

Tuần hoàn nước trong tự nhiên

1. Chu trình tuần hoàn nước trong tự nhiên
2. Độ ẩm không khí
3. Sự bốc hơi nước
4. Sự ngưng tụ hơi nước
5. Mưa

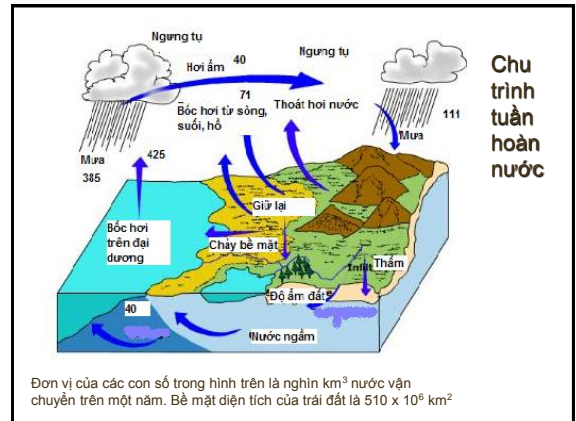
1. CHU TRÌNH TUẦN HOÀN NƯỚC TRONG TỰ NHIÊN

Nước

- Hơi
- Lỏng
- Rắn

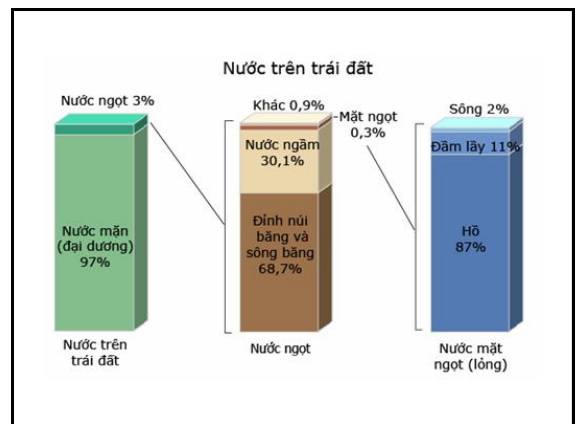


Biometeorology, ESPM 129



Vai trò của chu trình tuần hoàn nước

- Nước chiếm tới 80-90% trọng lượng cơ thể thực vật
- Vận chuyển nước giữa khí quyển, đất liền và đại dương
- Vận chuyển năng lượng trong khí quyển: hoàn lưu khí quyển và bão nhiệt đới
- Điều hòa độ mặn của nước biển và cung cấp nguồn dinh dưỡng cho sinh vật biển (quyết định năng suất của hệ sinh thái biển)



2. Độ ẩm không khí

- Các đại lượng đặc trưng cho độ ẩm không khí
 - Áp suất hơi nước (sức trương hơi nước - e)
 - Áp suất hơi nước bão hòa (e_s)
 - Độ ẩm riêng
 - Độ ẩm tuyệt đối
 - Độ ẩm tương đối
 - Độ thiếu hụt bão hòa
 - Điểm sương
- Ảnh hưởng của độ ẩm không khí đối với sản xuất nông nghiệp
- Biện pháp điều tiết và sử dụng độ ẩm không khí

Áp suất hơi nước Vapor Pressure

- Còn gọi là sức trương hơi nước – e
- là phần áp suất do hơi nước chứa trong không khí gây ra và được tính bằng miliba (mb) hay milimét của cột thủy ngân (mmHg)
- Đơn vị quy đổi: $1\text{mb} = 10^{-3}\text{bar} = 100\text{ N/m}^2 = 100\text{Pa}$; $1\text{mb} = 3/4\text{ mmHg}$

Áp suất hơi nước bão hòa (Saturation Vapor Pressure)

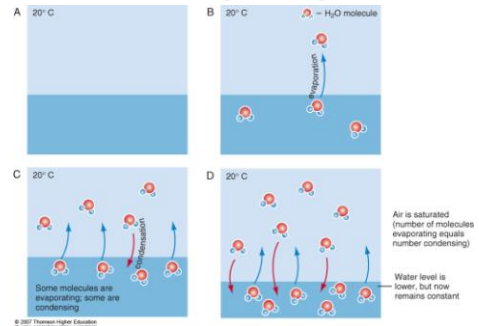
Là áp suất hơi nước ứng với giới hạn tối đa ở một nhiệt độ xác định

$$e_s(T) = 6,1 \times 10^{7,6T/(242 + T)}$$

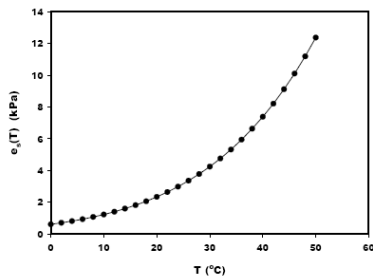
$e_s(T)$ là áp suất hơi nước bão hòa ở nhiệt độ $T(^{\circ}\text{C})$, đơn vị mb

$$e_s(0^{\circ}\text{C}) = 6,1\text{mb}$$

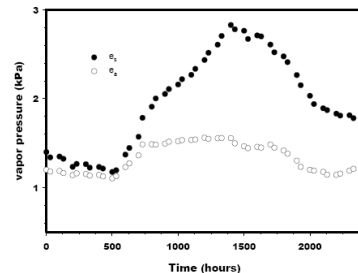
Các bước dẫn tới sự bão hòa hơi nước trong không khí



Áp suất hơi nước bão hòa



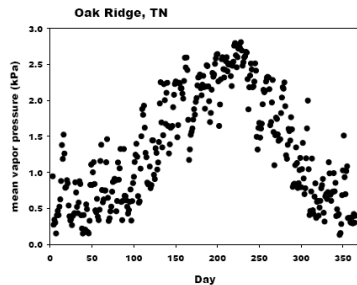
Diễn biến hàng ngày của áp suất hơi nước



e_s áp suất hơi nước bão hòa

e_a áp suất hơi nước của không khí

Diễn biến áp suất hơi nước theo mùa



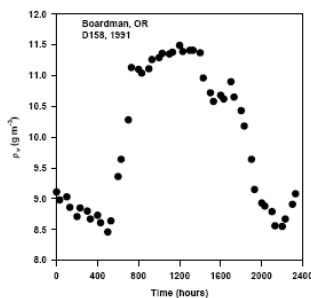
Độ ẩm riêng và độ ẩm tuyệt đối

- Độ ẩm riêng
 - Là lượng hơi nước tính bằng gam chứa trong 1 kg không khí ẩm (g/kg)
- Độ ẩm tuyệt đối
 - Là lượng hơi nước chứa trong 1m³ không khí (g/m³)

$$a \text{ (g/m}^3\text{)} = \frac{0,81}{1 + \alpha t} \times e$$

α là hệ số dẫn nở của không khí (0,00366) và e là áp suất hơi nước (mb)

Diễn biến của độ ẩm tuyệt đối



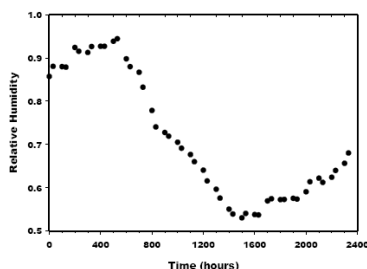
Độ ẩm tương đối

- Nếu chúng ta có áp suất hơi nước của không khí là e_a ở nhiệt độ t_a và áp suất hơi nước bão hoà ở nhiệt độ t_a là $e_s(t_a)$ thì độ ẩm tương đối là tỷ lệ phần trăm giữa e_a và $e_s(t_a)$

$$R \text{ (\%)} = \frac{e_a}{e_s(t_a)} \times 100$$

- Độ ẩm tương đối đặc trưng cho trạng thái ẩm của không khí.
- Nếu $e_a < e_s(t_a)$ không khí chưa bão hoà hơi nước.
- Nếu $e_a = e_s(t_a)$ không khí bão hoà hơi nước và khi đó $r = 100\%$
- Nếu $e_a > e_s(t_a)$ không khí quá bão hoà hơi nước

Diễn biến độ ẩm tương đối



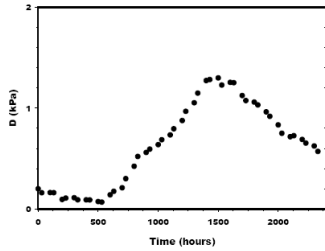
Độ thiếu hụt bão hoà

- Độ thiếu hụt bão hoà hay độ hụt ẩm (d) là hiệu số giữa áp suất hơi nước bão hoà và áp suất hơi nước trong không khí ở một nhiệt độ xác định

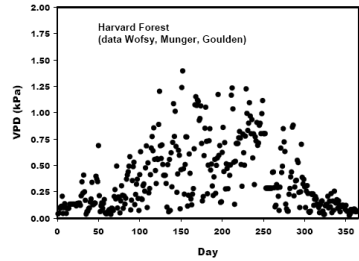
$$D = e_s(t_a) - e_a$$

- Độ d cho biết độ ẩm của khối không khí xa hay gần trạng thái bão hoà

Diễn biến hàng ngày của độ thiếu hụt bão hòa



Diễn biến hàng năm của độ thiếu hụt bão hòa



Điểm sương

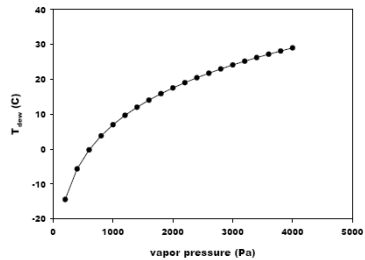


- Điểm sương τ là nhiệt độ mà tại đó hơi nước chứa trong không khí đạt tới trạng thái bão hòa

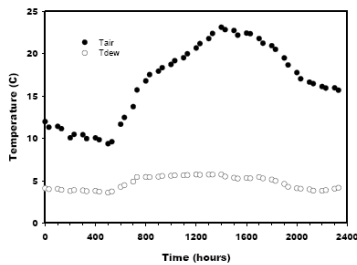
$$e_a = e_s(\tau)$$

- Khi $t_a = \tau$, khối độ ẩm không khí đạt tới trạng thái bão hòa, khoảng cách giữa t_a và τ càng lớn, không khí càng xa trạng thái bão hòa

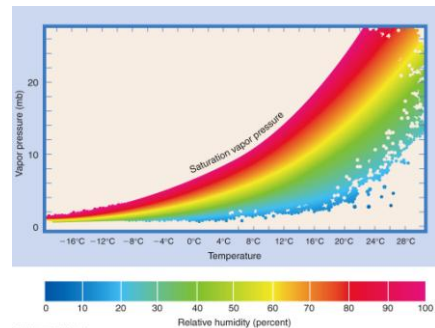
Điểm sương và áp suất hơi nước



Diễn biến hàng ngày của điểm sương và nhiệt độ không khí



Mối quan hệ giữa áp suất hơi nước bão hòa và độ ẩm tương đối với nhiệt độ



Ảnh hưởng của độ ẩm không khí đối với sản xuất nông nghiệp

- Cường độ thoát hơi nước của cây
 - Tăng lên năm lần khi độ ẩm không khí 90-95% giảm xuống còn 50%
- Các loại cây trồng khác nhau có nhu cầu ẩm khác nhau: bông và hồ tiêu??
- Độ ẩm không khí cao kéo dài thời gian sinh trưởng và thu hoạch của cây
- Độ ẩm quá cao hoặc quá thấp làm giảm sức sống của hạt phấn. Độ ẩm quá cao làm giảm sự lan truyền của hạt phấn
- Ảnh hưởng đến quá trình bảo quản nông sản
 - Hạt ngũ cốc: yêu cầu độ ẩm không khí thấp; độ ẩm cao kết hợp với nhiệt độ cao làm giảm chất lượng và trọng lượng của hạt nghiêm trọng.
 - Rau quả: yêu cầu độ ẩm không khí cao và nhiệt độ thấp
- Ảnh hưởng tới sự phát triển của sâu bệnh

Biện pháp điều tiết và sử dụng độ ẩm không khí

- Điều tiết
 - Trồng đai cây bảo vệ trên cánh đồng nhằm ngăn gió khô và hạn chế tốc độ phân tán hơi ẩm
 - Xây dựng hệ thống tưới tiêu hoàn chỉnh tạo điều kiện cho cây trồng được tưới đầy đủ
 - Trồng xen hoặc tăng mật độ cây trồng làm tăng độ ẩm không khí
 - Trồng rừng và đào hồ để cải thiện độ ẩm không khí trên quy mô rộng
- Cần nắm vững diễn biến độ ẩm không khí theo không gian và thời gian, đồng thời nắm vững nhu cầu độ ẩm của các loại cây khác nhau nhằm bố trí cây trồng cho hợp lý

3. Sự bốc hơi nước

- Khái niệm
- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự bốc hơi
 - Bốc hơi từ mặt nước
 - Bốc hơi từ mặt đất
 - Thoát hơi nước từ thực vật

Khái niệm

- Bốc hơi nước (Evaporation) là quá trình nước từ trạng thái lỏng hoặc rắn chuyển sang trạng thái hơi
 - Bốc hơi nước xảy ra bằng nhiều cách
 - Bốc hơi trên mặt nước thoáng
 - Thoát hơi nước từ lá thực vật (Transpiration)
 - Bốc hơi nước từ mặt đất
- Bốc thoát hơi nước - Evapotranspiration*

Sự bốc và thoát hơi nước (Evaporation and transpiration)

- Khái niệm
- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự bốc hơi
 - Bốc hơi từ mặt nước
 - Bốc hơi từ mặt đất
 - Thoát hơi nước từ thực vật
- Bốc hơi nước và sự thay đổi khí hậu

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự bốc hơi

- Năng lượng nhiệt cung cấp tiềm nhiệt (latent heat) cho quá trình bốc hơi (bức xạ thuần, nhiệt độ không khí)
- Khả năng vận chuyển hơi nước ra khỏi bề mặt bốc hơi (gió, độ ẩm)
- Sự sẵn có của nước để cung cấp cho quá trình bốc hơi (độ ẩm đất)
- *Bốc hơi tiềm năng* là sự bốc hơi khi nước cung cấp không bị giới hạn

Bốc hơi từ mặt nước

- Trạng thái vật bốc hơi: nước ở trạng thái lỏng bốc hơi mạnh hơn ở trạng thái rắn
- Diện tích mặt ngoài lớn sẽ bốc hơi nhanh hơn
- Nhiệt độ vật bốc hơi càng cao thì tốc độ bốc hơi càng lớn vì động năng phân tử lớn
- Nước có nhiều tạp chất sẽ bốc hơi chậm hơn nước tinh khiết do làm giảm diện tích bề mặt bốc hơi.

Bốc hơi từ mặt đất

- Đất cát bốc hơi nhanh hơn đất giàu mùn, đất sét
- Đất càng ẩm bốc hơi càng nhiều
- Mặt đất gồ ghề bốc hơi nhiều hơn mặt đất bằng phẳng. Nơi có đất cao bốc hơi mạnh hơn nơi đất thấp, đất lồi.
- Khi ẩm, mặt đất màu sẫm bốc hơi mạnh hơn đất màu nhạt
- Đất có kết cấu cục bốc hơi mạnh hơn đất có kết cấu đoàn lạp
- Đất có mạch nước ngầm càng cao bốc hơi càng mạnh
- Tốc độ bốc hơi trực tiếp từ mặt đất có thực vật che phủ chậm hơn so với đất trống

Thoát hơi nước từ thực vật

- Điều kiện vật lý khí quyển
 - Nhiệt độ
 - Độ thiếu hụt bão hòa
 - Tốc độ gió
- Chung loại cây trồng
 - Số lượng khí khổng và sự đóng mở khí khổng (stomatal conductance)
 - Hiệu quả sử dụng nước cây trồng
 - Hệ số thoát hơi nước cây trồng

Hiệu quả sử dụng nước

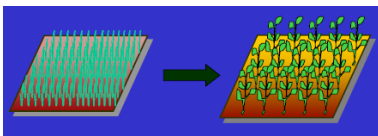
Water Use Efficiency (WUE)

$$WUE = \frac{\text{TRỌNG LƯỢNG CHẤT KHÔ (Kg)}}{\text{LƯỢNG NƯỚC THOÁT HƠI QUA BỀ MẶT LÁ (Kg)}}$$

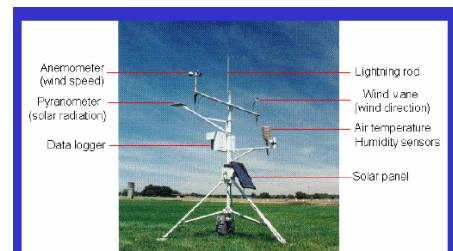
Hệ số thoát nước cây trồng Crop Coefficients (K_c)

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

ET_o – bốc thoát hơi nước tiềm năng, phụ thuộc vào điều kiện thời tiết
 ET_c tương ứng với bốc thoát hơi nước thực tế trên quần thể cây trồng
 K_c phụ thuộc vào loại cây trồng



Bốc thoát hơi nước tiềm năng được tính bằng sự bốc thoát hơi nước của một thảm cỏ có chiều cao 0,12 m được cung cấp đầy đủ nước. ET_o sẽ thay đổi theo mùa phụ thuộc vào điều kiện thời tiết



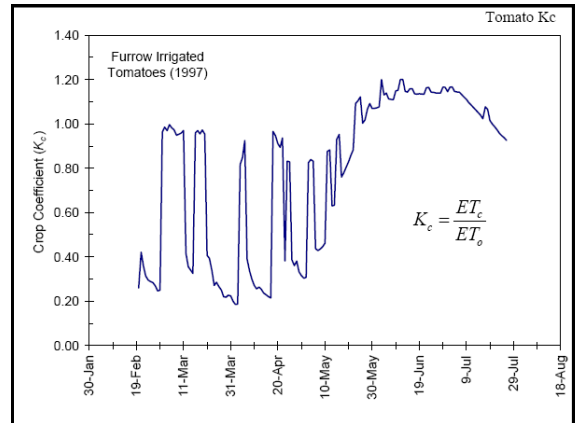
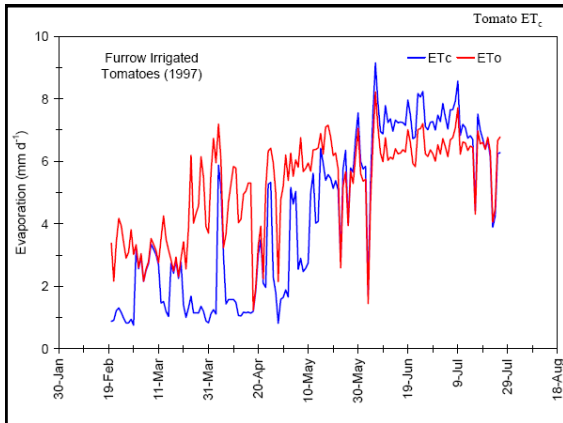
Hệ số thoát hơi nước cây trồng

- Sự hấp thụ ánh sáng
- Diện tích bề mặt tán quân thể thực vật (mức độ gồ ghề)
- Sinh lý cây trồng
- Tuổi

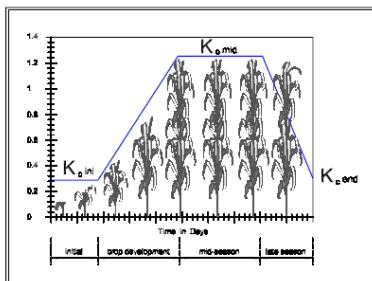
$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

ET_c – đo thực tế

ET_o – ước tính dựa vào công thức



Hệ số sử dụng nước ở các giai đoạn sinh trưởng cây trồng



K_c của một số loại cây trồng

Crop	K _{cini}	K _{cmid}	K _{cend}
alfalfa	0.4	1.2	1.15
asparagus	0.3	0.95	0.3
beans, green	0.5	1.05	0.9
beets	0.5	1.05	0.95
blueberries	0.4	1.0	0.75
broccoli	0.7	1.05	0.95
cabbage	0.7	1.05	0.95
cabbage-local	0.7	1.05	0.95
carrots	0.7	1.05	0.95
cauliflower	0.7	1.05	0.95
cranberries	0.4	0.9	0.50
celery	0.7	1.05	0.95
cereal	0.3	1.15	0.25
corn	0.3	1.15	0.4
cucumber	0.6	1	0.75
green onions	0.7	1.05	0.95
lettuce	0.7	1	0.95

Crop	K _{cini}	K _{cmid}	K _{cend}
onions	0.7	1.05	0.95
pasture (grass)	0.4	1.0	0.85
peas	0.5	1.15	1.1
potato	0.5	1.15	0.75
pumpkin	0.5	1	0.8
radish	0.7	0.9	0.85
raspberries	0.4	1.2	0.75
small vegetables	0.70	1.05	0.95
spinach	0.7	1.05	0.95
strawberries	0.4	1.05	0.7
squash	0.5	0.95	0.75
sweet corn	0.3	1.15	0.4
sweet peppers	0.7	1.05	0.85
tomato	0.7	1.05	0.8
tubers	0.5	1.05	0.95
watermelon	0.4	1	0.75

<http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/publist/500series/577100-5.pdf>

Table 4 Crop Coefficients for Tree Fruit and Grapes						
Crop	May	June	July	Aug	Sept.	Oct.
Apples, Cherries and Pears with cover crops*						
Lower Mainland / Vancouver Isl.	0.7	0.9	1.00	1.00	0.95	0.75
Okanagan / Thompson	0.85	1.15	1.25	1.25	1.2	.95
Kootenays	0.8	1.10	1.20	1.20	1.15	0.7
Apricots, Peaches and other Stone Fruit with cover crops*						
Lower mainland / Vancouver Isl.	0.9	1.0	1.0	1.0	0.95	0.8
Okanagan / Thompson	0.80	1.10	1.20	1.20	1.15	0.9
Kootenays	0.70	1.00	1.05	1.10	1.00	0.8
Grapes						
Lower mainland / Vancouver Isl.	0.55	0.65	0.65	0.65	0.65	0.50
Okanagan / Thompson	0.50	0.70	0.80	0.85	0.80	0.70
Kootenays	0.45	0.70	0.85	0.90	0.80	0.70
* No Cover crop – reduce values by	10%	20%	20%	20%	10%	10%

<http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/publist/500series/577100-5.pdf>

Sự bốc và thoát hơi nước (Evaporation and transpiration)

- Khái niệm
- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự bốc hơi
 - Bốc hơi từ mặt nước
 - Bốc hơi từ mặt đất
 - Thoát hơi nước từ thực vật
- Bốc hơi nước và sự thay đổi khí hậu

4. Sự ngưng kết hơi nước

- Khái niệm
- Các sản phẩm ngưng tụ
 - Sương và sương muối
 - Sương mù
 - Mây

Khái niệm

- Là quá trình hơi nước từ thể hơi chuyển sang thể lỏng hoặc thể rắn.
- Điều kiện ngưng kết
 - $e_a \geq E(t_a)$ khi $t_a \leq \tau$
 - chuyển động ngang (bình lưu) tràn lên bề mặt đệm lạnh hơn
 - mất nhiệt về ban đêm do bức xạ
 - xáo trộn các khối không khí đã bão hoà hoặc gần tới bão hoà có nhiệt độ khác nhau.
 - không khí chuyển động lên cao
 - Có hạt nhân ngưng kết hơi nước
 - Nếu không có hạt nhân ngưng kết, sự ngưng tụ chỉ xảy ra khi $r = 400-600\%$

Sự ngưng kết hơi nước

- Khái niệm
- Các sản phẩm ngưng tụ
 - Sương và sương muối
 - Sương mù
 - Mây
- Mưa khí quyển
- Mưa hữu hiệu
 - Sương và sương muối
 - Sương mù

Sương và sương muối

- Hình thành trên mặt đất hay trên các vật thể ngay trên mặt đất lạnh
- Do bức xạ mặt đất
- Sương được hình thành trong điều kiện $\tau \geq 0^\circ\text{C}$ còn sương muối hình thành khi $\tau \leq 0^\circ\text{C}$
- Sự hình thành sương có lợi cho cây trồng còn sương muối thì ngược lại
- Sự hình thành sương sẽ ngăn cản sự hình thành sương muối
- Điều kiện thuận lợi cho sương và sương muối hình thành:
 - trời quang mây và gió nhẹ
 - Thường thấy ở các thung lũng và vùng trũng

Sương mù

- Hình thành ở lớp không khí gần mặt đất
- Hạt sương mù có kích thước 2-5 μ
- Sương mù được hình thành khi không khí bị lạnh đi hoặc lượng hơi nước được tăng lên gây ra sự bão hòa hơi nước
- Các loại sương mù
 - Sương mù bức xạ (radiation fog): mặt đất lạnh đi do bức xạ mặt đất
 - Sương mù bình lưu (advection fog): không khí ẩm, nóng chuyển động trên mặt đất lạnh
 - Sương mù bốc hơi (steam fog): lượng hơi nước gia tăng khi không khí đi qua mặt sông, hồ
 - Sương mù thành phố

Sương mù bốc hơi (steam fog)



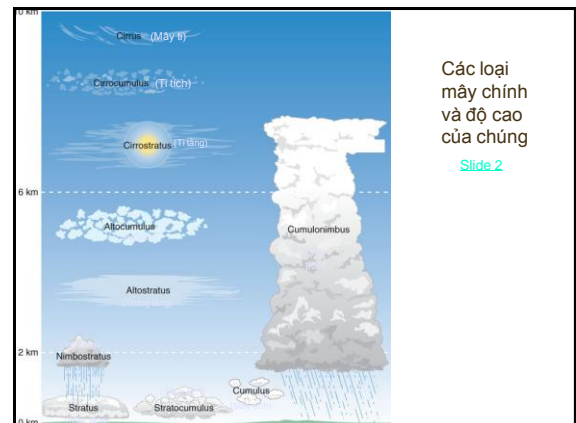
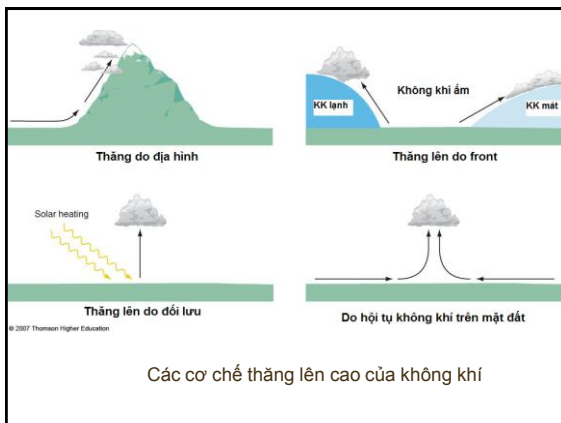
© 2007 Thomson Higher Education

Sương mù thành phố



Mây

- Là tập hợp những sản phẩm ngưng kết hay thăng hoa ở các độ cao khác nhau trong khí quyển
- Các cơ chế bốc lên cao của không khí dẫn đến sự ngưng tụ tạo thành mây
 - Đối lưu
 - Địa hình
 - Front
 - Trong vùng áp thấp



5. Mưa khí quyển

- Định nghĩa
- Một số quy định về mưa
- Phân bố mưa
 - Không gian
 - Thời gian

Định nghĩa

- Là tên gọi chung của nước ở trạng thái lỏng hay rắn rơi từ các đám mây xuống mặt đất dưới dạng mưa nước, mưa tuyết hay mưa đá.

Một số quy định

- Lượng mưa được xác định bằng bề dày của lớp nước tính bằng mm đã rơi xuống bề mặt trái đất nằm ngang, chưa chảy đi nơi khác, chưa thấm xuống đất và chưa bốc hơi trong một khoảng thời gian xác định (mm/năm, mm/tháng hoặc mm/ngày).
- Cường độ mưa là lượng mưa tính ra mm rơi trong một phút. Cường độ mưa vượt quá 1mm/phút gọi là mưa rào.
- Quy định về diện mưa:
 - Mưa vài nơi: số trạm có mưa $\leq 1/3$ tổng số trạm có mưa trong khu vực
 - Mưa rải rác: số trạm có mưa từ $1/3 - 1/2$ tổng số trạm có mưa trong khu vực
 - Mưa nhiều nơi: số trạm có mưa $> 1/2$ tổng số trạm có mưa trong khu vực

- Quy định về lượng mưa

– Mưa không đáng kể :	<0,5 mm
– Mưa nhỏ:	0,5-10 mm
– Mưa vừa:	10,0-50,0 mm
– Mưa to:	50,0-100,0 mm
– Mưa rất to:	>100 mm

Phân bố lượng mưa

- Theo thời gian:
 - Chu kỳ ngày đêm: trên các lục địa thường mưa vào nửa ngày buổi chiều. Trên đại dương thường mưa vào ban đêm và sáng sớm.
 - Chu kỳ năm:
 - ở khu vực xích đạo, mưa nhiều vào xuân phân và thu phân, mưa ít vào sau hạ chí và đông chí.
 - ở các khu vực gió mùa, mưa lớn vào mùa hè và mưa ít vào mùa đông.
 - Miền á nhiệt đới, mưa phần lớn rơi vào mùa đông, mùa hè mưa ít.

Phân bố lượng mưa

- Theo không gian
 - Lượng mưa tăng theo chiều cao. Sườn đón gió mưa nhiều hơn sườn khuất gió
 - Từ xích đạo đến hai cực:
 - Khu vực xích đạo lượng mưa rất phong phú, trung bình năm trên 2000 mm.
 - Đến khu vực á nhiệt đới và các vùng hoang mạc nội địa ôn đới bắc bán cầu mưa rất ít. Trung bình năm chỉ khoảng 100 - 250mm.
 - Khu vực ôn đới lượng mưa lại tăng lên, trung bình năm 500-1000 mm. ở các vĩ độ cao lượng mưa lại giảm xuống chỉ còn 200-300 mm/năm.