

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ BÃI LỘC NGẦM TRỒNG CÂY ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI TRONG ĐIỀU KIỆN TÌNH THÁI NGUYÊN

TỔNG QUAN

1. Tổng quan tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài ở trong và ngoài nước

1.1. Khái niệm về bãi lọc trồng cây

Bãi lọc trồng cây chính là mô hình đất ngập nước nhân tạo và nó được định nghĩa như sau: “Hệ thống được thiết kế và xây dựng như một vùng đất ngập nước nhưng việc xử lý nước thải hiệu quả hơn, giảm diện tích và đặc biệt có thể quản lý được quá trình vận hành ở mức đơn giản”.

Đất ngập nước nhân tạo hay đất ngập nước kiến tạo hay bãi lọc trồng cây là công trình mang đầy đủ các đặc điểm chức năng, vai trò và ý nghĩa của đất ngập nước tự nhiên thông thường. Việc thiết kế và xây dựng một mô hình đất ngập nước nhân tạo nhằm phục vụ công tác quản lý và sử dụng hiệu quả hơn. Trong xử lý môi trường, việc sử dụng mô hình đất ngập nước nhân tạo là chủ yếu và đem lại hiệu quả cao hơn, cả về mặt môi trường và kinh tế.

Đất ngập nước nhân tạo hay bãi lọc trồng cây chính là công nghệ xử lý sinh thái mới, được xây dựng nhằm khắc phục những nhược điểm của bãi đất ngập nước tự nhiên mà vẫn có được những ưu điểm của đất ngập nước tự nhiên. Các nghiên cứu cho thấy, bãi lọc nhân tạo trồng cây hoạt động tốt hơn so với đất ngập nước tự nhiên cùng diện tích, nhờ đáy của bãi lọc nhân tạo có độ dốc hợp lý và chế độ thủy lực được kiểm soát. Độ tin cậy trong hoạt động của bãi lọc nhân tạo cũng được nâng cao do thực vật và các thành phần khác trong bãi lọc nhân tạo có thể quản lý được như mong muốn.

Bãi lọc trồng cây gần đây đã được biết đến trên thế giới như một giải pháp công nghệ mới, xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên với hiệu suất cao, chi phí thấp và ổn định, ngày càng được áp dụng rộng rãi. Ở Việt Nam, công nghệ trên thực chất còn rất mới.

Bãi lọc trồng cây dùng để xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên. Với các thông số làm việc khác nhau, bãi lọc trồng cây được sử dụng rộng rãi trong xử lý nhiều loại nước thải. Khác với bãi đất ngập nước tự nhiên, thường là nơi tiếp nhận nước thải sau khi xử lý, với chất lượng đã đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn và chúng chỉ làm nhiệm vụ xử lý bậc cao hơn, bãi lọc trồng cây là một thành phần trong hệ thống các công trình xử lý nước thải sau bể tự hoại hay sau xử lý bậc hai.

1.2. Phân loại bãi lọc trồng cây

Bãi lọc trồng cây có thể được phân loại theo hình thức nuôi trồng điển hình của các loại thực vật như: hệ thống thực vật nổi, hệ thống rễ chùm nổi và hệ thống thực vật chìm [Brix và Schierup, 1989]. Hầu hết các hệ thống đều sử dụng các loại cây rễ chùm, tuy nhiên có thể phân loại theo dạng vật liệu sử dụng và chế độ dòng chảy trong hệ thống [18].

Có 2 kiểu phân loại đất ngập nước kiến tạo cơ bản theo hình thức chảy: Loại dòng chảy tự do trên mặt đất (Free surface flow) và loại chảy ngầm trong đất (Subsurface flow).

1.2.1. Bãi lọc trồng cây có dòng chảy bề mặt (Surface flow wetland - SFW)

Hệ thống này mô phỏng một đầm lầy hay đất ngập nước trong điều kiện tự nhiên. Dưới đáy bãi lọc là một lớp đất sét tự nhiên hay nhân tạo, hoặc rải một lớp vải nhựa chống thấm. Trên lớp chống thấm là đất hoặc vật liệu phù hợp cho sự phát triển của thực vật có thân nhô lên khỏi mặt nước. Dòng nước thải chảy ngang trên bề mặt lớp vật liệu lọc. Hình dạng bãi lọc này thường là kênh dài hẹp, vận tốc dòng chảy chậm, thân cây trồng nhô lên trong bãi lọc là những điều kiện

cần thiết để tạo nên chế độ thủy kiểu dòng chảy đầy (plug-flow) [3, 15].

Hệ thống dòng chảy bề mặt là hệ thống được thiết kế có lớp nước bề mặt tiếp xúc với không khí. Trong hệ thống dòng chảy ngầm, mực nước được cố định thấp hơn so với bề mặt vật liệu. Đối với hệ thống dòng chảy ngầm ngang, lớp vật liệu luôn được giữ trong trạng thái bão hòa nước; đối với hệ thống dòng chảy đứng, lớp vật liệu không ở trạng thái bão hòa vì nước được cấp không liên tục mà theo các khoảng thời gian nhất định và được thấm qua lớp vật liệu (tương tự như trong hệ thống lọc cát gián đoạn).

Tất cả các dạng bãi lọc ngập nước đều được cấy trồng ít nhất là một loại thực vật có rễ trong một loại vật liệu nào đó (thường là đất, sỏi hoặc cát). Các chất ô nhiễm được khử nhờ sự phối hợp của các quá trình hóa học, lý học, sinh học, lắng, kết tủa và hấp thụ vào đất, quá trình đồng hóa bởi thực vật và các sự chuyển hóa bởi các vi khuẩn [Brix, 1993; Vymazal và các cộng sự, 1998] [13, 16].

Bãi lọc ngầm trồng cây có dòng chảy bề mặt thường có diện tích từ vài trăm đến vài chục mét nghìn vuông. Thông thường, tải lượng thủy lực trong các bãi lọc tự nhiên thường nhỏ hơn so với các bãi lọc nhân tạo do không được thiết kế cho mục đích xử lý nước thải [Kadlec and Knight, 1996] [17, 20]. Các hệ thống được thiết kế cho mục đích xử lý nước thải có nồng độ nitơ và photpho thấp (hoặc lưu giữ hoàn toàn) thường có tải lượng bề mặt rất thấp, ngược lại đối với các hệ thống được thiết kế để xử lý các chất hữu cơ (BOD) và chất lơ lửng thường có tải lượng bề mặt cao hơn. Chiều sâu mực nước trong hệ thống khoảng 5 đến 90 cm, thông thường là 30 đến 40 cm. Hệ thống dòng chảy bề mặt thường được sử dụng để xử lý bổ sung và được bố trí sau các loại hồ sinh học tùy tiện hoặc hồ hiếu khí trong dây chuyền xử lý nước thải [9, 21].

Nguồn của Trịnh Xuân Lai - 2000

Hình 1.1. Bãi lọc trồng cây dòng chảy mặt

1.2.2. Bãi lọc trồng cây có dòng chảy ngầm (Subsurface flow wetland)

Bãi lọc trồng cây có dòng chảy ngầm còn được gọi là bãi lọc ngầm trồng cây. Ở châu Âu, các hệ thống bãi lọc dòng chảy ngầm qua đất và sỏi đã được ứng dụng và xây dựng rất phổ biến. Sậy (*Phragmites australis*) là loại thực vật được cấy trồng phổ biến nhất trong hầu hết các hệ thống, một số hệ thống có trồng thêm các loại thực vật khác. Đất hoặc sỏi thường được dùng làm vật liệu trong các bãi lọc vì chúng có khả năng duy trì dòng chảy ngầm. Các hệ thống sử dụng đất thường gặp các vấn đề về dòng chảy tràn bề mặt, đối với các hệ thống sử dụng sỏi thường gặp các hiện tượng tắc dòng. Hệ thống dòng chảy ngầm thường có diện tích bề mặt nhỏ (<0,5 ha) và tải lượng thủy lực lớn hơn so với hệ thống dòng chảy bề mặt [18, 20].

Ở châu Âu, các hệ thống dòng chảy ngầm thường được sử dụng để xử lý bậc hai đối với nước thải sinh hoạt từ các khu vực nông thôn có dân số khoảng 4400 dân. Ở Bắc Mỹ, hệ thống này được sử dụng để xử lý bậc ba đối với nước thải sinh hoạt từ các khu vực có dân số lớn hơn.

Hệ thống này chỉ mới xuất hiện gần đây và được biết đến với các tên gọi khác nhau như lọc ngầm trồng cây (Vegetated submerged bed - VBS), hệ thống xử lý với vùng rễ (Root zone system), bể lọc với vật liệu sỏi trồng sậy (Rock reed filter) hay bể lọc vi sinh và vật liệu (Microbial rock filter). Cấu tạo của bãi lọc ngầm trồng cây về cơ bản cũng gồm các thành phần tương tự như bãi lọc trồng cây ngập nước nhưng nước thải chảy ngầm trong phần lọc của bãi lọc. Lớp lọc, nơi thực vật phát triển trên đó, thường gồm có đất, cát, sỏi, đá dăm và được xếp theo thứ tự từ trên xuống dưới, giữ độ xốp của lớp lọc. Dòng chảy có thể có dạng chảy từ dưới lên, từ trên xuống dưới hoặc chảy

theo phương nằm ngang. Dòng chảy phổ biến nhất ở bãi lọc ngầm là dòng chảy ngang. Hầu hết các hệ thống được thiết kế với độ dốc 1% hoặc hơn [3, 9, 17, 18].

Khi chảy qua lớp vật liệu lọc, nước thải được lọc sạch nhờ tiếp xúc với bề mặt của các hạt vật liệu lọc và vùng rãnh của thực vật trồng trong bãi lọc. Vùng ngập nước thường thiếu oxy, nhưng thực vật của bãi lọc có thể vận chuyển một lượng oxy đáng kể tới hệ thống rãnh tạo nên tiểu vùng hiếu khí cạnh rãnh và vùng rãnh, cũng có một vùng hiếu khí trong lớp lọc sát bề mặt tiếp giáp giữa đất và không khí.

Bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy ngang có khả năng xử lý chất hữu cơ và rắn lơ lửng tốt, nhưng khả năng xử lý các chất dinh dưỡng lại thấp, do điều kiện thiếu oxy, khí trong các bãi lọc không cho phép nitrat hoá amoni nên khả năng xử lý nitơ bị hạn chế. Xử lý photpho cũng bị hạn chế do các vật liệu lọc được sử dụng (sỏi, đá dăm) có khả năng hấp phụ kém [3, 9, 17, 18].

Hình 1.2. Bãi lọc trồng cây có dòng chảy ngầm

Loại này bao gồm cả các loại bãi lọc có dòng chảy nằm ngang hay dòng chảy thẳng đứng từ dưới lên, từ trên xuống.

1.2.2.1. Hệ thống với dòng chảy ngang dưới mặt đất (Horizontal subsurface flow - HSF):

Hình 1.3. Sơ đồ bãi lọc kiến tạo chảy ngầm theo chiều ngang

(vẽ lại theo Vymazal, 1997)

Hệ thống này được gọi là dòng chảy ngang vì nước thải được đưa vào và chảy chậm qua tầng lọc xốp dưới bề mặt của nền trên một đường ngang cho tới khi nó tới được nơi dòng chảy ra. Trong suốt thời gian này, nước thải sẽ tiếp xúc với một mạng lưới hoạt động của các đối hiếu khí, hiếu khí và kỵ khí. Các đối hiếu khí ở xung quanh rãnh và bầu rãnh, nơi lọc O₂ vào trong bề mặt. Khi nước thải chảy qua đối rãnh, nó được làm sạch bởi sự phân hủy sinh học của vi sinh vật bởi các quá trình hóa sinh. Loại thực vật sử dụng phổ biến trong các hệ thống HSF là cây sậy [3, 17, 18, 21]

1.2.2.2. Hệ thống với dòng chảy thẳng đứng (Vertical subsurface flow - VSF):

Nước thải được đưa vào hệ thống qua ống dẫn trên bề mặt. Nước sẽ chảy xuống dưới theo chiều thẳng đứng. Ở gần dưới đáy có ống thu nước đã xử lý để đưa ra ngoài. Các hệ thống VSF thường xuyên được sử dụng để xử lý lần 2 cho nước thải đã qua xử lý lần 1. Thực nghiệm đã chỉ ra là nó phụ thuộc vào xử lý sơ bộ như bể lắng, bể tự hoại. Hệ thống đất ngập nước cũng có thể được áp dụng như một giai đoạn của xử lý sinh học [3, 9, 17, 18, 20].

Tuy nhiên, trên thực tế mô hình ĐNN nhân tạo được xây dựng theo hai hệ thống: Bãi lọc trồng cây ngập nước (FWS); Bãi lọc trồng cây dòng chảy ngầm hay Bãi lọc ngầm trồng cây, với dòng chảy ngang hay dòng chảy thẳng đứng (SSF). Cách thức phân chia các hệ thống khác nhau nhưng chúng hoạt động theo cùng một cơ chế.

Hình 1.4. Sơ đồ bãi lọc kiến tạo có dòng chảy ngầm theo chiều đứng

(vẽ lại theo Cooper, 1996)

Bãi lọc có dòng chảy ngầm trồng cây (Free Water Surface Constructed Wetland-FWS CW).

Dòng chảy dưới bề mặt vùng đất ngập nước (SSF) là: Vùng đất ngập nước của SSF được xây dựng với vật liệu xốp (ví dụ: đất, cát, sỏi) như là một chất nền cho tăng trưởng của thực vật bắt nguồn từ vùng đất ngập nước. Các vùng đất ngập nước của SSF được thiết kế để nước chảy theo

chiều ngang hoặc theo chiều dọc thông qua các bề mặt và dưới bề mặt mặt đất. Các loài thực vật được trồng phổ biến nhất trong bãi lọc là Cỏ nến, Sậy, Cói, Bấc, Lách... oxy cung cấp cho bề mặt và cho phép sinh học tăng trưởng tích lũy về nguồn gốc của nó [3]. Vi khuẩn và nấm có lợi sống trong chất nền như màng sinh học gắn liền với các hạt chất nền. Dòng chảy được duy trì bởi đáy và độ dốc hoặc một cấu trúc điều chỉnh cho phép mực nước được hạ xuống ở cuối nền. Loại này ít tốn kém và tạo sự điều hòa nhiệt độ khu vực cao hơn loại chảy ngầm, nhưng hiệu quả xử lý kém hơn, tốn diện tích đất nhiều hơn và có thể phải giải quyết thêm vấn đề muối và côn trùng phát triển.

1.3. Nguyên lý cơ bản trong bãi lọc trồng cây

- Dòng chảy dưới bề mặt vùng đất ngập nước (SSF) với dòng chảy ngang thường thiếu oxy; lượng oxy cung cấp từ dòng chảy chủ yếu do sự khuếch tán trong lớp lọc từ đó mà không khí thâm nhập. Ở loại bãi lọc này, lượng oxy được cung cấp từ rễ cây có vai trò quan trọng để cung cấp cho vi sinh vật hiếu khí hoạt động.

- Dòng chảy dưới bề mặt vùng đất ngập nước (SSF) với dòng chảy thẳng đứng quá trình hiếu khí là chiếm ưu thế:

- + Quá trình khuếch tán và xáo trộn diễn ra từ đó không khí thâm nhập qua hệ thống phân phối.

- + Nước chứa oxy theo dòng chảy đứng, thẩm từ trên xuống dưới cung cấp cho vi sinh vật hoạt động.

- Quá trình lọc phụ thuộc và kích thước hạt, kích thước hạt càng nhỏ thì diện tích tiếp xúc bề mặt càng lớn và càng hấp phụ nhiều hơn.

- Hấp phụ và lắng được tăng cường bởi hàm lượng Fe, Al, và/hoặc Ca cao trong vật liệu lọc.

- + Hấp thụ chất dinh dưỡng nhờ cây, có khả năng tái sử dụng nếu thu hoạch cây. Vận tốc dòng chảy giảm, có quá trình lắng và tích tụ P, kim loại nặng và chất hữu cơ đã bị hấp thụ, hấp phụ.

- Phân huỷ dị dưỡng các chất hữu cơ, với cây trồng nhô lên mặt nước thường có lượng ôxy hạn chế, không có quang hợp xảy ra trong nước.

- Trong vùng kỵ khí có quá trình khử nitrat và lắng cặn các muối sunphit và kim loại

- Tác dụng của cây trong bãi lọc trồng cây ngập nước:

- + Giảm vận tốc dòng chảy và làm tăng khả năng lắng cặn.

- + Giảm xói mòn và sục cặn từ đáy.

- + Ngăn gió và chống sục cặn.

- + Tạo bóng và giảm sự phát triển của Phytoplankton (kể cả thực vật nổi)

1.4. Cơ chế xử lý nước thải bằng đất ngập nước

Để thiết kế, xây dựng, vận hành bãi lọc trồng cây chính xác, đạt hiệu quả cao, việc nắm rõ cơ chế xử lý nước thải của bãi lọc là hết sức cần thiết. Các cơ chế đó bao gồm lắng, kết tủa, hấp phụ hoá học, trao đổi chất của vi sinh vật và sự hấp thụ của thực vật. Các chất ô nhiễm có thể được loại bỏ nhờ nhiều cơ chế đồng thời trong bãi lọc.

1.4.1. Cơ chế loại bỏ các chất hữu cơ có khả năng phân huỷ sinh học trong nước thải

Trong các bãi lọc, phân huỷ sinh học đóng vai trò lớn nhất trong việc loại bỏ các chất hữu cơ dạng hoà tan hay dạng keo có khả năng phân huỷ sinh học (BOD) có trong nước thải. BOD còn lại cùng các chất rắn lắng được sẽ bị loại bỏ nhờ quá trình lắng. Cả bãi lọc ngầm trồng cây và bãi lọc trồng cây ngập nước về cơ bản hoạt động như bể lọc sinh học. Tuy nhiên, đối với bãi lọc trồng cây ngập nước, vai trò của các vi sinh vật lơ lửng dọc theo chiều sâu cột nước của bãi lọc đối với việc loại bỏ BOD cũng rất quan trọng. Cơ chế loại bỏ BOD trong các màng vi sinh vật bao bọc xung quanh lớp vật liệu lọc tương tự như trong bể lọc sinh học nhỏ giọt. Phân huỷ sinh học xảy ra

khi các chất hữu cơ hoà tan được mang vào lớp màng vi sinh bám trên phần thân ngập nước của thực vật, hệ thống rễ và những vùng vật liệu lọc xung quanh, nhờ quá trình khuếch tán. Vai trò của thực vật trong bãi lọc là:

- + Cung cấp môi trường thích hợp cho vi sinh vật thực hiện quá trình phân hủy sinh học (hiếu khí) cư trú.

- + Vận chuyển oxy vào vùng rễ để cung cấp cho quá trình phân hủy sinh học hiếu khí trong lớp vật liệu lọc và bộ rễ [3, 9].

Bãi lọc ngập nước có khả năng xử lý BOD cao, nồng độ BOD trong nước sau xử lý thường nhỏ hơn 20 mg/l. Trong tất cả các dạng bãi lọc đều có chu trình tuần hoàn cacbon riêng sản sinh lượng BOD thấp (1,3 mg/l), vì vậy BOD trong nước sau xử lý thường trong mức giới hạn thấp [Kadlec và Knight, 1996] [19]. Thậm chí đối với những khu vực có điều kiện khí hậu thấp hoặc có khả năng đóng băng vào mùa đông, BOD trong nước sau xử lý vẫn đạt ở mức thấp [Brix, 1998][18].

Nguồn: Trịnh Xuân Lai, 2000

Hình 1.5. Đường đi của BOD/Cacbon bãi lọc

1.4.2. Cơ chế loại bỏ chất rắn trong nước thải

- Các chất lắng được loại bỏ dễ dàng nhờ cơ chế lắng trọng lực, vì hệ thống bãi lọc trồng cây có thời gian lưu nước dài. Chất rắn không lắng được, chất keo có thể được loại bỏ thông qua cơ chế lọc (nếu có sử dụng cát lọc), lắng và phân hủy sinh học (do sự phát triển của vi sinh vật), hút bám, hấp phụ lên các chất rắn khác (thực vật, đất, cát, sỏi...) nhờ lực hấp dẫn Van De Waals, chuyển động Brown. Đối với sự hút bám trên lớp nền, một thành phần quan trọng của bãi lọc ngầm, Sapkota và Bavor (1994) cho rằng, chất rắn lơ lửng được loại bỏ trước tiên nhờ quá trình lắng và phân hủy sinh học, tương tự như các quá trình xảy ra trong bể sinh học nhỏ giọt [15, 16].

- Tất cả các dạng bãi lọc ngập nước đều có khả năng khử chất lơ lửng với hiệu quả cao. Nồng độ chất lơ lửng trong nước sau xử lý trung bình nhỏ hơn 20 mg/l và thường dưới 10 mg/l [3]. Đối với hệ thống dòng chảy bề mặt có diện tích mặt nước tiếp xúc với không khí lớn, hiệu quả xử lý chất lơ lửng thường thấp hơn do khả năng phát triển của các loại rong, tảo. Các bãi lọc loại này cần được thiết kế có độ sâu mực nước thấp, cấy trồng các loại thực vật nổi với mật độ lớn tại khu vực thu nước để loại bỏ tảo trước khi xả nước ra nguồn tiếp nhận. Thực vật nổi trồng trên bề mặt nước sẽ hạn chế khả năng phát triển tảo do ngăn cản quá trình quang hợp của các loài thực vật sống trong nước [8].

- Các cơ chế xử lý trong hệ thống này phụ thuộc rất nhiều vào kích thước và tính chất của các chất rắn có trong nước thải và các dạng vật liệu lọc được sử dụng. Trong môi trường hợp, thực vật trong bãi lọc không đóng vai trò đáng kể trong việc loại bỏ các chất rắn [9].

a.

Nguồn: Trịnh Xuân Lai, 2000

Hình 1.6. Đường đi của các hạt rắn trong bãi lọc

1.4.3. Cơ chế loại bỏ Nitơ trong nước thải

- Nitơ được loại bỏ trong các bãi lọc chủ yếu nhờ 3 cơ chế chủ yếu sau:

- + Nitrat hoá/khử nitơ

- + Sự bay hơi của amoniắc (NH_3)

+ Sự hấp thụ của thực vật

- Hiện nay các nhà nghiên cứu vẫn chưa thống nhất về tầm quan trọng của các cơ chế khử nitơ như đặc biệt với hai cơ chế nitrat hoá/khử nitrat và sự hấp thụ của thực vật.
- Cơ chế xử lý chính đối với các thành phần nitơ trong bãi lọc ngập nước nhân tạo là các quá trình nitrat hóa và khử nitrat [Gersberg và Goldman, 1983; Reddy và các cộng sự, 1989][14]. Tại các vùng hiếu khí, các vi khuẩn nitrat hóa oxy hóa amôni thành nitrat, tại các vùng thiếu khí các vi khuẩn khử nitrat chuyển hóa nitrat thành khí nitơ (N_2). Ôxy cần thiết cho quá trình nitrat hóa được cung cấp từ không khí và từ hệ rễ thực vật. Trong hệ thống dòng chảy ngầm đứng với hình thức tưới gián đoạn, khả năng oxy hóa cao hơn nên hiệu quả nitrat hóa đạt cao hơn nhiều so với hệ thống đất bão hoà nước. Cây trồng hấp thụ nitơ và tổng hợp thành sinh khối. Tuy nhiên sự hấp thụ nitơ bởi cây trồng thường có tốc độ thấp hơn so với quá trình khử nitrat [3].
- Ngoài ra, sự phân hủy các chất ô nhiễm cũng được thực hiện bởi các quá trình khác. Các vùng kỵ khí cũng thường được hình thành trong bãi lọc ngập nước nhân tạo, và các chất ô nhiễm cũng được khử trong điều kiện kỵ khí tại các vùng này. Các vi khuẩn kỵ khí có thể phân hủy các hợp chất hữu cơ và khử nitrat. Quá trình khử nitrat chỉ có thể xảy ra trong điều kiện không có ôxy và giàu cacbon hữu cơ (nguồn dinh dưỡng cho các vi khuẩn khử nitrat).
- Trong các bãi lọc, sự chuyển hoá của nitơ xảy ra trong các tầng oxy hoá và khử của bề mặt tiếp xúc giữa rễ và đất, phần ngập nước của thực vật có thân nhô lên khỏi mặt nước. Nitơ hữu cơ bị oxy hoá thành NH_4^+ trong cả hai lớp đất oxy hoá và khử. Lớp oxy hoá và phần ngập của thực vật là những nơi chủ yếu xảy ra quá trình nitrat hóa, tại đây NH_4^+ chuyển hoá thành NO_2^- bởi vi khuẩn Nitrosomonas và cuối cùng thành NO_3^- bởi vi khuẩn Nitrobacter. Ở môi trường nhiệt độ cao hơn, một số NH_4^+ chuyển sang dạng NH_3 và bay hơi vào không khí. Nitrat trong tầng khử sẽ bị hút đi nhờ quá trình khử nitrat, lọc hay do thực vật hấp thụ. Tuy nhiên, nitrat được cấp vào từ vùng oxy hoá nhờ hiện tượng khuếch tán [1, 2, 3, 9].
- Đối với bề mặt chung giữa đất và rễ, oxy từ khí quyển khuếch tán vào vùng lá, thân, rễ của các cây trồng trong bãi lọc và tạo nên một lớp giàu oxy tương tự như lớp bề mặt chung giữa đất và nước. Nhờ quá trình nitrat hoá diễn ra ở vùng hiếu khí, tại đây NH_4^+ bị oxy hoá thành NO_3^- . Phần NO_3^- không bị cây trồng hấp thụ sẽ bị khuếch tán vào vùng thiếu khí, và bị khử thành N_2 và N_2O do quá trình khử nitrat. Lượng NH_4^+ trong vùng rễ được bổ sung nhờ nguồn NH_4^+ từ vùng thiếu khí khuếch tán vào.
- Các hợp chất nitơ được các vi khuẩn chuyển hóa thành khí nitơ và thoát vào khí quyển. Quá trình oxy hóa thường giới hạn khả năng khử nitơ, vì vậy cấu tạo của bãi lọc và thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải có ảnh hưởng lớn tới khả năng khử nitơ. Các hệ thống dòng chảy ngầm thường đạt hiệu quả khử nitơ ở mức 30,40%; đối với hệ dòng chảy bề mặt có tải trọng bề mặt thấp hơn và thường có hiệu quả khử nitơ đạt cao hơn 50% [7, 9]..

b.

Nguồn: Trịnh Xuân Lai, 2000

Hình 1.7. Đường đi của Nitơ trong bãi lọc

1.4.4. Cơ chế loại bỏ Photpho trong nước thải

- Quá trình khử photpho trong bãi lọc ngập nước xảy ra chủ yếu bởi các phản ứng hấp thụ và kết tủa cùng các nguyên tố khoáng chất như nhôm (Al), sắt (Fe), canxi (Ca), và mùn sét trong đất trầm tích [Richardson, 1985]. Các trạng thái đất ẩm và khô trong các giai đoạn luân phiên làm tăng khả năng cố định photpho trong lớp trầm tích [Bayley et al., 1985; Sah and Mikkelsen, 1986]. Sự

hấp thụ photpho bởi thực vật đóng vai trò quan trọng trong hệ thống có tải lượng bề mặt thấp [Reddy và De Busk, 1985; Breen, 1990][3, 15].

- Cơ chế loại bỏ photpho trong bãi lọc trồng cây gồm có sự hấp thụ của thực vật, các quá trình đồng hoá của vi khuẩn, sự hấp phụ lên đất, vật liệu lọc (chủ yếu là lên đất sét) và các chất hữu cơ, kết tủa và lắng các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , và Mn^{2+} . Khi thời gian lưu nước dài và đất sử dụng có cấu trúc mịn thì các quá trình loại bỏ photpho chủ yếu là sự hấp phụ và kết tủa, do điều kiện này tạo cơ hội tốt cho quá trình hấp phụ photpho và các phản ứng trong đất xảy ra (Reed và Brown, 1992; Reed và nnk, 1998) [3, 16].

- Tương tự như quá trình loại bỏ nitơ, vai trò của thực vật trong vấn đề loại bỏ photpho vẫn còn là vấn đề tranh cãi. Dù sao, đây cũng là cơ chế duy nhất đưa hẳn photpho ra khỏi hệ thống bãi lọc. Các quá trình hấp phụ, kết tủa và lắng chỉ đưa được photpho vào đất hay vật liệu lọc. Khi lượng photpho trong lớp vật liệu vượt quá khả năng chứa thì vật liệu phần vật liệu hay lớp trầm tích đó phải được nạo vét và xả bỏ.

Khả năng khử nitơ và photpho của bãi lọc ngập nước nhân tạo có thể không ổn định và phụ thuộc vào các đặc tính thiết kế và tải lượng chất bẩn. Sự gia tăng lượng sinh khối dư và các khoáng chất là cơ sở bền vững cho quá trình khử photpho trong bãi lọc ngập nước. Để đạt được hiệu quả xử lý photpho thường phải mất một thời gian lâu. Bãi lọc dùng trong mục đích xử lý photpho thường lớn và tiếp nhận nước thải loãng hoặc nước thải đã được xử lý sơ bộ. Bãi lọc ngập nước có khả năng xử lý nitơ dễ hơn so với photpho [3, 9].

Nguồn: Trịnh Xuân Lai, 2000

Hình 1.8. Đường đi của photpho trong bãi lọc

1.4.5. Cơ chế loại bỏ kim loại nặng trong nước thải

- Khi các kim loại nặng hoà tan trong nước thải chảy vào bãi lọc trồng cây, các cơ chế loại bỏ chúng gồm có:

- + Kết tủa và lắng ở dạng hydroxit không tan trong vùng hiếu khí, ở dạng sunfit kim loại trong vùng kỵ khí của lớp vật liệu.

- + Hấp phụ lên các kết tủa oxyhydroxit sắt, Mangan trong vùng hiếu khí.

- + Kết hợp, lẫn với thực vật chết và đất.

- + Hấp thụ vào rễ, thân và lá của thực vật trong bãi lọc trồng cây.

- Một phần nhỏ các nguyên tố kim loại cũng được hấp thụ và kết hợp cùng các khoáng chất hữu cơ và được tích tụ trong bãi lọc ngập nước dưới dạng trầm tích. Sự hấp thụ bởi thực vật và chuyển hóa bởi các vi khuẩn cũng có thể đóng vai trò quan trọng trong xử lý kim loại [Watson và cộng sự, 1989][14].

- Các nghiên cứu chưa chỉ ra được cơ chế nào trong các cơ chế nói trên có vai trò lớn nhất, nhưng nhìn chung có thể nói rằng lượng kim loại được thực vật hấp thụ chỉ chiếm một phần nhất định (Gersberg et al, 1984; Reed et al..., 1988; Wildemann & Laudon, 1989; Dunbabin & Browmer, 1992) [14]. Các loại thực vật khác nhau có khả năng hấp thụ kim loại nặng rất khác nhau. Bên cạnh đó, thực vật đầm lầy cũng ảnh hưởng gián tiếp đến sự loại bỏ và tích trữ kim loại nặng khi chúng ảnh hưởng tới chế độ thủy lực, cơ chế hoá học lớp trầm tích và hoạt động của vi sinh vật [1, 3]. Vật liệu lọc là nơi tích tụ chủ yếu kim loại nặng. Khi khả năng chứa các kim loại nặng của chúng đạt tới giới hạn thì cần nạo vét và xả bỏ để loại kim loại nặng ra khỏi bãi lọc.

- Bãi lọc ngập nước có khả năng lưu giữ tốt một số kim loại nặng. Tuy nhiên khả năng lưu giữ kim

loại của bãi lọc thường có giới hạn nhất định, trong trường hợp quá tải, nồng độ kim loại có thể đạt ngưỡng gây độc cho hệ thực vật trong hệ thống. Vì vậy không nên sử dụng bãi lọc ngập nước để xử lý các loại nước thải có nồng độ kim loại nặng cao.

1.4.6. Cơ chế loại bỏ các hợp chất hữu cơ trong nước thải

- Các hợp chất hữu cơ được loại bỏ trong các bãi lọc trồng cây chủ yếu nhờ cơ chế bay hơi, hấp phụ, phân hủy bởi các vi sinh vật (chủ yếu là vi khuẩn và nấm), và hấp thụ của thực vật.
- Yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu suất loại bỏ các hợp chất hữu cơ nhờ quá trình bay hơi là hàm số phụ thuộc của trọng lượng phân tử chất ô nhiễm và áp suất riêng phần giữa hai pha khí-nước xác định bởi định luật Henry.
- Quá trình phân hủy các chất bẩn hữu cơ chính nhờ các vi khuẩn hiếu khí và kỵ khí đã được khẳng định (Tabak và nnk, 1981; Bouwer&McCarthy, 1983) [14], nhưng quá trình hấp phụ các chất bẩn lên màng vi sinh vật phải xảy ra trước quá trình thích nghi và phân hủy sinh học. Các chất bẩn hữu cơ chính còn có thể được loại bỏ nhờ quá trình hút bám vật lý lên bề mặt các chất rắn lắng được và sau đó là quá trình lắng. Quá trình này thường xảy ra ở phần đầu của bãi lọc. Các hợp chất hữu cơ cũng bị thực vật hấp thụ (Polprasert và Dan, 1994)[15, 18], tuy nhiên cơ chế này còn chưa được hiểu rõ và phụ thuộc nhiều vào loài thực vật được trồng, cũng như đặc tính của các chất bẩn.

1.4.7. Cơ chế loại bỏ vi khuẩn và virus có trong nước thải

- Cơ chế loại bỏ vi khuẩn, virus trong các bãi lọc trồng cây về bản chất cũng giống như quá trình loại bỏ các vi sinh vật này trong hồ sinh học. Vi khuẩn và virus có trong nước thải được loại bỏ nhờ:
 - + Các quá trình vật lý như dính kết và lắng, lọc, hấp phụ.
 - + Bị tiêu diệt do điều kiện môi trường không thuận lợi trong một thời gian dài.
- Các quá trình vật lý cũng dẫn đến sự tiêu diệt vi khuẩn, virus. Tác động của các yếu tố lý-hóa của môi trường tới mức độ diệt vi khuẩn đã được công bố trong nhiều tài liệu: nhiệt độ (Mara và Silva, 1979), pH (Parhad và Rao, 1974; Him và nnk, 1980; Pearson và nnk, 1987), bức xạ mặt trời (Moeller và Calkins, 1980; Polprasert và nnk, 1983; Sarikaya và Saatci, 1987). Các yếu tố sinh học bao gồm: thiếu chất dinh dưỡng (Wu và Klein, 1976), do các sinh vật khác ăn (Ellis, 1983). Hiện những bằng chứng về vai trò của thực vật trong việc khử vi khuẩn, virus trong hệ sinh thái đầm lầy còn chưa được nghiên cứu rõ [9, 17, 20]

Nguồn: Trịnh Xuân Lai, 2000

Hình 1.9. Quá trình loại bỏ vi khuẩn trong bãi lọc

1.5. Một số nghiên cứu về bãi lọc trồng cây trên thế giới

Ở miền bắc Thụy Điển, bãi lọc trồng cây được sử dụng để xử lý bổ sung nước thải sau các trạm xử lý đô thị. Nhìn chung, khử nitơ là mục đích chính, mặc dù hiệu quả xử lý TS và BOD cũng khá cao. Nghiên cứu của J.L. Andersson, S. Kallner Bastviken và K. S. Tonderski đã đánh giá hoạt động trong 3 - 8 năm của bốn bãi lọc trồng cây quy mô lớn (diện tích 20 - 28 ha) [17]. Hai bãi lọc tiếp nhận nước thải đô thị, với các khâu xử lý hoá học và cơ học. Hai bãi lọc còn lại tiếp nhận nguồn nước thải đã được xử lý sinh học, do đó nồng độ BOD (BOD₇) và NH₄⁺-N đầu vào bãi lọc thấp

hơn. Các bãi lọc hoạt động khá ổn định, loại bỏ 0,7-1,5 tấn N/ha.năm. Đây là giá trị trung bình trong thời gian nghiên cứu, với tải trọng biến đổi từ 1,7-6,3 tấn N/ha/năm. Lượng P bị khử cũng biến đổi trong khoảng 10 đến 41 kg/ha.năm, phụ thuộc vào các giá trị tải trọng khác nhau, các dạng hợp chất P và vòng tuần hoàn nội tại của P trong các bãi lọc [21].

Ở Na Uy, bãi lọc trồng cây dòng chảy ngầm đã được xây dựng để xử lý nước thải sinh hoạt vào năm 1991. Ngày nay, ở những vùng nông thôn ở Na Uy, phương pháp này trở nên rất phổ biến để xử lý nước thải sinh hoạt, nhờ các bãi lọc vận hành với hiệu suất cao thậm chí cả vào mùa đông và với chi phí thấp. Mô hình quy mô nhỏ được áp dụng phổ biến ở Na Uy là hệ thống bao gồm bể tự hoại, tiếp đến là một bể lọc sinh học hiếu khí dòng chảy thẳng đứng và một bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang. Bể lọc sinh học hiếu khí trước bãi lọc ngầm để loại bỏ BOD và thực hiện các quá trình nitrat hoá trong điều kiện khí hậu lạnh, nơi thực vật "ngủ" vào mùa đông [17]. Hệ thống được thiết kế theo tiêu chuẩn hiện hành cho phép đạt hiệu suất khử P ổn định > 90% trong vòng 15 năm nếu sử dụng cát thiên nhiên chứa nhiều sắt và canxi hoặc sử dụng vật liệu hấp phụ P tiền chế có trọng lượng nhẹ. Lớp vật liệu này sau khi bão hoà P, có thể sử dụng chúng làm chất cải tạo đất hay làm phân bón bổ sung photpho. Hiệu suất loại bỏ N khoảng 40-60%. Hiệu quả loại bỏ các vi khuẩn chỉ thị rất cao, thường đạt tới < 1000 coliform chịu nhiệt/ 100 ml.

Tại Đan Mạch, hướng dẫn chính thức mới về xử lý nước thải tại chỗ nước thải sinh hoạt gần đây đã được Bộ Môi Trường Đan Mạch công bố, áp dụng bắt buộc đối với các nhà riêng ở nông thôn. Trong hướng dẫn này người ta đã đưa vào hệ thống bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng, cho phép đạt hiệu suất khử BOD tới 95% và nitrat hoá đạt 90%. Hệ thống này có thể bao gồm cả quá trình kết tủa hoá học để tách photpho bằng PAC trong bể phản ứng lắng, cho phép loại bỏ 90% photpho [17]. Diện tích bề mặt của bãi lọc là 3,2m²/người và chiều sâu lọc hiệu quả là 1m. Nước thải sau lắng sẽ được bơm gián đoạn lên bề mặt của lớp vật liệu lọc bằng bơm và hệ thống ống phân phối. Lớp thoát nước ở đáy được thông khí bị động thông qua các ống hơi nhằm tăng cường sự trao đổi oxy vào quá trình lọc. Một nửa dòng chảy đã được nitrat hoá từ lớp vật liệu lọc sẽ được bơm tuần hoàn vào ngăn đầu của bể lắng hoặc chảy vào ngăn bơm nhằm tăng cường quá trình khử nitơ và ổn định hoạt động của hệ thống. Hệ thống loại bỏ photpho được đặt trong bể lắng với một bơm định lượng cỡ nhỏ. Hoá chất được trộn với nước thải nhờ hệ thống bơm dâng bằng khí đơn giản, đồng thời làm nhiệm vụ tuần hoàn nước trong ngăn lắng. Hệ thống bãi lọc trồng cây dòng chảy thẳng đứng là một giải pháp thay thế cho lọc trong đất, cho phép đạt hiệu quả xử lý cao trước khi xả ra môi trường.

- Nghiên cứu về loại bỏ vi sinh vật trong nước thải:

Ở Đức, một chương trình nghiên cứu về mặt vi sinh vật - sự tồn tại và chết của các mầm bệnh trong nước thải được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu Hagendorf Ulrich, Diehl Klaus và nhiều người khác trong nhiều năm, trên các mẫu nước lấy từ ba bãi lọc trồng cây xử lý nước thải đã qua xử lý sơ bộ (bể tự hoại nhiều ngăn, hồ) và từ nước thải sinh hoạt đã qua xử lý sơ bộ. Nồng độ của các vi sinh vật chỉ thị hay các mầm bệnh được xác định ở nhiều vị trí và các bậc của hệ thống xử lý. Với số liệu từ hơn 3600 phân tích vi sinh, so sánh với các số liệu từ một hệ thống đã vận hành được 18 năm cho phép đưa được cả các yếu tố vận hành vào trong đánh giá.

Các nghiên cứu cho thấy rằng hiệu suất loại bỏ trung bình của các vi sinh vật chỉ thị và các mầm bệnh nằm trong khoảng 1,5 - 2,5 đơn vị log với hệ thống xử lý một bậc và 3 - 5 đơn vị log đối với hệ thống xử lý nhiều bậc. Không có sự khác nhau đáng kể giữa bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy ngang và dòng chảy đứng. Hiệu suất loại bỏ vi sinh vật trong các bãi lọc trồng cây rõ ràng là hơn

hắn so với hệ thống bùn hoạt tính truyền thống.

- Nghiên cứu xử lý bùn bể phốt bằng bãi lọc ngầm trồng cây:

Viện Công nghệ Châu Á (AIT), Thái Lan, kết hợp với Viện Khoa học và Công nghệ Môi Trường liên bang Thụy Sĩ SANDEC, EAWAG đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm xử lý phân bùn bể phốt lấy từ Bangkok bằng hệ thống bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng với cây cỏ nến (Typha) tại AIT liên tục từ năm 1997 tới nay. Tải trọng TS bằng 250 kg/m².năm được coi là tải trọng tối ưu để xử lý phân bùn. Cần ngăn cản sự héo rũ của cỏ nến vào mùa khô bằng cách tưới nước bãi lọc bằng nước sau xử lý. 65% nước từ phân bùn được thu qua hệ thống thu nước và 35% bay hơi. Bãi lọc được vận hành gần 4 năm, không phải sửa chữa hệ thống thấm [3,16]. Chất rắn tích lũy chứa hàm lượng trứng giun thấp, đáp ứng tiêu chuẩn tái sử dụng trong nông nghiệp đối với bùn cặn. So sánh với sân phơi bùn truyền thống, bãi lọc ngầm trồng cây cho phép thời gian lưu giữ bùn khô lớn hơn nhiều (5-6 năm). Ưu điểm của phương pháp xử lý phân bùn bằng bãi lọc trồng cây là bộ rễ tạo ra cấu trúc xốp, với hệ thống mao mạch nhỏ li ti trong bãi lọc, giúp cho quá trình khử nước của hệ thống được duy trì trong nhiều năm mà không bị tắc [3].

- Nghiên cứu xử lý nước thải công nghiệp, nước rỉ bãi rác bằng bãi lọc trồng cây:

Tại Bồ Đào Nha, I.c. Davies, c.c. Carias và nnk đã nghiên cứu vai trò của cây sậy (Phragmites communis) - tác nhân peroxide trong quá trình phân hủy chất nhuộm azo, axit cam 7 (AO7) trong bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng. Nghiên cứu cho thấy các chất do thực vật tươi tiết ra có thể phân hủy AO7 và các amin thơm của nó, sau 120 giờ tiếp xúc với H₂O₂, loại bỏ được 3,2-5,7 mgAO7/gP.Australis khi dòng chảy có nồng độ 40 mgAO7/l (8 mgAO7/gP.Australis) [3].

Từ nghiên cứu này cho thấy bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng thích hợp để xử lý nước thải chứa chất nhuộm Azo. Với nồng độ của dòng vào là 130 mgAO7/l, hoạt tính peroxide của thực vật trong lá, thân và rễ theo thứ tự tăng gấp 2,1 lần, 4,3 lần và 12,9 lần. Khi nồng độ chất nhuộm 700 mgAO7/l, hoạt tính peroxid của thực vật bị ức chế ngay tức khắc nhưng chỉ sau hai ngày hoạt tính này trở về được như cũ. Tải trọng hữu cơ AO7 từ 21 đến 105 g COD/m².ngày không độc và có khả năng loại bỏ từ 11 đến 67 g COD/m².ngày. Hiệu quả loại bỏ AO7 và TOC là tương đương nhau (khoảng 70%) cho thấy AO7 bị khoáng hóa. Chu trình 3 giờ là thời gian thích hợp để phân hủy AO7 [3].

Bãi lọc trồng cây cũng đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới để xử lý nước rò rỉ từ bãi rác (kể cả bãi chôn lấp rác sau khi đốt) đạt hiệu quả rất tốt như bãi lọc trồng cây ngập nước xử lý nước rác ở Linkoepping, Thụy Điển.

1.6. Các nghiên cứu ở Việt Nam về bãi lọc trồng cây xử lý nước thải

Ở Việt Nam, phương pháp xử lý nước thải bằng các bãi lọc trồng cây còn khá mới mẻ, bước đầu đang được một số trung tâm công nghệ môi trường và các trường đại học đã áp dụng thử nghiệm. Các đề tài nghiên cứu mới đây nhất về áp dụng phương pháp này tại Việt Nam như "Xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng trong điều kiện Việt Nam" của Trung tâm Kỹ thuật Môi trường đô thị và khu công nghiệp (Trường Đại học Xây dựng Hà Nội), "Xây dựng mô hình hệ thống đất ngập nước nhân tạo để xử lý nước thải sinh hoạt tại các xã Minh Nông, Bến Gót, Việt Trì" của Trường Đại học Quốc gia Hà Nội... đã cho thấy hoàn toàn có thể áp dụng phương pháp này trong điều kiện của Việt Nam. Theo GS.TSKH Nguyễn Nghĩa Thìn (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội) thì Việt Nam có đến 34 loại cây

có thể sử dụng để làm sạch môi trường nước. Các loài cây này hoàn toàn dễ kiếm tìm ngoài tự nhiên và chúng cũng có sức sống khá mạnh mẽ [6, 8].

PGS. TS Nguyễn Việt Anh, Chủ nhiệm Đề tài hợp tác nghiên cứu giữa Trường Đại học Tổng hợp Linköping (Thụy Điển) và Trung tâm Kỹ thuật Môi trường đô thị và khu công nghiệp về xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc trồng cây" cho biết: "Chúng tôi đang tiến hành thử nghiệm Bãi lọc ngầm trồng cây có dòng chảy thẳng đứng sử dụng các vật liệu sỏi, gạch để xử lý nước thải sau bể tự hoại, trồng các loại thực vật để kiểm, phổ biến ở nước ta như Cỏ nển, Thủy trúc, Sậy, Phất lộc, Mai nước,... Kết quả rất khả quan, nước thải ra đạt tiêu chuẩn xả ra môi trường hay tái sử dụng lại. Công nghệ này rất phù hợp với điều kiện của Việt Nam, nhất là cho quy mô hộ, nhóm hộ gia đình, các điểm du lịch, dịch vụ, các trang trại, làng nghề,..."[2].

Hệ thống thực vật rất quan trọng trong cấu tạo của bãi lọc ngầm một số thực vật được chọn lựa như: cỏ nển, cỏ năn, lau sậy, cỏ đuôi mèo, rau chai, mần trâu, thủy trúc, dầu mè, v.v. đã có những nghiên cứu về khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm của các loài thực vật trên.

Đề tài của Nguyễn Hà Phương Ngân - sinh viên khoa môi trường và công nghệ sinh học Đại học Kỹ thuật công nghệ TP.HCM. Đề tài nghiên cứu khoa học "Nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi bằng cây dầu mè (*Jatropha curcas* L.) trên mô hình bãi lọc thực vật". Nước thải được lấy tại một trang trại chăn nuôi bò sữa và sau 30 ngày làm thí nghiệm đã thu tốc độ phát triển của cây chính là cây cao gần gấp rưỡi chiều cao ban đầu, chứng tỏ cây có khả năng chịu đựng và thích nghi cao với nồng độ nước thải chăn nuôi, tốc độ phát triển của lá tăng 50% so với số lá ban đầu, khả năng tích lũy đạm trong cây cao đạt 39% lượng đạm đầu vào. Trong đó, hàm lượng đạm tích lũy trong rễ 25%, thân 64%, lá 11%. Lượng đạm tích lũy trong đất cũng khoảng 39%, còn lại được vi sinh vật chuyển thành N_2 thoát hơi [11].

Sự kết hợp giữa bãi lọc ngầm và bể BASTAF trồng các loại thực vật nước để kiểm, phổ biến ở Việt Nam, do Viện Khoa học và Kỹ thuật môi trường (IESE), Trường Đại học xây dựng phát triển cho phép đạt chất lượng nước đầu ra đáp ứng tiêu chuẩn cột A hoặc cột B, QCVN 14:2008 và QCVN 24:2009 đối với các chỉ tiêu COD, SS, T-P, T-N, vi sinh vật, cho phép đạt tiêu chuẩn xả ra môi trường hay tái sử dụng lại nước thải, là công nghệ phù hợp với điều kiện của Việt Nam, nhất là ở các nhà chung cư cao tầng, nhóm hộ hay các hộ gia đình đơn lẻ, các công trình công cộng như cơ quan, trường học, bệnh viện, nhà hàng, khu du lịch, cũng như để xử lý nước thải có tỷ lệ các chất hữu cơ cao như nước thải công nghiệp thực phẩm, nước thải từ các làng nghề chế biến nông sản, thực phẩm.

Khác với bãi lọc tự nhiên, thường là nơi tiếp nhận nước thải sau khi xử lý, với chất lượng đã đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn và chúng chỉ làm nhiệm vụ xử lý bậc cao hơn, bãi lọc nhân tạo có trồng cây là một thành phần trong hệ thống các công trình xử lý nước thải sau bể tự hoại hay sau xử lý bậc hai. Nhóm nghiên cứu đã lắp đặt và chạy mô hình XLNT với Bể tự hoại và Bãi lọc ngầm trồng cây dòng thẳng đứng (VFCW), với các chế độ vận hành khác nhau, đánh giá hiệu quả xử lý, với ảnh hưởng của tải trọng chất bẩn, thủy lực, loại vật liệu lọc, cây trồng, thời tiết...theo các tiêu chí COD, SS, N, P, Coliforms,... Các nội dung nghiên cứu khác là đánh giá sự phù hợp của công nghệ đối với các điều kiện địa phương (khí hậu, địa hình, đất đai, xã hội học...), khả năng tận dụng thực vật (biomass) sau thu hoạch.

Ở Việt Nam, sử dụng công nghệ bãi lọc trồng cây trong xử lý môi trường chủ yếu mới trong giai đoạn nghiên cứu thử nghiệm. Tuy nhiên việc sử dụng các hệ thống tự nhiên nói chung và hệ thống bãi lọc nhân tạo nói riêng đã bắt đầu được sử dụng, như hệ thống bãi lọc xử lý nước thải cho nhà máy chế biến cà phê ở Khe Sanh, hệ thống bãi lọc xử lý nước thải ở Thành phố Việt Trì [2].

Tại Thành phố Đà Nẵng, những mô hình áp dụng đất ngập nước hay bãi lọc nhân tạo cũng đã mang lại những thành công đáng kể. Điển hình như việc làm sạch nước hồ Đầm Rong, hồ Thạch Gián bằng bèo Lục Bình. Đây là nơi tập trung nước thải của cả khu vực dân cư rộng khoảng 50 ha, mật độ từ 200 - 300 người/ha. Công ty Môi trường đô thị Đà Nẵng cũng đã thiết kế các ô chứa lục bình giữa hồ, bố trí thành các hình hoa văn để vừa có tính thẩm mỹ, vừa xử lý được mùi hôi do tác dụng của lục bình, tạo sự thông thoáng cho mặt hồ. Theo công trình đạt giải nhất tại cuộc thi Sony Xanh tổ chức (2007), sinh viên Trường Đại học Bách Khoa đã thành công trong việc góp phần xử lý, làm sạch hồ 29/3 bằng hệ thống thực vật nổi trên mặt nước vừa đảm bảo chức năng môi trường và tạo thêm giá trị thẩm mỹ cho “Lá phổi Xanh” của Thành phố [10].

Trường Đại học Cần Thơ đã tiến hành các khảo sát khả năng xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải từ các ao nuôi cá nước ngọt bằng biện pháp đất ngập nước kiến tạo kiểu chạy ngầm nằm ngang từ năm 2003 đến nay. Các nghiên cứu thực nghiệm đã được tiến hành trong khuôn viên trường và thực địa với sự hợp tác của nông dân ở Cần Thơ. Kết quả cho thấy, đây là một triển vọng khả thi cho việc xử lý nước thải ở vùng ĐBSCL.

Các nhà khoa học thuộc Khoa Môi trường, Trường Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh đã nghiên cứu ứng dụng đất ngập nước kiến tạo dòng chảy ngầm (bãi lọc ngầm trồng cây) để xử lý các chất ô nhiễm và dư lượng kháng sinh chloramphenicol tồn tại trong nước thải các ao nuôi thủy sản khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả nghiên cứu cho thấy, giải pháp ứng dụng đất ngập nước kiến tạo xử lý tái sử dụng cho nuôi trồng thủy sản là khả thi. Ở các tải trọng thích hợp, chloramphenicol và các chất ô nhiễm giảm 50% COD, 85% độ đục, 68% độ màu, 38% T-P, 43% T-N, gần 90% cặn lơ lửng và 40% CAP. Nước thải sau khi qua mô hình đạt yêu cầu về chất lượng nước nuôi trồng thủy sản (TCVN 5943-1995 và TCVN 5942-1995 loại A), có thể sử dụng tái sinh cho các ao nuôi [11].

Sậy là một trong những cây trồng được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu về khả năng hút kim loại nặng của nó. Các nhà nghiên cứu đến từ Trung tâm Sinh học Thực nghiệm thuộc Viện ứng dụng Công nghệ của Việt Nam mới đây cũng thử nghiệm thành công biện pháp này trong việc làm sạch nguồn nước thải tại một cơ sở tuyển quặng thiếc ở Thái Nguyên. Sau khi được chặt hết lá và để ở chiều cao 20 – 25cm, sậy được trồng trong hệ thống đất ngập nước nhân tạo với mô hình xử lý 5m³/ngày, bao gồm các thành phần kim loại như As, Pb, Cu, Fe, Zn, Sn. Sậy được trồng theo hàng, mỗi hàng cách nhau 20cm. Trong giai đoạn nuôi cây, chỉ sử dụng duy nhất nước ao để tưới nhưng khi sậy phát triển thì bắt đầu đưa nước thải vào để xử lý và đánh giá hiệu quả. Theo kết quả nghiên cứu được công bố trên Tạp chí sinh học số 2/2011, sậy phát triển khá tốt ngay cả khi được bổ sung lượng nước thải chứa kim loại nặng [12]. Và sau khoảng 7 tháng, sậy phát triển ưu thế hơn hẳn trong toàn bộ hệ thống đất ngập nước. Lượng kim loại nặng được tích tụ chủ yếu trong lớp bùn của hệ thống đất ngập nước, nhiều nhất là ở phần bùn phía tiếp nhận nước vào. Thời gian hoạt động của hệ thống đất ngập nước càng lâu thì khả năng làm sạch nguồn nước thải càng hiệu quả.

Dự án xử lý nước thải bệnh viện bằng cây sậy của TS-BS Lê Trường Giang (Phó Giám đốc Sở Y tế TP. Hồ Chí Minh) được áp dụng thí điểm tại bệnh viện Nhân Ái (huyện Thác Mơ, tỉnh Bình Phước) đã chứng minh được khả năng xử lý nước thải của cây sậy. Trong buổi nghiệm thu dự án, Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM đánh giá cao đóng góp khoa học của BS. Giang. Dự án tiếp tục được theo dõi để có thể mang ra áp dụng đại trà cho các bệnh viện tại Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu tại một nhà máy chế biến thủy sản của các tác giả Nguyễn Minh Trí, Nguyễn Duy Chinh, Nguyễn Việt Thắng – Trường Đại học Khoa học Huế cho thấy: Hàm lượng

Nitơ tổng số giảm 91% sau 72 giờ [12]. Gần đây nhất là công bố thì khả năng xử lý nước thải của cỏ Vetiver được khẳng định thêm ở Việt Nam và được khuyến cáo sử dụng rộng rãi. Theo kết quả nghiên cứu này, hàm lượng oxy hòa tan (DO) sau xử lý bằng cỏ Vetiver tăng từ 2,95mg/l đến 4,93mg/l trong 12 ngày, hiệu suất đạt tới 67,12%. Ngược lại nhu cầu oxy hóa học (COD) lại giảm đáng kể, từ 420 mg/l xuống còn 120 mg/lit sau 12 ngày xử lý và đã giảm 1,92 lần so với trước khi xử lý. Hàm lượng Nitơ cũng giảm 1,94 lần, hàm lượng P cũng giảm 2,503 lần so với trước khi xử lý. Nguồn nước sau khi xử lý có giá trị các thông số kỹ thuật hầu hết đạt TCVN 5945 – 2005 loại B, điều này chứng tỏ cỏ Vetiver có khả năng xử lý chất thải rất hữu hiệu, rẻ tiền và dễ nhân rộng (Đào Lệ Hằng, 2009, Cỏ Hương bài – giải pháp xử lý mới chất thải chăn nuôi. Nongnghiep.vn)

MỤC TIÊU

3. Mục tiêu của đề tài

- Đề xuất được quy trình công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm trồng cây đáp ứng tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam
- Xác định được các thông số tính toán thiết kế và các chỉ số kỹ thuật trong thiết kế, vận hành thiết bị ứng với công suất và chất lượng nước khác nhau.

NỘI DUNG

7. Nội dung nghiên cứu

7.1.1. Lựa chọn công thức vật liệu lọc để sử dụng trong mô hình bãi lọc ngầm trồng cây

7.1.1. Xác định độ dẫn thủy lực của các công thức vật liệu lọc được sử dụng:

- Xác định độ dẫn thủy lực của các công thức vật liệu
- 7.1.2. Đánh giá khả năng xử lý nước thải của các công thức vật liệu
 - Đánh giá khả năng xử lý BOD5 của các công thức vật liệu
- Đánh giá khả năng xử lý COD của các công thức vật liệu
- Đánh giá khả năng xử lý đạm tổng số của các công thức vật liệu
- Đánh giá khả năng xử lý lân tổng số của các công thức vật liệu
- Đánh giá khả năng xử lý TSS của các công thức vật liệu
- Xác định chỉ tiêu EC và pH của nước thải sau xử lý của các công vật liệu

7.2. Lựa chọn công thức cây trồng để sử dụng trong mô hình bãi lọc

7.2.1. Đánh giá ngưỡng chịu tải lượng của các loại cây trồng

- Xác định nồng độ BOD đầu vào của thí nghiệm
- Biểu hiện kiểu hình của các loại cây trồng ở các nồng độ khác nhau
- Tỷ lệ sống của các loại cây ở các nồng độ khác nhau

7.2.2. Khả năng sinh trưởng chiều cao và ra rễ của các loại cây trồng ở các nồng độ khác nhau

- Tăng trưởng chiều cao của các loại cây ở các nồng độ khác nhau
- Khả năng phát triển của bộ rễ các cây trồng trong thời gian thí nghiệm

7.2.3. Đánh giá khả năng xử lý nước thải chăn nuôi của các công thức cây trồng

- Đánh giá khả năng xử lý (T- N) của các công thức cây trồng
- Đánh giá khả năng xử lý (T- P) của các công thức cây trồng
- Đánh giá khả năng xử lý BOD của các công thức cây trồng
- Đánh giá khả năng xử lý COD của các công thức cây trồng
- Đánh giá khả năng xử lý TDS của các công thức cây trồng
- So sánh hiệu suất xử lý giữa các công thức đối với các chỉ tiêu theo dõi

7.3. Xây dựng mô hình bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang

7.3.1. Xác định các thông số thiết kế, vận hành của mô hình bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang

Các thông số kỹ thuật như dung tích mô hình (V), độ sâu bể (h), diện tích mặt bể (Ah), diện tích mặt cắt ngang (Af), độ dẫn thủy lực (Hd), độ dốc (i) tương ứng với các tải trọng thủy lực (TR) ...

7.3.2. Xác định tải trọng thủy lực tối ưu ứng dụng vào các công thức vật liệu lọc được sử dụng

- Chạy mô hình với tải trọng thủy lực 20 lít/ngày
- Chạy mô hình với tải trọng thủy lực 30 lít/ngày
- Chạy mô hình với tải trọng thủy lực 40 lít/ngày
- Chạy mô hình với tải trọng thủy lực 50 lít/ngày

7.3.3. Xây dựng quy trình vận hành công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm với dòng chảy ngang.

- Hoàn thiện Quy trình công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang đáp ứng tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

5. Phương pháp nghiên cứu

5.1. Thí nghiệm 1: Xác định khả năng xử lý nước thải và độ dẫn thủy lực của các công thức vật liệu lọc được sử dụng trong bãi lọc.

- Các loại vật liệu lọc:

Kí hiệu

Loại vật liệu

ST

Sỏi cuội thô có 20 mm đến 30 mm lẫn cát to

SN

Sỏi cuội nhỏ có 5 mm đến 10 mm

DT

Đá to có 10 mm đến 30 mm

DN

Đá nhỏ có 5 mm đến 10 mm

CT

Cát to 0,5 mm đến 1,0 mm

CM

Cát mịn < 0,1 mm

MB

Mùn bán phân hủy

SM

Sét hạt mịn

- Điều kiện thí nghiệm:
 - + Nước thải chăn nuôi được lấy từ dòng thải sau hầm bioga của trang trại chăn nuôi trong địa bàn nghiên cứu
 - + Mô hình chỉ có vật liệu lọc không trồng cây
 - + Tải trọng thủy lực được giữ ổn định ở mức 10 lít/ngày, thời gian kéo dài trong vòng 10 ngày
 - + Tải lượng dòng vào (trước xử lý) ở các công thức như nhau
 - + Các thí nghiệm tiến hành cùng một thời gian
- Bố trí thí nghiệm: mỗi thí nghiệm làm với 3 lần nhắc lại.
- Vật liệu nền ở vị trí từ dưới lên trên cố định là:
$$\text{Nền} = \text{CN} + \text{CM} + \text{MB} + \text{SM}$$
- Các công thức trong thí nghiệm:

Kí hiệu của công thức

Công thức

VL1

Nước không có vật liệu lọc (đối chứng)

VL2

ST + Nền

VL3

SN + Nền

VL4

DT + Nền

VL5

DN + Nền

VL6

ST + DN + Nền

VL7

SN + DT + Nền

- Các chỉ tiêu theo dõi:

+ Độ dẫn thủy lực (Hydraulic conductivity) của các công thức đo bằng phương pháp thực nghiệm.

+ Một số chỉ tiêu vật lý như độ đục - trong, màu, mùi được đánh giá bằng phương pháp cảm quan (định tính)

+ Nồng độ sau xử lý - TDS, pH, DO, COD, T-P, T-N ở các công thức bằng phương pháp hiện hành

- Dự kiến kết quả là lựa chọn được loại vật liệu cũng như công thức có khả năng xử lý tốt để đưa vào mô hình bãi lọc ngầm có trồng cây.

5.2. Thí nghiệm 2: Xác định công thức cây trồng trong bãi lọc

- Vật liệu thí nghiệm: Thí nghiệm sử dụng các loại cây trồng có trong vùng như cây Møn nước (MN), Phát lộc (PL), Hoa bóng nước (HBN), Hoa dong (HD), Chuối hoa (CH). Các loại cây trồng được chuẩn bị từ trước có chiều cao khoảng 20-25 cm.

- Nước thải chăn nuôi được lấy từ dòng thải sau hầm bioga của trang trại chăn nuôi trong địa bàn nghiên cứu

- Điều kiện thí nghiệm:

- + Thí nghiệm trồng cây có vật liệu lọc đồng nhất được chọn
- + Tải trọng thủy lực được giữ ổn định ở mức 10 lít/ngày.
- + Tải lượng dòng vào (trước xử lý) ở các công thức như nhau
- + Thí nghiệm tiến hành cùng một thời gian trong mỗi lần nhắc lại

5.2.1. Thí nghiệm 2a: Thử khả năng chịu tải lượng dòng thải của các cây trồng

- Bố trí thí nghiệm:

- + Bố trí theo ngẫu nhiên với 3 lần nhắc lại
- Các công thức tham gia thí nghiệm:

ND1:

Nước thường + Các loại cây tham gia thí nghiệm (đối chứng)

ND2

Nước thải có nồng độ 25% + Các loại cây tham gia thí nghiệm

ND3:

Nước thải có nồng độ 50% + Các loại cây tham gia thí nghiệm

ND4

Nước thải có nồng độ 75% + Các loại cây tham gia thí nghiệm

ND5

Nước thải có nồng độ 100% + Các loại cây tham gia thí nghiệm

- Dùng nước thải chẵn nuôi có BOD cao sau đó pha thành các nồng độ 25%, 50%, 75%, 100% để xác định ngưỡng chịu tải BOD của các loại cây trồng.

- Tiêu chí đánh giá: chết, héo rũ, vàng lá, không phát triển, PT kém, PT trung bình, PT tốt.

- Thử trong thời gian 40 ngày, kiểm tra bằng trực quan ở các nồng độ. Nếu ở nồng độ nào có xuất hiện cây chết hay có dấu hiệu sinh trưởng kém thì dừng lại. Nếu khả năng chịu của cây thấp quá thì loại bỏ cây đó.

Để có các tỉ lệ nồng độ thích hợp dùng thử khả năng chịu tải chúng tôi dùng phương pháp pha loãng.

$$W = W_0 (C_1 - C_2) / (C_2 - C_3)$$

- Các nồng độ thử được pha loãng theo công thức pha loãng.

Trong đó: C1 là nồng độ BOD đậm đặc chưa pha (100%)

C2 là nồng độ BOD cần pha;

C3 là nồng độ BOD của nước dùng để pha loãng.

5.2.2. Thí nghiệm 2b: Xác định khả năng sinh trưởng, phát triển và hấp thu N, P, tạo oxy của các loại cây trong mô hình

- Bố trí thí nghiệm: Bố trí theo ngẫu nhiên với 3 lần nhắc lại

- Các công thức thí nghiệm 2b:

CT1

Không có cây trồng (đối chứng)

CT2

Hoa Dong (HD)

CT3

Mon nước (KMN)

CT4

Chuối hoa (CH)

CT5

Phát lộc (PL)

Mon nước (MN) + Phát lộc (PL) + Hoa Dong (HD) + Chuối hoa (CH)

- Thời gian bố trí thí nghiệm 3 tháng kể từ ngày trồng
- Các chỉ tiêu theo dõi: Khả năng sinh trưởng phát triển của cây trong mô hình như tốc độ tăng trưởng chiều cao, chiều cao cây, dài rễ. Chiều cao đo sau 10 ngày, 20 ngày, 30 ngày, 40 ngày theo thời gian nâng nồng độ. Đếm số rễ sau 40 ngày kể từ lúc bắt đầu thử nồng độ.
- Lấy mẫu nước để phân tích ở cuối tháng thứ 3.
- Hàm lượng T-N, T-P từ bộ rễ của các công thức bằng các phương pháp hiện hành.
- Một số chỉ số của nước trước và sau xử lý như màu, mùi, độ đục bằng phương pháp cảm quan và pH bằng pH kế

5.3. Thí nghiệm 3: Thiết kế 3 mô hình 1 bậc và xác định tải trọng thủy lực tối ưu cho mô hình bãi lọc trồng cây

Từ kết quả của 2 thí nghiệm trên, sẽ lựa chọn công thức vật liệu lọc và cây trồng tốt nhất để thiết kế mô hình bãi lọc ngầm trồng cây.

- Xác định mặt cắt ngang của mô hình được tính theo công thức:
- Dạng mô hình là hình chữ nhật
- Kích thước mô hình được tính theo công thức phù hợp với độ dẫn thủy lực, tải trọng thủy lực, tải lượng dòng vào.
- Nước thải chăn nuôi được lấy từ dòng thải sau hầm bioga của trang trại chăn nuôi trong địa bàn nghiên cứu
- Tiến hành chạy 3 mô hình song song với dòng chảy ngang liên tục ở 3 mức tải trọng thủy lực 20lít/ngày, 30 lít/ngày, 40 lít/ngày, 50 lít/ngày (TR1 - 20 lít/ngày, TR2 - 30 lít/ngày, TR3 - 40 lít/ngày, TR4 - 50 l/ngày)
- Thời gian chạy xử lý là 4 tháng. Lấy mẫu nước phân tích tối thiểu 1 tháng lấy 1 lần, Thời gian lưu nước trong mô hình 3 ngày, 5 ngày, 7 ngày tương ứng với số lần lấy mẫu đem phân tích.
- + Các thông số môi trường dòng vào, dòng ra (TSS, pH, EC, BOD, COD, T-P, T-N) của mô hình 1 bậc được phân tích theo phương pháp tiêu chuẩn Việt Nam.
- + Đánh giá khả năng xử nước thải chăn nuôi của mô hình bãi lọc ngầm trồng cây bằng cách so sánh kết quả phân tích các chỉ tiêu ở đầu ra với đầu vào và TCVN hay QCVN hiện hành.
- + Thiết lập mối quan hệ giữa các thông số kỹ thuật của mô hình như mô đun dòng thải, dung tích mô hình, độ sâu bể, diện tích mặt bể, diện tích mặt cắt ngang, độ dẫn thủy lực, độ dốc tương ứng với các tải trọng thủy lực.

5.4. Phương pháp xác định các chỉ tiêu theo dõi

- Độ dẫn thủy lực (Hydraulic conductivity) của các vật liệu lọc đo bằng công thức: K
 $= Q/A.I;$
- Trong đó: K - độ dẫn thủy lực
 A - diện tích mặt cắt ướt (m²)

I - độ dốc bãi lọc (%)

Q – lưu lượng dòng vào (l/s)

$$Q = W/T$$

W - lượng nước dòng vào (lít)

T - thời gian (giờ)

- Các nồng độ thử tải lượng cây trồng được pha loãng theo công thức sau.

Công thức pha loãng: $W = W_0 (C_1 - C_2)/(C_2 - C_3)$

Trong đó: C1 là nồng độ BOD đậm đặc chưa pha (100%)

C2 là nồng độ BOD cần pha;

C3 là nồng độ BOD của nước dùng để pha loãng.

Sau pha loãng có tải lượng BOD dòng vào (trước xử lý) ở các công thức như sau:

Nồng độ 1: ND1 - Hàm lượng BOD5 25% so với đậm đặc

Nồng độ 2: ND2 - Hàm lượng BOD5 50% so với đậm đặc

Nồng độ 3: ND3 - Hàm lượng BOD5 75% so với đậm đặc

Nồng độ 4: ND4 - Hàm lượng BOD5 100% đậm đặc

- Tải trọng thủy lực của các vật liệu lọc đo và tính toán bằng phương pháp thực nghiệm.

- Một số chỉ tiêu vật lý như độ đục - trong, màu, mùi được đánh giá bằng phương pháp cảm quan (định tính), đo pH bằng pH kế.

- Nồng độ trước và sau xử lý: pH, EC, TDS, COD, BOD, T-P, T-N ở các công thức được phân tích tại Bộ môn khoa học và công nghệ môi trường, theo đúng qui định trong TCVN:

+ TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989): Chất lượng nước - Xác định nhu cầu oxy hóa học (COD);

+ TCVN 6638:2000. Chất lượng nước - Xác định Nitơ tổng số bằng phương pháp Ken-đan;

+ TCVN 6202:2008. Chất lượng nước - Xác định Photpho tổng số;

+ TCVN 6001:2008 (ISO 5815-2:2003), Chất lượng nước – Xác định nhu cầu oxy sinh hóa sau n ngày (BODn);

+ TCVN 8775:2011 Chất lượng nước - Xác định coliform tổng số - Kỹ thuật màng lọc.

+ Xác định TSS Theo phương pháp SMEWW2540B.

+ EC, TDS: Đo bằng máy Hanna-Italia HI 9828/4.

- Theo dõi các chỉ tiêu sinh trưởng chiều cao của cây:

+ Thời gian đo đếm: 5 ngày, 10 ngày đo 1 lần

+ Đo chiều cao cây (cm) được đo từ gốc cây đến đỉnh sinh trưởng của cây (đo đếm 3 cây/1 ô thí nghiệm).

5.5. Xây dựng quy trình công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang:

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu có được chúng tôi sẽ tiến hành xây dựng quy trình vận hành mô hình bãi lọc ngầm trồng cây xử lý nước thải chăn nuôi.

6. 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

6.1. Đối tượng nghiên cứu

Bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang xử lý nước thải chăn nuôi.

6.2. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu hệ thống bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy ngang xử lý nước thải chăn nuôi phù hợp với điều kiện vùng tỉnh Thái Nguyên Việt Nam

HIỆU QUẢ KTXH

HIỆU QUẢ ĐẠT ĐƯỢC CỦA ĐỀ TÀI

3.1. Hiệu quả về kinh tế

Công nghệ bãi lọc trồng cây xử lý nước thải ở mức độ xử lý cấp 2 trong điều kiện tự nhiên, đạt hiệu suất cao, chi phí thấp và ổn định. Nó có ưu điểm hơn nhiều các công nghệ xử lý khác là không sử dụng hóa chất, không sử dụng năng lượng, xây dựng đơn giản, có thể áp dụng cho nhiều đối tượng xả thải như hộ gia đình, trang trại, trường học, bệnh viện do vậy tiết kiệm được chi phí đầu vào để xử lý nước thải. Hơn thế nữa, nước sau khi qua xử lý bằng bãi lọc trồng cây có thể tái sử dụng được ngay cho trang trại chăn nuôi hay sử dụng tưới tốt cho cây trồng, tiết kiệm được nguồn tài chính cho việc mua nước.

3.2. Đề tài đã đào tạo được

- Được 05 đề tài cấp đại học:

1. Linh Thị Phụng – 40 KHMT - với đề tài: “Xác định ngưỡng chịu tải lượng của các loại cây trồng trong bãi lọc ngầm”.

Giáp Văn Thịnh – 40 KHMT - với đề tài: “Xác định độ dẫn thủy lực và khả năng xử lý nước thải của một số loại vật liệu lọc sử dụng trong bãi lọc ngầm”

Lương Xuân Quang – 40 KHMT - với đề tài: “Xác định khả năng xử lý nước thải của một số loại cây trồng trong bãi lọc ngầm”.

4. Lưu Thị Cúc – 41 KHMT - với đề tài: “Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm trồng cây”

Nguyễn Thị Xuân – 41 KHMT - với đề tài: “Đánh giá khả năng xử lý nước thải chăn nuôi lợn sau biogas của một số công thức trong bãi lọc ngầm trồng cây”

- Được 2 đề tài cấp cao học:

Lê Thị Thùy Dương - Cao học K 18 với đề tài: “Nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm trồng cây tại huyện Yên Phong, tỉnh Bắc Ninh”.

Ngô Thị Tuyết Nga – Cao học K 19 với đề tài: “Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm với dòng chảy ngang”

ĐƠN VỊ SỬ DỤNG

1. Trạm xử lý nước thải
2. Trang trại chăn nuôi
3. Khu dân cư
4. Bệnh viện
5. Trường học