοκρασίας T συναρτήσει της T. Στην αστροφυσική, δίνει την επιφανειακή φωτεινότητα του αστέρα	$F(T) = \sigma T^4 \quad (W \ m^{-2})$ $\sigma = 5.6705 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$ (σ: σταθερά Stefan-Boltzmann)
Νόμος του Wien Η συνάρτηση του Planck έχει μέγιστο για $\lambda = \lambda_{max}$ που είναι αντιστρόφως ανάλογο της T	$\lambda_{max} T = hc / 5k = 2.8978 \times 10^{-3} \ m.K$
<i>Σημ. Από τον νόμο Stefan-Boltzmann προκύπτει ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας μέλανος σώματος, αυξάνεται και η ροή της ολικής ακτινοβολούμενης ενέργειας. Από τον νόμο του Wien προκύπτει ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία μέλανος σώματος τόσο το μέγιστο που παρουσιάζει η $B_\nu(T)$ μετατοπίζεται σε μικρότερα μήκη κύματος και άρα σε μεγαλύτερες συχνότητες.</i>	

Νόμος μετατόπισης του Wien



Σχ. 1.1 Φασματική κατανομή ακτινοβολίας μέλανος σώματος για διαφορετικές θερμοκρασίες. Γραφική αναπαράσταση του νόμου του Planck (ο ορισμός του $B_\lambda(T)$ φαίνεται στον πίνακα 1.1)

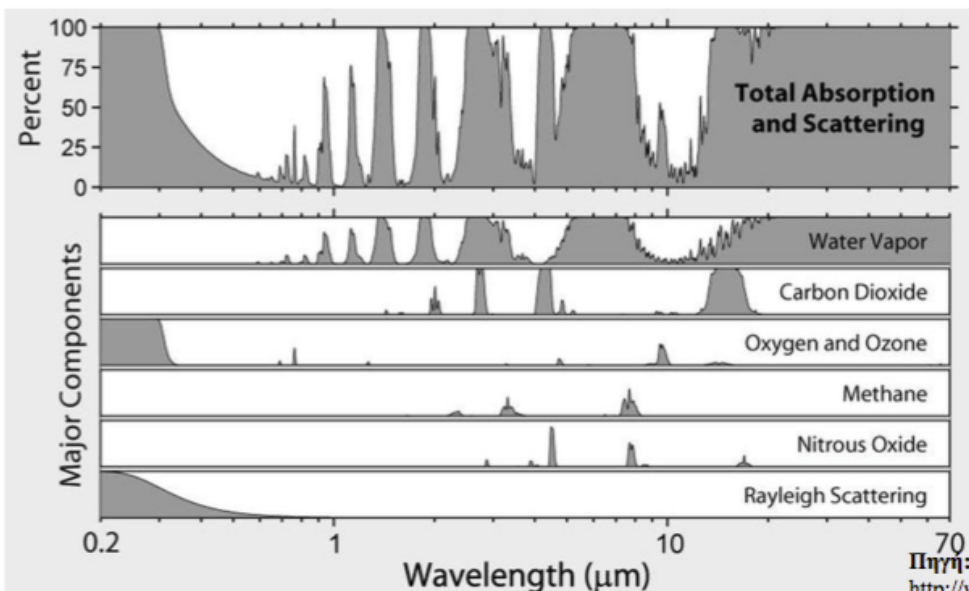


7. Όσο πιο θερμό είναι ένα σώμα που εκπέμπει ενέργεια, τόσο:

- ☐ Το μέγιστο της εκπομπής γίνεται σε μικρότερο μήκος κύματος
- ☐ Το μέγιστο της εκπομπής γίνεται σε μεγαλύτερο μήκος κύματος
- ☐ Τόσο λιγότερη ενέργεια θα εκπέμπει αυτό το σώμα
- ☐ Περισσότερη λανθάνουσα θερμότητα θα αποθηκεύει αυτό.

Απορρόφηση συστατικών της ατμόσφαιρας

Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου



Τα χαρακτηριστικά του συνολικού
**φάσματος απορρόφησης της
Ατμόσφαιρας** της Γης ως προς τα
κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου

H₂O

CO₂

O₂ & O₃

CH₄

N₂O

Πηγή: http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Atmospheric_Absorption_Bands_png

Μήκος Κύματος (λ)	Αποτέλεσμα
$\lambda < 5 \mu\text{m}$	Ασήμαντη απορρόφηση
$5 \mu\text{m} \leq \lambda < 8 \mu\text{m}$	Ισχυρή απορρόφηση από υδατμούς (H ₂ O)
$8 \mu\text{m} \leq \lambda < 12 \mu\text{m}$	Ασθενής απορρόφηση από όζον (O ₃)
$12 \mu\text{m} \leq \lambda < 17 \mu\text{m}$	Ισχυρή απορρόφηση από διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)
$17 \mu\text{m} \leq \lambda < 19 \mu\text{m}$	Ασθενής απορρόφηση από υδατμούς (H ₂ O)
$\lambda \geq 19 \mu\text{m}$	Ισχυρή απορρόφηση από υδατμούς (H ₂ O)

⇒ Μεταβολές των συστατικών αυτών (κυρίως H₂O και CO₂) έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη θερμοκρασιακή κατάσταση της ατμόσφαιρας και της επιφάνειας της Γης

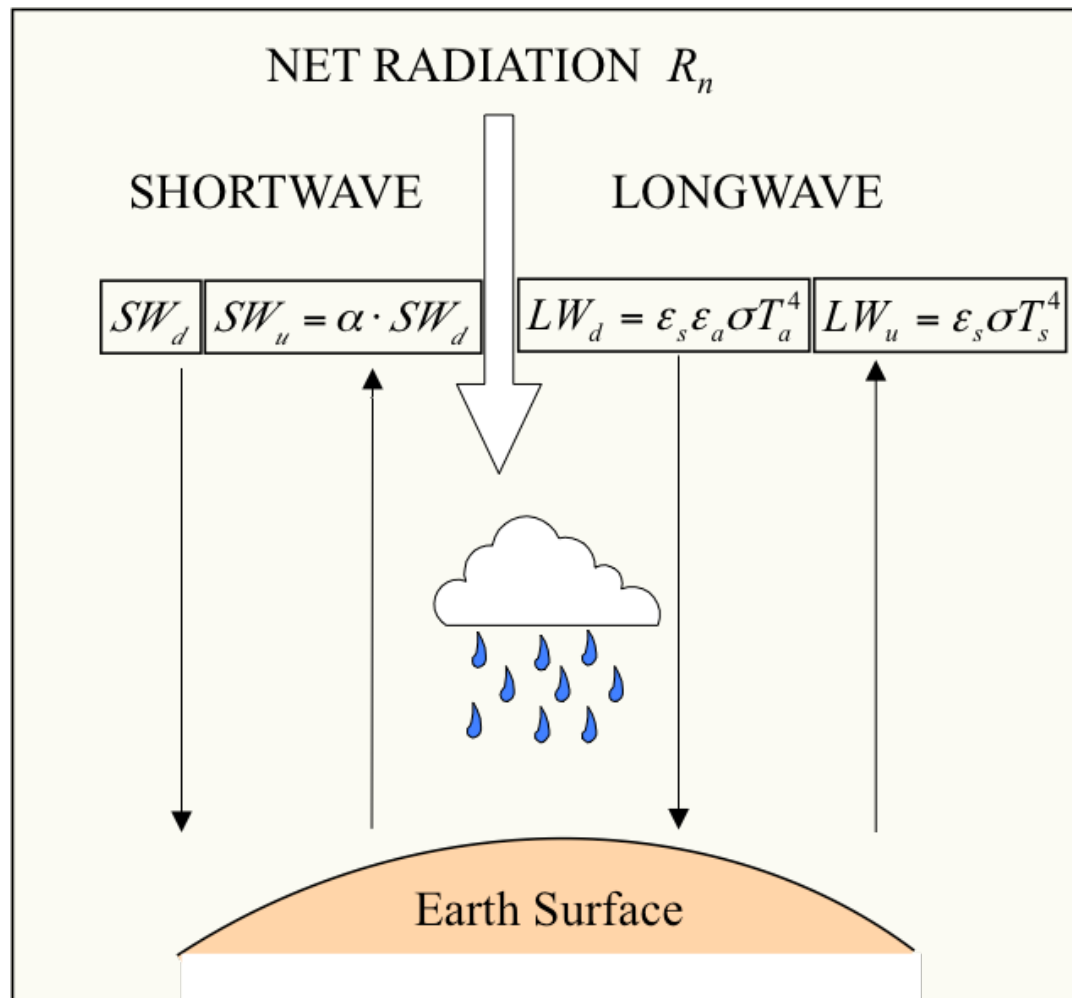
Το ίδιο ισχύει και με τα νέφη.



Είδη ακτινοβολίας: R_n , SW και LW

Καθαρή ακτινοβολία (R_n) στην επιφάνεια της γης

- ✧ λευκάγεια ή ανακλαστικότητα ή albedo (α) &
- ✧ συντελεστής εκπομπής (ϵ_s)



Φυσική επιφάνεια	ϵ
νερό	0,960
φρέσκο χιόνι	0,986
βελόνες κωνοφόρων	0,971
ξηρή άμμος	0,949
υγρή άμμος	0,962
γρasiδι	0,986
φύλλα φυτών	0,94-0,99
γαλι	0,90-0,95
αλουμινιο	0,06
έδαφος	0,93-0,96

Είδη ακτινοβολίας: R_n , SW και LW

- Η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειών.
- Οι επιφάνειες των φυσικών σωμάτων εκπέμπουν μεγάλου μήκους ακτινοβολία.
- Το φάσμα εκπομπής του ήλιου λέγεται ηλιακή ακτινοβολία **μικρού μήκους κύματος** (SW από ShortWave). Είναι στο εύρος $[0,15\mu \rightarrow 3\mu]$.
- Για το σύστημα γης-ατμόσφαιρας το φάσμα εκπομπής λέγεται **μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία** (LW από LongWave). Είναι στο εύρος $[3\mu \rightarrow 100\mu]$.

Ολική ηλιακή ακτινοβολία =

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία

(ηλιακή, SW ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης χωρίς να συναντήσει εμπόδια)

+ Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία

(ηλιακή ακτινοβολία όταν οι ακτίνες συναντούν εμπόδια και διαχέονται)

- Εξαρτάται από:
 - ο ηλιακή σταθερά
 - ο γεωγραφικό πλάτος
 - ο εποχή
 - ο υψόμετρο
 - ο ύψος του ήλιου
 - ο απορρόφηση και διάχυση στην ατμόσφαιρα
 - ο κλίση της επιφάνειας πρόσπτωσης
 - ο νέφωση (είδος και διάταξη νεφών)

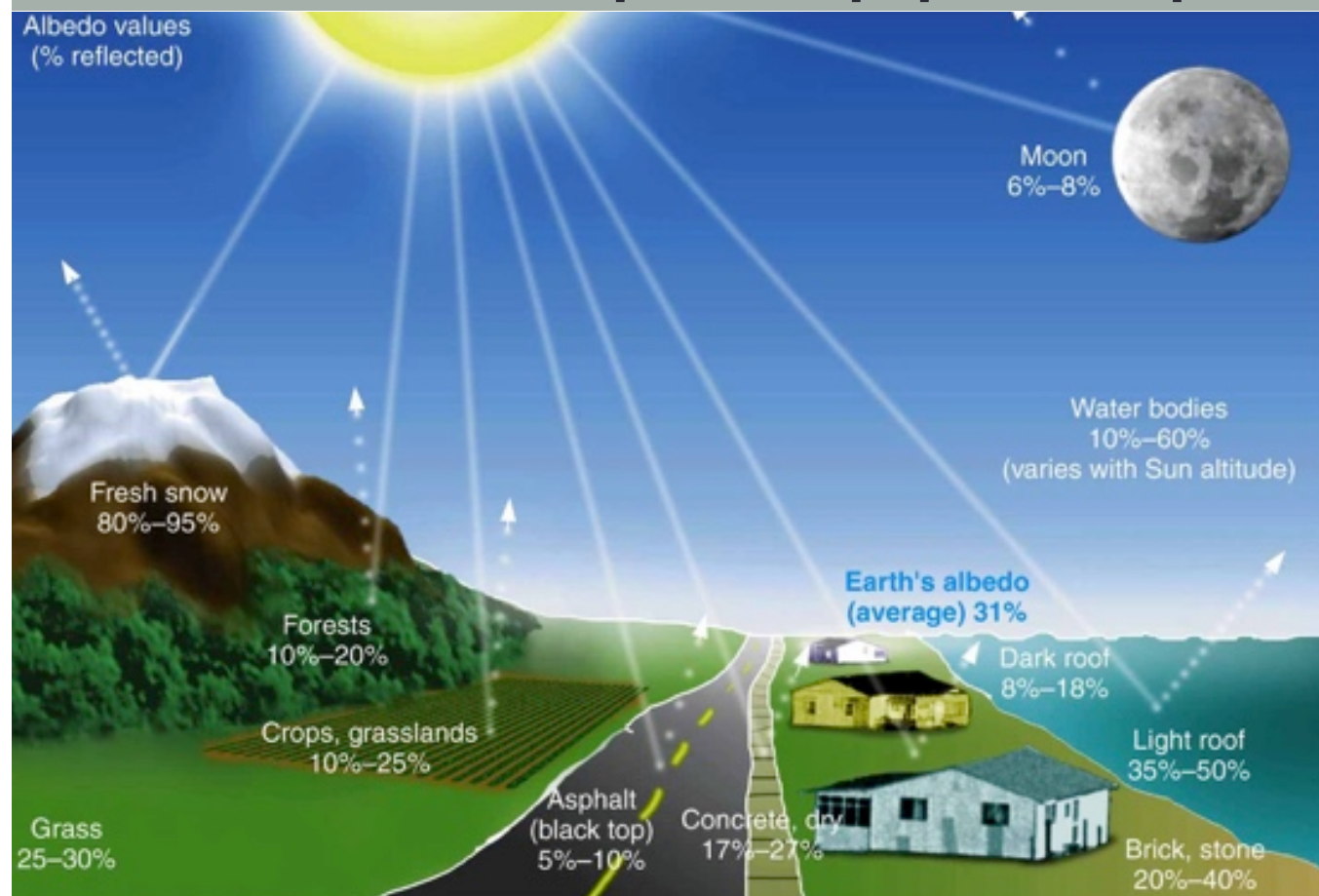
Γήινη ακτινοβολία

Ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία λέγεται το ποσό της άμεσης ηλιακής μικρού μήκους κύματος (SW) ακτινοβολίας που ανακλάται από το έδαφος και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

Εξαρτάται από τη **λευκαύγεια της επιφάνειας** (ή ανακλαστικότητα ή albedo α).

Η επιφάνεια του εδάφους θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτή θερμαίνεται και εκπέμπει προς την ατμόσφαιρα μεγάλου μήκους κύματος LW ακτινοβολία ($3\mu \rightarrow 100\mu$) στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος. Η ακτινοβολία αυτή λέγεται **γήινη ακτινοβολία**.

Λευκαύγεια διαφόρων επιφανειών



Πίνακας 3.4: Συντελεστές ανήκλασης ακτινοβολίας (albedo) αγροτικών και άλλων φυσικών επιφανειών (Collier et al. 1973, Λιακατίς 1976, Davies and Idso 1979, Oke 1987, Geiger et al. 1995, Campbell and Norman 1998).

Τύπος επιφάνειας	albedo	Τύπος επιφάνειας	albedo
Πεύκο	0,14	Λειμώνες	0,25
Δρύες	0,18	Καλλιεργημένο έδαφος	0,07 - 0,10
Εσπεριδοειδή	0,17	Ξηρό γκρι έδαφος	0,25-0,30
Βαμβάκι	0,16 - 0,19	Άμμος	0,15 - 0,40
Αραβόσιτος	0,18 - 0,22	Χιόνι (φρέσκο)	0,75 - 0,98
Σιτάρι	0,16 - 0,26	Χόρτο	0,15 - 0,25
Σακχαρότευτλα	0,14 - 0,24	Ωκεανός	0,02 - 0,07
Πατάτα	0,19	Τροπικά δάση	0,12
Μηδική	0,16 - 0,22	Φυλλοβόλα δάση	0,10-0,20
Γρασιδί	0,17 - 0,28	Κωνοφόρα δάση	0,05-0,15

Φαινόμενο του θερμοκηπίου

- Ενώ η ατμόσφαιρα είναι εύκολα διαπερατή από την ηλιακή ακτινοβολία (SW), **αντίθετα** είναι δύσκολα διαπερατή από την ακτινοβολία της γης (LW).
- Η γήινη ακτινοβολία διαπερνά την ατμόσφαιρα μόνο δια μέσου ενός «υπέρυθρου παραθύρου» [$8\ \mu \rightarrow 12\ \mu$], από το οποίο διαφεύγει στο διάστημα μόνο το 5-9% αυτής.
- Αν δεν υπήρχε η επανεκπεμπόμενη ακτινοβολία προς τη γη, η επιφάνεια του εδάφους θα ήταν 30-40 °C ψυχρότερη.
- Επομένως όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του CO_2 και H_2O στην ατμόσφαιρα, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης (**φαινόμενο θερμοκηπίου**).

Ισοζύγιο ηλιακής (SW) και γήινης (LW ή IR) ακτινοβολίας



Σχ. 1.4 Σχηματική παράσταση του μέσου ετήσιου ενεργειακού ισοζυγίου της Γης. Οι ετήσιες διακινήσεις ενέργειας έχουν εκφραστεί ως ποσοστό (%) επί της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης. Μία ποσοστιαία μονάδα αντιστοιχεί σε 55 ZJ/έτος ($= 55 \times 10^{21} \text{ J/έτος} = 1.74 \times 10^{15} \text{ W} = 1.53 \times 10^{10} \text{ GWh/έτος}$). Τα ενεργειακά μεγέθη έχουν ληφθεί από τον Ahrens (1993, σσ. 38-41).

SW & LW ακτινοβολία στην επιφάνεια φυτών & εδάφους

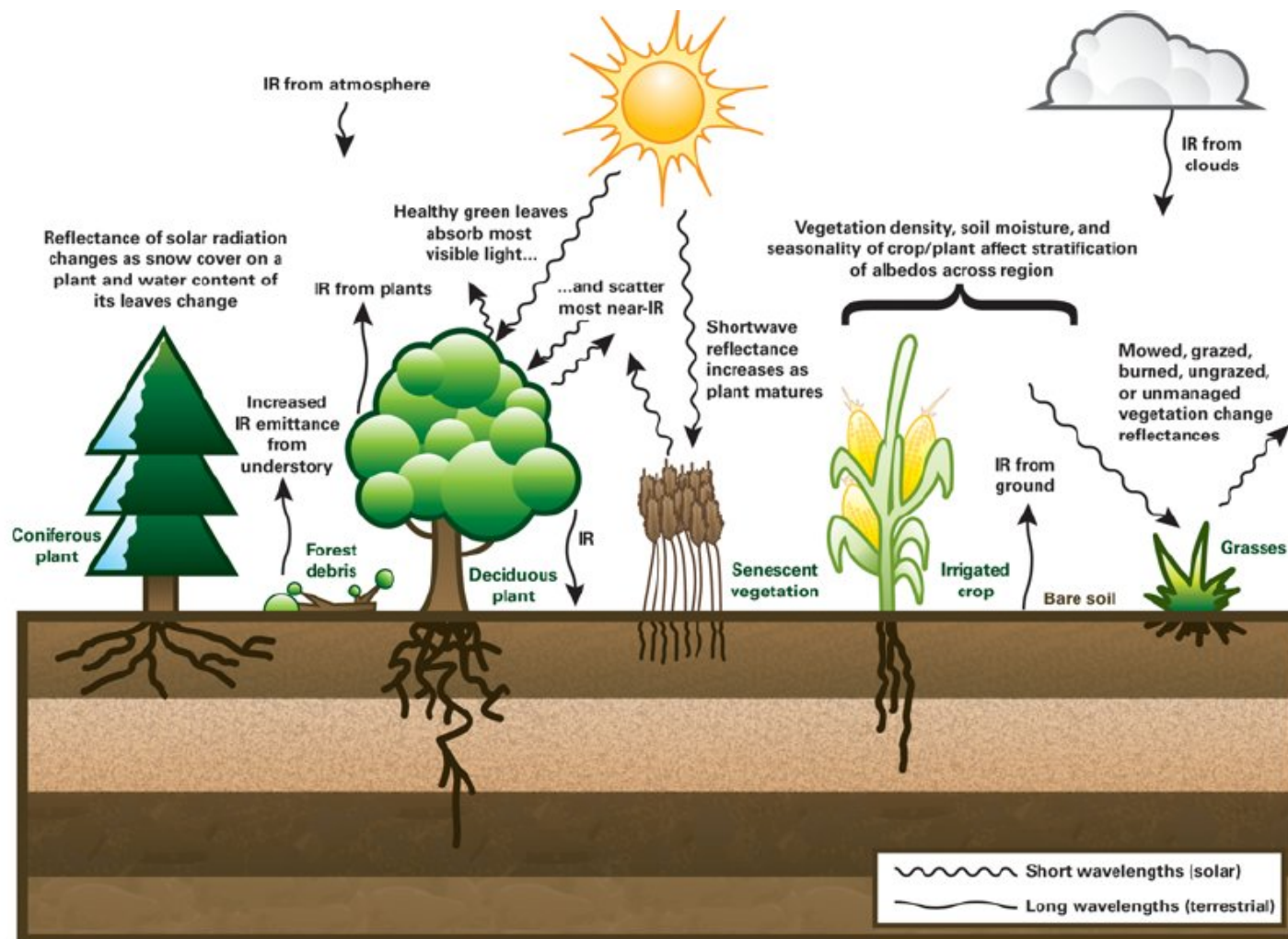


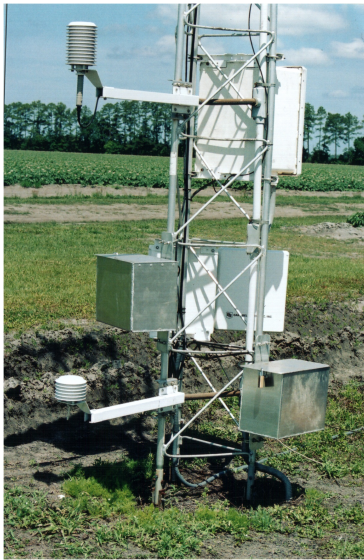
Figure 2 Schematic of latent and sensible heat fluxes that affect the land-air-vegetation system

Ακτινοβολία στην επιφάνεια φυτών

Οι οπτικές ιδιότητες των φυτών εξαρτώνται από:

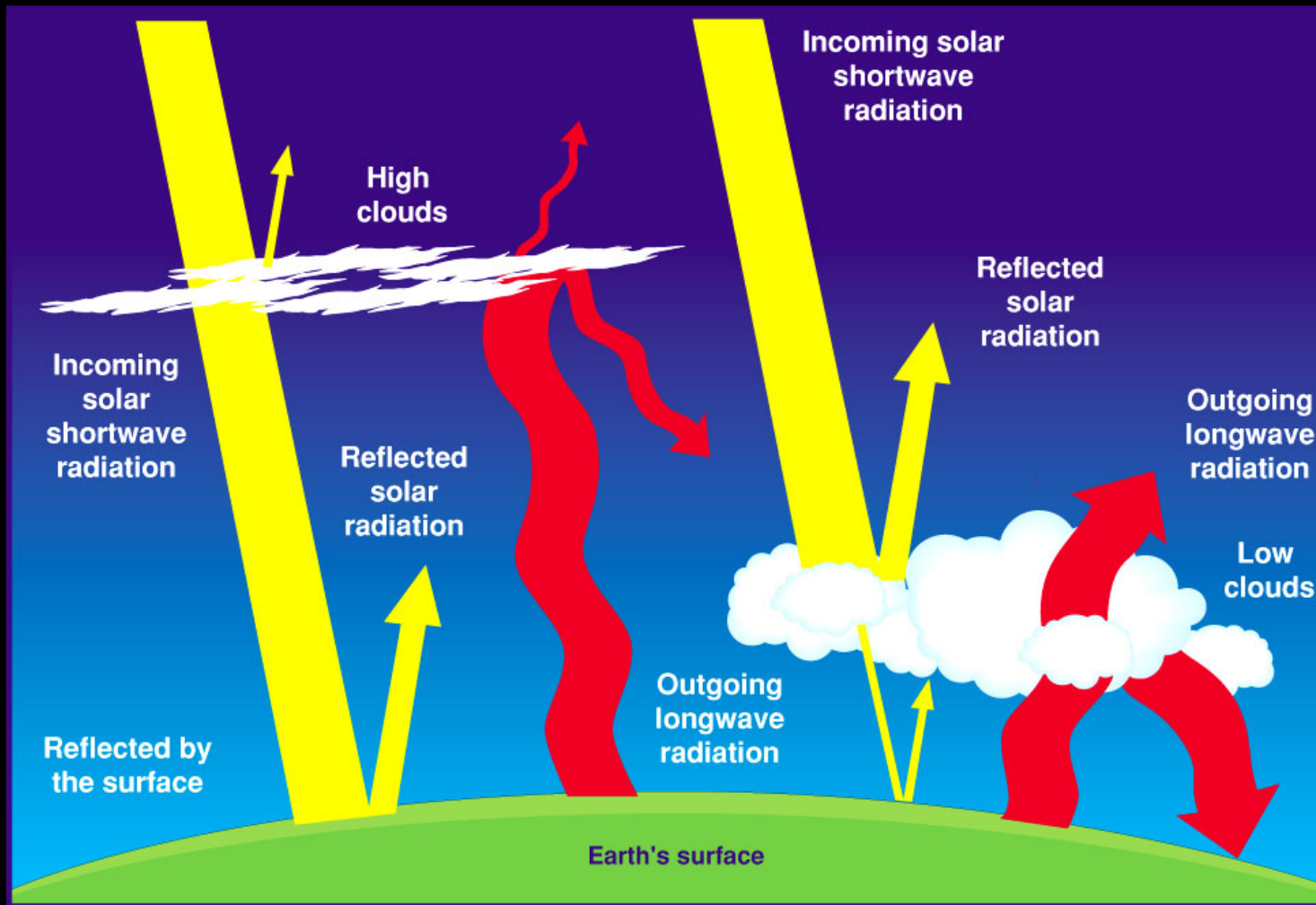
- πάχος του φυτικού ιστού (αύξηση της απορρόφησης με το πάχος του ιστού)
- χρώμα του ιστού (τα κίτρινα φύλλα αντανakλούν περισσότερο από τα πράσινα)
- σχήμα των φύλλων (τα φύλλα κωνοφόρων αντανakλούν λιγότερο από τα πλατύφυλλα)
- ηλικία του ιστού (τα νεαρά φύλλα παρουσιάζουν εντονότερη ανάκλαση σε σχέση με τα γηρασμένα)
- φαινολογικό στάδιο: πυκνότητα και ύψος φυτοκόμης
- υδατική καταπόνηση (ή περιεχόμενο υγρασίας)
- ύπαρξη τριχών (το τρίχωμα μπορεί και να τριπλασιάσει την ανακλαστικότητα)
- προσανατολισμό των φύλλων
- γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών
- τύπο και φασματική σύσταση της ακτινοβολίας

SW και LW ακτινοβολία σε διάφορες καλλιέργειες (ή χρήσεις γης)

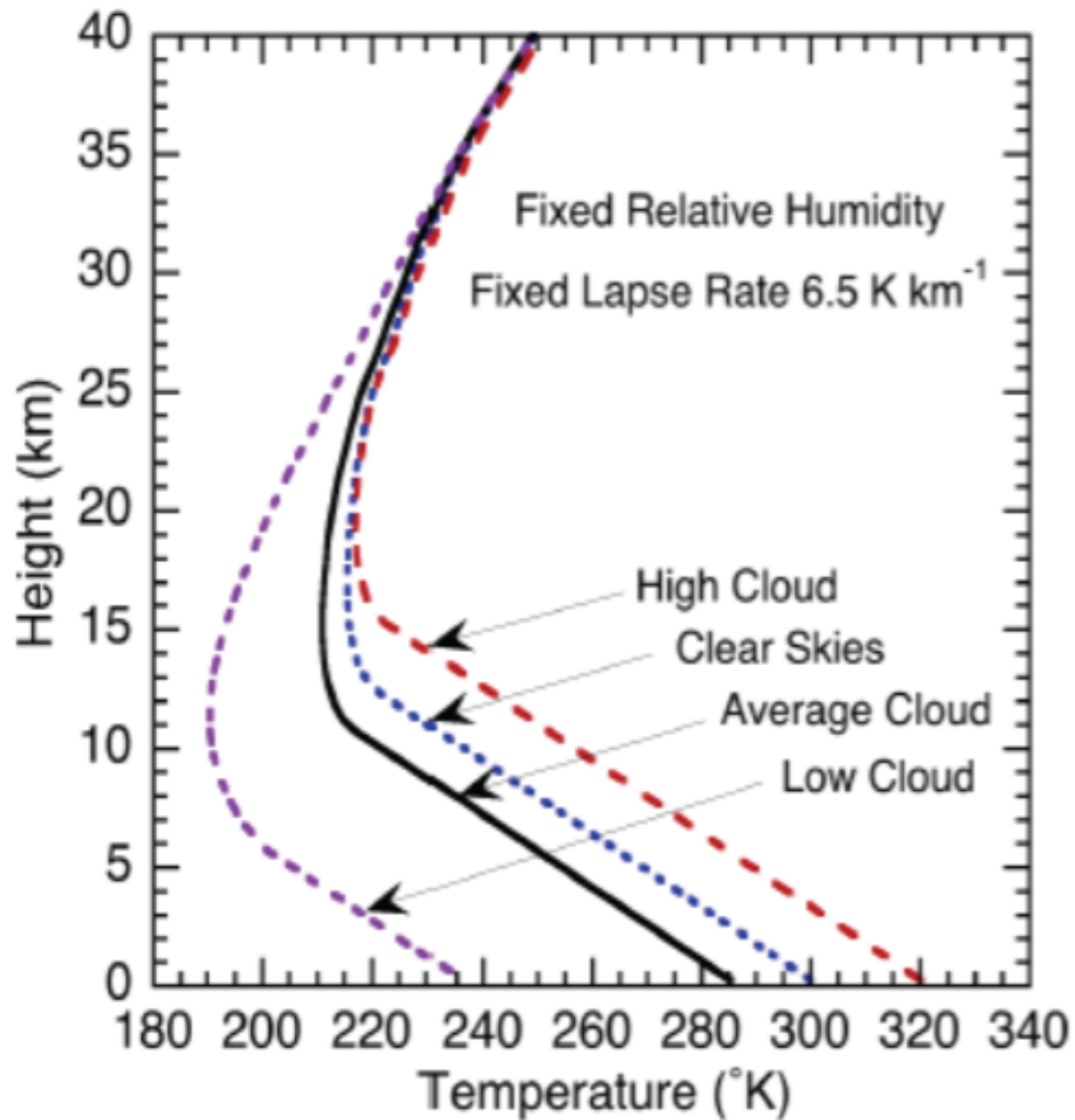


Σύννεφα: ψυχραίνουν ή θερμαίνουν;

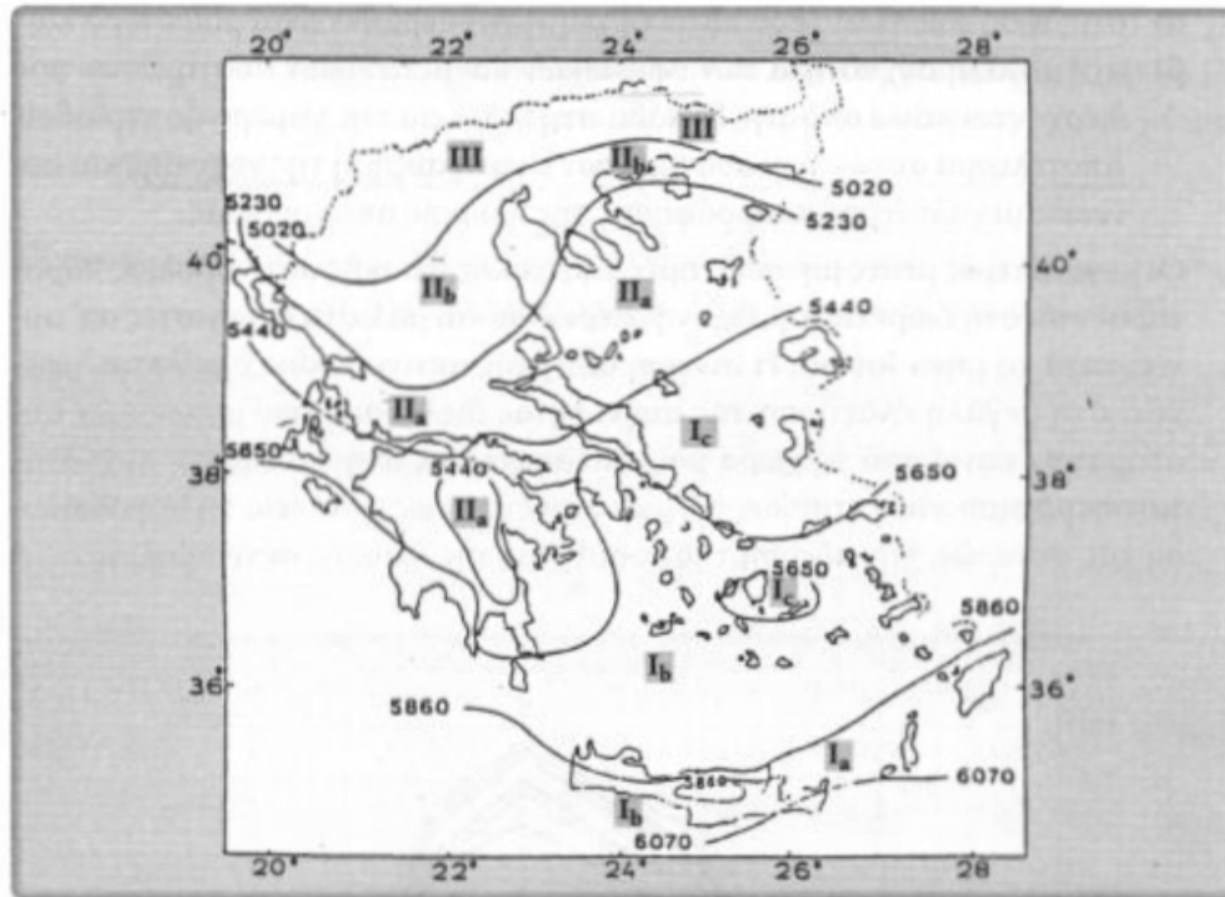
Cloud Effects On Earth's Radiation



Θερμοκρασία αέρα & Σύννεφα μικρού ή μεγάλου ύψους



Ηλιακή ακτινοβολία, $Q \rightarrow \text{ενέργεια}/\text{m}^2 \text{ έτος}$



Σχήμα 2.4.4. Ετήσιες τιμές ($\text{MJm}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$) της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας πάνω από την ελληνική περιοχή (κατά Flocas, 1980a).

Για την ελληνική περιοχή, τα ετήσια ποσά της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας (Q_s), εκφρασμένα σε $\text{MJm}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$, δίνονται με πολύ ικανοποιητική ακρίβεια από την εξίσωση:

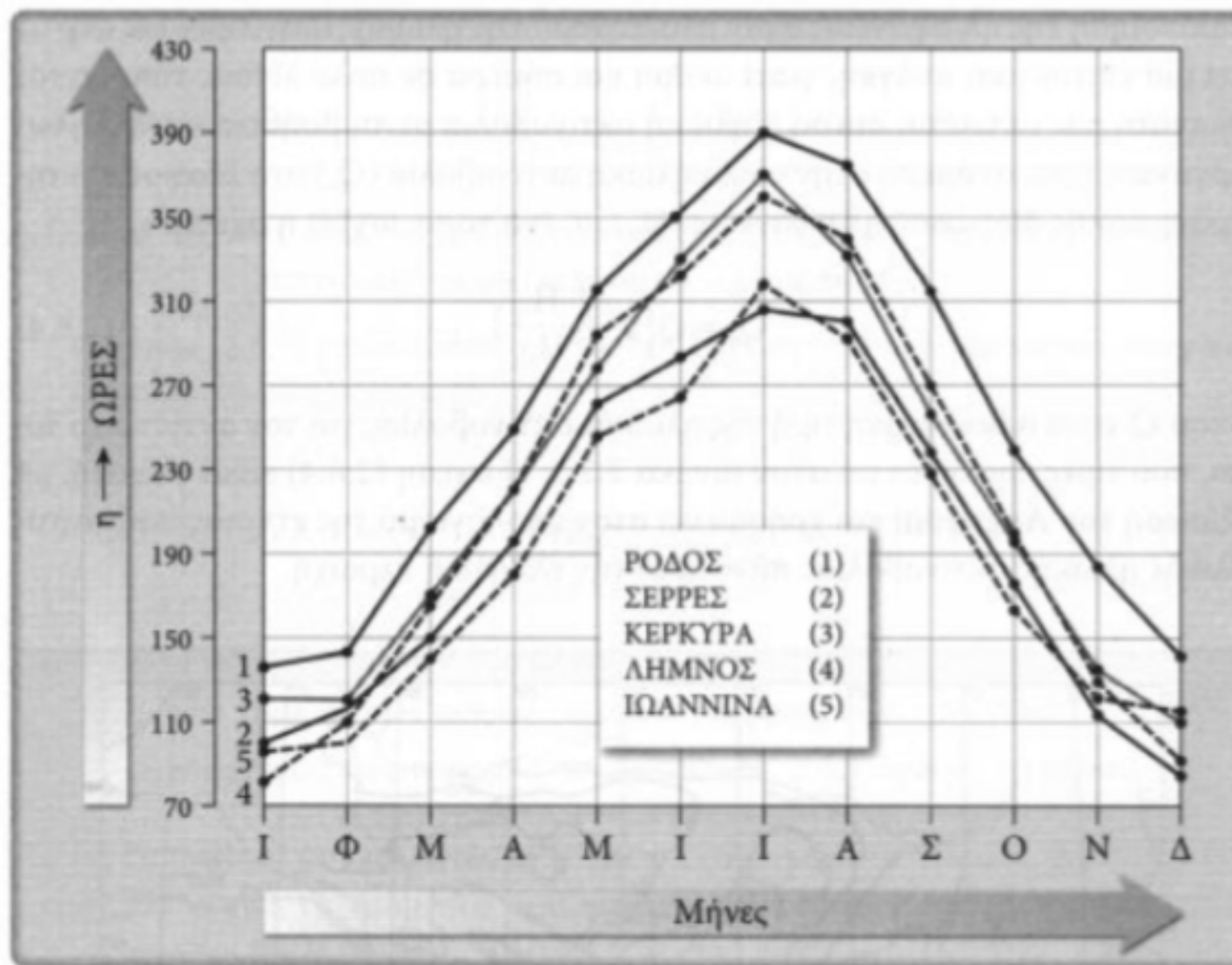
$$Q_s = 10618,470 - 2,439\varphi + 0,347\lambda - 0,301h \quad (2.4.1)$$

Ηλιοφάνεια, SD (Sunshine Duration) → ώρες/ έτος



Σχήμα 2.12 Ισοπληθείς μέσης ετήσιας διάρκειας ηλιοφάνειας σε ώρες (κατά Κοτίνη-Ζαμπάκα, 1983)

Ηλιοφάνεια, $\eta \rightarrow$ ώρες/μήνα



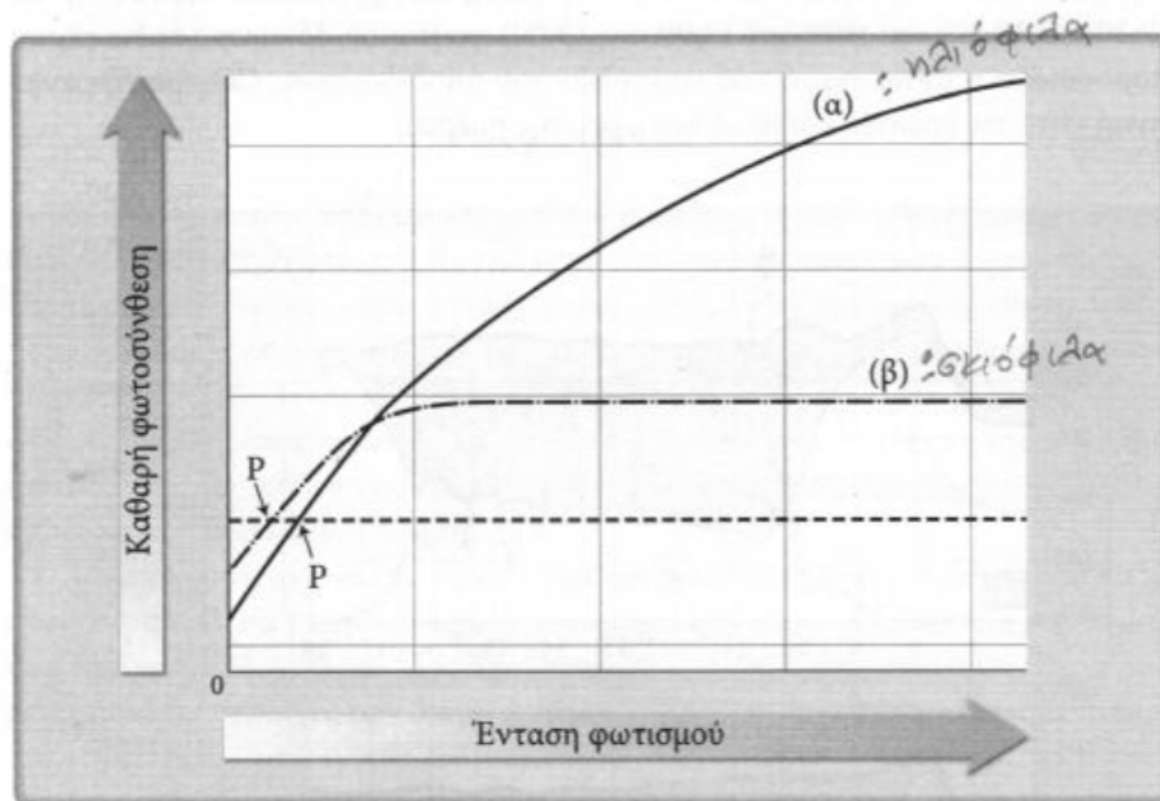
Σχήμα 2.6.2. Ετήσια πορεία της διάρκειας ηλιοφάνειας γι' ορισμένες περιοχές πάνω από την ελληνική περιοχή (κατά Κοτίνη-Ζαμπάκα, 1983).

Φωτοσύνθεση



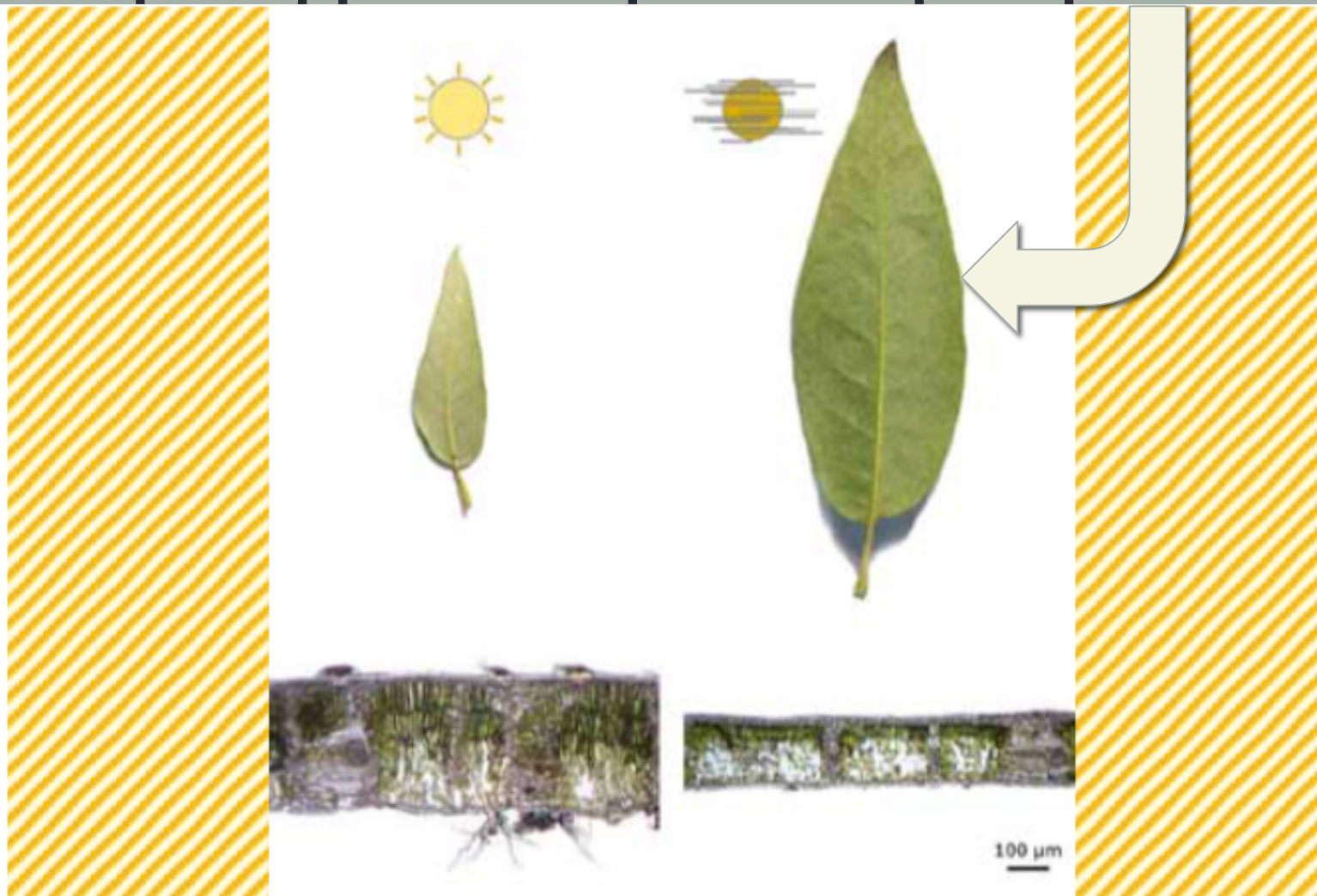
Ηλιόφιλα και σκιοφιλα φυτά

Τα φυτά ανάλογα με τις απαιτήσεις σε ηλιοφάνεια, μπορούν να χαρακτηριστούν **ηλιόφιλα** ή **σκιοφιλα**.



Σχήμα 2.7.6. Φωτοσυνθετική συμπεριφορά ηλιόφιλων (α) και σκιοφιλων (β) φυτών σε συνάρτηση με την αυξανόμενη ένταση του φωτισμού (P = σημείο αντιστάθμισης φωτισμού).

Προσαρμοστικότητα στον ήλιο ή σκιά



Εικόνα 5.9. Η αποσπαστική (κάτω) επιφάνεια φύλλου φωτός (αριστερά) και φύλλου σκιάς (δεξιά) αριάς (*Quercus ilex*). Τα φύλλα προέρχονται από το ίδιο δένδρο αλλά από διαφορετικά σημεία της κόμης. Στο κάτω μέρος της εικόνα εμφανίζεται η εγκάρσια τομή του κάθε φύλλου. Το φύλλο φωτός διαθέτει μικρότερη επιφάνεια, περισσότερο τρίχωμα και είναι παχύτερο του φύλλου σκιάς.

Ηλιασμός και παραγωγή φυτών

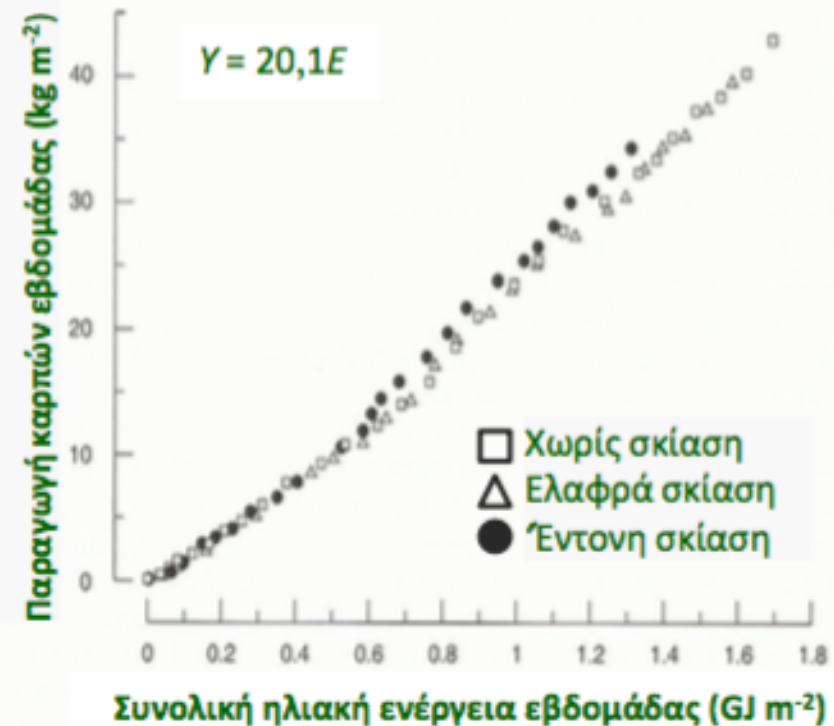
Η επάρκεια ηλιακής ενέργειας για φωτοσύνθεση σε επίπεδο καλλιέργειας εξαρτάται από την συνολική ενέργεια που δέχεται η καλλιέργεια στη διάρκεια μίας ημέρας.

Μονάδες μέτρησης ηλιακής ενέργειας:

$\text{kJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (ή $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$),

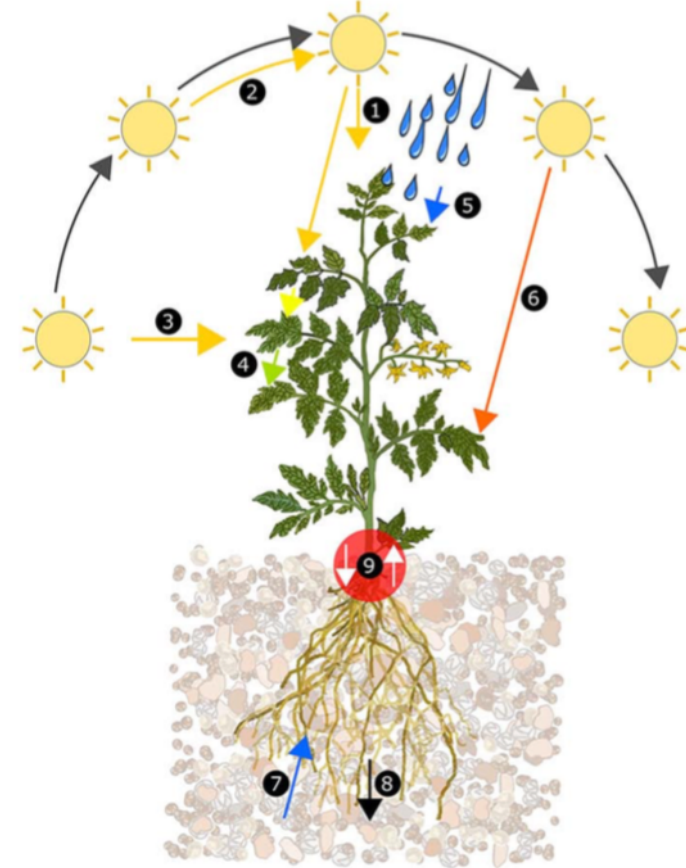
$\text{mmol m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (ή $\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

$\text{Wh m}^{-2} \text{d}^{-1}$



Αντιδράσεις των φυτών στο φως

Φωτομορφογένεση (α) είναι η φυσιολογική αντίδραση των φυτών στην **ποιότητα** (φάσμα) **και ποσότητα** (ένταση) της φωτεινής ακτινοβολίας. **Φωτοτροπισμός (β)** είναι η φυσιολογική αντίδραση στην **κατεύθυνση** της φωτεινής ακτινοβολίας. **Φωτοπεριοδισμός (γ)** είναι η φυσιολογική αντίδραση των φυτών στην **διάρκεια** της φωτεινής ακτινοβολίας.



<https://mediasrv.ua.gr/eclass/courses/AFPGM129//open> eclass Φυσιολογία Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

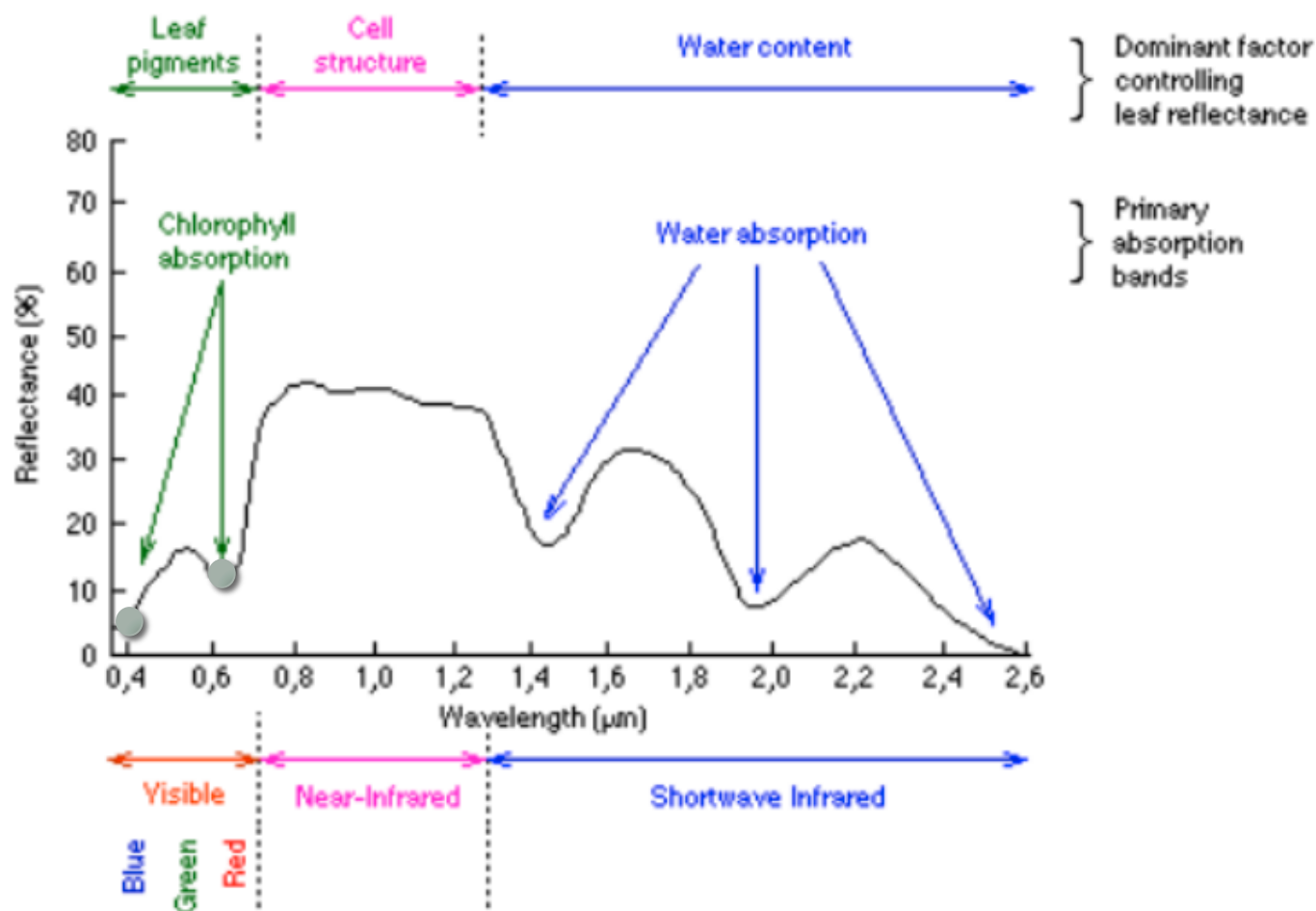
Εικόνα 8.1. Σύνοψη των κυριότερων ερεθισμάτων που δέχονται τα φυτά κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Σε παρένθεση αναφέρεται η λειτουργία των φυτών που σχετίζεται με το συγκεκριμένο ερέθισμα. 1. Φωτεινή ακτινοβολία: ένταση (φωτομορφογένεση). 2. Φωτεινή ακτινοβολία: διάρκεια (φωτοπεριοδισμός). 3. Φωτεινή ακτινοβολία: κατεύθυνση ακτίνων (φωτοτροπισμός). 4. Φωτεινή ακτινοβολία: ποιότητα (φωτομορφογένεση).

α) Φωτομορφογένεση

Υπεύθυνη μια χρωμοπρωτεΐνη, το **φυτόχρωμα**, που ρυθμίζει την δομή και λειτουργία των φυτικών κυττάρων και ιστών.

-  Σχηματισμός οφθαλμών
-  Μορφολογία φύλλων
-  Αύξηση βλαστών
-  Μεγαλύτερα και περισσότερα άνθη
-  Ποιότητα και χρώμα φρούτων
-  Αύξηση σακχάρων και μείωση οξέων
-  Έκταση και πυκνότητα ριζών

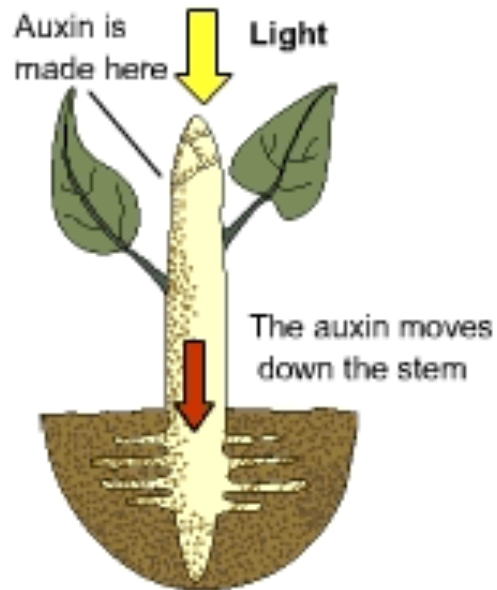
Φωτομορφογένεση



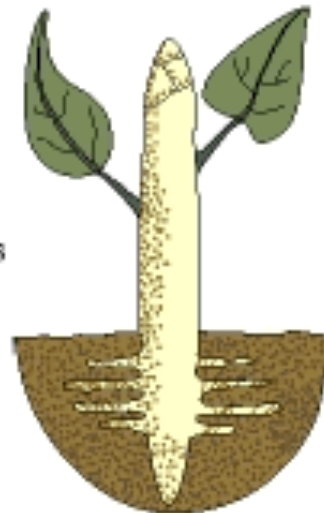
Εικόνα 2.16 Τυπική καμπύλη φασματικής ανάκλασης (*spectral reflectance curves*) της βλάστησης στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Διακρίνονται τα φασματικά τμήματα έντονης απορρόφησης από τη χλωροφύλλη (*chlorophyll absorption*) και το νερό (*water absorption*). (CCRS, 1998)

β) Φωτοτροπισμός

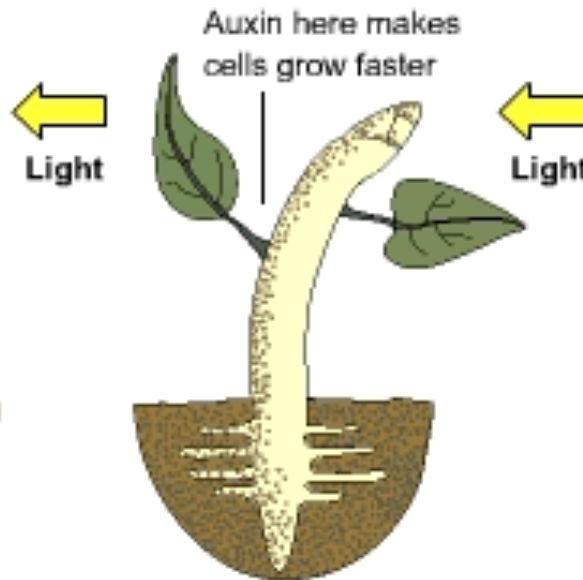
- **Φωτοτροπισμός** είναι η κίνηση μερών του φυτού, κατά την ανάπτυξή του, προς την κατεύθυνση που καθορίζεται από την ύπαρξη φωτισμού.



Auxin diffuses down the shoot stimulating growth.



If one side of the shoot is in the light, auxin diffuses away from the light.

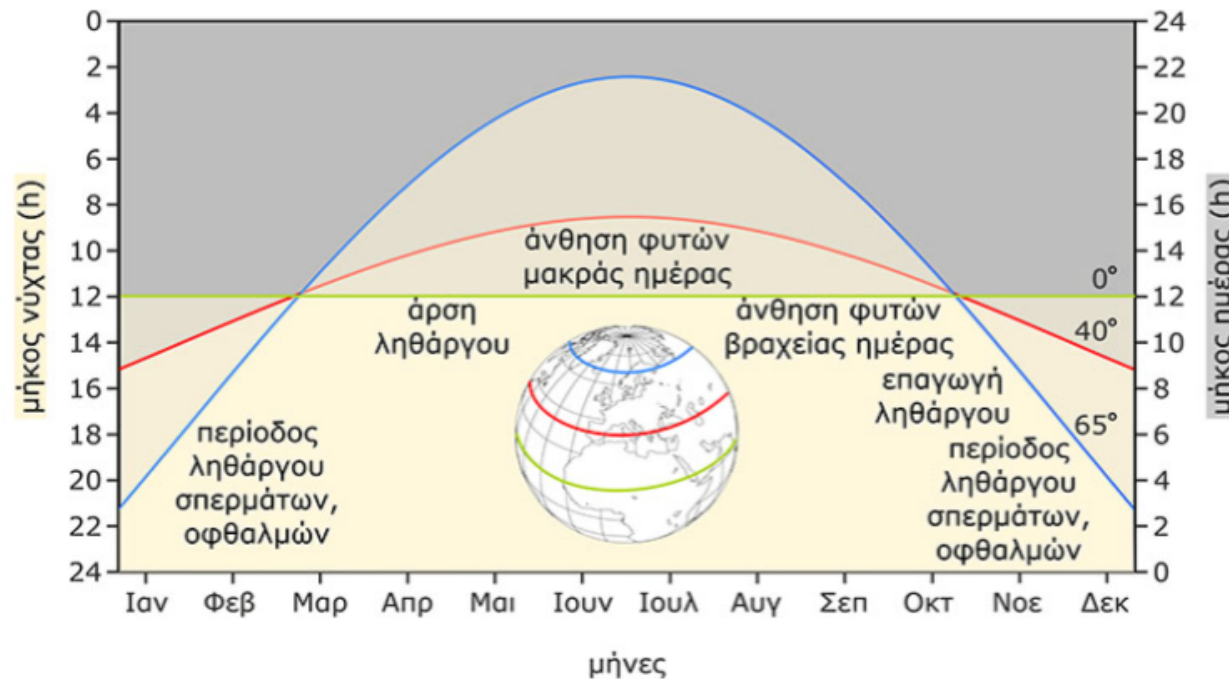


The side of the shoot in the shade has more auxin, so grows faster, causing the shoot to bend towards the light.



γ) Φωτοπεριοδισμός

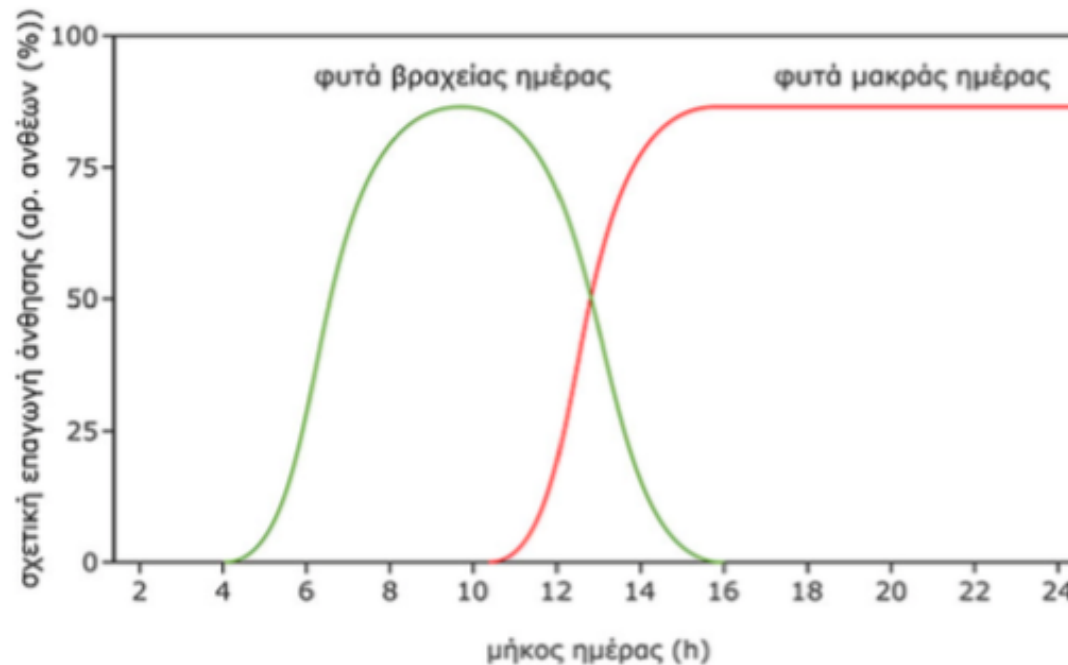
- **Φωτοπεριοδισμός** είναι η φυσιολογική αντίδραση των φυτών στη σχετική διάρκεια των περιόδων φωτός και σκότους (ημέρας – νύχτας).



Εικόνα 8.16. Ιδεατή παρουσίαση (κόκκινη καμπύλη) των εποχιακών μεταβολών της φωτοπεριόδου (δηλ. του μήκους της ημέρας και της νύκτας) σε γεωγραφικό πλάτος 40° (Λάρισα). Στην εικόνα παρουσιάζονται επίσης οι εποχιακές μεταβολές της φωτοπεριόδου σε δύο ακραία γεωγραφικά πλάτη. Στον Ισημερινό (0° πράσινη καμπύλη) το μήκος της ημέρας είναι σταθερό στις 12 ώρες ανεξάρτητα από την εποχή. Στο Bergen της Νορβηγίας (65° μπλε καμπύλη) κυμαίνεται από περίπου 3 ώρες τον Δεκέμβριο σε 21 ώρες τον Ιούνιο. Η κίτρινη περιοχή της εικόνας είναι διαφορετική ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και αντιπροσωπεύει το μήκος της ημέρας ενώ η γκριζα το μήκος της νύκτας. Αναφέρονται αντιπροσωπευτικές λειτουργίες των φυτών οι οποίες ελέγχονται από τις εκάστοτε μεταβολές στο μήκος της φωτοπεριόδου.

Φωτοπεριοδισμός

- Φυτά μακράς ημέρας είναι τα φυτά που για να ανθίσουν απαιτούν η διάρκεια της ημέρας να υπερβαίνει ένα όριο (π.χ. τα χειμερινά σιτηρά).
- Φυτά μακράς νύχτας ή βραχείας ημέρας είναι τα φυτά που για να ανθίσουν απαιτούν η διάρκεια της νύχτας να υπερβαίνει ένα όριο (π.χ. το χρυσάνθεμο).



Έτσι, τα φυτά μακράς ημέρας χρειάζονται μήκος ημέρας μεγαλύτερο από περίπου 11 ώρες, ενώ τα φυτά βραχείας ημέρας χρειάζονται μήκος ημέρας μικρότερο από περίπου 16 ώρες για να ανθίσουν. Βέβαια τα περισσότερα φυτά βραχείας ημέρας δεν ανθίζουν σε πολύ μικρά μήκη ημέρας (κάτω από 4 ώρες).

Φωτοπεριοδισμός

Ουδέτερα στη φωτοπερίοδο	Μεγάλης φωτοπεριόδου		Μικρής φωτοπεριόδου	
	Ποσοτική αντίδραση	Ποιοτική αντίδραση	Ποσοτική αντίδραση	Ποιοτική αντίδραση
Αγγούρι	Αγκινάρα	Αντίδι	Γλυκοκαλάμποκο	Γλυκοπατάτα
Γογγύλι	Καρότο	Ραδίκι	Μπάμια	Βλίτο
Καρπούζι	Κινέζικο λάχανο	Σπανάκι ⁴		
Κολοκύθι	Κρεμμύδι ¹			
Κουνουπίδι	Μαρούλι ¹			
Κρεμμύδι ¹	Μπιζέλι (Ο.Π.) ³			
Λάχανο Βρυξελλών	Παντζάρι			
Λάχανο κεφαλωτό	Πράσο			
Μαρούλι ¹	Ραπάνι			
Μελιτζάνα	Ρέβα			
Μπιζέλι (Π.Π.) ²	Σέλινο			
Μπρόκολο	Σέσκουλο			
Πατάτα				
Πεπόνι				
Πιπεριά				
Σπαράγγι				
Τομάτα				
Φασόλι				

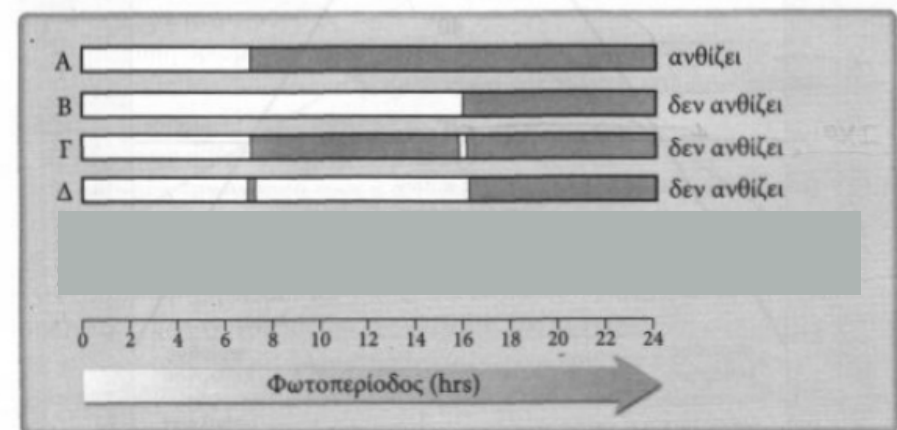
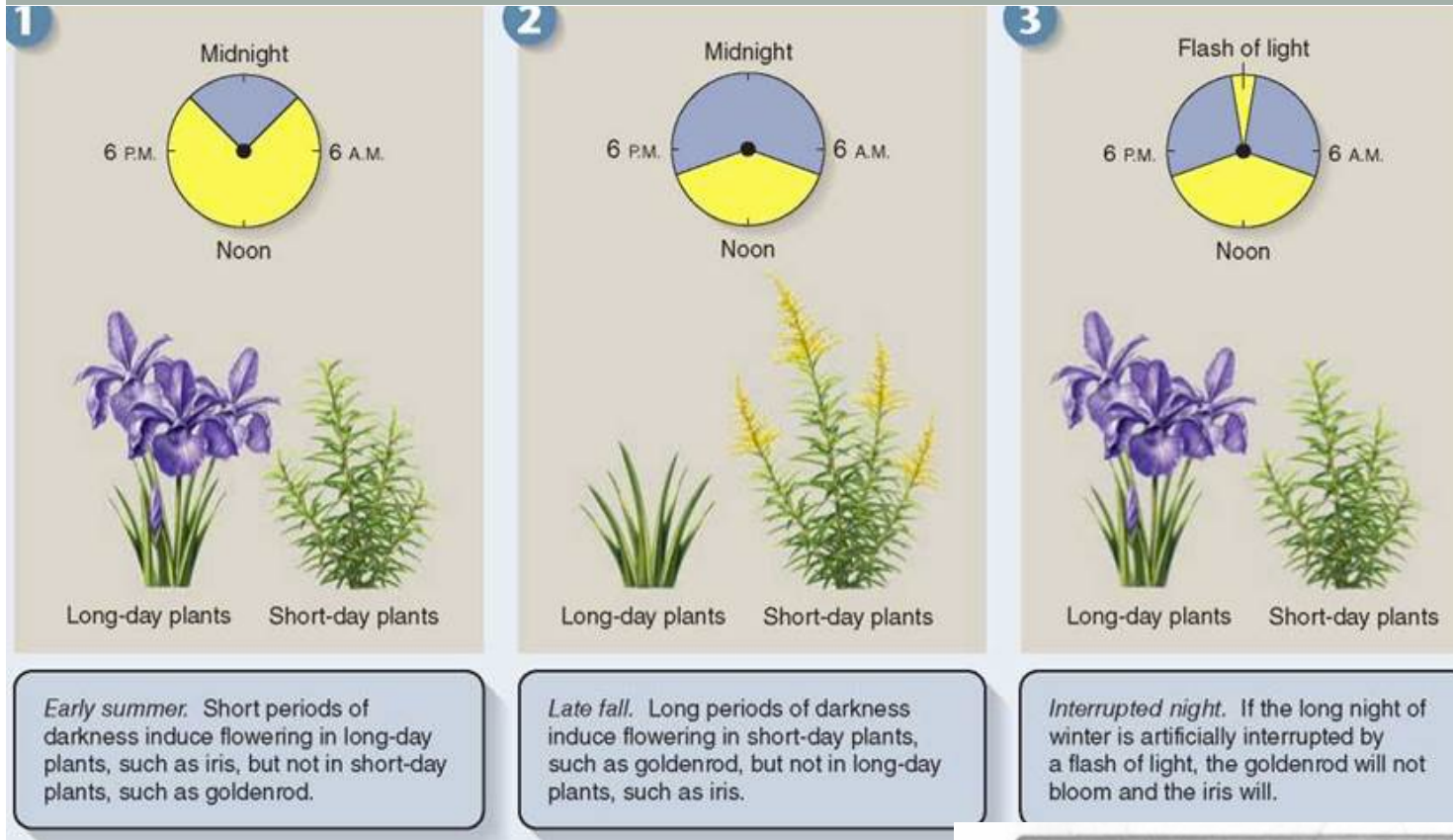
¹: Ορισμένες ποικιλίες είναι ουδέτερες στη φωτοπερίοδο, ενώ άλλες είναι μεγάλης ημέρας

²: Ποικιλίες πρώιμης καρποφορίας

³: Ποικιλίες όψιμης καρποφορίας

⁴: Στο ίδιο είδος υπάρχουν και ποικιλίες με ποσοτική αντίδραση στη φωτοπερίοδο.

Φωτοπεριοδισμός



Σχήμα 2.7.10. Επίδραση στην άνθηση του φυτού βραχείας ημέρας *Xanthium strumarium* των ωρών φωτισμού (ημέρα) και σκότους (νύχτα) κατά τη διάρκεια του εικοσπετραώρου (κατά Αϊβαλάκι κ.ά., 2005).

Φωτοπερίοδος και σημασία της

- **Κρίσιμη φωτοπερίοδος**: Το κρίσιμο μήκος ημέρας (φωτός) κάτω από το οποίο (για τα φυτά μακράς ημέρας) και πάνω από το οποίο (για τα φυτά βραχείας ημέρας) **δεν** εμφανίζονται άνθη στα φωτοπεριοδικά φυτά.
- Μέσω στοχευμένης βελτίωσης μπορεί η **διάρκεια του βλαστικού σταδίου** να επιμηκυνθεί ή να περιοριστεί, με στόχο την καλύτερη προσαρμογή σε διαφορετικές γεωγραφικές ζώνες και την αύξηση της παραγωγής. Μέσω της βελτίωσης έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες, με διαφορετικές ανάγκες φωτοπεριοδισμού ή εαρινοποίησης. Π.χ. ποικιλίες σιτηρών που απαιτούν εαρινοποίηση σπέρνονται το φθινόπωρο και ανθίζουν την ερχόμενη άνοιξη, ενώ ποικιλίες που δεν απαιτούν εαρινοποίηση σπέρνονται μετά το χειμώνα. Συνεπώς μπορεί να γίνει επιλογή ποικιλιών με βάση είτε την **υψηλή απόδοση** (οπότε είναι αναγκαία μια μακρύτερη βλαστητική περίοδος), είτε με βάση τον **εγκλιματισμό στις αντίξοες κλιματικές συνθήκες** (οπότε είναι αναγκαία μια σύντομη βλαστητική περίοδος).
- Επίσης στα θερμοκήπια, μπορεί η **διάρκεια του σταδίου ανθοφορίας** να επιμηκυνθεί ή να περιοριστεί, με στόχο να παραχθούν ανθοφόρα φυτά εκτός εποχής ή πρώιμα με τελικό όφελος την **αυξημένη παραγωγή και πρόσοδο**.