

GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ RÁC THẢI QUY MÔ NHỎ THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG VÀ PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM

Lê Hạnh Chi

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Ứng Thị Thúy Hà

Trường Đại học Xây Dựng

Tóm tắt: Chôn lấp hợp vệ sinh hoặc không hợp vệ sinh hiện vẫn là giải pháp xử lý chất thải rắn phổ biến nhất ở Việt Nam hiện nay. Kiểm soát ô nhiễm môi trường gây nên bởi nước rỉ rác từ các bãi chôn lấp vẫn còn là vấn đề nan giải do chi phí đầu tư và vận hành công nghệ quá cao. Các công nghệ xử lý hiện đang được áp dụng hầu như chưa đạt yêu cầu, công tác quản lý, vận hành hệ thống còn nhiều bất cập do chi phí năng lượng và hóa chất cao không hiệu quả kinh tế....

Bãi chôn lấp sinh học áp dụng cách tiếp cận “không phát thải” chất ô nhiễm ra môi trường đã được nghiên cứu và ứng dụng thành công ở một số nước như Mỹ, Nhật, Đan Mạch hay Slovenia. Tại nghiên cứu này, việc kết hợp bãi chôn lấp sinh học với công nghệ xử lý bằng phương pháp hấp thụ và thoát hơi nước hoàn toàn vào không khí sử dụng các loại thực vật trồng phủ trên bề mặt các ô chôn lấp theo mô hình đề xuất “Bãi chôn lấp xanh” đã được thực hiện nghiên cứu trong điều kiện phòng thí nghiệm và triển khai thí điểm thực tế tại Đại Đồng, Hưng Yên. Kết quả nghiên cứu đã làm rõ tính ưu việt và khả năng ứng dụng mô hình bãi chôn lấp xanh cho các đô thị nhỏ ở Việt Nam vì chi phí thấp, hiệu quả cao và giảm thiểu hoặc “không phát thải” ô nhiễm ra môi trường.

Từ khóa: Bãi chôn lấp xanh, chất thải rắn sinh hoạt, thân thiện với môi trường, tiết kiệm năng lượng, Xử lý rác thải.

Summary: Sanitary or non-sanitary landfill is still the most common solid waste treatment in Vietnam currently. Control of environmental pollution caused by leaking water from dump sites remains obstacles for high investment and operating costs. The applied technology is currently almost unsatisfactory, the management and operation of the system is still inadequate due to high energy and chemical treatment costs

Biological landfill that adopts a "zero emission" (zero landfill) approach has been studied and applied successfully in several countries, such as the United States, Japan, Denmark and Slovenia. In this study, the incorporation of landfill biomass with the technology of fully absorbed and evacuated air into the air using vegetation cover on the surface of the landfill according to the "green landfill" model which has been studied in the laboratory conditions and piloted in Dai Dong, Hung Yen province. The Research results have clarified the superiority and applicability of green landfill models to small urban areas in Vietnam because of low cost, high efficiency and reduction or "zero emission" of pollutants to the environment.

Key words: Green landfill, solid waste, environmentally friendly, energy saving, waste treatment.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, cả nước có 770 đô thị với tỷ lệ dân số khoảng 33,47%, tổng số dân khoảng 30,1 triệu người. Số liệu thống kê cho thấy lượng

chất thải rắn sinh hoạt (CTRSR) ở các đô thị phát sinh trên toàn quốc tăng nhanh, tính đến cuối năm 2015 tổng lượng CTRSH đô thị tăng lên 42.000 tấn/ngày, khu vực điểm dân cư nông thôn ước tính khoảng 14.000 tấn/ngày [3], nhu cầu thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH là rất lớn. Ở Việt Nam, chôn lấp

Ngày nhận bài: 11/01/2018

Ngày thông qua phản biện: 06/02/2018

Ngày duyệt đăng: 09/02/2018

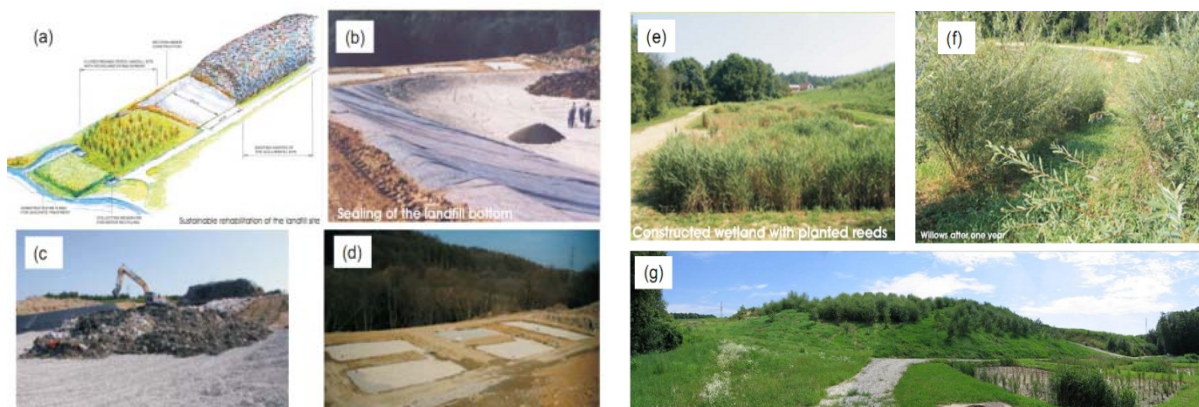
rác vẫn là một biện pháp xử lý chất thải phổ biến, hầu hết các khu xử lý rác tại các tỉnh thành đều sử dụng biện pháp chôn lấp chất thải [3]. Tuy nhiên, có tới 85-90% các bãi chôn lấp (BCL) không hợp vệ sinh, có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường cao [3]. Tình hình quản lý chất thải đô thị tại các đô thị nhỏ cấp huyện, xã cũng trong bối cảnh không có gì khả quan hơn. Tại các đô thị nhỏ, CTRSH cũng được thu gom và chôn lấp trong các BCL quy mô nhỏ. Do được hình thành theo nhu cầu sinh hoạt của xã hội và cũng chưa được quan tâm đúng mức về bảo vệ môi trường, nên phần lớn các BCL thường mang tính tự phát sau đó xây dựng cải tạo theo giải pháp tình huống cho địa phương sở tại, không được quy hoạch, xây dựng và vận hành theo các tiêu chuẩn an toàn vệ sinh môi trường. Kết quả là sau một khoảng thời gian vận hành các BCL dạng này đã bộc lộ hàng loạt các vấn đề nan giải liên quan tới an toàn vệ sinh của cộng đồng.

Cách tiếp cận truyền thống về xử lý chất thải tại các nước trên thế giới là rác thải phải được chôn lấp cô lập hoàn toàn để giảm thiểu các tác động có hại tới môi trường [7]. Các bãi chôn lấp sinh học có hệ thống tuần hoàn kín nước rỉ rác nhằm tăng cường khả năng phân hủy rác thải trong lòng bãi đã được ứng dụng nhiều tại Mỹ, Châu Âu và Trung Quốc. Bãi chôn lấp sinh học rút ngắn được một phần ba lần thời gian ổn định các chất thải so với các BCL hợp vệ sinh thông thường [7,8]. Tuy nhiên, các tác động do sự lan tỏa ô nhiễm mùi, nước chảy tràn bề mặt có ảnh hưởng bởi rác thải, mất cảnh quan và an toàn vệ sinh tại khu vực BCL trong thời gian vận hành là vấn đề cần được quan tâm

giải quyết.

Xử lý ô nhiễm môi trường bằng các công nghệ thân thiện, không phát thải và có chi phí thấp đã và đang được khuyến khích áp dụng không chỉ ở các nước đang phát triển mà còn được sử dụng rộng rãi tại các nước Bắc Âu. Công nghệ xử lý bằng phương pháp hấp thụ và làm thoát hơi hoàn toàn nước thải vào không khí bằng thực vật đã được phát triển và ứng dụng rộng rãi tại Đan Mạch. Một số giống thực vật loài “liều” đã được phát triển và sử dụng như một loại cây đặc chủng phục vụ cho mục đích hấp thụ các chất dinh dưỡng và thoát hơi hoàn toàn nước thải vào không khí. Công nghệ xử lý này sử dụng cách tiếp cận “không phát thải” ra môi trường, đồng thời tạo nguồn sinh khối gỗ phục vụ cho mục đích sưởi ấm vào mùa đông của các hộ gia đình [9-10].

Việc kết hợp các công nghệ bãi chôn lấp sinh học với hệ thống xử lý làm hấp thụ và thoát hơi hoàn toàn nước rỉ rác vào không khí bằng thực vật cũng đã được áp dụng thực tế tại Slovenia [11]. Kết quả từ dự án thực hiện tại bãi chôn lấp chất thải Ormuz, Slovenia cho thấy hệ thống “liều” phủ xanh trên bề mặt bãi chôn lấp sinh học được thể hiện trên hình 1 đã phát huy công dụng hấp thụ và thoát hơi hoàn toàn lượng nước rỉ rác phát sinh, đồng thời góp phần ngăn chặn được mùi hôi từ các ô chôn lấp lân cận đang hoạt động. Cây liễu phát triển tốt với môi trường nước rỉ rác đã được xử lý sơ bộ bằng hệ thống bãi lọc trồng cây. Các kết quả nghiên cứu đăng tải trong các bài báo khoa học cũng cho thấy các thành phần kim loại và độ muối dư trong nước rỉ rác sau xử lý sơ bộ không ảnh hưởng tới sự phát triển của loài thực vật này [12].



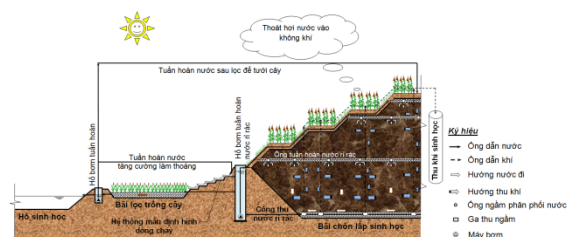
Hình 1: (a) Sơ đồ định hướng cải tạo bãi chôn lấp trong tình trạng không hợp vệ sinh; (b) Xây dựng ô chôn lấp mới theo dạng bãi chôn lấp sinh học; (c) Chuyển rác từ ô chôn lấp cũ sang ô chôn lấp sinh học mới; (d) Xây dựng bãi lọc trồng cây để xử lý sơ bộ nước rỉ rác trước khi tuần hoàn về hệ thống hấp thụ và thoát hơi nước bằng thực vật; (e) Bãi lọc trồng cây sau 1 năm hoạt động; (f) Cây liễu trồng phủ trên bề mặt bãi chôn lấp làm nhiệm vụ hấp thụ và thoát hơi hoàn toàn nước rỉ rác vào không khí sau một năm trồng; (g) toàn cảnh bãi chôn lấp không phát thải sau khi hoàn thành các hạng mục cải tạo.

Ưu điểm nổi bật của mô hình bãi chôn lấp không phát thải tại Slovenia là có chi phí quản lý, vận hành hệ thống xử lý chỉ bằng 0,483 USD/m³ [11] tương đương 10.150 VNĐ/m³, rất kinh tế và không đòi hỏi quá cao về trình độ kỹ thuật.

Có thể thấy rằng, với tiềm năng kinh tế đang trong tiến trình phát triển và kinh nghiệm còn hạn chế trong công tác xử lý rác thải đô thị, chôn lấp rác thải vẫn sẽ là công nghệ chính và cần được cải thiện hơn ở Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu phát triển công nghệ thân thiện môi trường trong xử lý CTRSH bằng phương pháp chôn lấp áp dụng với quy mô nhỏ phù hợp với điều kiện Việt Nam được triển khai thực hiện nhằm đề xuất giải pháp công nghệ xử lý – cải tạo bãi chôn lấp CTRSH theo mô hình “Bãi chôn lấp xanh” để tăng cường hiệu quả xử lý CTRSH đồng thời ngăn chặn sự lan tỏa ô nhiễm môi trường từ các BCL, góp phần giải quyết vấn đề bức xúc về quản lý chất thải rắn sinh hoạt hiện nay ở Việt Nam.

Tham khảo các kết quả nghiên cứu ứng dụng tại BCL Ormuz, Slovenia đã được công bố, tại nghiên cứu này, mô hình “Bãi chôn lấp xanh”

được đề xuất có cấu trúc của hệ thống bãi chôn lấp sinh học kết hợp với xử lý nước rỉ rác bằng hấp thụ và thoát hơi hoàn toàn bằng thực vật được thể hiện trong hình 2.



Hình 2: Cấu trúc hệ thống “Bãi chôn lấp xanh”.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình nghiên cứu

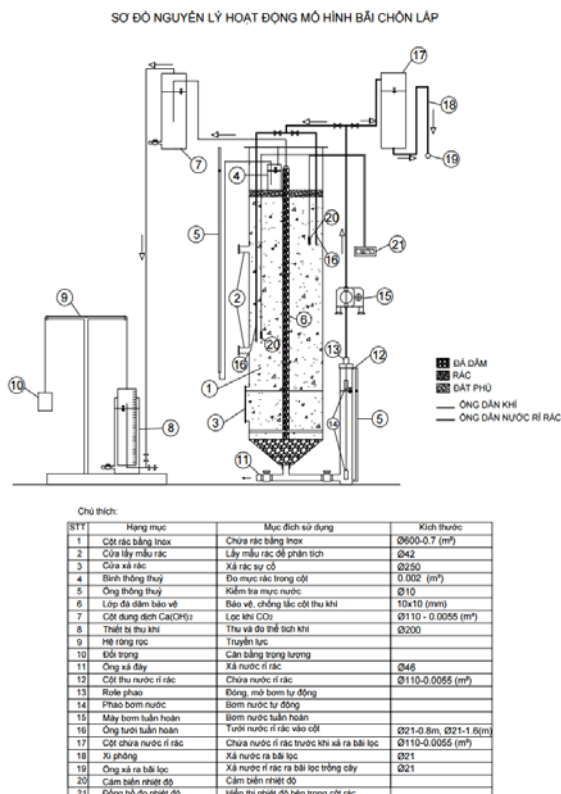
Theo sơ đồ cấu trúc đề xuất của hệ thống “Bãi chôn lấp xanh” được nêu trên hình 2, bãi chôn lấp xanh được cấu thành từ 3 hợp phần chính với các chức năng riêng khác nhau:

- Bãi chôn lấp có hệ thống tuần hoàn kín nước rỉ rác;
- Hệ thống xử lý sơ bộ nước rỉ rác dư, nước chảy tràn bề mặt vào mùa mưa bằng bãi lọc trồng cây và lưu chứa vào hồ;

▪ Hệ thống cây trồng trên mặt bãi chôn lấp khi đã đóng bãi và trồng quanh khu vực tạo dải cây xanh ngăn cách bãi chôn lấp sẽ được thiết kế để hấp thụ lượng nước tưới được chứa tại hồ sau khi đã được xử lý bằng bãi lọc trồng cây.

Ba hợp phần có chức năng riêng trên có thể tách để triển khai các nghiên cứu trên từng hợp phần riêng biệt và khi kết hợp lại sẽ cấu thành hệ thống “Bãi chôn lấp xanh”. Trên cơ sở đó, mô hình nghiên cứu thực nghiệm “Bãi chôn lấp xanh” trong điều kiện phòng thí nghiệm được thiết kế lắp đặt gồm 3 hệ thống chính:

(1) *Hệ thống 2 cột ủ rác mô phỏng theo cấu trúc bãi chôn lấp sinh học (Hình 3):* Trong đó sử dụng rác không phân loại làm đối tượng nghiên cứu. Các cột ủ được vận hành song song theo hình thức có và không thực hiện tuần hoàn kín nước rỉ rác để đối chứng.

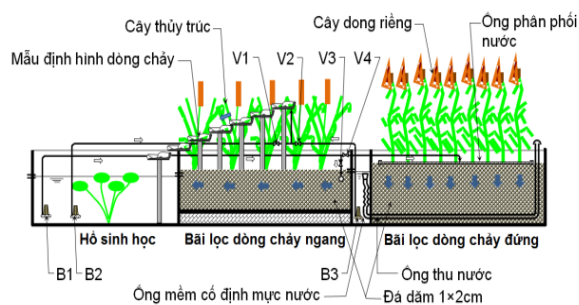


Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của cột ủ rác điển hình.

Hệ thống ủ rác (Hình 3) được thiết kế chế tạo và lắp đặt kín hoàn toàn gồm các hợp phần và thiết bị sau:

- Cột ủ rác bằng inox 316 hình trụ D600 mm, cao 2,7 m, dung tích 0,7 m³/cột, phía ngoài được bọc bông sợi thủy tinh và bạt để cách nhiệt. Đậy kín phía trên bằng nắp tròn kết nối mặt bích doãng cao su và bulông. Phần chóp đáy có gia cố đá dăm 1×1cm để ngăn rác trôi;
- Các cửa lấy mẫu (2), dỡ rác (3);
- Hệ thống thu nước rỉ rác gồm ống thu đáy (11), cột chứa nước PVC D110mm (12), ống nhựa acrylic không màu D10 (5) theo dõi mực nước;
- Hệ thống bơm tuần hoàn nước rỉ rác gồm bơm màng (15) điều khiển tự động on/off bằng các phao mực nước (14), ống dẫn và phân phối nước vào cột ủ (16) bố trí tại 2 cao độ khác nhau phía trên các cửa lấy mẫu. Đầu phân phối nước của ống (16) được lắp đặt theo 2 cách khác nhau là ống đục lỗ bố trí ngang và ống đục lỗ bố trí đứng. Phía trên cột ủ bố trí bình chứa (17) để định kỳ xả nước ra hệ thống bãi lọc trồng cây qua syphon (18) và ống dẫn (19) tới bãi lọc trồng cây;
- Hệ thống thu hồi khí gồm ống thu khí đục lỗ được bọc đá dăm bằng lưới inox (6) đặt ở giữa cột ủ, bình chứa khí (8) dạng 2 cốc chụp lồng vào nhau. Bằng khối lượng của đối trọng (10) (bằng trọng lượng của cốc thu khí úp ngược) kết nối qua dòng dọc (9) tạo áp suất âm để thu khí vào bình (8). Khí phát sinh trong cột ủ được sục qua bình nước vôi bão hòa (7) để hấp thụ CO₂;
- Hệ thống đo nhiệt độ gồm các đầu đo (20) đặt phía trên đầu ống phân phối nước, dây dẫn nhiệt và đồng hồ đo nhiệt (21).

(2) *Hệ thống bãi lọc trồng cây và mẫu định hình dòng chảy:* sử dụng để nghiên cứu khả năng xử lý sơ bộ hỗn hợp nước rỉ rác, nước chảy tràn bề mặt, nước hồ bị ô nhiễm bởi nước rỉ rác phát sinh vào mùa mưa tại khu vực BCL (Hình 4).



Hình 4. Sơ đồ mô hình nghiên cứu thực nghiệm hệ thống bãi lọc trồng cây – mẫu định hình dòng chảy – hồ sinh học.

Bãi lọc trồng cây dòng chảy đứng (BLĐ): Kích thước khối vật liệu lọc $B \times L \times H = 0,5 \times 2,7 \times 0,9$ m; Cây Dong riềng được trồng trong BLĐ.

Bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang (BLN): Kích thước khối vật liệu lọc $B \times L \times H = 0,5 \times 2,7 \times 0,5$ m; Cây Thủy trúc được trồng trong BLN.

Hồ sinh học (HSH): Kích thước chứa nước $B \times L \times H = 0,5 \times 2,7 \times 0,6$ m;

Hệ thống mẫu định hình dòng chảy (ĐHDC): gồm 07 bát gốm tráng men thủy tinh (Hình 5) đặt theo hình bậc thang bằng các trụ đỡ bố trí phía trên BLN.



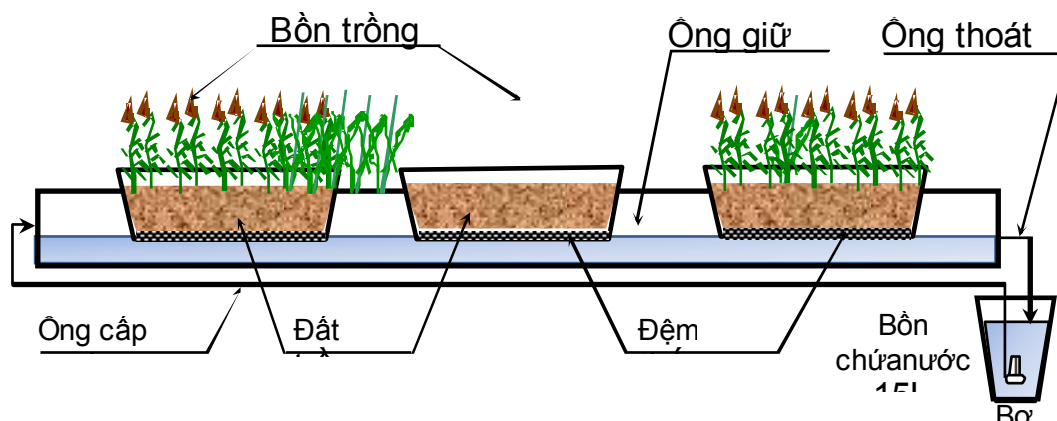
Hình 5. Sản phẩm mẫu định hình dòng chảy

Hệ thống thiết bị vận hành gồm: Các bơm B1 tuần hoàn nước từ ngăn HSH về các bãi lọc; B2 bơm nước từ HSH lên hệ thống ĐHDC; bơm B3 đưa nước sau BLĐ lên hệ thống ĐHDC. Các máy bơm đều có công suất như nhau là 10 L/phút; tổ hợp các van V1 và V2 dùng để đóng mở nước lên hệ thống ĐHDC từ HSH, BLĐ; các van V3 và V4 quản lý nước từ HSH về BLN và BLĐ.

(3) Hệ thống hấp thụ và thoát hơi nước bằng thực vật

Mô hình thực nghiệm được thiết kế nhằm nghiên cứu khả năng hấp thụ và làm thoát hơi nước của cây trồng đồng thời đánh giá khả năng sống và phát triển của các loại cây nghiên cứu trong điều kiện nước tưới có ảnh hưởng bởi nước rỉ rác. Mô hình gồm hai đơn nguyên giống nhau, một đơn nguyên vận hành với nước được làm ô nhiễm nhân tạo bởi nước rỉ rác, đơn nguyên còn lại chạy với nước máy để đối chứng.

Sơ đồ cấu tạo điển hình một đơn nguyên của mô hình được nêu tại hình 6 gồm: Ống giữ nước PVC - D200; Mỗi ống giữ nước được bố trí 8 bồn trồng cây kích thước bề mặt đất trồng 20×60 cm. Đáy bồn được đục lỗ và được lót đệm thấm nước bằng sợi polyeste để ngăn đất trôi vào nước. Mỗi bồn được trồng một loại cây, các loại cây thử nghiệm được nêu tại hình 8. Nước tưới được chứa trong bồn chứa nước 15 L và cấp vào ống giữ nước bởi bơm và hệ thống ống cấp – thoát tuần hoàn. Với cấu trúc kín của mô hình như nêu trên hình 6, lượng nước cần bổ sung vào bồn chứa chính là lượng nước hao hụt do cây hấp thụ và bị thoát hơi qua cây trồng vào không khí.



Hình 6. Mô hình thực nghiệm hệ thống hấp thụ thoát hơi nước bằng cây trồng.

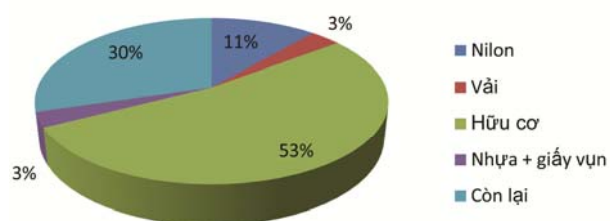
2.2. Vật liệu nghiên cứu

Rác thải sinh hoạt: Rác hỗn hợp được lấy tại nhà máy xử lý CTRSH Kiều Ky, Gia Lâm, Hà Nội. Mẫu rác hỗn hợp có thành phần hữu cơ chiếm 53% tính theo khối lượng, tỷ lệ các thành phần khác nêu tại Hình 7.

Đá dăm: Đá dăm nguồn gốc Ninh Bình, loại vật liệu xây dựng, kích thước 1×1 cm; 2×2 cm được sàng theo đúng kích thước và rửa sạch bằng nước máy trước khi sử dụng trong các mô hình bãi lọc trồng cây và lót đáy các cột ủ rác.

Bùn hoạt tính: Bùn hoạt tính được lấy từ bể thiếu khí tại trạm XLNT Kim Liên. 120 L bùn được lấy để cấy vào các mô hình bãi lọc trồng cây.

Chế phẩm sinh học, phân bùn: Các loại chế phẩm sinh học EM, Sagi Bio và phân bùn bề tự hoại được sử dụng để hòa loãng cùng dòng tuần hoàn kín nước rỉ rác trong các cột ủ rác của mô hình thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm nhằm nghiên cứu tăng cường khả năng phân hủy rác trong cột ủ.



Hình 7. Tỷ lệ thành phần rác hỗn hợp.

Cây trồng: 12 loại cây trồng (Hình 8) đã được sử dụng để nghiên cứu gồm: Thủy trúc (*Cyperus involucratus*) và Dong riềng (*Cannaceae*) được trồng trong bãi lọc trồng cây để nghiên cứu khả năng xử lý sơ bộ nước bị gây ô nhiễm nhân tạo bởi nước rỉ rác; Liễu Đan Mạch (*Willow*), Ròng nhả ngọc (*Justicia brandegeana*), Nguyệt quế (*Murraya paniculata*), Thài lài tía (*Tradescantia pallida*), Triều tím (*Ruellia simplex*), Vàng anh lá tranh (*Saraca dives*), Cọ (*Licuala grandis*), Cỏ lá lạc (*Arachis pintoi*), Chuối ngọc (*Sedum morganianum*) và Keo tai tượng (*Acacia*) được trồng để nghiên cứu khả năng sống và phát triển bằng nước tưới bị ô nhiễm nhân tạo bằng nước rỉ rác và khả năng hấp thụ - thoát hơi nước.

2.3. Phân tích chất lượng mẫu nước rỉ rác, CTR và khí

Việc lấy mẫu và phân tích các mẫu nước, rác, đất, cây trồng và khí được tiến hành theo các phương pháp chuẩn tại phòng thí nghiệm. Các chỉ tiêu phân tích đối với mẫu nước bao gồm pH, Độ dẫn điện, DO, độ cứng, độ màu, TSS, VSS, TOC, COD, N-NH₄, N-NO₃, TN, PO₄³⁻, SO₄²⁻, tổng Fe, Cr+6, Cr tổng, Pb, Ni, Zn. Các chỉ tiêu phân tích đối với mẫu rác bao gồm: Độ ẩm, tổng N, tổng photpho. Các chỉ tiêu phân tích đối với mẫu khí bao gồm: CH₄, CO₂, H₂S, NH₃, O₂.

3. CÁC KẾT QUẢ CHÍNH THU ĐƯỢC TỪ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả nghiên cứu trên mô hình thực nghiệm

Các kết quả chính thu được từ nghiên cứu trên mô hình thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm được triển khai cho thấy:

Có sự chênh lệch về nhiệt độ trong các cột ủ, nhiệt độ trong cột có thực hiện tuần hoàn nước rác cao hơn so với không thực hiện từ 1 đến 3

oC; nhiệt độ trong các cột ủ cao hơn so với nhiệt độ không khí bên ngoài từ 3 đến 8oC (sự chênh lệch thể hiện rõ vào thời điểm mùa hè) và thay đổi theo nhiệt độ bên ngoài.

Lượng khí sinh học phát sinh từ cột có thực hiện tuần hoàn cao hơn so với không thực hiện. Lượng khí phát sinh từ các cột có tuần hoàn ổn định vào mùa hè ở mức 35 – 40 L/ngày. Vào mùa đông, lượng khí phát sinh từ tất cả các cột có nhưng không ổn định.



Liều Đan Mạch (*Willow*)



Rồng nhả ngọc (*Justicia brandegeana*)



Nguyệt quế (*Murraya paniculata*)



Thài lài tía (*Tradescantia pallida*)



Triều tím (*Ruellia simplex*)



Vàng anh lá tranh (*Saraca dives*)



Cọ (*Licuala grandis*)Cỏ lá lạc (*Arachis pintoi*)Chuỗi ngọc (*Sedum morganianum*)

Hình 8. Các loại cây trồng thử nghiệm trước và sau quá trình nghiên cứu.

Thành phần khí sinh học chủ yếu là CH_4 (48 – 63,8%) và CO_2 (47,6 – 32,8%). Thành phần CH_4 trong khí phát sinh từ các cột ủ không thực hiện tuần hoàn cao hơn so với có tuần hoàn. Khí sinh học phát sinh sau khi sục khử CO_2 bằng nước vôi có thể đốt trực tiếp được.

- Các chỉ tiêu chính về chất lượng nước rỉ rác phát sinh từ mỗi cột cho tới nay chưa có sự thay đổi rõ rệt và ở mức độ ô nhiễm hữu cơ cao do rác mới được ủ cho tới nay là 562 ngày. Giá trị trung bình sau 20 đợt lấy mẫu được thể hiện tại bảng 4. Các chỉ tiêu ô nhiễm trong nước rỉ rác từ các cột có tuần hoàn nhìn chung cao hơn so với không thực hiện tuần hoàn.

- So sánh các kết quả theo dõi chất lượng nước rỉ rác tại các cột ủ có và không tuần hoàn trong thời gian 8 tháng đối với các chỉ tiêu TOC và COD, có thể thấy rằng: Với cột 1 có thực hiện tuần hoàn, nồng độ

TOC và COD giảm đều tương ứng từ 15.150; 25.871 mg/L xuống còn 1,381 và 4.229 mg/L. Tỷ lệ TOC/COD cũng giảm từ 0,59 xuống 0,33 sau 210 ngày thực hiện tuần hoàn nước rỉ rác. Ở cột 2 không thực hiện tuần hoàn, TOC và COD tăng trong 30 ngày đầu, tương ứng, từ 16.125; 27.229 mg/L lên 26.335 và 44.591 mg/L. Nguyên nhân có thể do sự tích tụ nước rỉ rác trong đáy cột ủ làm nồng độ các chất hữu cơ có xu hướng tăng trong thời gian đầu. Từ các ngày tiếp sau bắt đầu giảm xuống 10.043 và 20.525 mg/L ở ngày thứ 210. Tỷ lệ TOC/COD giảm từ 0,59 đến 0,49. Như vậy, việc tuần hoàn nước rỉ rác đã làm tăng quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong nước rỉ rác dẫn đến nồng độ TOC và COD giảm nhanh và mạnh trong cột 1 hơn nhiều so với cột 2 không thực hiện tuần hoàn.

Bảng 4. Giá trị trung bình các chỉ tiêu chất lượng chính của nước rỉ rác từ các cột ủ

Chi tiêu	Giá trị	Không phân loại		Hữu cơ phân loại 3R		Hữu cơ phân loại máy	
		Cột 1, TH	Cột 2, KTH	Cột 3, TH	Cột 4, KTH	Cột 5, TH	Cột 6, KTH
pH	Min	7,56	5,94	6,8	5,35	6,82	5,24
	TB	7,91	7,36	7,42	6,52	7,55	6,37
	Max	8,36	8,26	7,87	7,11	7,94	7,21
Độ màu (Pt-Co)	Min	90.711	115.372	69.832	103.415	144.518	139.286
	TB	125.248	143.771	132.457	215.806	209.709	168.403
	Max	360.492	196.083	277.540	498.746	298.788	218.500
Cl ⁻ (mg/l)	Min	1065	1669	1491	1420	1349	1420
	TB	3581,13	3922,88	3323,75	3803	3527,88	3581,13
	Max	7455	9585	6035	9585	6745	7455
Độ kiềm (CaCO ₃ mg/l)	Min	150,50	159,50	132,00	70,10	177,10	131,00
	TB	191,10	187,06	154,01	104,85	207,85	190,61
	Max	220,00	210,10	201,10	120,00	231,20	242,00
TSS (g/l)	Min	0,24	0,30	0,24	0,18	0,40	0,32
	TB	1,94	3,09	5,56	4,29	7,05	7,05
	Max	3,99	5,31	12,76	9,91	14,69	14,66

TH: Tuần hoàn nước rỉ rác

KTH: Không tuần hoàn nước rỉ rác

Một nhược điểm của giải pháp tuần hoàn nước rỉ rác là sự tích tụ muối Cl⁻. Với cột 1 có thực hiện tuần hoàn, nồng độ Cl⁻ tăng dần trong 210 ngày nghiên cứu. Từ 1.050 đến 5.065 mg/L ở cột 1. Ngược lại ở các cột 2 không thực hiện tuần hoàn, lại có xu thế giảm. Việc tích tụ muối sẽ có ảnh hưởng tới sự phát triển của các vi khuẩn kỵ khí trong hệ thống vì vậy cần có sự theo dõi và có giải pháp xử lý thích hợp để quản lý chỉ tiêu này trong quá trình vận hành bãi chôn lấp thông qua đường tuần hoàn nước rỉ rác.

Các kết quả phân tích so sánh về đặc tính của rác thải theo sự biến động tỷ lệ các thành phần dinh dưỡng C : N : P trong các cột ủ có và không tuần hoàn nước rỉ rác; tuần hoàn có bổ sung phân bón BTH; tuần hoàn có bổ sung chế phẩm sinh học Sagi bio; tuần hoàn có bổ sung chế phẩm sinh học Bio EMS được nêu trong bảng 5 cho thấy rõ sự ưu việt của hình thức vận hành có tuần hoàn thể hiện qua các giá trị của tỷ lệ các thành phần dinh dưỡng có thay đổi giảm so với vận hành không tuần hoàn.

Bảng 5. Thay đổi tỷ lệ các thành phần dinh dưỡng C, N và P trong rác thải tại các giai đoạn nghiên cứu.

Thời gian	Vị trí	Tỷ lệ C : N : P trong các cột ủ		Ghi chú
		Cột 1 (TH)	Cột 2 (KTH)	
Tháng thứ 1	T	44.6:1:0.2	48.3:1:0.2	Thực hiện tuần hoàn tại cột 1: - Từ tháng thứ 1 đến 8: Nước rỉ rác; - Từ tháng thứ 8 đến 11: Nước rỉ rác có bổ sung phân bùn BTH; - Từ tháng thứ 11 đến 13: Nước rỉ rác có bổ sung chế phẩm Sagi Bio; - Từ tháng thứ 13 đến 15: Nước rỉ rác có bổ sung chế phẩm Bio EMS.
	D	44.8:1:0.2	47.2:1:0.2	
Tháng thứ 8	T	42.4:1:0.2	45.6:1:0.2	
	D	43.2:1:0.2	44.7:1:0.2	
Tháng thứ 11	T	40.7:1:0.2	44.2:1:0.2	
	D	41.8:1:0.1	42.8:1:0.2	
Tháng thứ 13	T	38.1:1:0.2	43.8:1:0.2	
	D	39.7:1:0.2	42.5:1:0.2	
Tháng thứ 15	T	36.8:1:0.1	42.5:1:0.2	
	D	38.2:1:0.1	42.2:1:0.1	

Kết quả nghiên cứu sử dụng phân bùn bể tự hoại, chế phẩm Sagi bio và Bio EMS nhằm tăng cường khả năng phân hủy rác cho thấy Sagi bio và Bio EMS là những loại chế phẩm sinh học có công dụng khử mùi, tăng cường được quá trình phân hủy các thành phần hữu cơ trong rác thải, đồng thời rất thuận lợi trong sử dụng cũng như bảo quản. Sagi bio có hiệu quả hơn so với Bio EMS tuy nhiên có giá thành cao hơn. Tuy nhiên, nếu xét trên phương diện hiệu quả trong xử lý ô nhiễm môi trường thì sử dụng phân bùn bể tự hoại cũng có ý nghĩa thiết thực hơn vì cùng một lúc có thể xử lý được hai đối tượng hiện đang là những nguồn gây ô nhiễm cần giải quyết là rác thải sinh hoạt đô thị và phân bùn bể tự hoại.

Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm của đề tài đã cho thấy việc tuần hoàn nước rỉ rác trong mô hình bãi chôn lấp vừa tăng cường được khả năng phân hủy nước rỉ rác cũng như thúc đẩy được quá trình ổn định rác thải trong bãi chôn lấp. Với bãi chôn lấp hợp vệ sinh, sau khi chôn lấp không thể can thiệp bằng các giải pháp

nhân tạo nhằm thúc đẩy quá trình ổn định rác trong lòng bãi. Ngược lại với hình thức vận hành tuần hoàn kín nước rỉ rác, vừa ngăn chặn không gây phát tán nước rỉ rác ra môi trường, vừa tăng cường được quá trình ổn định rác thải trong lòng bãi do khả năng phân bố đều độ ẩm trong không gian bên trong lòng BCL. Mặt khác có thể can thiệp thúc đẩy quá trình ổn định rác bằng các hình thức bổ sung phân bùn bể tự hoại hoặc các chế phẩm sinh học như Sagibio thông qua dòng tuần hoàn nước rỉ rác.

■ Các kết quả nghiên cứu đã làm rõ khả năng ứng dụng các mẫu định hình dòng chảy kết hợp với bãi lọc trồng cây nhằm góp phần ngăn chặn ô nhiễm bởi nước rỉ rác từ các bãi chôn lấp rác thải đô thị trên cơ sở tiến hành nghiên cứu trên mô hình thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm. Hệ thống định hình dòng chảy gồm 7 bát mẫu xếp dạng bậc thang có khả năng làm thoáng tăng cường cho dòng chảy qua hệ thống. Theo đó nồng độ ôxi hòa tan tăng từ 0 đến 5,6 mg/L. Việc kết nối các hợp phần tạo dòng chảy tuần hoàn liên tục hồ

sinh học → bãi lọc trồng cây → hệ thống mẫu định hình dòng chảy → hồ sinh học giúp hệ thống có khả năng xử lý cải thiện chất lượng nước hồ bị ô nhiễm bởi nước rỉ rác theo các chỉ tiêu COD, TOC, TN, PO₄, tổng Fe. Với nồng độ ban đầu của các thành phần ô nhiễm tương ứng 382; 168; 75; 4; 2 mg/L hệ thống có khả năng xử lý giảm xuống còn 36; 17; 25; 1,6; 0,09 mg/L sau 11 ngày vận hành liên tục. Nước sau xử lý có thể dùng để tưới cây trồng làm hấp thụ hoàn toàn tạo thành hệ thống xử lý không phát thải thân thiện với môi trường.

▪ Kết quả nghiên cứu khả năng phát triển của các loại cây trồng tạo cảnh quan (nêu tại hình 8) cho thấy: Với chế độ cấp nước tưới 5L/ngày vào hệ thống máng giữ nước kín (Hình 5) cho cả 8 loại cây trồng, nước tưới được pha loãng nước rỉ rác bằng nước máy theo tỷ lệ 1/200, COD trung bình từ 50 – 100 mg/L, kết quả cho



Hình 9. Hoàn thiện xây dựng mô hình bãi chôn lấp xanh ngoài hiện trường

thấy cỏ lá lạc (*Arachis pinto*) là loại cây kém phát triển nhất, cây không chết hẳn nhưng ít ra lá so với tưới bằng nước thường. Các loại cây khác đều phát triển bình thường và tốt.

3.2. Triển khai mô hình thí điểm bãi chôn lấp xanh tại Đại Đồng, Hưng Yên

(a) Từ các kết quả nghiên cứu tại giai đoạn nghiên cứu thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm, đề tài đã đề xuất được mô hình “Bãi chôn lấp xanh” để triển khai thí điểm thực tế tại BCL Đại Đồng, Hưng Yên.

Mô hình thử nghiệm được xây dựng hoàn thiện và đưa vào vận hành thử nghiệm từ tháng 1/2016. Hình 9 mô phỏng mô hình thực tế sau khi hoàn thiện xây dựng. Hình 10 thể hiện công tác vận hành và lấy mẫu đánh giá khả năng xử lý của hệ thống BLTC – ĐHDC – HSH.



4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu thực nghiệm, đề tài đề xuất mô hình công nghệ “Bãi chôn lấp xanh” đạt được các mục đích nghiên cứu:

▪ Tối ưu ảnh hưởng ô nhiễm của nước rỉ rác ra môi trường xung quanh; Tăng cường tốc độ ổn định các chất thải bằng hình thức tuần hoàn kín nước rỉ rác góp phần nhanh chóng khôi phục khả năng tái sử dụng đất và giảm thời gian và chi phí giám sát môi trường sau khi đóng bãi;

▪ Thu hồi khí thải từ bãi chôn lấp, qua đó kiểm soát được ảnh hưởng của mùi hôi tới môi trường xung quanh;

▪ Giảm thiểu rủi ro đối với sức khỏe con người;

▪ Đề xuất 7 loại cây trồng có khả năng phát triển tốt và hấp thụ, thoát hơi nước rỉ rác đồng thời tạo được cảnh quan và an toàn môi trường khu vực bãi chôn lấp;

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ xây dựng (2014), Cục hạ tầng, Kỳ yếu Hội thảo Quốc tế - Quản lý tổng hợp CTR tại Việt Nam, Hà Nội.
- [2]. Bộ Tài nguyên - Môi trường, Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2009, 2010, 2011, 2012, 2013.
- [3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Xây dựng, *Đề án tổng thể quản lý chất thải rắn đô thị Việt Nam đến năm 2025*.
- [4]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Xây dựng, *Đề án tổng thể quản lý chất thải rắn đô thị Việt Nam đến năm 2025*,
- [5]. Tchobanoglous, Theisen and Vigil (1993). *Intergrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc.*.
- [6]. ISWA. (2010). *Landfill Operational Guidelines (Second ed.). Vienna: ISWA.*
- [7]. GREGERSEN, P. and BRIX, H., 2000. Treatment and recycling of nutrients from household wastewater in willow wastewater cleaning facilities with no outflow. *Proceedings of the 7th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*, Vol. 2, page 1071-1076. University of Florida, Lake Buena Vista, Florida.
- [8]. GREGERSEN, P., and BRIX, H., 2001. Zero-discharge of nutrients and water in a willow dominated constructed wetland. *Wat. Sci. and Tech.*, 44, 407-412.
- [9]. Sustainable reclamation of landfill sites, Tjaša G. Bulc and Maja Zupančič Justin, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 15 No. 1, 2004.
- [10]. Zero-discharge of nutrients and water in a willow dominated constructed wetland, P. Gregersen and H. Brix, *Water Science and Technology* Vol 44 No 11–12 pp 407–412 © IWA Publishing 2001.
- [11]. The sustainable rehabilitation of the landfill site - An Active Landfill Site Management Demonstration Project, Maja Zupancic Justin, Tjasa G. Bulc, Danijel Vrhovšek, Nevenka Ferfila, The LIFE-Environment project, LIFE 03 ENV/SL/000557-LIMNOTOP, Ormoz, Slovenia, 2007.
- [12]. Fate of saline ions in a planted landfill site with leachate recirculation, M. Loncnar et al. / *Waste Management* 30 (2010) 110–118. Boron in irrigation water and its interactions with soil and plants: an example of municipal landfill leachate reuse, Maja ZUPANČIČ JUSTIN, Marija ZUPANČIČ, *Acta agriculturae Slovenica*, 89 - 1, avgust 2007.