

5. Vai trò của bức xạ mặt trời

- 5.1. Ảnh hưởng chất lượng bức xạ mặt trời tới sinh vật
- 5.2. Bức xạ mặt trời với cây trồng
 - Bức xạ quang hợp
 - Giới hạn quang hợp
 - Hiệu suất sử dụng bức xạ
 - Phản ứng quang chu kỳ
- 5.3. Bức xạ mặt trời với dịch hại
- 5.4. Bức xạ mặt trời với nuôi trồng thủy sản

5.1. Ảnh hưởng của chất lượng ánh sáng đối với sinh vật

- **Bức xạ tử ngoại (Untraviolet)**
 - 0,15 – 0,38 μm
 - Phần lớn bị hấp thụ bởi tầng ozone
 - Giảm chiều cao cây, gây hại với các tế bào sống
 - Chiếm 0 – 4% tổng xạ
- **Bức xạ trông thấy (visible light)**
 - 0,39 – 0,76 μm
 - Còn được gọi là bức xạ quang hợp
 - Chiếm 21- 46% tổng xạ
- **Bức xạ cận hồng ngoại (Near Infrared band – NIR)**
 - 0,76-3,0 μm
 - Cung cấp nhiệt cho cơ thể sinh vật

Quang phổ BXMT có thể được chia ra làm 8 vùng dựa vào sự đáp ứng sinh lý của thực vật

>1,00 μm	bị hấp thụ và chuyển hóa thành nhiệt, không ảnh hưởng tới các quá trình sinh hóa của thực vật
1,00 – 0,76 μm	kích thích tăng trưởng chiều cao, đốt lông
0,76 – 0,61 μm	được hấp thụ mạnh nhất bởi diệp lục, hoạt động quang hợp mạnh nhất, nhiều trường hợp có hoạt động quang chu kỳ mạnh (đỏ)
0,61 – 0,51 μm	hiệu quả quang hợp yếu (green)
0,51 – 0,40 μm	diệp lục hấp thụ mạnh, hử quang hợp mạnh (lam)
0,400 – 0,315 μm	sản xuất huỳnh quang (fluorescence) trong thực vật
0,315 – 0,280 μm	diệt khuẩn một cách tương đối, trong thực tế, không có tia <0,29 μm xuống tới mặt đất
<0,28 μm	diệt khuẩn mạnh, nguy hại cho mắt và nếu <0,26 μm có thể giết chết cây trồng.

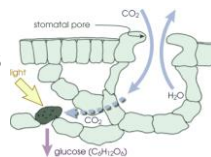
5.2. Bức xạ mặt trời và cây trồng

- Bức xạ quang hợp
- Giới hạn quang hợp
- Hiệu suất bức xạ
- Phản ứng quang chu kỳ

Bức xạ quang hợp

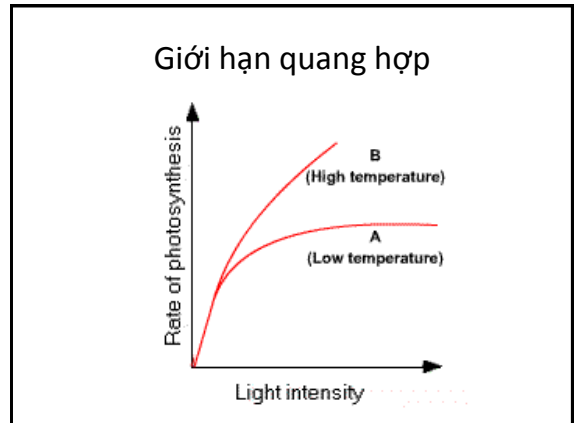
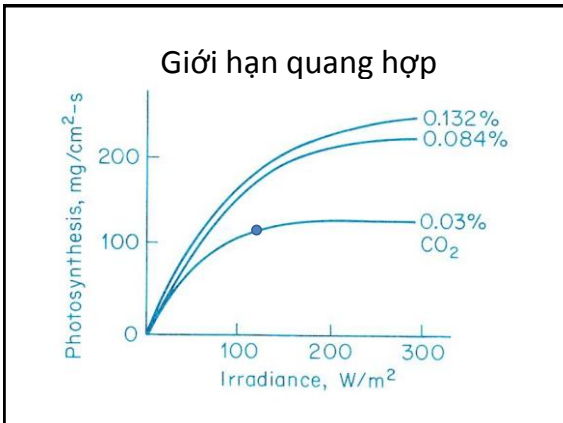
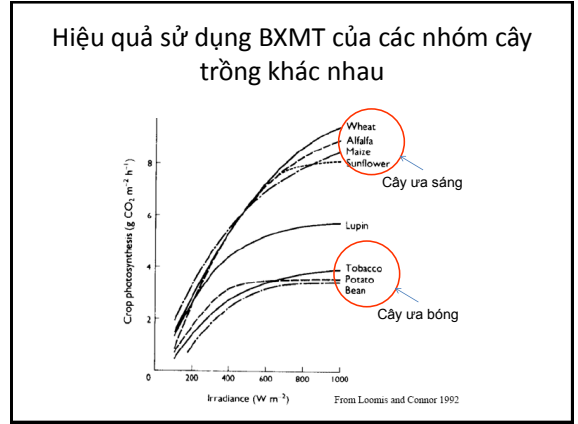
- Photosynthesis Active Radiation (PAR)
- Là phần bức xạ mặt trời mà thực vật hấp thụ sử dụng cho quá trình quang hợp
- Nằm trong vùng tia nhìn thấy: 0,39 – 0,76 μm
- Đỉnh hấp thụ đối với tia **màu đỏ (0,66 μm)** và **xanh lam (0,4 – 0,5 μm)**

$$\begin{aligned} \text{PAR}_S &= C_S \times \Sigma S' & C_S &= 0,2 - 0,45 \\ \text{PAR}_D &= C_D \times \Sigma D & C_D &= 0,5 - 0,8 \\ \text{PAR}_Q &= C_Q \times \Sigma Q & C_Q &= 0,5 \end{aligned}$$



5.2. Bức xạ mặt trời và cây trồng

- Bức xạ quang hợp
- Giới hạn quang hợp
- Hiệu suất bức xạ
- Phản ứng quang chu kỳ



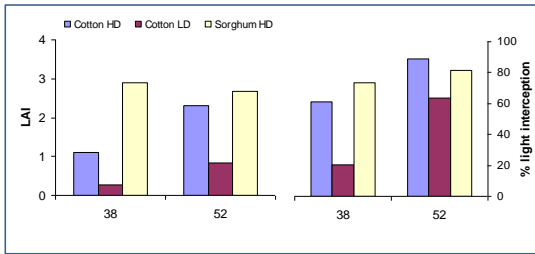
5.2. Bức xạ mặt trời và cây trồng

- Bức xạ quang hợp
- Giới hạn quang hợp
- Hiệu suất bức xạ
- Phản ứng quang chu kỳ

Hiệu suất sử dụng BXMT

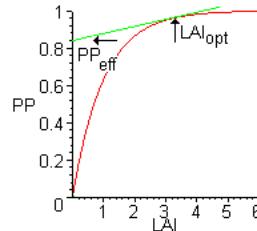
- Cho biết khả năng chuyển hóa một đơn vị năng lượng bức xạ mặt trời hấp thụ được thành khối lượng chất khô
- Ổn định trong các điều kiện thuận lợi
 - Phản ánh tỷ lệ quang hợp của từng lá riêng rẽ
 - Giảm khi số lá trên cây bị giảm (rụng/chết)
 - Các loài khác nhau thì khác nhau
 - C4 khác so với C3
 - Cấu trúc tán quần thể - góc lá (giống, mật độ)
- Chịu ảnh hưởng của điều kiện môi trường
 - Thiếu nước
 - Thiếu dinh dưỡng
- Tốc độ sinh trưởng = (lượng bức xạ hấp thụ) x (hiệu suất sử dụng bức xạ)**
 - Làm thế nào để tăng?
 - Làm thế nào để tăng?

Ảnh hưởng của loại cây trồng và mật độ trồng đến khả năng hấp thụ bức xạ mặt trời



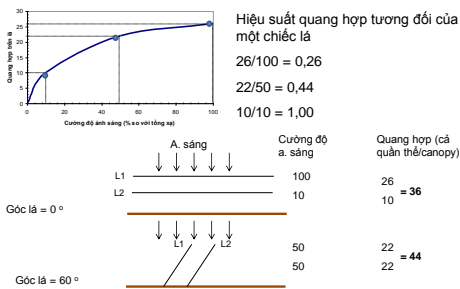
Số liệu từ thí nghiệm ở Gatton (2005)
LD - hàng x cây - 50 cm x 40 cm
HD - hàng x cây - 50 cm x 10 cm

Diện tích lá tối ưu



Effective PP, obtained by subtracting respiration

Cấu trúc quần thể và hiệu suất sử dụng bức xạ



Cấu trúc quần thể và hiệu suất sử dụng bức xạ

- Góc lá tối thích cho hiệu suất sử dụng BXQH là 81° vào những ngày trời nắng
- Cấu trúc tối thích
 - Lớp lá phía trên tán thẳng, góc lá so với mặt đất lớn
 - Lớp lá phía dưới nằm ngang so với mặt đất
 - Theo Chang, 1968
 - Lớp trên : 50% lá có góc 60-90°
 - Lớp giữa : 37% lá có góc 30-60°
 - Lớp dưới : 13% lá có góc 0-30°

Hệ số hấp thụ ánh sáng và góc lá

- Sự hấp thụ ánh sáng theo độ sâu của các tầng lá tuân theo định luật Beer:

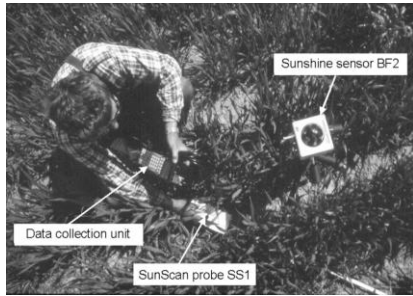
$$I = I_0 e^{-kL} \text{ hay } \ln(I/I_0) = -kL$$

- I_0 : cường độ ánh sáng trên mặt ruộng
- I : cường độ ánh sáng trong tầng lá có chỉ số diện tích lá là L
- k : hệ số hấp thụ ánh sáng
- L : chỉ số diện tích lá (tổng số diện tích lá trên một đơn vị diện tích đất)

Hệ số hấp thụ ánh sáng và góc lá

- k cho biết khả năng xuyên sâu của tia BXMT xuống các tầng lá
- k càng nhỏ, góc lá càng đứng so với thân cây và tia BXMT xuyên sâu hơn xuống các tầng lá
- k phụ thuộc vào mật độ trồng
 - Mật độ cao thường làm cho lá đứng hơn nên hệ số hấp thụ ánh sáng cũng thấp hơn

Thiết bị đo cường độ bức xạ trong quần thể thực vật



<https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/103/5/1532?access=0&view=article>

Cách xác định hệ số hấp thụ ánh sáng

$$\ln(I/I_0) = -KL$$

Cây lúa miền - C4



Cây bông - C3

Cấu trúc tán của quần thể hoa hướng dương và lúa



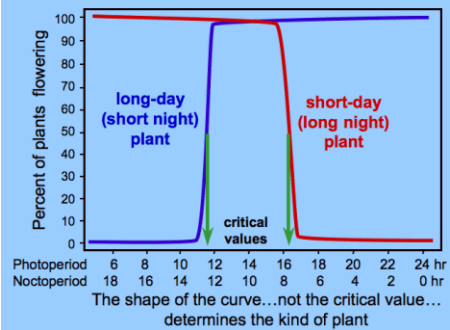
So sánh các giống lúa cổ truyền, cải tiến và lý tưởng



Phản ứng quang chu kỳ

- Thời gian chiếu sáng trong ngày có vai trò điều tiết sự phát triển/ra hoa của một số loại cây - **cây cảm quang** (photoperiod sensitive species)
- Thời gian chiếu sáng trong ngày mà tại đó cây bắt đầu ra hoa gọi là **độ dài chiếu sáng tới hạn**
 - Các loài khác nhau có độ dài chiếu sáng tới hạn khác nhau
- Chia cây trồng thành ba loại
 - **Cây ngày ngắn**: chỉ ra hoa khi độ dài chiếu sáng ngày nhỏ hơn độ dài chiếu sáng tới hạn
 - **Cây ngày dài**: chỉ ra hoa khi độ dài chiếu sáng ngày lớn hơn độ dài chiếu sáng tới hạn
 - **Cây trung tính**: không phụ thuộc vào độ dài chiếu sáng ngày, còn gọi là **cây cảm ôn**

Plants flower in response to day or night length

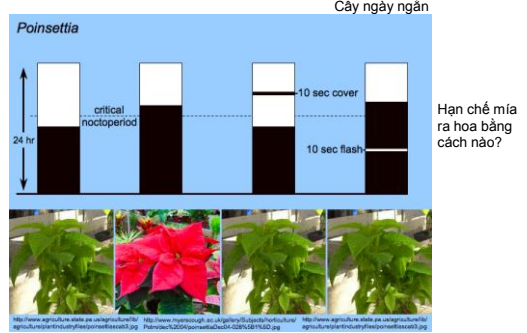


http://plantphys.info/plant_physiology/photoperiodism.shtml

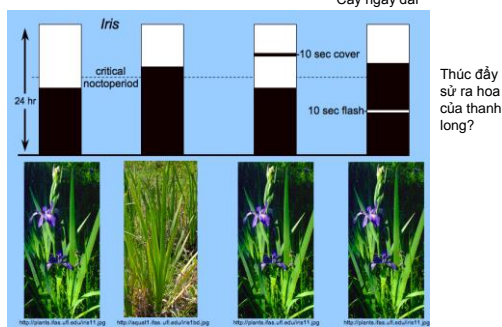
Cây ngày ngắn và ngày dài



Độ dài ngày hay đêm quyết định phản ứng quang chu kỳ?



Độ dài ngày hay đêm quyết định phản ứng quang chu kỳ?



Ứng dụng phản ứng quang chu kỳ

- Điều chỉnh sự ra hoa của cây: số lượng hoa, thời gian ra hoa
 - Điều chỉnh vùng trồng trồng để cây ra hoa vào thời kỳ thuận lợi
 - Tạo ra ngày ngắn/dài nhân tạo
 - Ngắt quãng thời gian tối
- Lưu ý khi nhập nội giống
 - Cây ngày ngắn dịch chuyển về phía nam có thể không hoàn thành chu kỳ sinh trưởng phát triển (không ra hoa)

5.3. Bức xạ với công trùng

- Cường độ ánh sáng
- Độ dài ngày

Cường độ ánh sáng

- Ảnh hưởng tới hành vi của côn trùng:
 - Nhiều loài chỉ hoạt động vào ban ngày khi cường độ ánh sáng cao
 - Một số loài chủ yếu hoạt động khi cường độ ánh sáng yếu: sáng sớm hoặc chiều tối

Độ dài ngày

- Là dấu hiệu để côn trùng bước vào giai đoạn ngủ nghỉ: ngủ đông, ngủ hè
- Độ dài ngày có thể là dấu hiệu sự thay đổi mùa đối với sâu non của một số loài côn trùng
- Độ dài ngày quyết định thời gian hoàn thành vòng đời của một số côn trùng

Kytorhinus sharpianus (Coleoptera: Bruchidae)



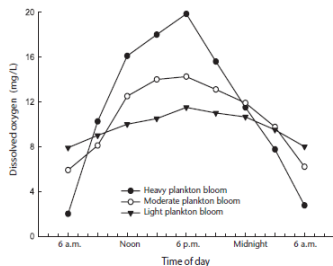
Kytorhinus sharpianus (Coleoptera: Bruchidae) – Nhật Bản

- Thời gian từ pha trứng – trưởng thành phụ thuộc vào độ dài ngày (ở cùng nhiệt độ)
 - Thời gian này là 75-80 ngày khi độ dài ngày là 15-16 giờ
 - Tăng lên rất đáng kể khi độ dài ngày bị rút ngắn lại (12-14 giờ)
 - Không bao giờ hóa nhộng nếu độ dài ngày giữ ở mức 12 giờ hoặc nhỏ hơn

5.4. Bức xạ mặt trời và nuôi trồng thủy sản – chất lượng nước

- Tác động trực tiếp đến nguồn sản xuất sơ cấp trong chuỗi thức ăn (phytoplankton)
- Tác động đến chất lượng nước
 - Nồng độ oxy hòa tan (DO)
- Tác động trực tiếp đến động vật thủy sinh
 - VD: Màu sắc của tôm
- Tác động đến cỏ dại thủy sinh

Ảnh hưởng của thời gian trong ngày và mật thực vật phù du đến nồng độ ô xy hòa tan trong nước mặt



Đo độ trong của nước

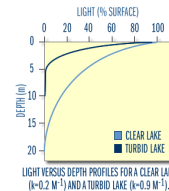


Đĩa Secchi

- SDV opt = 30-45 cm
- Độ sâu mà tại đó đạt điểm bù ánh sáng gấp 3 lần SDV
- Cỏ dại không mọc được ở độ sâu gấp 2 lần SDV

$$K = \frac{\ln I_0 - \ln I_z}{Z}$$

K: hệ số hấp thụ ánh sáng
 I_0 : Cường độ bức xạ trên mặt nước
 I_z : Cường độ ánh sáng ở độ sâu Z



K ảnh hưởng thế nào đến sự phân bố của thực vật thủy sinh?

Số ngày liên tiếp cần thiết (mô phỏng) làm giảm nồng độ DO xuống mức 2.0 và 0.0 mg l⁻¹ ở ao nuôi thủy sản với lượng bức xạ và tầm nhìn đĩa Secchi khác nhau (Romaine and Boyd, 1979)

Secchi disk visibility (cm)	Solar radiation (langley's/day)						
	50	100	150	200	250	300	400
DO = 0.0 mg l⁻¹							
10	1	1	1	1	1	2	>8
20	1	1	1	1	1	5	>8
30	1	1	1	2	2	6	>8
40	1	1	1	2	3	6	>8
50	1	1	2	2	3	6	>8
60	1	2	2	3	4	6	>8
70	2	2	2	3	4	6	>8
80	2	2	3	3	4	7	>8
DO = 2.0 mg l⁻¹							
<30	0	0	0	0	0	0	0
40	1	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1	3
60	1	1	1	1	1	2	4
70	1	1	1	1	2	2	5
80	1	1	1	2	2	3	6

* Assumptions are: (1) the initial average DO concentration at dusk is 10.0 mg l⁻¹; (2) pond is 1 m in depth and contains 2 240 kg/ha of catfish; (3) water temperatures are 30°C at dusk and 29°C at dawn.

Xác suất xuất hiện số ngày liên tiếp (D) có cường độ BXMT thấp ở Auburn, Alabama. Số liệu được tính từ 14 năm quan trắc (1964-1977). (Romaine và Boyd, 1979)

Probability of consecutive days	May	June	July	August	Sept.	Oct.
Radiation <100 langley's day ⁻¹						
P(1D)	0.016	0.000	0.005	0.000	0.050	0.067
P(2D)	0.000		0.000		0.029	0.023
P(3D)					0.021	0.000
P(4D)					0.001	
Radiation <200 langley's day ⁻¹						
P(1D)	0.062	0.016	0.028	0.039	0.110	0.175
P(2D)	0.014	0.000	0.005	0.009	0.124	0.138
P(3D)	0.000		0.000	0.000	0.097	0.097
P(4D)					0.067	0.009
P(5D)					0.060	0.000
P(6D)					0.029	
Radiation <300 langley's day ⁻¹						
P(1D)	0.122	0.062	0.106	0.134	0.255	0.394
P(2D)	0.069	0.014	0.060	0.069	0.247	0.392
P(3D)	0.007	0.000	0.021	0.009	0.221	0.366
P(4D)	0.000		0.000	0.000	0.171	0.313
P(5D)					0.131	0.219
P(6D)					0.057	0.152
P(9D)					0.000	0.083
P(12D)						0.028

* The following equation was used to determine the probability of n consecutive days of the specified radiation value (Romaine et al., 1977):
 $P(nD) = (R^n/M^n/n!)$ where P(nD) = probability of n consecutive days (D) at the specified radiation for the n-th month; P(nD) = frequency of n consecutive days at the specified radiation value for the n-th month; M = number of days in the n-th month; n = number of years of readings (14 years in this study); n = number of consecutive days of interest.