

Φώς και φυτά

πλήρης ανάλυση της σχέσης φυτά και φώς με λάμπες T8,T5

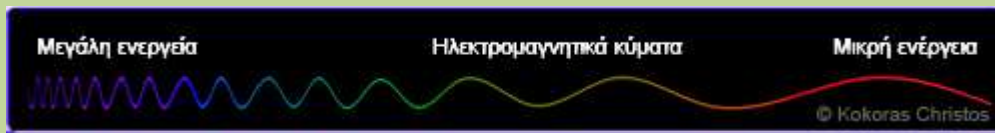
Τι είναι το φως

Οι περισσότεροι από εμάς γνωρίζουμε ότι το λευκό φως που βλέπουμε καθημερινά στη ζωή μας αποτελείται στην ουσία από μια μίξη χρωμάτων. Για να δούμε τα χρώματα του φωτός δε χρειάζεται να κάνουμε τίποτε άλλο από το να χρησιμοποιήσουμε ένα πρίσμα ή να παρατηρήσουμε κάποιο φυσικό φαινόμενο όπως το ουράνιο τόξο. Τα χρώματα που βλέπουμε λοιπόν από το πρίσμα τα ονομάζουμε χρώματα της ίριδος ή πιο σωστά ορατό φάσμα.

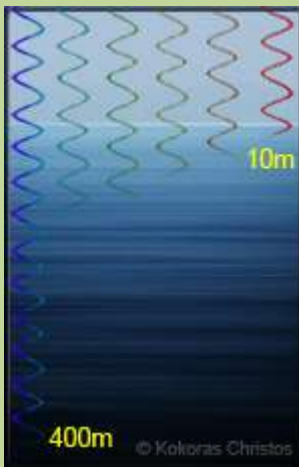


Το φάσμα

Ο ήλιος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Το μήκος ενός κύματος μπορεί να είναι ασύλληπτα μικρό σαν τις κοσμικές ακτίνες, έως και αρκετές δεκάδες χιλιόμετρα σαν τα εναλλασσόμενα ρεύματα. Όσο πιο μεγάλο είναι ένα μήκος κύματος τόσο λιγότερη ενέργεια έχει (ερυθρό μέρος του φάσματος), ενώ όσο πιο μικρό



είναι ένα μήκος κύματος τόσο περισσότερη ενέργεια έχει (κυανό μέρος του



φάσματος). Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που το κόκκινο χρώμα δε μπορεί να εισχωρήσει βαθιά μέσα στη θάλασσα, ενώ το κυανό φτάνει μέχρι και τα 400 μέτρα βάθος.

Σε εμάς τους ανθρώπους ένα μικρό τμήμα του φάσματος είναι ορατό και κυμαίνεται περίπου μεταξύ 390nm – 760nm, αναφέρω περίπου διότι κάποιοι συγγραφείς δίνουν διαφορετικούς αριθμούς. Το υπόλοιπο φάσμα -μη ορατό σε εμάς- αποτελείται από κοσμικές ακτίνες, ακτίνες x', ακτίνες γ', υπεριώδης ακτίνες, υπέρυθρες ακτίνες, ραδιοκύματα και εναλλασσόμενα ρεύματα.

Επίσης μαζί με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα συνταξιδεύουν και τα φωτόνια.



Lumen

Ορισμός: Μονάδα μέτρησης της έντασης ροής του ορατού φωτός σε συγκεκριμένη γωνία (ακτίνα) που εκπέμπεται από μια πηγή φωτός. $1 \text{ lm} = 1 \text{ lx} \cdot \text{m}^2$

Για να γνωρίσουμε πόσο λαμπερό είναι ένα φως από μια πηγή φωτός πρέπει να γνωρίζουμε την έντασης ροής του ορατού φωτός που εκπέμπεται από την πηγή. Τα Lumen μας δίνουν καθαρά την πληροφορία πόσο φωτεινή είναι μια πηγή φωτός. Το πόσα Lumen θα μας δώσει μια λάμπα εξαρτάται από την ισχύ της λάμπας (Watt), το είδος της



λάμπας, την ποιότητα κατασκευής και από άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά. Έτσι για παράδειγμα μια λάμπα T8 ή T5 μπορεί να αποδώσει από 50-100 Lumen ανά Watt. Με απλά λόγια δυο λάμπες των 30w από δυο διαφορετικές εταιρείες -ή και της ίδιας εταιρείας ακόμη- μπορούν να δώσουν 3000 Lumen η μια, 1500 Lumen η άλλη. Ενδεικτικά αναφέρω τα Lumen από διάφορες εταιρείες:

Dennerle 76lm–80lm/W	Arcadia 51lm–80lm/W	Sera 63lm–90lm/W	Sylvania 61lm–83lm/W
Osram 80lm–93lm/W	Philips 58lm–93lm/W	JBL 46lm–59lm/W	Interpet 46lm–65lm/W

Από τις παραπάνω πληροφορίες μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε αβίαστα ότι ο γνωστός κανόνας Watt/λίτρο είναι αναξιόπιστος, διότι δε γνωρίζουμε πόσα Lumen αποδίδει η λάμπα του ενυδρείου. Οπότε εάν συστήσουμε σε ένα χομπίστα 0,5Watt/λίτρο δε θα είναι το ίδιο εάν έχει μια T8 που αποδίδει 3000 Lumen με μια T8 που αποδίδει 1500Lumen. Για παράδειγμα λοιπόν, έχουμε ένα ενυδρείο με 60 λίτρα και προτείνουμε ο φωτισμός του να είναι 0,5Watt/λίτρο, δηλαδή μια λάμπα 30Watt. Εάν η λάμπα που αγοράσουμε αποδίδει 1500 Lumen στα 30Watt θα έχουμε και τον ανάλογο φωτισμό, εάν όμως η λάμπα που αγοράσουμε αποδίδει 3000 Lumen στα 30Watt θα έχουμε περισσότερο φωτισμό. Δηλαδή εμείς προτείνουμε να έχει 0,5Watt/λίτρο στο ενυδρείο του, αλλά δε γνωρίζουμε την απόδοση της λάμπας με αποτέλεσμα οι προτάσεις μας να θυμίζουν τυχερό παιχνίδι...: 1. Πολύ φως, 2. Λίγο φως, Χ. Επαρκές φως. Το πρόβλημα αυτό το αντιλήφθηκαν και οι σύγχρονοι χομπίστες και επινόησαν έναν άλλο εμπειρικό κανόνα χωρίς φυσικά να είναι απόλυτα σωστός, αλλά έχει πιο μεγάλη ευστοχία από το γνωστό κανόνα Watt/λίτρο. Ο νέος κανόνας έχει ως εξής: 30-50 Lumen/λίτρο.

Πριν προχωρήσω παρακάτω θα ήθελα να κάνω μια διευκρίνηση. Ο κανόνας αυτός όπως είπαμε είναι εμπειρικός και μπορεί σε ένα ενυδρείο με φυτά χαμηλών απαιτήσεων να αρκεί ένας φωτισμός κάτω από τα 30 Lumen/λίτρο. Μετά από προσωπικές δοκιμές και μετρήσεις που έκανα, παρατήρησα ότι ένα ενυδρείο με φυτά χαμηλών απαιτήσεων μπορεί να λειτουργήσει και με 20 Lumen/λίτρο, εφόσον το ύψος του ενυδρείου δεν ξεπερνά τα 30 cm περίπου, ενώ σε ένα ενυδρείο του ίδιου ύψους με απαιτητικά φυτά επαρκούν άνετα τα 30-35 Lumen/λίτρο. Όσο όμως αυξάνεται το ύψος τόσο αυξάνεται και η ανάγκη για περισσότερα Lumen και το γιατί θα το δούμε πιο κάτω. Το συμπέρασμα που έβγαλα από τις μετρήσεις είναι ότι τον κανόνα αυτόν μπορούμε να τον δώσουμε σα βάση, εφόσον γνωρίζουμε τις απαιτήσεις σε φωτισμό που έχουν τα φυτά μας. Το μόνο μειονέκτημα που διαπίστωσα είναι ότι δε δίνουν όλες οι κατασκευαστικές εταιρίες τα Lumen για τις λάμπες τους, οπότε εάν δε γνωρίζουμε τα Lumen δεν έχει καν δυνατότητα εφαρμογής ο κανόνας. Παρά το μειονέκτημα αυτό, είναι πολύ πιο αξιόπιστος από τον παλιό κανόνα Watt/λίτρο.

Πρακτική εφαρμογή του κανόνα (μίνι πείραμα)

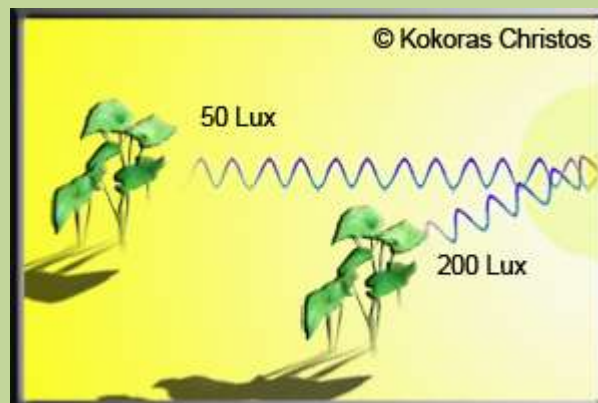
Ενυδρείο 270 λίτρων, ύψος 50 cm, φωτισμός T5 13200 lm. Έχουμε λοιπόν $13200 \text{ lm} : 270 \text{ λίτρα} = 48,8 \text{ lm/λίτρο}$. Τα απαιτητικά σε φως φυτά -όπως τα Eusteralis, Ludwigia Nesaee- αναπτύσσονται άριστα.

Συμπέρασμα 48,8 Lumen/λίτρο καλύπτουν άνετα τις απαιτήσεις σε ένα ενυδρείο καθαρού ύψους 50 cm

Lux

Παραπάνω ανέφερα μερικές φορές τη λέξη Lux, τι είναι όμως τα Lux και που μας χρησιμεύουν; Εάν πάρουμε μια κοινή λάμπα 60W (μας δίνει περίπου 700 Lumen) και την τοποθετήσουμε σε ένα δωμάτιο, το φως που θα διαχυθεί σε όλο το δωμάτιο μετρείται πλέον σε Lux. (lx). Ένα Lux είναι η μετρήσιμη ένταση του ορατού φωτός 1 Lumen σε επιφάνεια 1 m².

Εάν τοποθετήσουμε τώρα ένα φυτό σε κοντινή απόσταση από την πηγή φωτός θα δέχεται πιο πολλά Lux από ότι ένα φυτό που βρίσκεται σε μακρινή απόσταση. Τα Lux δηλαδή μας δίνουν τη φωτεινότητα που έχει ένας χώρος και εξαρτάται από την πηγή φωτός και την απόσταση στο χώρο που πρέπει να διανύσει. Έτσι στη γη έχουμε 0,2-0,5 Lux όταν έχουμε μια νύχτα με φεγγάρι, 1000-2000 Lux σε βαριά χειμωνιάτικη συννεφιά, ενώ η καλοκαιρινή συννεφιά έχει 20000 Lux. Μια ηλιόλουστη μέρα μπορεί να φτάσει και τα 100.000 Lux και τέλος, το βράδυ μέσα στο δωμάτιο μας έχουμε -ανάλογα με το φωτισμό- μεταξύ 200 Lux στο κέντρο του δωματίου και 50 Lux στις γωνίες. Τα φυτά όμως για να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν χρειάζονται πολύ περισσότερα Lux από ότι έχουμε στο δωμάτιο μας.



Στο ερώτημα λοιπόν που γεννιέται "πόσα Lux χρειάζεται ένα ενυδρείο" δε μπορεί να απαντηθεί ευθέως. Το πόσα Lux θα έχουμε στο ενυδρείο μας εξαρτάται πάντα από τις απαιτήσεις των φυτών μας. Όπως είναι γνωστό -στους περισσότερους από εμάς- τα φυτά δεν έχουν όλα τις ίδιες απαιτήσεις σε φωτισμό, αλλά διαφορετικές. Στον παρακάτω πίνακα μπορείτε να δείτε τις πέντε κατηγορίες φυτών και τις απαιτήσεις τους σε Lux:

Φυτά άκρως απαιτητικά σε φωτισμό. Τέτοια φυτά συνήθως δε συναντάμε στο ενυδρείο μας.	>10.000 Lux ☀️☀️☀️☀️☀️
Φυτά πολύ απαιτητικά στο φώς. Τα φυτά αυτά έχουν συνήθως κοκκινωπό χρώμα ή ανοιχτό πράσινο, όπως πχ Eusteralis, Ludwigia Nesaea, Rotala.	5.000 – 10.000 Lux ☀️☀️☀️☀️☁️
Φυτά απαιτητικά σε φωτισμό όπως πχ Alternanthera, Cabomba, Egeria, Lilaeopsis Bacopa.	2.000 – 5.000 Lux ☀️☀️☀️☁️☁️
Φυτά μέτριων απαιτήσεων σε φώς. Σε αυτήν την οικογένεια ανήκουν αρκετά Echinodorus, Hygrophila, Myriophyllum, Sagittaria, Vallisneria, Ceratophyllum	1.000 – 2.000 Lux ☀️☀️☁️☁️☁️
Φυτά που αρέσκονται σε σκιερά μέρη. Χαρακτηριστικό αυτών των φυτών είναι το σκούρο πράσινο χρώμα των φύλλων τους πχ πολλά είδη από τις οικογένειες, Anubias, Cryptocoryne, Aponogeton, Crinum, Microsorium.	100 -1.000 Lux ☀️☁️☁️☁️☁️

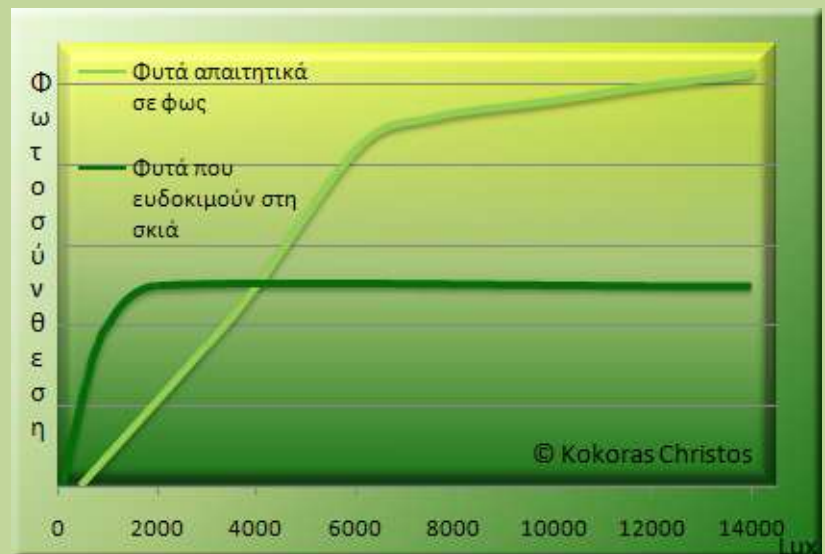
© Kokoras Christos

Από τον παραπάνω πίνακα λοιπόν μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε πόσο φωτισμό χρειαζόμαστε στο ενυδρείο μας. Εάν για παράδειγμα έχουμε σκοπό να φτιάξουμε ένα ενυδρείο με λαβρινθόψαρα -τα οποία χρειάζονται χαμηλό φωτισμό- τότε επιλέγουμε και φυτά με λίγες απαιτήσεις στον φωτισμό.

Στην περίπτωση που τοποθετήσουμε στο ενυδρείο μας τέτοιου είδους φυτά αλλά ο φωτισμός είναι πολύς, τότε κάναμε το πρώτο βήμα για να αποκτήσουμε άλγη. Και αυτό διότι όπως διαφαίνεται και στο γράφημα τα φυτά με χαμηλές απαιτήσεις, μετά από κάποια Lux δεν αυξάνουν τη φωτοσύνθεσή τους, αλλά ούτε και την ανάπτυξή τους σε σύγκριση με τα φυτά που αρέσκονται στο πολύ φως. Η φύση όμως πάντοτε προσπαθεί να ισορροπήσει τις καταστάσεις οπότε το -ας το ονομάσουμε- "περίσσιο φώς" το εκμεταλλεύονται οι άλγες όπου και αυξάνονται. Όταν λοιπόν η ισορροπία μεταξύ φυτών και φωτισμού είναι διαταραγμένη συνήθως εμφανίζονται άλγες. Βέβαια και ο παράγοντας λίπανση παίζει και αυτός ένα μεγάλο ρόλο, αλλά δεν είναι στη συγκεκριμένη περίπτωση το θέμα μας.

Σε αντίθετη περίπτωση, εάν δηλαδή έχουμε στο ενυδρείο μας απαιτητικά φυτά αλλά ο φωτισμός μας δεν επαρκεί, τότε τα φυτά δεν αναπτύσσονται σωστά -ή και μερικές φορές καθόλου- με αποτέλεσμα να ευνοούνται πολύ οι άλγες. Βέβαια υπάρχουν και φυτά τα όποια, παρόλο που είναι απαιτητικά σε φως, μπορούν να επιβιώσουν και σε συνθήκες με λιγιστό. Αναφέρω ένα παράδειγμα με το φυτό Hygrophila Polysperma Sunset (εικόνα δεξιά) το οποίο παρόλο που είναι πολύ απαιτητικό στο φώς, μπορεί να προσαρμοστεί και σε φωτισμό μικρότερης έντασης αλλά δεν έχει βέβαια την ίδια χάρη που έχει με τη σωστή ένταση φωτός.

Αυτός είναι και ο λόγος που μερικές φορές υπάρχει μια σύγχυση πληροφοριών για το ίδιο φυτό, όπου η μια πληροφορία μας λέει ότι θέλει πολύ φως για να αναπτυχθεί, ενώ η άλλη ότι το ίδιο φυτό επιβιώνει από λίγο έως πολύ φωτισμό. Στην πρώτη περίπτωση αναφέρουν τον ιδανικό φωτισμό που χρειάζεται το φυτό για μια σωστή ανάπτυξη, ενώ στη δεύτερη μας δίνουν το μίνιμουμ που μπορεί να επιβιώσει υστερώντας όμως φυσικά σε χάρη.



Πέρα από το χρώμα που έχει το φυτό σε ιδανικό φωτισμό υπάρχει και η γενική ανάπτυξή του.

Για παράδειγμα πολλά φυτά μπορούν να αναπτυχθούν και με λίγο φωτισμό, αλλά η ανάπτυξή τους είναι καχεκτική, τα φύλλα τους μικρά και εύθραυστα, ενώ η απόσταση των μίσχων μεταξύ τους είναι μεγάλη, κλασσικό σημάδι έλλειψης φωτός.



Η εικόνα δεξιά μας δείχνει το φυτό Cabomba Caroliniana υπό συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Βλέπουμε καθαρά την αυξημένη απόσταση των μίσχων και τα μικρά φύλλα. Αυτό δημιουργείται διότι το φυτό προσπαθεί με αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης στον κορμό να φτάσει πιο ψηλά, ευελπιστώντας ότι θα συναντήσει καλύτερες συνθήκες φωτισμού.

Στην αριστερή εικόνα βλέπουμε το ίδιο φυτό δυο εβδομάδες αργότερα σε συνθήκες κανονικού φωτισμού. Η μείωση της απόστασης των μίσχων είναι εμφανής, όπως επίσης και τα πιο γεμάτα φύλλα. Το φυτό τώρα δεν έχει λόγο να βιάζεται να αυξήσει το ύψος του γι' αυτό και δίνει την περισσότερη ενέργειά του στη δημιουργία φύλλων.



Οι ιδανικές συνθήκες σε φωτισμό, εκτός από τη γενική ανάπτυξη του φυτού, δίνουν και το ερέθισμα στο φυτό να δημιουργήσει άνθη.

Στη διπλανή εικόνα βλέπουμε το ίδιο φυτό υπό καλύτερες συνθήκες φωτισμού να δημιουργεί άνθη, εάν του επιτρέψουμε να φτάσει στην επιφάνεια του νερού.

Πιστεύω να έγινε σαφές ότι τα Lux που θα επιλέξουμε να έχουμε στο ενυδρείο μας πρέπει να ανταποκρίνονται ακριβώς στις απαιτήσεις των φυτών, ούτε παραπάνω ούτε παρακάτω. Τοποθετούμε πάντα τα φυτά υψηλών απαιτήσεων στα σημεία με τον περισσότερο φωτισμό (συνήθως στο μέσο του ενυδρείου) και τα φυτά χαμηλότερων απαιτήσεων στα σημεία με το λιγότερο φως (συνήθως στις άκρες και σε σημεία που δημιουργείται σκιά από κάποια ρίζα ή πέτρα).



Πως μπορούμε να υπολογίσουμε πόσα Lux έχει το ενυδρείο μας.

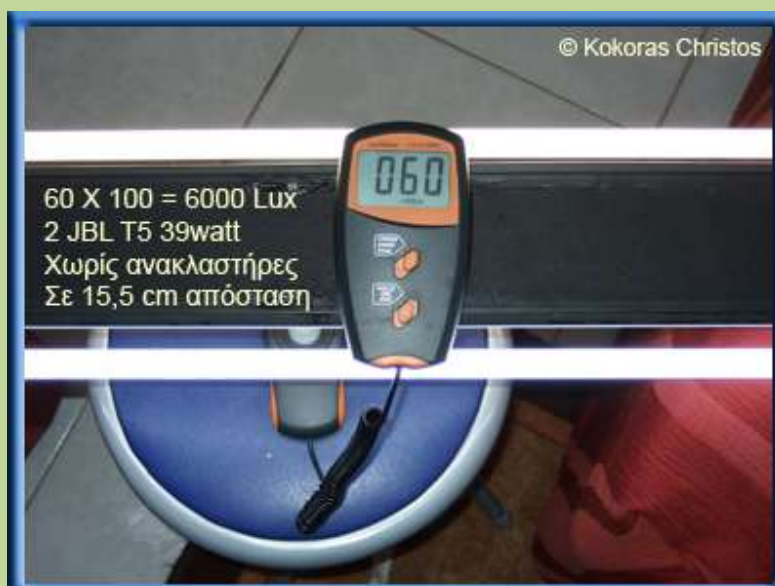
Φυσικά ο καλύτερος και ο πιο σωστός τρόπος είναι να κάνουμε μετρήσεις με ένα λουξόμετρο (luxmeter), το οποίο θα μας δώσει ακριβώς πόσα Lux έχουμε στο ενυδρείο μας. Δεν έχουν όμως όλοι τη δυνατότητα να αποκτήσουν ένα τέτοιο μηχάνημα, οπότε πρέπει να βρούμε έναν άλλο τρόπο ώστε να μπορούμε να βρούμε πόσα περίπου lux έχουμε στο ενυδρείο μας. Κατά διαστήματα προσπάθησαν πολλοί να βγάλουν έναν κανόνα που να μπορεί να μας δώσει κατά προσέγγιση τα lux μέσα στο ενυδρείο μας, όπως με χρήση φωτογραφικής μηχανής με TTL, με μαθηματικούς τύπους, κανόνες κτλ, κανένας όμως από αυτούς δε μπόρεσε να επιβιώσει διότι ήταν πολύ ανακριβής. Έτσι ο καλύτερος τρόπος παραμένει η άμεση μέτρηση των lux.

Παρόλο αυτά θα προσπαθήσω να δημιουργήσω έναν πίνακα με ενδεικτικές τιμές lux που ενδεχομένως να έχουμε στο ενυδρείο μας, ακόμη και αν δε γνωρίζουμε τα lumen της λάμπας.



Ανακλαστήρες

Προτού όμως μπούμε στη διαδικασία υπολογισμού των Lux, θεωρώ σχεδόν απαραίτητη τη χρήση καλών ανακλαστήρων οι οποίοι μας βοηθούν να αυξήσουμε τα Lux στο ενυδρείο μας πάνω από το 100% και να εισχωρήσει το φως πιο βαθιά. Στις διπλανές φωτογραφίες βλέπουμε τα Lux που αποδίδουν δυο λάμπες χωρίς ανακλαστήρες και δυο λάμπες με ανακλαστήρες. Η αύξηση που έχουμε είναι της τάξεως του 145% σε απόσταση 15 cm περίπου. Φυσικά καθώς αυξάνεται η απόσταση μειώνεται η απόδοση, αλλά όχι κάτω από το 100%. Η αύξηση αυτή οφίλετε στο γεγονός ότι οι ανακλαστήρες συγκεντρώνουν το φως προς μια επιθυμητή κατεύθυνση με αποτέλεσμα τα Lux που ήταν σκορπια προς όλες της κατενθήσης να σηγκεντρώνονται στην δεδομενη κατευθεση. Αξίζει λοιπόν να επενδύσουμε σε καλούς ανακλαστήρες, ή εάν πιάνουν τα χέρια μας να κατασκευάσουμε μόνοι μας από ποιοτικά υλικά.



Μετρήσεις μέσα στο ενυδρείο

Το ενυδρείο: Juwel trigon 350lit.
Φωτισμός DIY.

2 T5 39w JBL

2 T5 24w JBL

Ανακλαστήρες JBL σε όλες της
λάμπες

NO3 = 8

Gh = 7

Kh = 3

Tds = 200

Redox = +250

Βλέποντας απ' έξω ένα ενυδρείο, μας
δίνει την εντύπωση ότι διαχέεται
ομοιόμορφα από φως. Αυτό όμως
είναι μια μεγάλη οφθαλμαπάτη.

Τα 30000 lux που έχουμε σαν

αφετηρία ακούγονται τρομακτικά πολλά, άλλα στην ουσία φτάνουν για ένα καλοφωτισμένο ενυδρείο. Ας το δούμε λίγο πιο αναλυτικά. Με την αύξηση της απόστασης από τη λάμπα, έχουμε μεγάλη μείωση των Lux. Η μείωση αυτή οφείλεται στην ιδιότητα που έχει το νερό, αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα στο χρώμα του νερού, στην αγωγιμότητα, το redox, στα νιτρικά κτλ με αποτέλεσμα να μην είμαστε σε θέση να μπορούμε να έχουμε έναν κανόνα που να προσδιορίζει πόσο τοις εκατό απώλεια Lux έχουμε ανά εκατοστό. Σε προσωπικές μετρήσεις μου παρατήρησα μεγάλες διαφορές σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, σε διαφορετικά βάθη αλλά και σε διαφορετικές περιοχές στο ίδιο βάθος. Έτσι για παράδειγμα σε βάθος 10 cm στη μέση των τεσσάρων λαμπτήρων μέτρησα 19000 lux, όσο έφευγα από το κέντρο τόσο μειώνονταν τα Lux με αποτέλεσμα στις άκρες να έχω μετρήσει 10000 lux, μια μείωση δηλαδή της τάξεως του 47%. Αυτό συμβαίνει επειδή το κέντρο του ενυδρείου στο συγκεκριμένο ύψος δέχεται φως από δυο λάμπες ταυτόχρονα, όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο μειώνεται και ο αριθμός των Lux, διότι κάποια τμήματα του ενυδρείου δε φωτίζονται ταυτόχρονα και άμεσα από τις δύο λάμπες αλλά από τη μια. Έτσι, ανάλογα με το ύψος και την περιοχή (όπως φαίνεται και στο σχήμα δίπλα) το ενυδρείο δέχεται φως από τέσσερις, τρεις, δύο ή και μια λάμπα ενώ υπάρχουν και κάποια τμήματα που δε φωτίζονται άμεσα από καμία λάμπα αλλά έμμεσα.

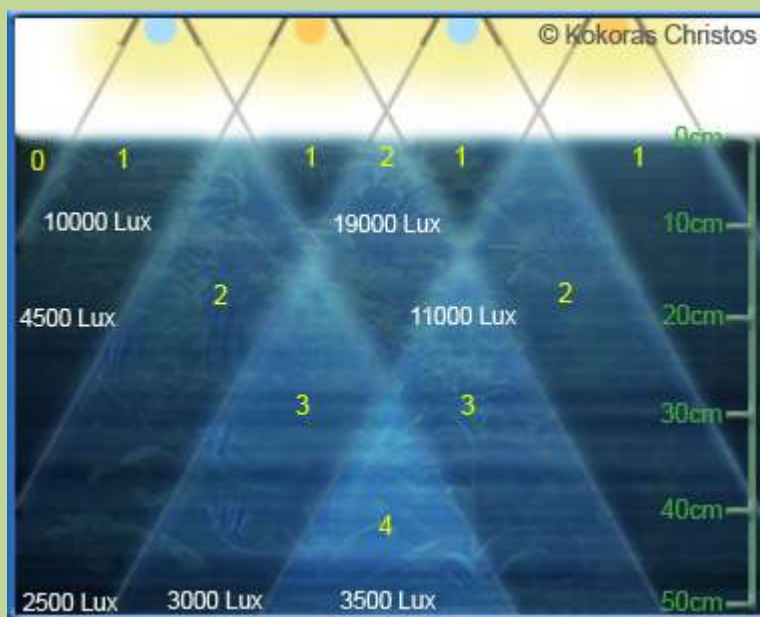
0 = έμμεσος φωτισμός

1 = φωτισμός από μια λάμπα

2 = φωτισμός από δύο λάμπες

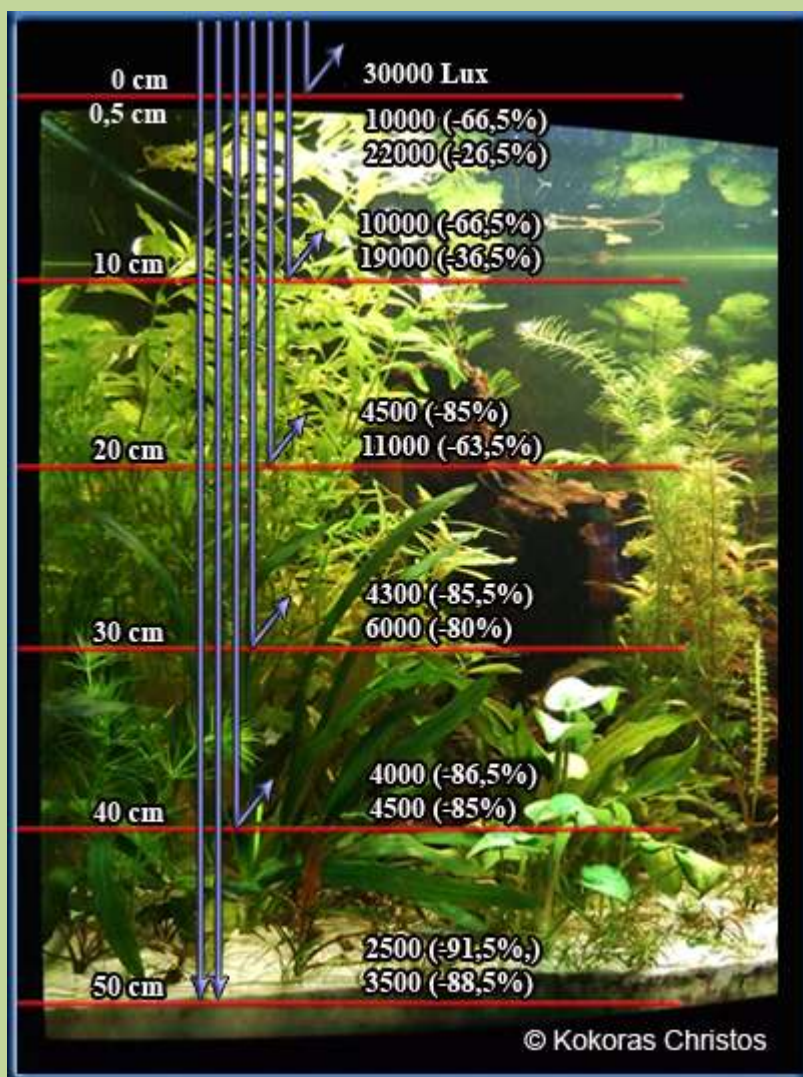
3 = φωτισμός από τρεις λάμπες

4 = φωτισμός από τέσσερις λάμπες



Αποτέλεσμα των μετρήσεων

Συνοψίζοντας λοιπόν τις μετρήσεις που έκανα στο ενυδρείο έχουμε τα εξής αποτελέσματα:
Μόλις μισό εκατοστό από την επιφάνεια του νερού τα 30000 lux ανάλογα με την περιοχή έπεφταν στα 10000-22000 lux (βλέπετε το σχέδιο δίπλα). Όσο αυξανόταν το βάθος αυξάνονταν και οι απώλειες, με αποτέλεσμα στα 50 cm μόλις το 8,5% - 11,5% του αρχικού φωτισμού να φτάνει στον πυθμένα. Να σημειώσω ότι οι λάμπες της JBL είναι πλήρους φάσματος και αποδίδουν σχετικά λίγα Lumen. Με βάση λοιπόν τις παραπάνω μετρήσεις και με μετρήσεις που έκανα με λάμπες λιγότερων, αλλά και περισσότερων Lumen, κατέληξα στον παρακάτω πίνακα με το μέσο όρο σε Lux. Οπότε λοιπόν ανάλογα με τις λάμπες που χρησιμοποιούμε και τα Lumen που αποδίδουν αυτές στο ενυδρείο μας, μπορεί να έχουμε τα εξής Lux:



Μέσος όρος $\pm 15\%$

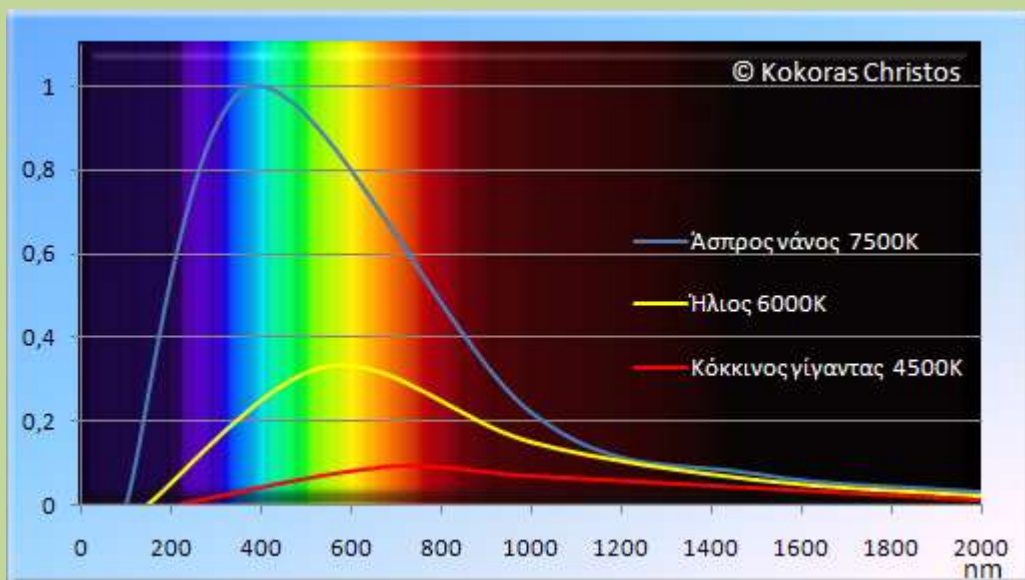
Βάθος	30 lumen/litre	50 lumen/litre	70 lumen/litre
0,5 cm	9600 lux	16000 lux	22000 lux
10 cm	8400 lux	14000 lux	19600 lux
20 cm	5000 lux	7800 lux	10900 lux
30 cm	3000 lux	5500 lux	7700 lux
40 cm	1800 lux	4500 lux	6300 lux
50 cm	1000 lux	3000 lux	4200 lux

© Kokoras Christos

Kelvin

Τα kelvin (K) είναι μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας, 0 είναι το απόλυτο μηδέν, δηλαδή $-273,15$ Celsius. Στον τομέα των ενυδρείων παίζουν και αυτά σημαντικό ρόλο, το γιατί θα το δούμε λίγο πιο αναλυτικά παρακάτω.

Τα Kelvin συμβαδίζουν με το φάσμα του φωτός, κάθε χρώμα του φάσματος εκτός από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα προσδιορίζει και το βαθμό Kelvin, έτσι για παράδειγμα ο ήλιος μας έχει μια θερμοκρασία 6000 K και το αποκορύφωμα του



φάσματός του βρίσκεται στο κίτρινο χρώμα με αποτέλεσμα ο ήλιος μας να φαίνεται κίτρινος. Ενώ αλλά αστέρια όπως ένας άσπρος νάνος ή ένας κόκκινος γίγαντας έχουν αντίστοιχα υψηλότερη ή χαμηλότερη θερμοκρασία από τον ήλιο μας, ο άσπρος νάνος φαίνεται κυανόλευκος ενώ ο κόκκινος γίγαντας ερυθρός. Βέβαια όταν όμως εμείς μιλάμε για μια λάμπα 9000 K δε σημαίνει ότι έχει την αντίστοιχη θερμοκρασία, αλλά μας προσδιορίζει σε πιο σημείο του φάσματος βρίσκεται και τι χρώμα έχει. Έτσι γνωρίζουμε εκ των προτέρων ότι μια λάμπα στα 4000 K παρουσιάζεται με κοκκινωπό χρώμα, ενώ μια λάμπα στα 9000 K μας δίνει ένα κυανόλευκο και δεν είναι ποτέ δυνατόν να μας δώσει κόκκινο χρώμα. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στη φύση, όταν για παράδειγμα έχουμε σε ένα ορισμένο βάθος της θάλασσας 20000 K, μας προσδιορίζουν αυτά το χρώμα που αντιστοιχεί σε αυτή τη θερμοκρασία και όχι την ίδια τη θερμοκρασία. Το ερώτημα που γεννιέται εδώ είναι το εξής: Πόσα Kelvin πρέπει να έχουμε στο ενυδρείο μας; Για να απαντηθεί σωστά αυτή η ερώτηση πρέπει πρώτα να δούμε κάποιες βασικές λειτουργίες του φυτού και συγκεκριμένα τη φωτοσύνθεσή του.



Φωτοσύνθεση

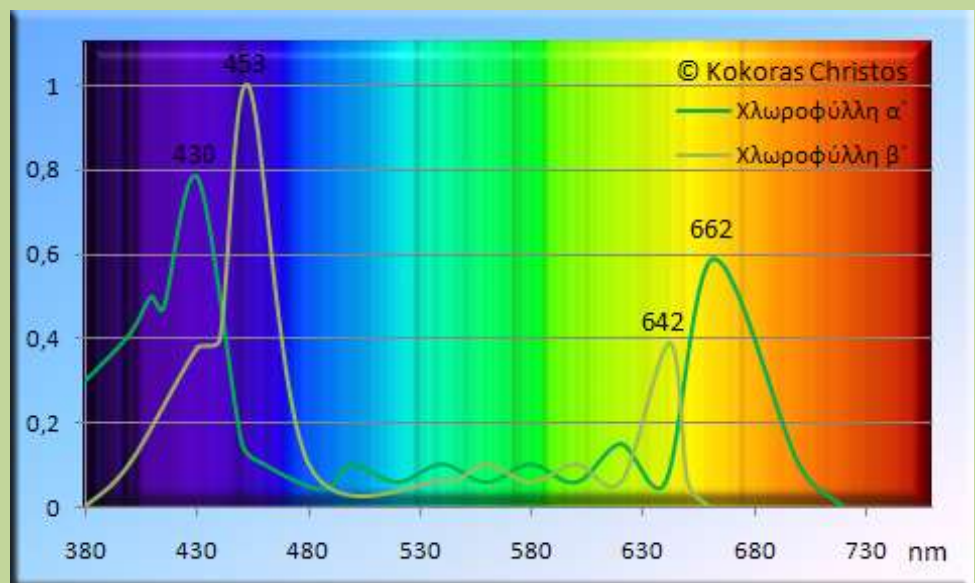
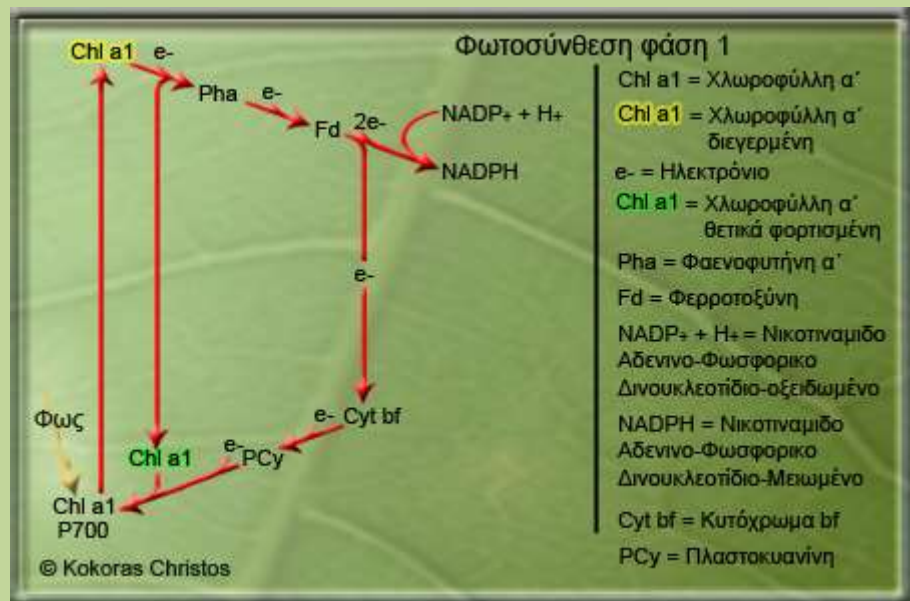
Η φωτοσύνθεση είναι γνωστή σε πολλούς ως διαδικασία παραγωγής γλυκόζης με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας. Στην πραγματικότητα η φωτοσύνθεση είναι μια περίπλοκη διαδικασία και χωρίζεται σε τρεις διαφορετικές φάσεις: φωτοσύνθεση α', φωτοσύνθεση β' και κύκλος του Calvin, όπου η κάθε φάση με τη σειρά της αποτελείται από πολλές χημικές

διαδικασίες έως το τελικό αποτέλεσμα. Εμείς δε θα δούμε τόσο αναλυτικά αυτή τη διαδικασία παρά μόνο ορισμένα στάδια που αφορούν το χόμπι μας.

Για να επιτευχθεί φωτοσύνθεση από κάθε φυτό χρειάζεται συγκεκριμένο βαθμό Kelvin και πολλοί θα έχουν διαβάσει ότι η καλύτερη φωτοσύνθεση πραγματοποιείται στο πορτοκαλοκόκκινο και στο κυανόλευκο φάσμα και συγκεκριμένα στα 430nm και 662nm για την χλωροφύλλη α', και στα 453nm και 642nm για την χλωροφύλλη β'.

Εδώ γεννιέται ένα ερώτημα: Οι περισσότερες ενυδρειακές λάμπες που θεωρούνται ιδανικές για φυτά έχουν μια κοκκινωπή απόχρωση πράγμα που προδίδει ότι οι κατασκευάστριες εταιρίες δίνουν το περισσότερο βάρος στο πορτοκαλοκόκκινο φάσμα και λιγότερο στο κυανόλευκο. Γιατί όμως, αφού και στα δύο σημεία

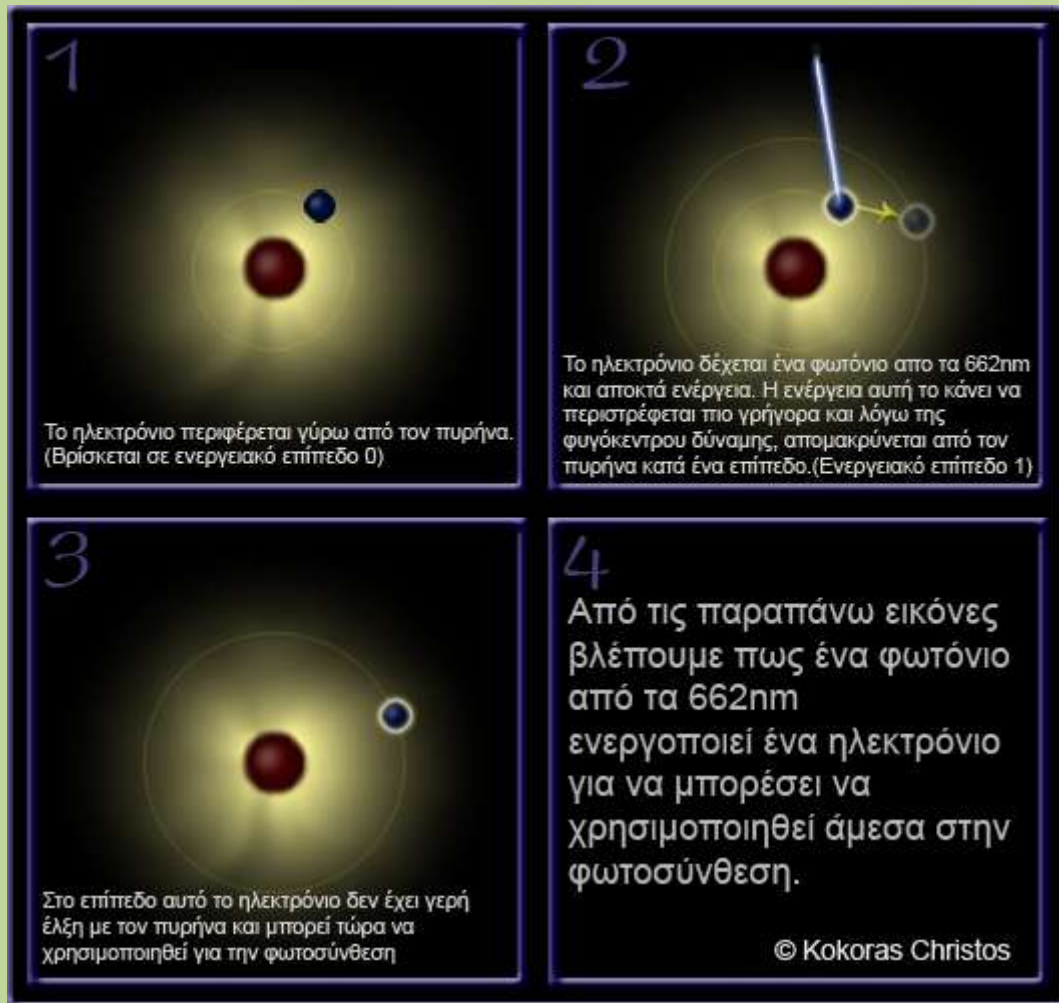
του φάσματος επιτελείται φωτοσύνθεση? Επιπρόσθετα, θεωρητικά θα έπρεπε η φωτοσύνθεση στο κυανόλευκο φάσμα να επιτελείται καλύτερα, διότι όπως είδαμε πιο πάνω το κυανό φάσμα έχει παραπάνω ενέργεια από το ερυθρό..



Ας το δούμε λίγο πιο αναλυτικά:

Διέγερση χλωροφύλλης από τα 662nm

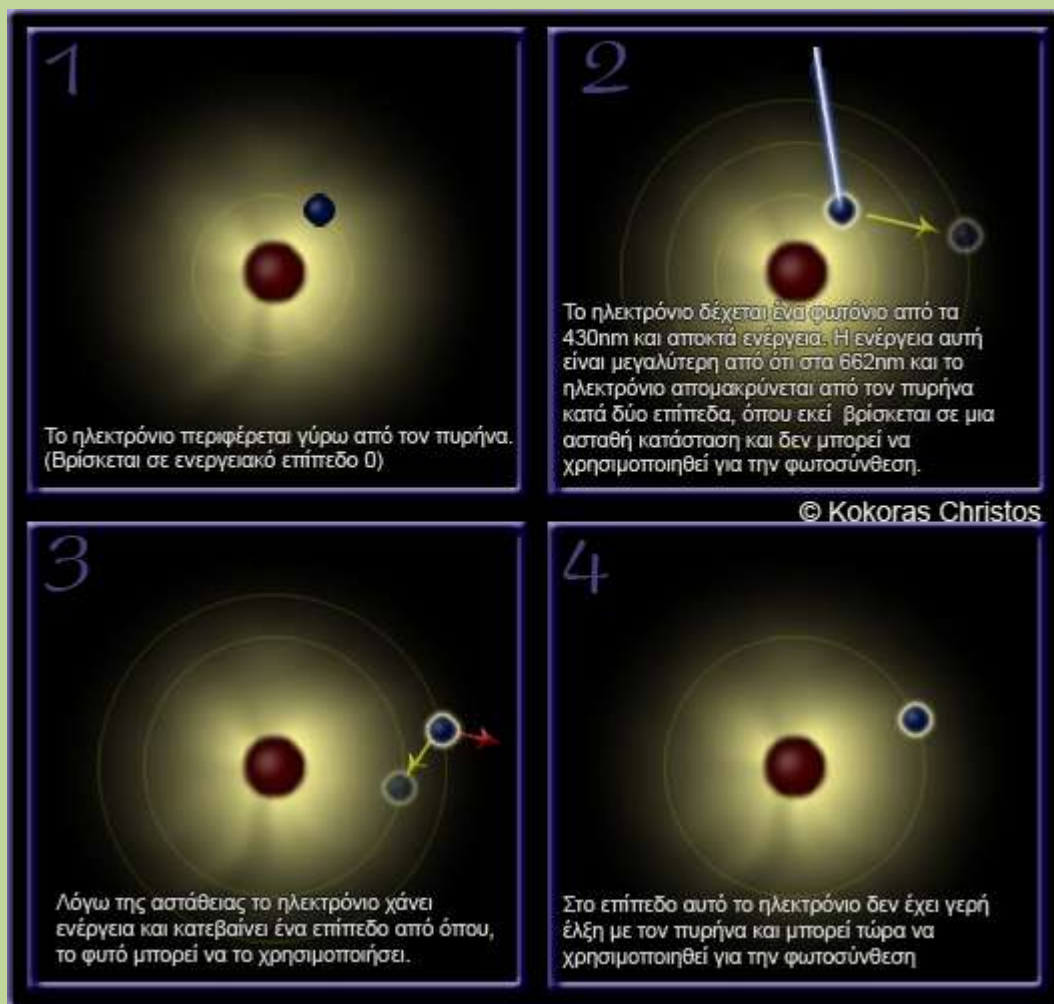
Μια από τις πρώτες φάσεις της φωτοσύνθεσης είναι η διέγερση της χλωροφύλλης μέσω του φωτός. Με τη διέγερση αφαιρείται ένα ηλεκτρόνιο από το μόριο της χλωροφύλλης, το οποίο χρησιμοποιείται για περεταίρω σκοπούς, όπως φαίνεται και στο σχήμα λίγο πιο αναλυτικά.



Με απλά λόγια είναι απαραίτητη η αφαίρεση του ηλεκτρονίου για να μπούμε στην α' φάση της φωτοσύνθεσης (το αφαιρεμένο ηλεκτρόνιο από τη χλωροφύλλη επανευκαθίσταται από ένα άλλο ηλεκτρόνιο που προέρχεται από το νερό).

Διέγερση χλωροφύλλης από τα 430nm:

Παρατηρήσαμε πιο πάνω ότι η α' φάση της φωτοσύνθεσης είναι η διέγερση της χλωροφύλλης και η αφαίρεση ενός ηλεκτρονίου από το μόριό της. Ας δούμε τώρα τι συμβαίνει στο μόριο όταν δέχεται φως από τα 430nm



Βλέπουμε λοιπόν ότι στα 430nm δεν έχουμε άμεση φωτοσύνθεση, παρά με κάποιο βαθμό καθυστέρησης λόγω του γεγονότος ότι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ηλεκτρόνιο αμέσως για τη φωτοσύνθεση αλλά μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό η φωτοσύνθεση στα 430nm (κυανόλευκο φάσμα) δεν είναι τόσο αποδοτική όσο στα 662nm (πορτοκαλοκόκκινο) παρά την παραπάνω ενέργεια που διαθέτει.

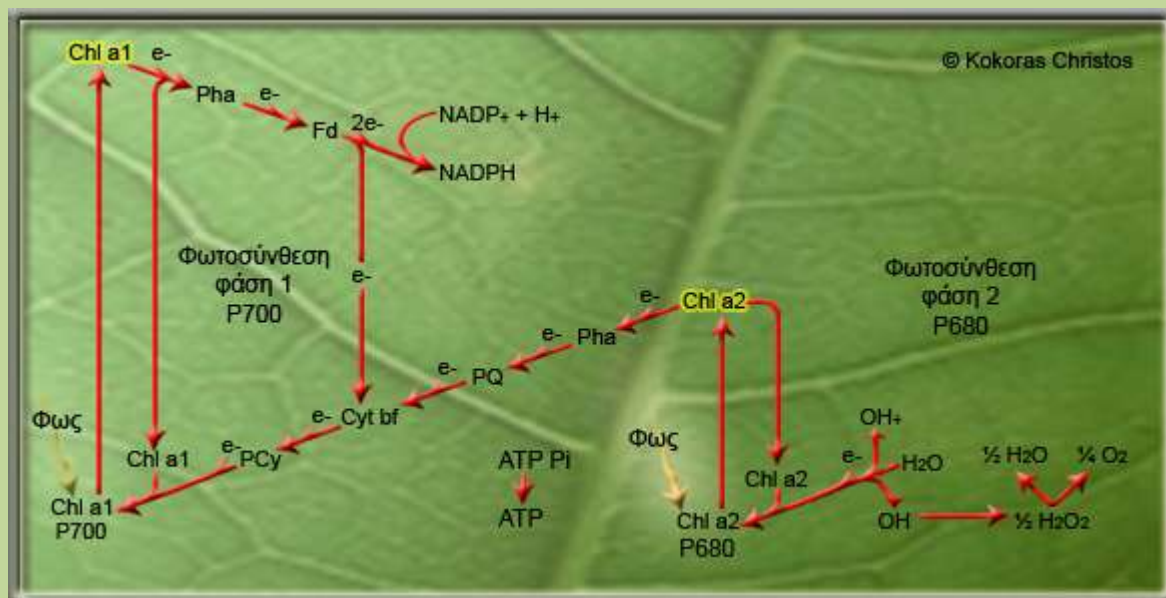
Μια διαφορετική εξήγηση για καλύτερη κατανόηση:

Για να δημιουργηθεί ένα μόριο γλυκόζης μέσω της φωτοσύνθεσης χρειάζονται 48 φωτόνια, νερό και CO₂. Αυτά τα 48 φωτόνια έχουν μια ενέργεια 14304 KJ από το κυανόλευκο φάσμα και 8064 KJ από το πορτοκαλοκόκκινο. Η φωτοσύνθεση επιτελείται στα 2862 KJ, οπότε η ενέργεια που έχει το κυανόλευκο φάσμα χρειάζεται περισσότερο χρόνο να πέσει στα 2862 KJ για να επιτευχθεί φωτοσύνθεση από ότι το πορτοκαλοκόκκινο.

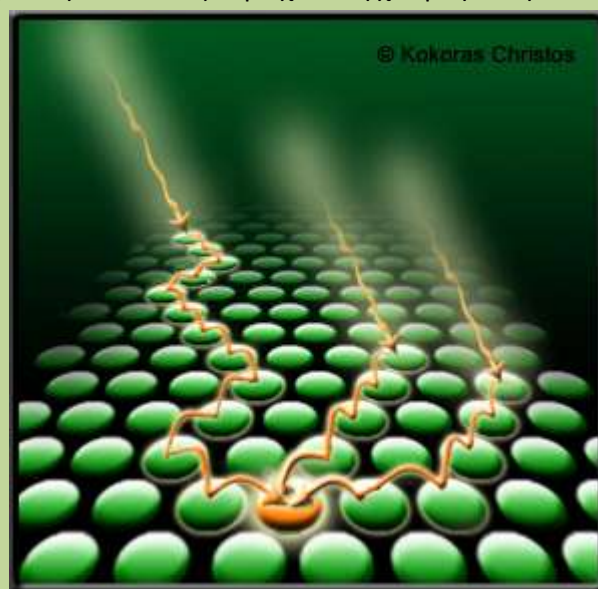
Από τα παραπάνω προκύπτει μια αποδοτικότητα της τάξεως του 20% στα 430nm, ενώ στα 662nm έχουμε μια αποδοτικότητα της τάξεως του 35%. Επομένως έχουμε τα 662nm σαν ιδανικό σημείο φωτοσύνθεσης και τα 430nm το αμέσως επόμενο.

Η ουσιαστική φωτοσύνθεση:

Ένα άλλο παράδοξο φαινόμενο είναι το εξής: Ενώ όπως είδαμε η καλύτερη φωτοσύνθεση επιτυγχάνεται στα 662 nm και στα 440nm, η ουσιαστική φωτοσύνθεση γίνεται σε δύο φάσεις, στην φάση α' στα 700nm και στην φάση β' στα 680nm όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Για να καταλάβουμε πως γίνεται αυτό, πρέπει να δούμε λιγάκι την ανατομία του φύλλου. Το φύλλο αποτελείται από διάφορα κύτταρα, η πλειοψηφία τους όμως περιέχει χλωροπλάστες. Ένας χλωροπλάστης αποτελείται από πολλούς θυλακοειδείς σάκους όπου στην επιφάνειά τους περιέχουν τη χλωροφύλλη οργανωμένοι ανά ομάδες, τα φωτοσυστήματα. Ένα φωτοσύστημα αποτελείται ανάλογα με το είδος του φυτού από 300 έως 1000 χλωροφύλλες. Μόνο μια χλωροφύλλη φωτοσυνθέτει, οι υπόλοιπες έχουν ως σκοπό να διοχετεύουν το φως στο κέντρο του φωτοσυστήματος, στη μια και μοναδική χλωροφύλλη που επιτελεί τη φωτοσύνθεση στα 700nm και στα 680nm (βλέπε σχήμα δίπλα). Ένα φωτοσύστημα λειτουργεί δηλαδή όπως λειτουργεί μια δορυφορική κεραία, διοχετεύουν τις ακτίνες στο κέντρο όπου επιτελείται η ουσιαστική φωτοσύνθεση. Έτσι, με αυτή τη μέθοδο το φυτό είναι σε θέση να φωτοσυνθέσει ακόμη και αν το φως δεν είναι το ιδανικό. Όσες περισσότερες χλωροφύλλες αποτελούν ένα φωτοσύστημα, τόσο πιο καλά μπορεί να ανταπεξέλθει ένα φυτό σε ενδεχόμενη έλλειψη φωτός. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να κάνω μια διευκρίνιση. Τα φυτά που ευδοκιμούν στη σκιά, το φωτοσύστημά τους αποτελείται από 1000 χλωροφύλλες, ενώ φυτά που ευδοκιμούν στο πολύ φως τα φωτοσυστήματά τους αποτελούνται από 300 χλωροφύλλες. Έτσι εξηγείται γιατί τα φυτά της σκιάς μπορούν και με λίγο φωτισμό να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες τους και το χρώμα τους συνήθως είναι πιο σκούρο λόγω της περισσότερης χλωροφύλλης που περιέχουν.



Τι είδους λάμπες να τοποθετήσουμε στο ενυδρείο μας:

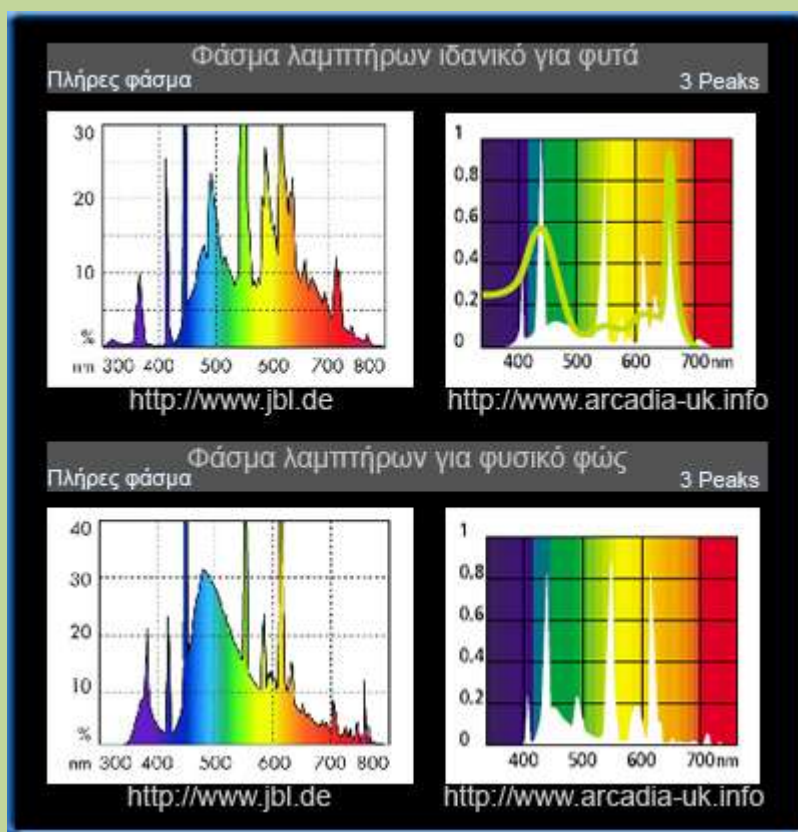
Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφορες λάμπες με διαφορετικά Kelvin, καθώς επίσης κυκλοφορούν και δύο ομάδες λαμπτήρων, οι πλήρους φάσματος και οι three-band όπου έχουν 3 κορυφές.

Λάμπες πλήρους φάσματος

Προσπαθούν να μιμηθούν όσο γίνεται το φάσμα του ήλιου έχοντας 5 κορυφές σε διαφορετικά nm και τις υπόλοιπες τιμές όσο γίνεται ανεβασμένες (σχήμα δίπλα). Οι λάμπες αυτές έχουν χρωματική απόδοση 1a* και οι εταιρίες που τις κατασκευάζουν υποστηρίζουν ότι είναι οι ιδανικότερες για ενυδρεία, σε σχέση με τις αμιγώς three-band λάμπες.

Three-band λάμπες:

Οι λάμπες αυτές έχουν 3 κορυφές σε 3 διαφορετικά nm έχοντας τις υπόλοιπες τιμές αρκετά έως πολύ κατεβασμένες (σχήμα δίπλα) και οι εταιρίες υποστηρίζουν ότι με τον τρόπο αυτό κατορθώνουν να ελέγξουν καλύτερα την ανεπιθύμητη άλγη. Λόγο όμως της έλλειψης των άλλων τιμών η χρωματική τους απόδοση κυμαίνεται από 2b* έως 1b*



***Χρωματική απόδοση (Ra-index):** Δείκτης χρωματικής απόδοσης που έχει μια λάμπα με πρότυπο το φυσικό φώς (φως του ήλιου). Επίσης υπάρχει και το (CRI colour rendering index) με πρότυπο το φυσικό φως.

Όσο μεγαλύτερος ο αριθμός τόσο πιο κοντά βρίσκεται η χρωματική απόδοση της λάμπας στο φυσικό φώς.

Χρωματική απόδοση	Χρωματική ποιότητα	R _a -index	Τύποι λαμπών
Πολύ καλή	1 a	> 90	Πλήρες φάσματος, metal halide 9xx
Πολύ καλή	1 b	80 - 89	Three band, metal halide 8xx
καλή	2 a	70 - 79	Κλασικές λάμπες καλής ποιότητας
καλή	2 b	60 - 69	Κλασικές λάμπες μεσαίας ποιότητας
Επαρκής	3	40 - 59	HQL
ανεπαρκής	4	< 39	Nat, Son, Sox

Μια διευκρίνιση:

Αρκετές λάμπες έχουν πάνω τους έναν αριθμό πχ 965, ο αριθμός αυτός ερμηνεύεται ως εξής:

Ο πρώτος αριθμός το 9 μας προσδιορίζει τη χρωματική ποιότητα της λάμπας, στην προκειμένη περίπτωση >90 Ra. Οι επόμενοι δυο αριθμοί δηλαδή το 65 μας δίνουν τα Kelvin της λάμπας, δηλαδή 6500 kelvin.

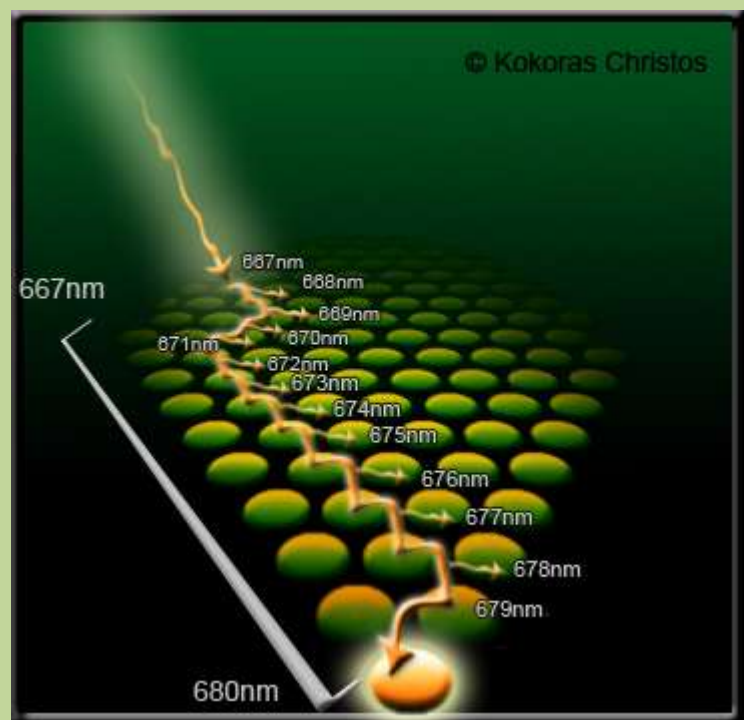
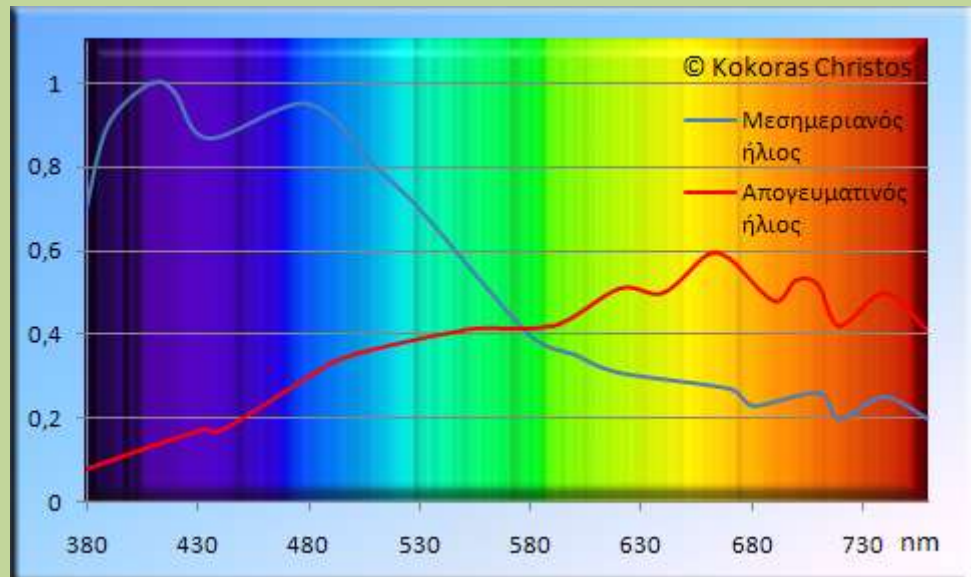
Λάμπες πλήρους φάσματος αναλυτικά:

Ας δούμε όμως τα πράγματα λίγο αναλυτικά για να δούμε ποιοί από τους δυο έχουν δίκιο. Καταρχήν ο όρος "πλήρες φάσμα" στις λάμπες είναι λανθασμένος, διότι καμιά λάμπα δεν μπόρεσε έως τώρα να μιμηθεί το φάσμα του ήλιου. Όπως φαίνεται και στο γράφημα, ο ήλιος σε καμιά φάση της ημέρας δεν έχει τα ίδια Kelvin και τις ίδιες

κορυφές, αλλά πάντα διαφορετικά και σε καμιά φάση της ημέρας δεν έχει μηδενικές τιμές. Προς το παρόν λοιπόν, δεν υπάρχει λάμπα που να αλλάζει από μόνη της συνεχώς τα Kelvin στη διάρκεια της ημέρας.

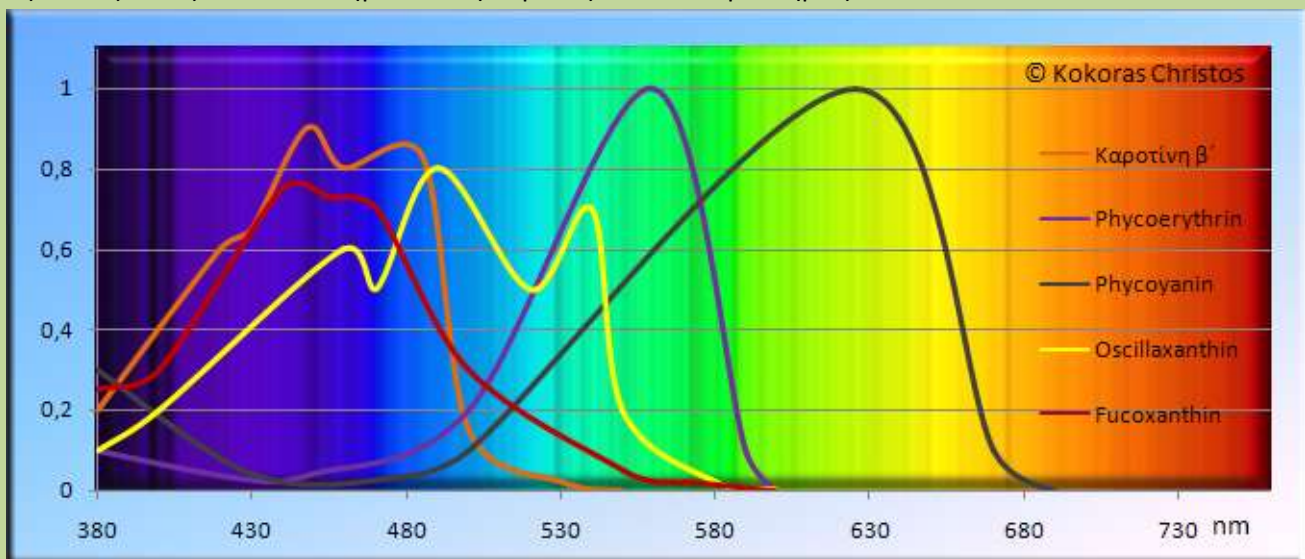
Τα φυτά με την πάροδο των αιώνων έχουν μάθει και έχουν προσαρμοστεί στο φάσμα του ήλιου, με

αποτέλεσμα να το εκμεταλλεύονται πλήρως. Έχουν βρει τρόπους ώστε να μπορούν να κάνουν φωτοσύνθεση ακόμη κι αν σε κάποια φάση της ημέρας ο ήλιος δεν εκπέμπει το ιδανικό φάσμα. Με απλά λόγια, τα φυτά είναι σε θέση να φωτοσυνθέτουν και πέρα από τα 662nm και 430nm. Όταν σε κάποια φάση της ημέρας ο ήλιος δεν είναι ιδανικός, τότε τα φυτά εκμεταλλεύονται το μη ιδανικό φάσμα μετατρέποντας το σε ιδανικό με τον εξής τρόπο: Όταν πέσει το φως πάνω σε ένα φωτοσύστημα (σχήμα δίπλα), οι χλωροφύλλες που δεν μπορούν να φωτοσυνθέσουν μεταφέρουν το φως στην επόμενη χλωροφύλλη. Όμως στη φύση δε λειτουργεί τίποτα χωρίς να χρειάζεται ενέργεια, οπότε κατά τη μεταφορά το φως χάνει ένα τμήμα της ενέργειάς του και από τα πχ 667nm γίνεται 668nm. Όσο η μεταφορά συνεχίζεται, το φως χάνει όλο και περισσότερη ενέργεια έως ότου πέσει στα επιθυμητά για το φυτό 680nm, όπου αυτομάτως επιτελείται φωτοσύνθεση. Την ανακάλυψη αυτήν την έκανε ο Emerson και είναι γνωστή ως Emerson effect.



Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να διευκρινίσω ότι, τα φυτά να μην είναι σε θέση να φωτοσυνθέτουν σε διαφορετικά nm πέρα των 430nm και 662nm, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι μπορούν να επιβιώσουν εάν λείπουν παντελώς και για μεγάλο χρονικό διάστημα οι συγκεκριμένες συχνότητες. Δε θέλω να δώσω την εντύπωση ότι τα φυτά μπορούν να επιβιώνουν σε οποιαδήποτε nm, απλώς το πλήρες φάσμα τα διευκολύνει πάρα πολύ να έχουν μια πιο άρτια φωτοσύνθεση και ανάπτυξη.

Πέρα από αυτό όμως, τα φυτά χρειάζονται όλο το φάσμα του ήλιου και για άλλες ενέργειες εκτός της φωτοσύνθεσης. Έτσι για παράδειγμα έχουμε την παραγωγή διαφόρων καρωτίδων που -εκτός από το χρωματισμό που δίνουν στα φυτά- το κάνουν ισχυρό απέναντι στις ασθένειες. Επιπρόσθετα, έχουμε και ουσίες που παράγει το φυτό, που προσδιορίζουν εάν θα αναπτύσσεται γρήγορα ή αργά, εάν παίρνει περισσότερο ύψος ή πλάτος, εάν τα φύλλα του είναι μεγάλα ή μικρά, στενά ή πλατιά και άλλες ακόμη πιο περίπλοκες διαδικασίες, άκρως απαραίτητες για ένα φυτό. Στο παρακάτω γράφημα βλέπουμε μερικές από τις ουσίες αυτές και σε πιο σημείο του φάσματος είναι πιο δραστήριες.

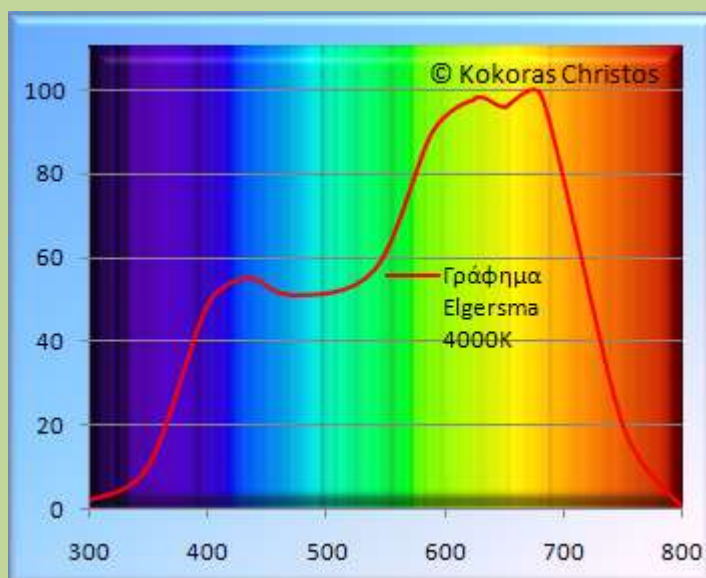


Από τα παραπάνω λοιπόν βλέπουμε ότι, τα φυτά χρειάζονται και εκμεταλλεύονται όλο το ορατό φάσμα του ήλιου για την προστασία από ασθένειες, για το χρωματισμό των φύλλων και για το μελλοντικό τους σχήμα. Οι διπλανές χρωστικές ουσίες είναι οι βασικότερες που υπάρχουν σε κάθε φυτό ανεξαρτήτως χρώματος. Για παράδειγμα η Xanthophylle περιέχεται σε όλα τα φύλλα, άλλοτε σε μεγάλη ποσότητα και άλλοτε σε μικρότερη, απλώς δεν την βλέπουμε γιατί υπερτερεί σε αριθμό η χλωροφύλλη. Όταν όμως έρθει το φθινόπωρο το φυτό αρχίζει να αποσύρει τη χλωροφύλλη από τα φύλλα του και μετά γίνεται εμφανής η χρωστική ουσία που έχουν τα φύλλα. Έτσι παρατηρούμε το εξάισιο φθινοπωρινό θέαμα με τα κόκκινα, κίτρινα ή πορτοκαλί δάση. Ακόμα, όταν ένα φύλλο στο ενυδρείο μας κιτρινίζει σημαίνει ότι το φυτό για τον α, β λόγο δε μπορεί να παράγει χλωροφύλλη και γίνεται έτσι ορατή η Xanthophylle, η οποία έχει κίτρινο χρώμα. Οι ίδιες χρωστικές ουσίες υπάρχουν και στα φυτά του ενυδρείου μας, οι οποίες μας δίνουν τα πανέμορφα κόκκινα, μωβ και καφέ φυτά.



Γράφημα Elgersma

Πειράματα που έκαναν και άλλοι επιστήμονες -όπως ο Dr.O.Elgersma- διαπίστωσαν ότι σε διαφορετικά ημετα φυτά αποκτούσαν διαφορετικό σχήμα φύλλων (μεγαλύτερο, μικρότερο) διαφορετικό ύψος, διαφορετικό χρωματισμό, κτλ. Για παράδειγμα, διαπιστώθηκε πως, όταν το φάσμα γέρνει προς το κόκκινο, τα φυτά παίρνουν αφύσικο ύψος, ενώ όταν γέρνει προς το κυανό, τα φυτά μεγαλώνουν πιεσμένα. Την πιο άρτια ανάπτυξη την είχαν τα φυτά όταν το φάσμα του φωτός ήταν πλήρες, από όπου προκύπτει και το γνωστό στους βοτανολόγους "Γράφημα Elgersma". Στο γράφημα φαίνεται καθαρά ότι τα φυτά χρειάζονται το συγκεκριμένο φάσμα, ώστε η ανάπτυξή τους να είναι ιδανική και σωστή.



Συμπέρασμα

Από όλα αυτά λοιπόν γίνεται κατανοητό ότι οι λάμπες που προσπαθούν να μιμηθούν το πλήρες φάσμα του ήλιου, προσφέρουν μια επιπλέον ευκολία στη φωτοσύνθεση. Οι χρωστικές ουσίες του φυτού αναπτύσσονται πιο σωστά (εντονότερο χρώμα) και γενικά υπάρχει μια πιο άρτια ανάπτυξη ως προς το σχήμα, το μέγεθος κτλ. Εκτός αυτού, η χρωματική απόδοση είναι πιο κοντά στο φυσικό χρώμα του φυτού οπότε και το ενυδρείο έχει ένα πιο φυσιολογικό χρωματισμό.

Μειονεκτήματα

Έως τώρα είδαμε ότι οι λάμπες πλήρους φάσματος υπερτερούν έναντι των "three-band", παρόλα αυτά έχουν και αυτές κάποια μειονεκτήματα. Έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής, βγάζουν λιγότερα lm/W και ακόμα πιο ενδιαφέρον -και συνάμα αμφιλεγόμενο- είναι ότι σύμφωνα με μερικούς ευνοούν ελαφρώς τις άλγεις, ενώ άλλοι πρεσβεύουν το αντίθετο, ότι δηλαδή οι πλήρους φάσματος λάμπες δημιουργούν άριστες συνθήκες φωτισμού για τα φυτά, τα οποία αναπτύσσονται πιο άρτια και δεν αφήνουν περιθώρια να αναπτυχθούν άλγεις. Σαν απόδειξη φέρνουν πολλά παραδείγματα από τη φύση, όπου οι συνθήκες του νερού είναι κανονικές και τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς άλγεις (εικόνα πάνω).



Three-band λάμπες αναλυτικά

Οι εταιρείες που διαθέτουν three-band λάμπες -και με βάση τα λεγόμενά τους- τις κατασκευάζουν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχουν εσκεμμένα κενά φάσματος, τα οποία δεν ευνοούν την ανάπτυξη άλγης. Με απλά λόγια υποστηρίζουν ότι αφαίρεσαν τα ηm εκείνα, τα οποία είναι υπεύθυνα για την ευνοϊκή ανάπτυξη των άλγεων. Τη θεωρία αυτή τη στηρίζουν σε τελευταίες έρευνες που έχουν γίνει και

διαπιστώνουν το εξής φαινόμενο: Σε σκιερά μέρη όπου φιλτράρεται η UV και το κυανό φως από τα φύλλα των δένδρων η ύπαρξη άλγεων είναι από ελάχιστη έως μηδαμινή. Τα αίτια δεν έχουν εξακριβωθεί ακόμη πλήρως, αλλά επίσης δε γνωρίζουν κατά πόσο το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην έλλειψη των UV και τον κυανών ακτινών ή στο χαμηλό φωτισμό που επικρατεί στις συγκεκριμένες περιοχές. Οι εταιρείες πάντως έσπευσαν να εκμεταλλευτούν τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής και δημιούργησαν παρόμοιες λάμπες με UV-stop, ευελπιστώντας ότι θα



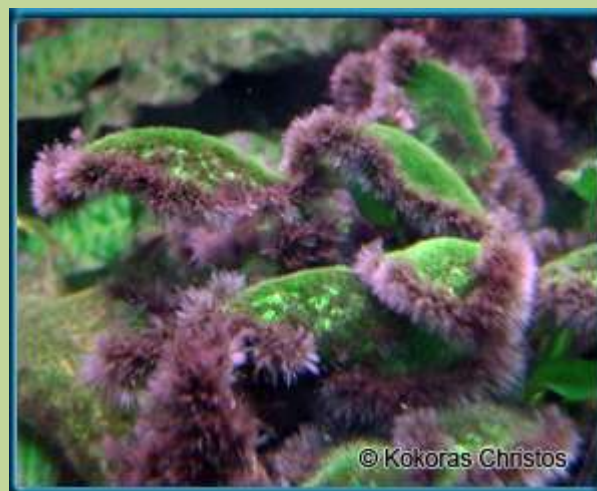
μειώναν τις άλγεις στο ελάχιστο. Αυτό όμως δυστυχώς πρακτικά δε συμβαίνει στο ενυδρείο. Το ποσοστό εμφάνισης ή όχι, άλγης στο ενυδρείο μας, δεν άλλαξε καθόλου έναντι στις λάμπες πλήρους φάσματος. Η πραγματικότητα είναι ότι εάν δεν προσέξουμε οι άλγεις αναπτύσσονται κανονικότερα, ανεξάρτητα από το τι λάμπες έχουμε στο ενυδρείο μας, πράγμα που αποδεικνύει ότι στη φύση υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που δεν επιτρέπουν να αναπτυχθούν άλγεις. Επίσης, οι έρευνες αυτές αφορούν μόνο το UV και το κυανό φάσμα, ενώ οι three-band λάμπες δεν έχουν κενά μόνο σε αυτά τα σημεία, αλλά και σε άλλα σημεία του φάσματος.

Προτερήματα-μειονεκτήματα συνοπτικά

Το βασικό προτέρημα των three-band είναι η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής που έχουν και η μεγαλύτερη απόδοση (πιο πολλά lm/Watt). Το προτέρημα ότι δεν ευνοούν τις άλγεις, δεν είναι πλήρες εξακριβωμένο. Τα βασικά μειονεκτήματά τους είναι ότι, λόγω των αρκετών κενών που έχουν στο φάσμα τους, δεν μπορούν να αναπτυχθούν άρτια τα φυτά και η χρωματική απόδοση στην καλύτερη περίπτωση δεν ξεπερνά το 1b Ra.

Γενικό συμπέρασμα

Η κάθε εταιρεία προσπαθεί με τον τρόπο της να πλασάρει το προϊόν της, ενισχύοντας τα προτερήματά του και δεν κάνει αναφορά στα μειονεκτήματά του. Από πολλούς αξιόλογους χομπίστες, αλλά και από προσωπική εμπειρία διαπιστώσαμε το εξής: Άλγη μπορεί κανείς εύκολα να αποκτήσει, είτε οι λάμπες είναι three-band, είτε πλήρους φάσματος. Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονιστεί, ότι οι άλγεις είναι και αυτές φυτά και ιδιαίτερα οι πράσινες, οι οποίες έχουν τα περισσότερα κοινά σημεία με τα φυτά από κάθε άλλο είδους άλγη. Και αυτές περιέχουν χλωροφύλλη, και αυτές φωτοσυνθέτουν ακριβώς στο ίδιο φάσμα με τα φυτά, χρειάζονται τις ίδιες καροτίνες, τα ίδια θρεπτικά συστατικά, έχουν την ίδια δομή στην κυτταρική μεμβράνη και άλλα πολλά κοινά στοιχεία. Η γρήγορη ανάπτυξή τους οφείλεται περισσότερο στη μεγάλη προσαρμοστικότητα που έχουν και στη γρήγορη αναπαραγωγή τους. Όταν βρουν άφθονη τροφή μπορούν πολύ εύκολα να πολλαπλασιαστούν, κάτι που τα φυτά δε μπορούν να κάνουν. Επίσης, εάν αλλάξει ο φωτισμός οι άλγεις, χρειάζονται πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα για να προσαρμοστούν από ότι τα φυτά. Με απλά λόγια θα έλεγε κανείς ότι στον τομέα της προσαρμοστικότητας υπερτερούν πάρα πολύ σε σχέση με τα φυτά και εκεί οφείλεται και το μυστικό της επιβίωσής τους. Ανεξαρτήτως λοιπόν τι λάμπες έχουμε στο ενυδρείο μας, το αν έχουμε άλγη ή όχι, οφείλεται σε συνδυασμό διαφόρων αιτιών που ευνοούν την ανάπτυξή της. Είναι λάθος να πιστεύουμε ότι ο καθοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη άλγεων είναι ο φωτισμός και ότι υπάρχει λάμπα που αποτρέπει την ανάπτυξή τους. Στις διπλανές εικόνες (εικ.1 από πάνω) βλέπουμε μια αμυβία υπό κανονικές συνθήκες νερού. Οι άλγεις που υπάρχουν πάνω της είναι λίγες και μόνο στα παλιά φύλλα, θα έλεγε κανείς φυσιολογικές για το φυτό αυτό. Μετά από αλλαγή της ποιότητας του νερού (προς το χειρότερο) άρχισαν οι λίγες άλγεις που υπήρχαν, να πολλαπλασιάζονται με γοργούς ρυθμούς (εικ.2) και μέσα σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα καλύφθηκε όλο το φυτό(εικ.3). Να σημειώσω ότι σε όλο αυτό το διάστημα ο φωτισμός παρέμεινε ο ίδιος και οι λάμπες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν three-band με UV-stop.



Κάθε πότε πρέπει να αλλάζουμε τις λάμπες

Εδώ υπάρχει μια μεγάλη σύγχυση και ακούγονται πολλές διαφορετικές απόψεις. Παλιότερα πρότειναν να αλλάζονται οι λάμπες κάθε 6 μήνες ή το αργότερα κάθε 9 μήνες και τώρα κάθε 12 μήνες. Συχνά πυκνά αρχίζουν να ακούγονται όμως και άλλες προτάσεις, όπως για παράδειγμα 15 μήνες, 18, ή και 24 μήνες. Η αλήθεια είναι ότι η τεχνολογία προχωράει, ο ανταγωνισμός είναι μεγάλος και όλες οι εταιρείες προσπαθούν να δημιουργήσουν λαμπτήρες που αντέχουν περισσότερο στο χρόνο. Ταυτόχρονα, πολλοί χομπίστες άρχισαν να πειραματίζονται και να διαπιστώνουν ότι οι λάμπες που είχαν στα ενυδρεία τους μπορούσαν να αποδώσουν παραπάνω από τον καθιερωμένο χρόνο που προτείνεται κατά καιρούς και άλλοι άρχισαν να θέτουν σχετικά ερωτήματα στις εταιρείες, πιέζοντάς τες με αυτόν τον τρόπο να δώσουν όσο γίνεται πιο σαφής απαντήσεις. Μεταξύ αυτών είμαι και εγώ, όπου έκανα σχετικές ερωτήσεις σε αρκετές εταιρείες, ενώ ταυτόχρονα πειραματίστηκα με διάφορες λάμπες. Οι απαντήσεις που έλαβα ήταν άμεσες και σαφείς ή με παρέπεμπαν σε ανακοινώσεις που δημοσίευαν στις σελίδες τους.

Προτού δημοσιεύσω τις απαντήσεις από τις εταιρείες, ας δούμε λιγάκι, γιατί πρέπει να αλλάζουμε λάμπες. Δύο είναι οι λόγοι, ο ένας ότι με τον καιρό χάνουν σε απόδοση, δηλαδή μειώνονται τα lm/w και κατά συνέπεια τα Lux. Ο δεύτερος ότι μετατοπίζεται το φάσμα των λαμπτήρων σε λιγότερο ευνοϊκό φάσμα για τα φυτά. Το πότε θα συμβεί αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και δε μπορούμε να το προσδιορίσουμε με ακρίβεια, αλλά μπορούμε να δώσουμε ένα μίνιμουμ ζωής που έχει η λάμπα. Σε προσωπικά πειράματα που έκανα σε διαφορετικά ενυδρεία και με διαφορετικές λάμπες (εικόνες δίπλα) διαπίστωσα ότι, όντως μπορούμε να κρατήσουμε τους λαμπτήρες για αρκετά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι νομίζαμε έως τώρα. Πιο συγκεκριμένα, φυτά με υψηλές απαιτήσεις, άρχισαν να αποβιώνουν στα ενυδρεία μετά από 12 περίπου μήνες, τα λιγότερο απαιτητικά μετά από 18 μήνες και τα χαμηλών απαιτήσεων μετά από 24 μήνες.

Έτσι έχουμε, για φυτά με μεγάλες απαιτήσεις σε φωτισμό μπορούμε να κρατήσουμε τις T8 12 μήνες, με μεσαίες απαιτήσεις 18 μήνες και με μικρές απαιτήσεις έως 24 μήνες.



Γενικό συμπέρασμα των πειραμάτων:

Πιο συγκεκριμένα, τα πειράματα έγιναν σε πέντε διαφορετικά ενυδρεία με διαφορετικές ενυδρειακές λάμπες. Τα ενυδρεία είχαν μέσα διαφορετικά φυτά με διαφορετικές απαιτήσεις σε φωτισμό. Καθώς περνούσαν οι μήνες και συμπληρώθηκε το πρώτο δωδεκάμηνο, τα απαιτητικά φυτά άρχιζαν σιγά σιγά να αναστέλλουν την ανάπτυξή τους και να χάνονται μετά από 1-2 μήνες. Στην επόμενη φάση, τα φυτά με τις μεσαίες απαιτήσεις άρχισαν να παρουσιάζουν τα πρώτα τους προβλήματα μεταξύ του 16ου-19ου μήνα, όπου μετά και αυτά απεβίωναν. Τέλος, τα φυτά με τις χαμηλές απαιτήσεις άρχιζαν να μαραίνονται γύρω στον 23ο-24ο μήνα. Μάλιστα κάποια φυτά όπως η Anubias nana και το Cryptocoryne wendtii αναπτύσσονταν κανονικά ακόμα και 28 μήνες μετά και δεν ξέρω πόσο ακόμη θα άντεχαν διότι στους 28 μήνες διεκόπη το πείραμα διότι κατέστη αδύνατον να ελεγχτούν οι άλγεις.

Δυστυχώς όμως, εμείς οι απλοί χομπίστες δεν είμαστε κάποιο επίσημο εργαστήριο που μπορούμε να πιστοποιήσουμε τα πειράματα μας και άνετα ο κάθε ένας, μπορεί να τα αμφισβητήσει και να τα κρίνει ως αναληθή ή να αμφιβάλει ότι μια λάμπα μπορεί να λειτουργεί άνετα επί 24 μήνες σε ένα ενυδρείο με φυτά που έχουν μικρές απαιτήσεις σε φωτισμό.

Εδώ λοιπόν έρχομαι και καταθέτω τις απόψεις των εταιριών στο ερώτημα, κάθε πότε πρέπει να αλλάζουμε τις λάμπες του ενυδρείου.

Εταιρία: Sylvania (<http://sylvania.aquanet.de>)



Με μέσο όρο 12 έως 14 ώρες καθημερινής χρήσης, καλό θα ήταν να αλλάζετε τις λάμπες μια φορά το χρόνο για να εξασφαλίσετε μια ομοιόμορφη φωτεινότητα.

Δική μου προσθήκη. Οι λάμπες της Sylvania είναι πλήρους φάσματος και όπως είπαμε πιο πάνω έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Αλλά, όπως αναφέρει και η εταιρεία μπορούμε να τις κρατήσουμε άνετα ένα χρόνο, ίσως και παραπάνω, εάν τις λειτουργούμε 10 ώρες την ημέρα.

Εταιρία: JBL (www.jbl.de)



Η διάρκεια ζωής των T8 είναι 10000 και των T5 20000 ώρες με καθημερινή δωδεκάωρη χρήση, δηλαδή μια διάρκεια ζωής 2 έως 4 χρόνια. Επειδή όμως οι λάμπες από την αρχή της ζωής τους αρχίζουν με πολύ αργούς ρυθμούς να μετατοπίζουν το φάσμα τους και χάνουν σε φωτεινότητα, προτείνουμε για τη σωστότερη ανάπτυξη των φυτών να αλλάζονται κάθε χρόνο οι T8 και κάθε δύο χρόνια οι T5.

Δική μου προσθήκη. Οι λάμπες της JBL είναι πλήρους φάσματος και όπως είπαμε πιο πάνω έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Αλλά, όπως αναφέρει και η εταιρεία, μπορούμε να τις κρατήσουμε άνετα ένα χρόνο με δωδεκάωρη καθημερινή χρήση. Εννοείται ότι, εάν τις ανάβουμε 10 ώρες, τότε μπορούμε να τις κρατήσουμε παραπάνω.

Εταιρία: Arcadia (www.arcadia-uk.com)



Επειδή η απάντηση που έλαβα από την Arcadia είναι μεγάλη, την συνοψίζω σε λίγες προτάσεις. Η εταιρεία Arcadia προτείνει να αλλάζονται οι λάμπες της κάθε 12 μήνες για τις T8 και κάθε 18 μήνες για τις T5. Φυσικά οι λάμπες της εταιρείας διαρκούν πολύ παραπάνω, αλλά δεν ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών και πέρα του προτεινόμενου χρόνου θα έχουμε προβλήματα με την ανάπτυξη των φυτών.

Εταιρία: Interpet (<http://www.interpet.co.uk>)



Οι λάμπες Triton (TriPlus) δημιουργούν ένα πολύ φωτεινό, καθαρό φως και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής που ξεπερνά τις 10000 ώρες. Οι TriPlus είναι τριφωσφορικές λάμπες και έχουν σταθερή απόδοση σε σύγκριση με άλλες. Για το λόγο αυτό η λάμπα πρέπει να αλλαχθεί όταν σβήσει από μόνη της και όχι όπως κάποιες άλλες λάμπες, που πρέπει να αλλάζονται κάθε έξι μήνες.

Δική μου προσθήκη. Δηλαδή για 10000 ώρες, εάν ανάβουμε το φωτιστικό του ενυδρείου κάθε μέρα 12 ώρες, οι λάμπες σύμφωνα με την εταιρεία θα αντέξουν πάνω από 28 μήνες.

Εταιρεία: osram (<http://www.osram.com>)



Οι ειδικές three-band λάμπες LUMILUX εγγυούνται μεγάλη απόδοση σε lumen, έως και 96 lm/W, και έχουν χρωματική απόδοση 1b. Κατά τη διάρκεια ζωής της λάμπας, υπόκειται η λάμπα μια φυσιολογική φθορά και αποτέλεσμα είναι να μειώνεται η απόδοσή της. Οι ειδικές καινούργιες λάμπες LUMILUX ελαχιστοποιούν αυτό το μειονέκτημα και εγγυούνται ακόμη και μετά από 12.000 ώρες λειτουργίας να διατηρούν πάνω από το 90% της αρχικής τους ενέργειας.

Δική μου προσθήκη. Δηλαδή για 12000 ώρες, εάν ανάβουμε το φωτισμό του ενυδρείου κάθε μέρα 12 ώρες, οι λάμπες σύμφωνα με την εταιρεία θα αντέξουν πάνω από 33 μήνες.

Εταιρεία: Dennerle: (www.dennerle.de)



Οι λάμπες Trocal T8 έχουν διάρκεια ζωής 15000 ώρες, διατηρώντας πάνω από το 90% της αρχικής τους φωτεινότητας. Αυτό σημαίνει πάνω από 3 χρόνια με 12 ώρες καθημερινής χρήσης. Σε 10 ώρες καθημερινής χρήσης πάνω από 4 χρόνια.

Οι λάμπες Trocal T5 έχουν διάρκεια ζωής πάνω από 10.000 ώρες.

Δική μου προσθήκη. Το παράδοξο είναι ότι, είναι η μόνη εταιρεία που οι T8 -κατά τα λεγόμενα τους- αντέχουν περισσότερο από τις T5, ίσως γιατί η εταιρεία πρόσφατα εισήγαγε τις T5 στα προϊόντα της. Τα συμπεράσματα μπορεί να τα βγάλει ο κάθε ένας μόνος του και να αξιολογήσει τα λεγόμενα της κάθε εταιρείας.

Η προσωπική μου γνώμη

Προσωπικά ποτέ δε θα άλλαζα μια λάμπα με βάση τα λεγόμενά μιας εταιρείας, αλλά κατόπιν προσωπικής παρακολούθησης. Δηλαδή, θα άλλαζα λάμπες στο ενυδρείο μου όταν έβλεπα, ότι τα φυτά δεν αναπτύσσονται όπως θα ήθελα. Εδώ θέλει λίγο προσοχή. Εάν έχουμε παλιές λάμπες στο ενυδρείο μας και τα φυτά δεν αναπτύσσονται σωστά ή αναπτύσσεται πολύ έντονα άλγη, μη σπεύσουμε αμέσως να αλλάξουμε λάμπες. Πρέπει πρώτα να εξακριβωθεί η αιτία που δεν αναπτύσσονται τα φυτά ή γιατί έχουμε αύξηση της άλγης και εάν εξακριβώσουμε στη συνέχεια ότι είναι ο φωτισμός, τότε να αλλάξουμε λάμπες.

Πώς και πόσο πρέπει να φωτίζουμε το ενυδρείο μας

Σε αυτό το θέμα θα αναφερθώ στις δυο επικρατέστερες απόψεις.

Η μία άποψη υποστηρίζει ότι πρέπει να φωτίζουμε το ενυδρείο μας 4-5 ώρες, να δημιουργηθεί ένα διάλλειμα 3-4 ωρών και μετά ξανά 4-5 ώρες να το φωτίζουμε. Η θεωρία αυτής της άποψης στηρίζεται στο γεγονός ότι, στη φύση τα φυτά δε δέχονται όλη την ημέρα τον ίδιο φωτισμό, μιας και ήλιο δεν έχει όλες τις ώρες της ημέρας στην ίδια ένταση. Εκτός αυτού, κάποια φυτά δέχονται μόνο 4 ώρες άμεσο φώς από τον ήλιο και τις υπόλοιπες ώρες δέχονται έμμεσο, διότι βρίσκονται κάτω από μεγάλα δέντρα που δημιουργούν σκιά πάνω σε αυτά. Αυτοί που εφαρμόζουν αυτή τη μέθοδο ισχυρίζονται ότι, μειώνουν κατά πολύ την ύπαρξη άλγης και ότι η ανάπτυξη των φυτών είναι πιο ικανοποιητική.

Η άλλη άποψη ισχυρίζεται ότι ναι μεν στη φύση επικρατούν αυτές οι συνθήκες φωτισμού, αλλά δεν έχουν καμιά θετική επίδραση στα ενυδρεία μας. Για αυτό υποστηρίζουν το συνεχή φωτισμό του ενυδρείου 10-12 ώρες. Μάλιστα ισχυρίζονται ότι το ενδιάμεσο διάλλειμα φωτισμού, ευνοεί τις άλγεις με το εξής σκεπτικό: Οι άλγεις, λόγω της απλής δομής τους, προσαρμόζονται πιο εύκολα σε αυξομειώσεις φωτισμού από ότι τα φυτά μας και ότι το ενδιάμεσο διάλλειμα τις ευνοεί. Εξάλλου, έχουμε στη φύση τις βροχές και τις συνεφιές σε μη σταθερές ώρες και το σταθερό διάλλειμα φωτισμού που προτείνουν δεν ανταπεξέρχεται στην πραγματικότητα.

Βασικά υπάρχουν πολλές θεωρίες και μεγάλες αναλύσεις πάνω σε αυτό το θέμα, που για να εξαντληθεί θα έπρεπε να γραφτεί ένα μικρό ξεχωριστό άρθρο και για το λόγο αυτό σταματάω εδώ και αναφέρω μια πιο σύγχρονη άποψη...

Μια άλλη πρόταση φωτισμού

Μια τρίτη ομάδα αρχίζει σιγά σιγά να κάνει την εμφάνισή της, λιγότερο φανατική στις απόψεις, της χωρίς να απορρίπτει κατηγορηματικά ούτε τους μεν, ούτε τους δεν. Παίρνοντας τα θετικά και από τις δυο θεωρίες, δημιούργησε την εξής θεωρία, που προσωπικά την επικροτώ και εγώ. Ο ήλιος το πρωί και το απόγευμα δεν έχει την ίδια ένταση και το φάσμα του κυμαίνεται αυτές τις ώρες στο ερυθρό. Βάση λοιπόν με αυτή τη λογική, ιδανικό θα ήταν να ανάβουμε τις πρώτες 1-2 ώρες στο ενυδρείο το 50% του φωτισμού, μόνο με τις λάμπες ερυθρού φάσματος και το βράδυ να κλείνουμε την περίοδο με τον ίδιο τρόπο. Η διάρκεια του φωτισμού εξαρτάται πάντα από τα είδη των φυτών και κυμαίνεται μεταξύ 9-12 ώρες.

Στη φύση υπάρχουν βροχοπτώσεις, συνεφίες και διάφορες σκιές που δημιουργούνται από τα μεγάλα δέντρα. Σε καμιά όμως περίπτωση δεν έχουμε απόλυτο σκοτάδι.

Βάση αυτής της λογικής καλό θα ήταν να έχουμε ένα Dimmable Ballast και σε μη σταθερό ωράριο να μειώνουμε το φωτισμό κατά 30%-50% για 1-2 ώρες και όχι κάθε μέρα. Δυστυχώς όμως δεν έχουν όλοι αυτή τη δυνατότητα προσομοίωσης στο ενυδρείο τους.

Τι κάνουμε στην προκειμένη περίπτωση; Προσωπικά εγώ αλλά και από παρατηρήσεις άλλων χομπιστών, δε διαπιστώσαμε ούτε προτέρημα ούτε μειονέκτημα με τις παραπάνω μεθόδους φωτισμού, πλην της τελευταίας, που προσωπικά δεν την εφήρμοσα ποτέ. Θέλω να πιστεύω ότι πάνω από όλα αυτό που μετράει είναι η σωστή ισορροπία του ενυδρείου μας, σε δεύτερη μοίρα έρχονται τα είδη των φυτών που φιλοξενούμε -εάν είναι υψηλών ή χαμηλών απαιτήσεων σε φωτισμό- και αναλόγως η προσαρμογή της σωστής φωτοπεριόδου. Προσωπικά, για να χαίρομαι το ενυδρείο μου το κρατώ αναμμένο επί 12 ώρες χωρίς διαλλείματα και δεν αντιμετωπίζω πρόβλημα άλγης, που σημαίνει ότι πάνω από όλα μετρά η σωστή ισορροπία που επικρατεί στο ενυδρείο μας και όλα τα άλλα κρίνονται δευτερεύοντα.



Πώς αλλάζουμε τις λάμπες

Τα φυτά στη φύση έχουν μάθει να προσαρμόζονται στις διάφορες αυξομειώσεις του φωτισμού που συνοδεύονται από τις διάφορες εποχές του χρόνου. Τις αυξομειώσεις αυτές στη φύση δεν τις υφίστανται από τη μια μέρα στην άλλη, αλλά σιγά σιγά, με αποτέλεσμα το φυτό να έχει όλο το χρόνο να προσαρμοστεί. Εάν σε ένα φυτό αυξήσουμε απότομα το φωτισμό, το φυτό θα σοκαριστεί. Αυτό θα έχει σα συνέπεια να αναστείλει την ανάπτυξή του, ενώ ταυτόχρονα θα προσπαθήσει να αλλάξει τη λειτουργία του και να παράγει τις ουσίες (συνήθως καροτίνες) που θα το προστατεύσουν από το ξαφνικό έντονο φώς. Το αποτέλεσμα είναι πολλές φορές το φυτό να μην τα καταφέρει και να σαπίσει ή να ρίχνει τα φύλλα του για να τα αντικαταστήσει με νέα, τα οποία θα είναι προσαρμοσμένα στο νέο φωτισμό ή αναστέλλει την ανάπτυξή του μέχρι να προσαρμοστεί. Όλα αυτά όμως χρειάζονται κάποιο εύλογο χρονικό διάστημα για να συμβούν και σε αυτό το διάστημα το φυτό καταναλώνει ελάχιστα θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα την απότομη αύξησή τους στο ενυδρείο μας. Σε δεύτερη φάση εμφανίζονται άλγεις, οι οποίες έχουν πολύ πιο γρήγορο ρυθμό προσαρμοστικότητας και σε συνδυασμό με τα υπέρμετρα θρεπτικά συστατικά αυξάνονται ραγδαία.

Για να μη συμβεί αυτό, όταν έρθει ο καιρός να αντικαταστήσουμε τους λαμπτήρες δεν τους αλλάζουμε ταυτοχρόνως, άλλα σταδιακά. Πιο συγκεκριμένα, αλλάζουμε τη μια και παρατηρούμε την αντίδραση των φυτών. Όταν τα φυτά δείξουν σημάδια ότι προσαρμόστηκαν στη μικρή αλλαγή, τότε αλλάζουμε και τη δεύτερη λάμπα, κοκ. Με αυτόν τον τρόπο μετριάζουμε έως και μηδενίζουμε τυχόν απώλειες των φυτών και ελαχιστοποιούμε το ενδεχόμενο εμφάνισης άλγης. Επίσης, στο διάστημα αυτό της προσαρμογής είμαστε λίγο πιο φειδωλοί στη λίπανση, ενδεχομένως εάν χρειαστεί τη μειώνουμε κιόλας. Προσοχή, το σκεπτικό να μειώσουμε το φωτισμό πχ από τις 12 στις 10 ώρες δεν είναι σωστό, διότι με τον τρόπο αυτό επιβαρύνουμε τα φυτά με επιπρόσθετη απότομη αλλαγή, που χρειάζεται να προσαρμοστούν.



Το παρόν άρθρο διατίθεται στο WWW.AQUAZONE.GR και στα μέλη του. Απαγορεύεται οποιαδήποτε αντιγραφή ή αναδημοσίευση ολόκληρου ή τμήματος αυτού, σε ηλεκτρονικά ή έντυπα μέσα, χωρίς την άδεια του συγγραφέα ή αναφορά στο παρόν άρθρο. Προβλέπονται για οποιαδήποτε παραβίαση των ανωτέρω, οι προβλεπόμενες από το νόμο κυρώσεις.

Κόκορας Χρήστος