

XÁC ĐỊNH LƯỢNG THOÁT HƠI NƯỚC CỦA SẬY BẰNG PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NƯỚC Ở KHU ĐẤT NGẬP NƯỚC KIẾN TẠO CHẤY NGẦM

Lê Anh Tuấn¹

ABSTRACT

Common reed (Phragmites australis), or simply called reed, is a tall and robust grass species which can be found in many tropical countries, primarily in freshwater and light brackish wetlands. Reed is widely used to treat various forms of wastewater in the constructed wetlands. Phragmites australis stores larger amounts of the nutrient within their biomass. It is assumed that the values of transpiration are increased as a result from the growth of common reed biomass. Based on the water balance equation in a closed system as a constructed subsurface flow wetland, the transpiration of water inside the soil to the air via its plant system were determined. The result shows that reed consume a lot of wastewater by transpiration. Increasing transpiration of the reed in a constructed wetland (mm/12hr) is a function of the experimental dates.

Keywords: *transpiration, common reeds, water balance, constructed wetland*

Title: *Determining the transpiration of common reeds by water balance equation in a constructed subsurface flow wetland*

TÓM TẮT

Cây sậy (Phragmites australis), hoặc gọi tắt là sậy, một loại cỏ cao và khỏe có thể tìm thấy tại nhiều quốc gia vùng nhiệt đới, đặc biệt là các vùng đất ngập nước, nước ngọt và nước hơi lợ. Sậy được sử dụng rộng rãi để xử lý nhiều loại nước thải trong các khu đất ngập nước kiến tạo. Sậy Phragmites australis chứa một lượng lớn các chất dinh dưỡng bên trong sinh khối của chúng. Giả thiết rằng các giá trị thoát hơi nước sẽ gia tăng như một hệ quả của sự tăng trưởng sinh khối của sậy. Dựa vào phương trình cân bằng nước của một hệ thống kín như khu đất ngập nước kiến tạo chày ngầm, lượng nước từ trong đất thoát ra không khí qua hệ thống cây trồng được xác định. Kết quả cho thấy sậy tiêu thụ một lượng nước thải lớn do sự thoát hơi. Sự gia tăng lượng thoát hơi của sậy trong một khu đất ngập nước kiến tạo (mm/12giờ) là một hàm của số ngày thực nghiệm.

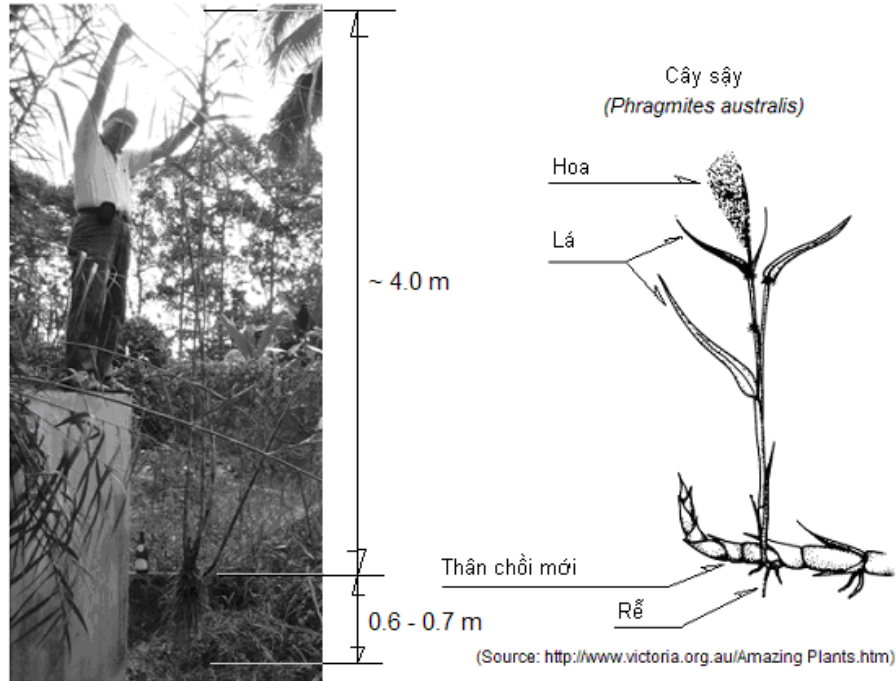
Từ khóa: *thoát hơi, cây sậy, cân bằng nước, đất ngập nước kiến tạo*

1 GIỚI THIỆU

Cây sậy (*Phragmites australis*), hay gọi tắt là sậy, có tên tiếng Anh thông dụng là Common Reed (Hình 1). Sậy có thể tìm thấy ở hầu hết các quốc gia vùng nhiệt đới với đặc điểm như một loại cỏ đại có thân cao và phát triển mạnh trong các vùng đất ngập nước nước ngọt và nước hơi lợ. Cây sậy có thể tìm thấy ở mọi tỉnh thành của vùng đồng bằng sông Cửu Long. Thân sậy có thể được sử dụng như một nguồn nguyên liệu cho ngành công nghiệp giấy. Trong điều kiện thuận tiện về đất, nước và ánh nắng mặt trời, sậy có thể mọc trải mạnh ra khắp các vùng chung quanh trở nên một quần thể độc nhất bởi hệ thống thân, rễ và chồi nhánh đầy sinh lực của chúng (Hara *et al.*, 1993). Hạt giống từ hoa của sậy có thể phát tán đi xa

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

nhờ gió. Thông thường, sậy có thể đạt chiều cao trưởng thành trung bình khoảng 2 mét, ở độ cao này cây có thể phát hoa hoặc đâm ra chồi mới từ gốc. Tại vùng đồng bằng sông Cửu Long, miền Nam Việt Nam, trong điều kiện đất ngập nước bão hoà hoặc cận bão hoà, chiều cao của sậy (từ gốc lên phát hoa) có thể đạt kích thước tối đa là 3,5 - 4,0 mét. Rễ sậy là loại rễ chùm đặc trưng với mật độ dày cao ở độ sâu 30 - 60 cm dưới mặt đất. Dưới độ sâu 60 cm đến độ sâu lớn nhất 70 cm, mật độ rễ giảm dần. Lá sậy có dạng phẳng màu xanh, rộng từ 1-6 cm và dài 50-60 cm. Theo một nghiên cứu ở Cộng hòa Séc, sậy đạt đến lượng sinh khối tối đa là 5072 g/m² sau ba hoặc bốn mùa tăng trưởng (Vymazal and Krofelova, 2005).



Hình 1: Mô tả hình thể cây sậy

Sậy được sử dụng rộng rãi trong việc xử lý các loại nước thải khác nhau qua một khu đất ngập nước kiến tạo (Kadlec *et al.*, 2000; Vymalzal *et al.*, 1998). Sậy có khả năng giữ một lượng lớn các chất dinh dưỡng trong nước thải qua lượng sinh khối của chúng (Windham and Ehrenfeld, 2003). Các thực nghiệm của Lee và Scholz (2006), Tuan *et al.* (2005) đã chứng minh rằng sậy đã loại bỏ có ý nghĩa một lượng lớn nitrogen trong nước thải do hấp thu qua hệ thống rễ của chúng. Ở miền Trung Ấn Độ, giống sậy *Phragmites karka* đã loại bỏ 78% lượng nitrogen và 58 - 65% lượng phosphorous sau khi qua một hệ thống đất ngập nước kiến tạo chảy ngầm nằm ngang (Billore *et al.*, 1999).

Tuy nhiên, trước nay vẫn chưa có nghiên cứu nào xác định cây sậy đã hút bao nhiêu lượng nước trong một thời đoạn nào đó. Giả thiết rằng sậy sẽ hút khá nhiều lượng nước vào ban ngày, kể cả vào những tháng có thời tiết tương đối mát mẻ như tháng 9, tháng 10, tháng 11 như ở thành phố Cần Thơ. Nghiên cứu này nhằm

định lượng giá trị thoát hơi nước vào ban ngày của cây sậy ở thời đoạn và địa điểm Cần Thơ. Phương trình cân bằng nước ở một khu đất ngập nước kiến tạo với cây trồng là sậy được áp dụng cho thực nghiệm này.

2 PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN

Tháng 4/2003, Trường Đại học Cần Thơ đã xây dựng một khu đất ngập nước kiến tạo với kiểu chảy ngầm nằm ngang nhằm thực nghiệm khả năng xử lý nước thải sinh hoạt dân cư ở Khu I (Hình 2). Cây trồng được chọn là sậy (*Phragmites* spp.) với mật độ trồng ban đầu là 25 cây/m². Khu thực nghiệm là một bể xây bằng bê-tông cốt thép hình khối chữ nhật có kích thước phân lọc qua cát là 12.0m x 1.6m x 1.1m. Cát được lấy từ sông Cửu Long với loại cát trung (độ rỗng trung bình là 47%). Ở phần đáy của đoạn xử lý qua cát có 5 van nhỏ để lấy mẫu nước. Phía hai đầu của phần xử lý đều có bể chứa nước đầu vào (1.6 x 1.6 x 1.8 m³) và đầu ra.

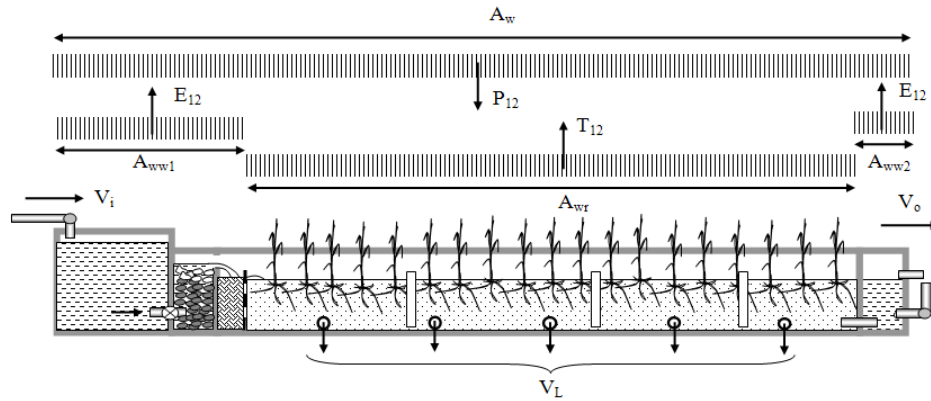


Hình 2: Khu đất ngập nước kiến tạo chảy ngầm nằm ngang ở Khu I, Trường Đại học Cần Thơ

Mỗi ngày khu thực nghiệm đất ngập nước này bơm 2 lần, mỗi lần 300 lít nước thải sinh hoạt lên bể chứa đầu vào hệ thống (tương đương với lớp nước 11.72 cm trong bể vào). Nước thải được loại bỏ các chất rắn lớn (rác, bọc nylon, gỗ vụn, giấy, ...) bằng tấm ngăn bằng thảm xơ dừa trước khi đi vào hệ thống. Nước đi vào hệ thống được kiểm tra qua van điều tiết và bảo đảm mực nước dưới cát luôn giữ ở mức 1 mét từ đáy, bảo đảm luôn có nước cho sậy phát triển. Đầu ra của hệ thống có các van xả và kiểm soát nước.

Để xác định lượng thoát hơi nước qua sậy, ta có thể áp dụng phương trình cân bằng nước qua hệ thống. Nghiên cứu này được thực hiện trong năm 2005 sau 2 năm trồng sậy. Lúc đó sậy đã phát triển dày đặc, phủ kín mặt cát. Ngày 8/8/2005 sậy bị cắt sát gốc, chỉ chừa phần rễ dưới cát. Cây sậy bị cắt được phủ dày trên mặt để hạn chế tối đa sự bốc hơi từ mặt đất, lượng này xem như nhỏ và có thể bỏ qua. Việc đo đạc cân bằng nước được thực hiện từ ngày 5/11/2005 đến 15/11/2005. Do lượng thoát hơi qua thực vật xảy ra chủ yếu vào ban ngày và việc đo đạc ban đêm

bị hạn chế, nên thực nghiệm được tiến hành liên tục suốt 12 giờ vào ban ngày (từ 7:00 sáng đến 19:00 chiều tối). Việc đo nước được thực hiện từng giờ. Suốt quá trình đo đạc, nếu có hiện tượng gì bất thường của thời tiết (mưa, mây, gió mạnh,...) đều được ghi chép cẩn thận. Đây là giai đoạn sau khi mùa mưa đã qua. Quá trình đo các số hạng trong hệ thống tương xứng với sự phục hồi và phát triển của cây sậy từ lúc bị cắt đến lúc đạt đến chiều cao trưởng thành (khoảng 2 mét) trong khoảng thời gian trên 3 tháng. Phương trình cân bằng nước được minh họa qua hình 3.



Hình 3: Sơ đồ khảo sát cân bằng nước ở khu đất ngập nước kiến tạo

Lượng nước vào của hệ thống (ký hiệu là V_i), lượng mưa (P_{12}) rơi trên mặt bằng (A_w) hệ thống nếu có sẽ được lấy từ số liệu đo mưa của Trạm Khí tượng – Thủy văn thành phố Cần Thơ (cách nơi khảo sát khoảng 800 m). Lượng nước ra khỏi hệ thống là V_o , lượng rò rỉ đo được là V_L , lượng bốc hơi mặt thoáng E_{12} trên 2 mặt thoáng ở bể đầu vào (A_{ww1}) và bể đầu ra (A_{ww2}). Lượng thoát hơi nước ký hiệu là T_{12} xảy ra ở phần diện tích được bao phủ bởi sậy A_{wr} .

Phương trình cân bằng nước cho hệ thống kín như trên có thể tóm gọn như sau:

$$\Delta V_w = V_i - V_o + P_{12}A_w - T_{12}A_{wr} - E_{12}A_{ww} - V_L$$

trong đó:

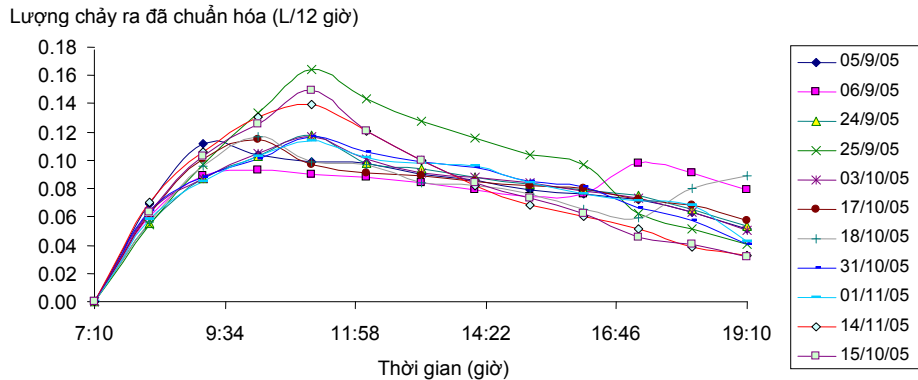
- V_i - thể tích lượng nước bơm vào hệ thống trong giờ đầu tiên (L);
- V_o - thể tích lượng nước xả ra từ hệ thống đến cuối giờ thứ 12 (L);
- P_{12} - lượng mưa rơi đo được suốt 12 giờ thực nghiệm (L);
- E_{12} - lượng bốc hơi mặt thoáng của nước suốt 12 giờ thực nghiệm (L);
- T_{12} - lượng thoát hơi nước từ sậy suốt 12 giờ thực nghiệm (L);
- V_L - lượng nước rò rỉ khỏi hệ thống suốt 12 giờ thực nghiệm (L).

Hệ thống không có lượng thấm xuống đất vì hệ thống được làm bằng bê tông cốt thép vững chắc bao bọc chung quanh và lót đáy. Phần mặt thoáng mở là phần bể vào và bể ra với diện tích là $A_{ww} = A_{ww1} + A_{ww2}$ và diện tích sậy bao phủ A_{wr} là thành phần ra hệ thống. Diện tích mặt thoáng là 7 m^2 trong tổng diện tích 25.6 m^2 của toàn hệ thống xử lý (A_w). A_w bao gồm diện tích bể vào, phân lọc thô qua than và xơ dừa, vùng lọc qua cát và bể ra ($A_w = A_{ww} + A_{wr}$). Lượng thay đổi khối nước

trữ trong hệ thống V_w thực tế là nhỏ và có thể bỏ qua. Như vậy từ phương trình này, lượng thoát hơi nước từ sậy sẽ có khi tất cả các số liệu khác đã được xác định.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

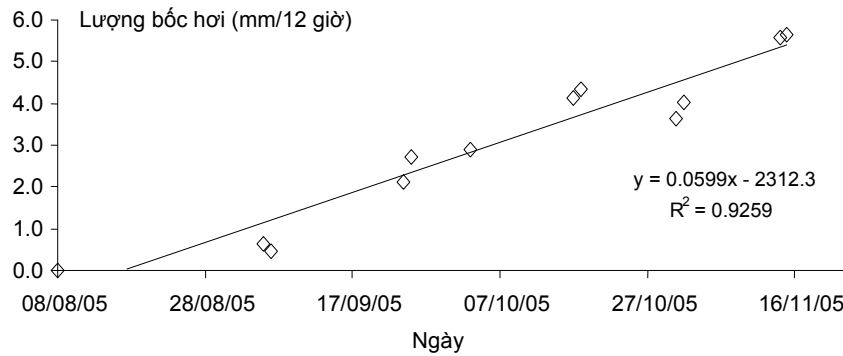
Kết quả lượng xả ra được chuẩn hóa (trục đứng) ứng với thời gian (trục ngang) trong khảo sát cân bằng nước trong năm 2005 được thể hiện ở hình 4. Bảng 1 trình bày kết quả tính toán cân bằng nước tính theo thể tích lượng nước thoát hơi (tính theo L/12giờ). Từ kết quả này, biết diện tích phần bao phủ cây sậy (12.0 m x 1.6 m), dễ dàng suy ra lớp nước thoát hơi (tính theo mm). Từ đó, tương quan tuyến tính giữa lớp nước thoát hơi (trục đứng) và thời gian (trục ngang) được xác định như hình 5.



Hình 4: Dòng chảy đã chuẩn hóa (L/12 giờ) tương ứng với thời gian (giờ)

Bảng 1: Kết quả tính cân bằng nước (tất cả các số liệu tính bằng L/12 giờ)

Ngày	Lượng nước vào (L/12 giờ)		Lượng nước ra (L/12 giờ)			
	Bơm vào	Lượng mưa	Lượng ra	Bốc hơi	Rò rỉ	Thoát hơi
05/9/2005	300	0	253.5	13.3	21	12.20
06/9/2005	300	41.0	298.2	12.8	21	9.00
24/9/2005	300	0	217.8	20.3	21	40.90
25/9/2005	300	273.9	488.2	12.3	21	52.40
03/10/2005	300	0	208.8	14.4	21	55.80
17/10/2005	300	0	192.8	6.9	21	79.30
18/10/2005	300	12.0	195.1	12.8	21	83.10
31/10/2005	300	0	197.2	11.7	21	70.10
01/11/2005	300	0	191.1	10.5	21	77.40
14/10/2005	300	0	160.9	11.2	21	106.90
15/10/2005	300	0	158.0	12.6	21	108.40



Hình 5: Tương quan giữa lớp nước thoát hơi của cây sậy (mm/12giờ) theo thời gian (ngày)

Đồ thị ở hình 4 cho thấy giá trị cuối cùng của đường cong không tiến đến trị zero, quan sát này cho thấy có một lượng nước ứ đọng trong lớp lọc của khu đất ngập nước hoặc do có mưa rơi vào thời điểm ban đêm. Qua kết quả ở hình 5 trên cho thấy chiều dày lớp nước thoát hơi gia tăng tương ứng với sự phát triển sinh khối của cây sậy. Hệ số tương quan theo đường tuyến tính giữa hai biến số trong thực nghiệm rất cao ($R^2 = 0,9259$), chứng tỏ quan hệ này rất chặt chẽ. Khi cây sậy trưởng thành (cao đến 2 mét), lượng thoát hơi nước được xác định là 5,65 mm trong 12 giờ vào ban ngày. Nếu tiếp tục để cây sậy phát triển đạt độ cao tối đa (xấp xỉ 4 mét) thì lượng thoát hơi này còn có thể tăng lên nhiều hơn.

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu này giúp chúng ta hiểu hơn đặc điểm sinh học và thủy học của cây sậy ở khu đất ngập nước kiến tạo. Thực nghiệm cho thấy hệ rễ cây sậy đã hút khá nhiều lượng nước thải vào trong hệ thống. Nhờ khả năng hút nước mạnh của rễ sậy, các chất ô nhiễm trong nước thải được sậy hấp thu biến thành sinh khối. Chất lượng nước thải được cải thiện rõ rệt qua quá trình chảy ngầm trong khu đất ngập nước kiến tạo với cây trồng là sậy như trong thực nghiệm. Kết quả đo đạc này ở Đại học Cần Thơ góp phần dữ liệu xác định lượng thoát hơi từ sậy khi đạt chiều cao trưởng thành mà trước đó chưa có thực nghiệm. Nghiên cứu này cũng là cơ sở để chọn loại cây trồng cho việc xử lý nước thải qua khu đất ngập nước kiến tạo ở một khu vực nhiệt đới gió mùa, trong đó sậy là một ứng viên nổi bật cho việc quyết định chọn lựa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Billore, S.K., Singh, N., Sharma, J.K., Dass, P., Nelson, R.M., 1999. Horizontal subsurface flow gravel bed constructed wetland with Phragmites Karka in Central India. *Water Science and Technology*, **40(3)**, 163-171.
- Hara, T., van der Toorn, J., Mook, J.H., 1993. Growth dynamics and size structure of shoots of Phragmites australis, a clonal plant. *Journal of Ecology*, **81**, 47-60.
- Kadlec, R.H., Knight, R.L., Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P., Haberl, R., 2000. *Constructed wetlands for pollution control*. IWA Publishing, London, 156p.

- Lee, B.H., Scholz, M., 2006. What is the role of *Phragmites australis* in experimental constructed wetland filters treating urban runoff? *Ecological Engineering*, **29**, 87-95.
- Tuan, L.A., Guido, W., Viet, L.H., 2005. *An experimental constructed subsurface flow wetland for domestic wastewater treatment at CanTho University, Vietnam*. Paper presented in SANSSED International Workshop, June 2005, CanTho University, CanTho City, Vietnam
- Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P.F., Green, M.B., Haberl, R. (Eds.) 1998. *Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe*. Backhuys Pub., Leiden, 366p.
- Vymazal, J., Křofelova, L., 2005. Growth of *Phragmites australis* and *Phalaris arundinacea* in constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. *Ecological Engineering*, **25**, 606-621.
- Windham, L., Ehrenfeld, J.G., 2003. Net impact of a plant invasion on nitrogen-cycling processes within a brackish tidal marsh. *Ecological Applications*, **13(4)**, 883-896.