

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CHUYỂN ĐỔI ĐỂ TÍNH TRỰC XẠ QUANG HỢP THEO TRỰC XẠ TOÀN PHẦN

KS . NGUYỄN NGỌC THÔNG
Viện Khí tượng Thủy văn

Bức xạ quang hợp là phần bức xạ mặt trời mà thực vật có thể sử dụng vào quá trình quang hợp, tạo ra lượng chất khô.

Bức xạ quang hợp được xác định là bức xạ mặt trời trong giải phổ từ 0,38 đến 0,71 mi-crô-mét thường được gọi là bức xạ quang hợp hữu hiệu (PAR - photosynthetic active radiation)

Bức xạ quang hợp chỉ mới được đo đạc khảo sát gần đây với số địa điểm rất ít. Vì vậy, để có thể biết sự phân bố bức xạ quang hợp trên những vùng lãnh thổ lớn, các tác giả nước ngoài thường làm giàu số liệu bằng cách tính bức xạ quang hợp theo bức xạ toàn phần (gần đúng là phần bức xạ mặt trời trong giải phổ 0,28 - 4,0 mi-crô-mét). Đó là phần bức xạ đã được đo đạc từ lâu và trên một diện rộng.

Bức xạ quang hợp đến mặt đất bao gồm trực xạ quang hợp và tán xạ quang hợp. Bài này chỉ xét phần tính trực xạ quang hợp theo trực xạ toàn phần.

Trong nhiều công trình nghiên cứu bức xạ ở các vĩ độ trung bình, như của các tác giả Iu.G.Rôtz, K.G.Tu-min-gơ, N.A.Pê-rê-li-ôt [1, 2, 3, 7] đã xác định tỉ số giữa trực xạ quang hợp và trực xạ toàn phần ($C_s = S_{PAR}/S$); trung bình, tỉ số này thường lấy giá trị 0,43. Nó được sử dụng rộng rãi để tính trực xạ quang hợp theo trực xạ toàn phần trên những phần lãnh thổ rộng lớn.

Ở Việt Nam, nhiều tác giả khi tính trực xạ quang hợp cũng sử dụng tỉ số $C_s = 0,43$ để tính. Tỉ số này thực ra chưa được kiểm nghiệm xem có phù hợp với điều kiện khí hậu nước ta hay không.

Ta biết là sự suy giảm trực xạ đơn sắc trong khí quyển tuân theo định luật Bouguer - Lambert:

$$S_{m\lambda} = S_{0\lambda} P_{\lambda}^m \quad (1)$$

Trong đó

$S_{m\lambda}$: cường độ trực xạ đơn sắc λ tại mặt đất ứng với khối khí quyển tương đối m

$S_{0\lambda}$: cường độ trực xạ đơn sắc λ ngoài khí quyển

m : khối khí quyển tương đối hay độ dài đường đi tia mặt trời trong khí quyển ($m = 1/\sin h_0$; h_0 : độ cao mặt trời)

P_λ : hệ số trong suốt khí quyển đối với trực xạ đơn sắc

Như vậy, tỉ số giữa trực xạ quang hợp và trực xạ toàn phần sẽ là:

$$C_s = \frac{S_0 \lambda P_\lambda^m \cdot d\lambda}{S_0 \lambda P_\lambda^m \cdot d\lambda} \quad (2)$$

Tỉ số này rõ ràng là phụ thuộc vào độ trong suốt khí quyển P_λ trong toàn bộ các dải phổ trên và vào m , tức độ cao mặt trời h_0 .

Độ trong suốt khí quyển, đặc biệt là tác động của sol khí và hơi nước ở Việt Nam - vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, khác xa so với vùng ôn đới. Cho nên cần xác minh xem tỉ số C_s ở nước ta có khác với vùng ôn đới không.

Chúng tôi đã sử dụng số liệu quan trắc song song giữa trực xạ quang hợp và trực xạ toàn phần từng ngày từng giờ theo trạng thái mặt trời ở Trung tâm nghiên cứu vật lý địa cầu thuộc Viện Khoa học Việt Nam (Nghĩa Đô, vĩ độ $21^\circ 02'N$, kinh độ $105^\circ 51'E$) từ tháng V-1984 - V-1985 để tính và phân tích hệ số C_s .

Ở đây, để đo trực xạ quang hợp đã sử dụng trực xạ kế Xa-vi-nốp Ia-nhi-sep-xki AT-50 với các kính lọc BC-8 và KC-19.

Kính lọc BC-8 là kính trắng, chỉ cho bức xạ đi qua từ bước sóng $\lambda \geq 0,38$ mi-crô-mét.

Kính lọc KC-19 là kính đỏ, chỉ cho bức xạ đi qua từ bước sóng $\lambda > 0,71$ mi-crô-mét.

Trị số trực xạ quang hợp sẽ là hiệu số của trị số trực xạ đo với kính lọc BC-8 và KC-19.

Trực xạ toàn phần cũng được đo bằng trực xạ kế Xa-vi-nốp Ia-nhi-sep-xki AT-50, nhưng không có kính lọc.

Các trực xạ kế này đã được so với trực xạ kế mẫu ở Cục KTDTCB, Tổng cục KTTV. Hệ số cho đi qua của các kính lọc BC-8, KC-19 được xác định theo máy phân tích phổ ở Viện Vật lý, Viện Khoa học Việt Nam.

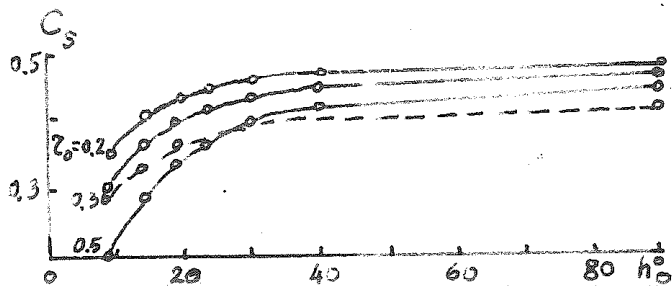
Chúng tôi đã tập hợp được 1049 lần quan trắc song song giữa trực xạ quang hợp và trực xạ toàn phần. Các số liệu quan trắc này được chỉnh lý bằng phương pháp đồ thị của X.IXi-kốp [6]

Trực xạ toàn phần ở mặt đất S cũng tuân theo định luật Bouguer - Lambert:

$$S = S_0 \cdot P_m^m \quad (3)$$

Với S_0 : trực xạ toàn phần ở ngoài khí quyển còn gọi là hằng số mặt trời ($S_0 = 1,95 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{phút}$)

P_m : hệ số trong suốt toàn phần của khí quyển

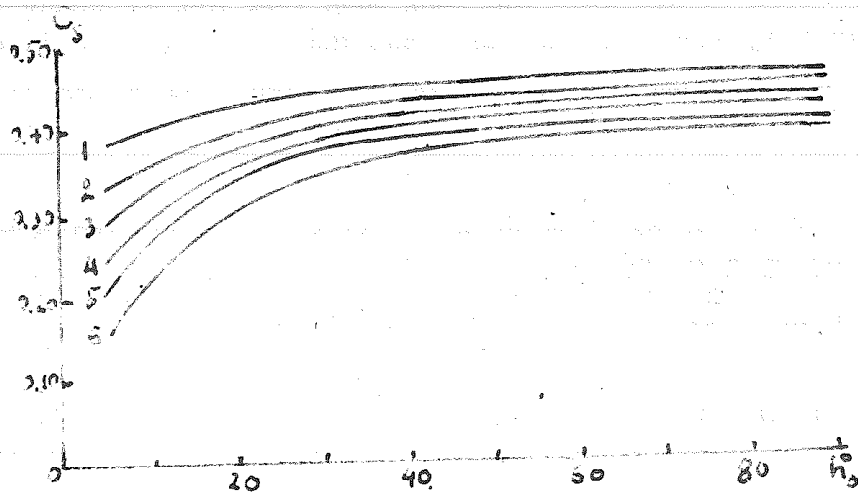


HÌNH 1 - Sự phụ thuộc của hệ số C_s theo độ cao mặt trời h_0 với các trạng thái khí quyển khác nhau thu được bằng tính toán lý thuyết.

z_0 = mật độ quang học khí quyển; $z_0=0.2$ khí quyển ít vân đục

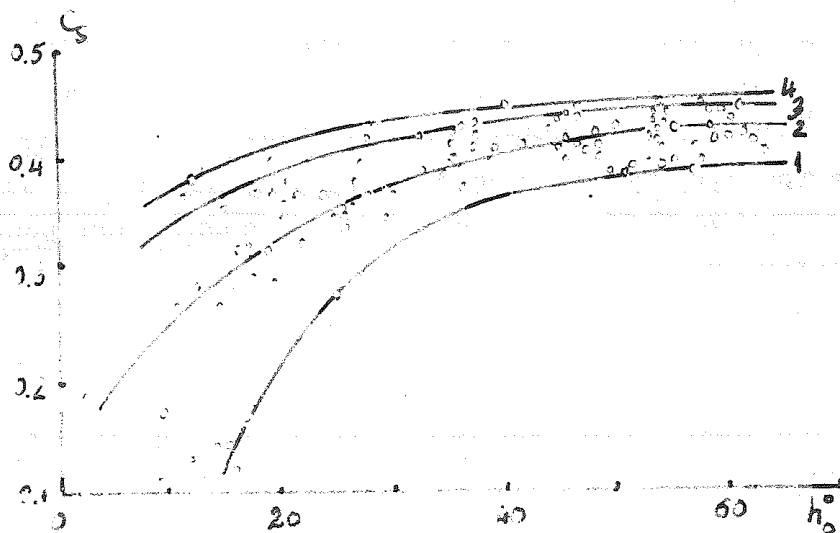
$z_0=0.3$ khí quyển vân đục trung bình; $z_0=0.5$ khí quyển vân đục lớn

--- khí quyển sạch và khô lý tưởng



HÌNH 2 - Sự phụ thuộc của hệ số C_s theo độ cao mặt trời h_0 với các độ trong suốt khí quyển P khác nhau ($m=2$)

1-P=2.18; 2-P=2.15; 3-P=2.10; 4-P=2.05; 5-P=2.00; 6-P=1.95



HÌNH 2 - Sự phụ thuộc của hệ số C_s theo độ cao mặt trời h_0 với các độ trong suốt khí quyển P khác nhau ($m=2$)

1-P=1.70; 2-P=1.75; 3-P=1.80; 4-P=1.85 (Theo Н.А.Перелёт)

Để cho độ trong suốt khí quyển P_m ở các kỳ đo khác nhau có thể so sánh được với nhau, cần đưa chúng về cùng một trị số khối khí quyển tương đối m ; thường lấy $m = 2$ (tức là tương ứng với $h_0 = 30''$) và ở khoảng cách trung bình giữa trái đất và mặt trời. Từ (3) ta có:

$$P_2 = \sqrt{S_{d,30} / S_0} \quad (4)$$

$S_{d,30}$ là trục xạ toàn phần ở mặt đất đã quy về khoảng cách trung bình giữa mặt trời và trái đất và quy về độ cao mặt trời $h_0 = 30''$. Việc quy này thực hiện theo tài liệu [4].

Dựa vào số liệu cường độ trục xạ toàn phần ở 1049 lần đo và dựa trên công thức [4], chúng tôi tính độ trong suốt khí quyển P_2 và tỉ số C_s tương ứng với các cấp trong suốt khí quyển theo sự phân cấp của X.I.Xi-kốp [5]:

Cấp trong suốt khí quyển	Trị số P_2
rất thấp	0,594 ($\approx 0,59$)
khá thấp	0,652 ($\approx 0,65$)
thấp	0,697 ($\approx 0,70$)
trung bình	0,747 ($\approx 0,75$)
cao	0,786 ($\approx 0,79$)
khá cao	0,826 ($\approx 0,83$)

Đối với số liệu khảo sát trên, chỉ tập hợp số liệu được đến cấp trong suốt khí quyển "cao" $P_2 = 79$. Cấp "khá cao" không có. Đặc biệt có những ngày có độ trong suốt khí quyển nhỏ hơn cả cấp "rất thấp", nên chúng tôi lập thêm được một cấp nữa là $P_2 = 0,55$, tạm đặt tên là cấp "đặc biệt thấp".

Dựa vào số liệu khảo sát C_s như đã trình bày ở trên cùng với những tính toán lý thuyết của K.A.Môl-dây, Iu.C.Rôt-x...(hình 1), chúng tôi lập được đồ thị sự phụ thuộc giữa C_s với độ cao mặt trời h_0 ở từng cấp trong suốt khí quyển (hình 2).

Nói chung, tỉ số C_s khá phân tán. Với cùng độ trong suốt khí quyển P_2 , khi độ cao mặt trời thấp hơn $30''$, C_s tăng khá nhanh theo độ cao mặt trời; khi độ cao mặt trời trên $30''$, C_s tăng chậm và khi độ cao mặt trời trên $40''$, C_s hầu như không đổi. Với cùng độ cao mặt trời, độ trong suốt khí quyển càng lớn, trị số C_s càng cao.

Quy luật biến đổi này của C_s phù hợp với những khảo sát thực nghiệm của Iu.C.Rôt-x, K.G. Tu-min-gơ, V.I.Gu-li-ép, N.A. Pê-rê-li-ốt...(hình 3). Tuy nhiên, tỉ số C_s ở ta biến động theo độ trong suốt khí quyển ít hơn so với kết quả thực nghiệm của các tác giả trên, nhất là với độ cao mặt trời trên $30''$. Qua đồ thị 2, với độ cao mặt trời trên $40''$, độ trong suốt khí quyển biến đổi từ $P_2 = 0,55$ đến $P_2 = 0,79$, ứng với C_s biến đổi trung bình từ 0,38 đến 0,44. Trong khi đó theo N.A.Pê-rê-li-ốt, độ trong suốt khí quyển biến đổi từ 0,60 đến 0,80 thì C_s biến đổi từ 0,40 đến 0,47. Như vậy, hệ số C_s ở ta thấp hơn so với các số liệu thực

nghiệm ở vùng ôn đới. Các tác giả nước ngoài vừa nêu trên cùng một số tác giả khác như N.A.Ê-phi-mô-va, K.A.Nhi-lít-xk... đã xác định: với độ trong suốt khí quyển trung bình và với độ cao mặt trời trên 20° thì $C_s = 0,43$.

Trị số này đối với khu vực nước ta là hơi cao. Trong điều kiện khí hậu nước ta, độ trong suốt khí quyển thường ở mức độ thấp và trung bình (bảng 1). Ở miền Bắc, độ trong suốt khí quyển trung bình từ 0,60 đến 0,75, tức là từ cấp "rất thấp" đến cấp "trung bình". Ở vùng Nam Trung Bộ và Bắc Nam Bộ, độ trong suốt khí quyển trung bình từ 0,68 đến 0,80, tức là từ cấp "thấp" đến cấp "cao". Ở vùng đồng bằng Nam Bộ, độ trong suốt khí quyển trung bình từ 0,68 đến 0,75 tức là từ cấp "thấp" đến cấp "trung bình".

Bảng 1. Độ trong suốt khí quyển trung bình P_2 ở một số nơi

Địa điểm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Sơn La	0,74	0,67	0,60	0,61	0,67	0,73	0,75	0,76	0,73	0,75	0,75	0,76	0,71
Hà Nội	0,68	0,62	0,60	0,64	0,67	0,71	0,73	0,73	0,73	0,71	0,73	0,69	0,69
Vinh	0,70	0,65	0,62	0,61	0,70	0,73	0,73	0,75	0,72	0,69	0,71	0,71	0,69
Đà Nẵng	0,74	0,72	0,71	0,72	0,77	0,80	0,78	0,80	0,77	0,77	0,74	0,78	0,76
Tân Sơn Nhất	0,75	0,76	0,69	0,68	0,75	0,80	0,80	0,79	0,77	0,76	0,78	0,78	0,76
Cần Thơ	0,70	0,68	0,74	0,75	0,74	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,73	0,73

Ở ta, dựa trên độ trong suốt khí quyển trung bình và với độ cao mặt trời trên 20° thì giá trị C_s tính trung bình là bằng 0,41.

Có thể dùng hệ số C_s này để tính trực xạ quang hợp theo trực xạ toàn phần ở từng kỳ quan trắc:

$$S_{PAR} = C_s \cdot S$$

Đồng thời có thể dùng hệ số C_s này để tính tổng lượng trực xạ quang hợp ngày hoặc tháng:

$$\sum N_G S_{PAR} = C_s \cdot \sum N_G S$$

$$\sum T S_{PAR} = C_s \cdot \sum T S$$

Để chính xác hóa khi quy toán, nhiều tác giả xác định các trị số C_s ứng với độ cao mặt trời ở các kỳ quan trắc 6h30ph, 9h30ph, 12h30ph, 15h30ph, 18h30ph và ứng với độ trong suốt khí quyển trung bình của tháng. Sau đó tính S_{PAR} cho từng kỳ quan trắc và từ đó tính ra tổng lượng trực xạ quang hợp trung bình ngày, tháng [1].

Độ trong suốt khí quyển ở ta biến đổi khá lớn theo không gian và thời gian nên chúng tôi tiến hành tính tổng lượng ngày và tháng của trực xạ quang hợp

trên máy tính điện tử theo cách thứ hai kể trên, tức là lấy C_s ứng với từng kỳ quan trắc của từng tháng để tính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ê-phi-mô-va N.A. Phân bố bức xạ quang hợp hữu hiệu trên lãnh thổ Liên Xô. Công trình nghiên cứu của Đài VLDC Trung ương Vô-ây-kốp, 1965, tập 179.
2. Pê-rê-li-ốt N.A. Sự phụ thuộc của tỉ số giữa bức xạ quang hợp hữu hiệu với bức xạ toàn phần theo độ trong suốt khí quyển và lượng mây. Công trình nghiên cứu của Viện nghiên cứu khoa học KTTV Ucraina, 1970, tập 94.
3. Rốt-x Iu.C. Chế độ bức xạ và cấu trúc của lớp phủ thực vật. NXB "Tapti", 1965
4. Chỉ dẫn cho các trạm KTTV về quan trắc bức xạ. NXB KTTV, Leningrat, 1971
5. Xi-kốp X.I. Các phương pháp tính các đặc trưng bức xạ mặt trời. NXB KTTV, Leningrat, 1968
6. Xi-kốp X.I. (Chủ biên) Chỉ dẫn về việc kiểm soát các quan trắc bức xạ. NXB KTTV, Leningrat, 1970
7. Tu-min-gơ K.G., Gu-li-ép V.I. Phương pháp đo bức xạ quang hợp hữu hiệu. NXB "Khoa học", M., 1967.