

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG SỬ DỤNG MỘT SỐ LOẠI THỰC VẬT THỦY SINH ĐỂ KHỬ ĐỘC CHO NƯỚC THẢI BỊ NHIỄM NITROGLYXERIN CỦA CƠ SỞ SẢN XUẤT THUỐC PHÒNG

ĐỖ NGỌC KHUÊ, TÔ VĂN THIỆP, PHẠM KIẾN CƯỜNG, ĐỖ BÌNH MINH,
NGUYỄN HOÀI NAM

1. MỞ ĐẦU

Nước thải nhiễm nitroglycerin (NG) thường phát sinh từ các dây chuyền sản xuất thuốc phóng hai góc dạng lá và ống [1]. Đây là loại chất thải nguy hại vì NG được xếp loại có độc tính cao [1 - 3], có thể gây chết người hoặc tổn thương vĩnh viễn sau khi tiếp xúc quá ngưỡng giới hạn ($2,0 \text{ mg/m}^3$ không khí theo quy định của Hiệp hội vệ sinh công nghiệp và nhà nước Mỹ). NG trong cơ thể có thể trở thành tác nhân gây ung thư khi các gốc NO_2^{\cdot} được giải phóng tạo thành axit của nitơ kết hợp với các amin tạo thành nitrosamin- một tác nhân gây ung thư. NG cũng là chất độc có thể gây tác hại tới nhiều loại động vật, thực vật thủy sinh [1 - 3]. Do đó xử lý khử độc cho nước thải nhiễm NG là yêu cầu cấp thiết đối với các cơ sở sản xuất thuốc phóng hiện nay [4].

Để xử lý nước thải nhiễm NG đã thử nghiệm một số phương án công nghệ như hoá học [2], điện phân [5], sử dụng ozon [6] hoặc kỹ thuật sinh học hiếu khí [7]. Do còn có một số hạn chế như đòi hỏi phải đầu tư ban đầu cao, tốc độ xử lý chậm, chi phí xử lý cao do đó các phương pháp kể trên chưa mở rộng được phạm vi ứng dụng thực tiễn. Hiện nay một giải pháp công nghệ sinh học đang được chú ý phát triển ở nhiều nước đó là sử dụng thực vật bậc cao để làm sạch cho đất và nước bị nhiễm kim loại nặng và các chất hữu cơ độc hại khó phân hủy như các hợp chất hydrocacbon thơm đa vòng (PAHs), các hợp chất dạng polyclobiphenyl (PCB), polyclophenol (PCP), các hợp chất sinh công như thuốc nổ 2,4,6 -trinitrotoluen (TNT), hexogen (RDX), octogen (HMX) v.v...[8]. Ở Việt Nam trong những năm gần đây cũng đã có một số tác giả nghiên cứu thử nghiệm khả năng sử dụng các loại thực vật thủy sinh để làm sạch các nguồn nước thải bị nhiễm kim loại nặng và các chất gây ô nhiễm phú dưỡng [9 - 12] và nước thải sinh hoạt [13]. Tuy nhiên các công bố về kết quả nghiên cứu sử dụng thực vật cây trồng để làm sạch nước thải bị nhiễm các chất hữu cơ độc hại trong đó có NG thì còn rất hạn chế [8, 9]

Trong bài báo này chúng tôi sẽ giới thiệu kết quả khảo sát, nghiên cứu về khả năng áp dụng một trong các giải pháp công nghệ sinh học mới: sử dụng thực vật bậc cao để khử độc cho nước thải bị nhiễm NG của các cơ sở sản xuất thuốc phóng. Mục đích của thử nghiệm này là góp phần tìm kiếm phương án công nghệ mới giá thành thấp có thể áp dụng được cho các cơ sở sản xuất quốc phòng chưa có điều kiện đầu tư lớn để xây dựng hệ thống xử lý nước thải công nghiệp hoàn chỉnh và hiện đại.

2. PHẦN THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị nghiên cứu

Để nghiên cứu đã sử dụng thiết bị sắc kí lỏng cao áp Model HP1100 (Mỹ), thiết bị sắc kí khối phổ Model GC 6890/MSD 5972N (Mỹ), thiết bị nghiền mẫu thực vật chuyên dụng của

hãng Philip, cân phân tích có độ chính xác $\pm 0,4$ mg của hãng Toledo (Thụy Sĩ) và máy đo pH của hãng Hanna (Singapo).

2.2. Hoá chất

Để chiết tách chất ô nhiễm từ mẫu đất, thực vật và để phân tích HPLC, GC- MS đã sử dụng một số loại dung môi có độ sạch sắc kí như hexan, axetonitryl, etanol, methanol và nước cất 2 lần.

2.3. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu chính là hai loại cây họ cỏ: cây thủy trúc (*Cyperus alternifolius* Linn) và cỏ (*Cyperus alternifolius*) có mức phát triển trung bình, chưa ra hoa, với lượng sinh khối tính bằng gam nằm trong khoảng từ 70 đến 550g. Cây thủy trúc được lấy từ các cơ sở trồng vườn, cây cảnh ở khu vực Hà Tây, cây cỏ được lấy từ cơ sở trồng cỏ huyện Kim Sơn tỉnh Ninh Bình. Ngoài ra để thử nghiệm còn sử dụng một số loài thực vật ưa nước khác như bèo lục bình (*Eichhornia Crassipes*), bèo cái (*Pistia stratiotes*), bèo Hoa dâu (*Arolla pinata*), Khoai nước (*Colocasia Escalenta*).

Mẫu nước thải nhiễm NG được lấy trực tiếp từ 1 cơ sở sản xuất vật liệu nổ thuộc Tổng cục công nghệ Quốc phòng.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Phương pháp chuẩn bị thí nghiệm

Bê thí nghiệm là các vại sành hình trụ có đường kính trung bình là 22cm, chiều cao trung bình là 22cm. Có 5 loại bê thí nghiệm được chuẩn bị:

Bê không chứa đất và cây (bê 1); Bê có chứa 3 đất (bê 2); Bê có chứa 3 kg đất, bèo cái (hoặc bèo lục bình, hoặc bèo hoa dâu) (bê 3); Bê chứa 3 kg đất phù sa có trồng cỏ với lượng sinh khối trung bình (P) 118 g (tính cả phần rễ, gốc, thân, lá) (bê 4); Bê chứa 3 kg đất phù sa có trồng thủy trúc với lượng sinh khối là 185 g (bê 5).

Sau khi chuẩn bị xong cho vào mỗi bê thử nghiệm 2 lít nước thải nhiễm NG với nồng độ NG ban đầu đã được xác định là 82 mg/l NG.

Tiếp đó định kì lấy mẫu nước hoặc đất trong các bê trên để xác định hàm lượng NG bằng phương pháp HPLC.

2.4.2. Phương pháp xác định NG

Hàm lượng NG trong mẫu nước, đất được xác định bằng phương pháp HPLC theo quy trình đã nêu trong tài liệu [14].

Các sản phẩm chuyển hoá của NG trong mẫu thủy trúc (rễ, củ, thân, lá) được xác định bằng phương pháp GC/MS theo quy trình sau: nhỏ cả khóm thủy trúc đã sử dụng để xử lí nước thải nhiễm NG và khóm thủy trúc đối chứng (trồng trong điều kiện đất và nước không nhiễm NG); rửa sạch toàn bộ các phần của cây, phơi khô tự nhiên rồi tách riêng phần: rễ, củ, thân, lá; băm nhỏ các phần này rồi đem sấy khô ở 60°C trong 24 giờ. Sử dụng máy nghiền chuyên dụng nghiền nhỏ mẫu. Để phân tích cần lấy lượng mẫu khoảng 10 g sau đó chiết soxhlet với dung môi là axetonitryl trong thời gian 1 giờ. Dung môi chiết được định mức tới 50 ml bằng axetonitryl rồi đưa đi phân tích GC/MS. Điều kiện phân tích GC/MS tương tự như đã nêu trong tài liệu [15, 16].

2.4.3. Phương pháp thử nghiệm đánh giá sức chịu đựng của thực vật thủy sinh trong môi trường nước bị nhiễm NG

Cho đến nay ở nước ta phương pháp thử nghiệm đánh giá sức chịu đựng của thực vật thủy sinh trong môi trường nước bị nhiễm hóa chất độc hại còn chưa được tiêu chuẩn hoá. Chính vì vậy các thí nghiệm chúng tôi tiến hành ở đây chỉ giới hạn ở mức đánh giá một cách định tính ảnh hưởng của nước thải bị nhiễm NG với nồng độ khác nhau tới thực vật thủy sinh thể hiện qua thông số là khoảng thời gian (tính bằng giờ) khi phát hiện được sự héo và chết của phần lớn (trên 50%) lượng thực vật thí nghiệm.

Thí nghiệm được tiến hành như sau:

Đối với mỗi loại thực vật thủy sinh cần chuẩn bị 5 chậu thí nghiệm có dung tích như đã nêu ở mục 2.4.1). Bổ sung vào mỗi chậu 3 kg đất và hai lít nước thải có nồng độ NG tương ứng là 10, 20, 50, 80, và 150 mg/l NG, sau đó trồng các loại cây cần thử nghiệm cụ thể là với các loại bèo thì cho vào mỗi chậu một lượng bèo với sinh khối trung bình là 300 g; còn trong thí nghiệm với thủy trúc, cói và khoai nước thì chọn để trồng các khóm cây với sinh khối trung bình là 120 g. Sau khi trồng cây sẽ tiến hành theo dõi để xác định thời gian bắt đầu phát hiện thấy hiện tượng trên 50% phần lớn lượng cây thí nghiệm bị đã héo và chết.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu sức chống chịu trong môi trường nước bị nhiễm NG của một số loại thực vật ưa nước

Để có kết luận về khả năng sử dụng một loại thực vật nào đó cho mục đích tách hoặc hấp thụ các chất ô nhiễm từ môi trường nước cần xác định được khả năng tồn tại và phát triển lâu dài của loại thực vật đó trong môi trường đang bị ô nhiễm. Các kết quả khảo sát của chúng tôi cho thấy trong số các loại thực vật ưa nước được thử nghiệm như bèo lục bình, bèo hoa dâu, bèo cái, khoai nước, cói và thủy trúc chỉ có 2 loại thực vật là cói và thủy trúc là có khả năng tồn tại và phát triển bình thường trong khoảng thời gian dài ở điều kiện môi trường nước bị nhiễm NG với hàm lượng trên 50 mg/l (bảng 1).

Bảng 1. Ngưỡng thời gian (giờ) chịu đựng trong môi trường nước nhiễm NG của một số loài thực vật thủy sinh (tính theo 50% lượng sinh khối bị chết)

Loại thực vật	C_{NG} (mg/l)				
	10	20	50	80	150
Bèo hoa dâu	18 - 20	12 - 16	6 - 8	4 - 6	3 - 5
Bèo cái	48 - 54	36 - 38	24 - 28	16 - 18	12 - 14
Bèo lục bình	180 - 186	148 - 152	120 - 126	78 - 84	53 - 64
Khoai nước	374 - 380	312 - 316	240 - 245	124 - 130	74 - 80
Thủy trúc	Bình thường	Bình thường	Bình thường	Bình thường	Bình thường
Cói	Bình thường	Bình thường	Bình thường	Bình thường	Bình thường

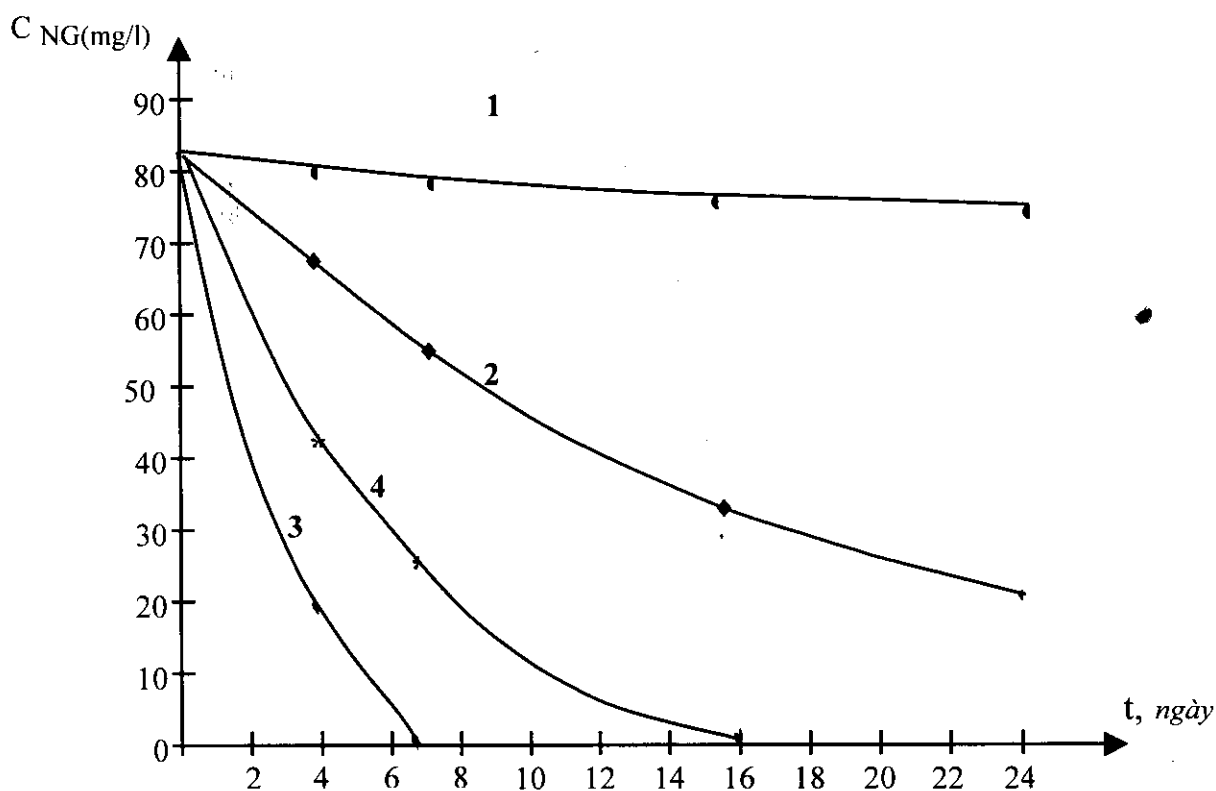
Thí dụ, trong môi trường nước thải có $C_{NG} = 50$ mg/l bèo tấm, bèo cái đều bị héo và lụi đi rất nhanh (chỉ sau 6 giờ đến 24 giờ) với bèo lục bình thì có thể kéo dài đến ngày thứ 5 (120 - 126 giờ). Mặc dù bị lụi nhanh nhưng qua việc phân tích mẫu nước thải đã phát hiện được có sự giảm nồng độ NG (giảm 50% so với lượng ban đầu) trong bể có thả bèo lục bình. Điều đó chứng tỏ đã xảy ra sự hấp thụ hoặc chuyển hóa NG trong môi trường nước của loại bèo này khi còn sống.

Tuy nhiên vì thời gian tồn tại của các loại bèo trên trong môi trường nước bị nhiễm NG với hàm lượng cao hơn (≥ 50 mg/l) đều rất ngắn (bảng 1) do đó không thể sử dụng chúng như tác nhân dùng để khử độc cho loại nước thải này.

Ngoài ba loại bèo trên, cây khoai nước cũng là loại thực vật ít có khả năng tồn tại được lâu trong môi trường nước bị nhiễm NG. Thí dụ các mẫu cây khoai nước đều bắt đầu bị héo và chết vào ngày thứ 10 sau khi bổ sung vào chậu thử nghiệm 2 lít nước thải bị nhiễm NG với nồng độ $C_{NG} = 82$ mg/l. Như vậy nitroglyxerin cũng như TNT đều là các độc tố với các loại thực vật thủy sinh phổ biến ở nước ta như bèo và khoai nước. Kết quả thử nghiệm này là minh chứng cảnh báo về nguy cơ gây hại đối với các loại thực vật nông nghiệp của các loại nước thải nhiễm thành phần thuốc phóng (NG) nếu không được xử lý trước khi thải vào môi trường.

3.2. Khả năng khử độc cho nước thải bị nhiễm NG của cây cối và thủy thực

Trên hình 1 dẫn kết quả nghiên cứu về sự biến đổi theo thời gian của hàm lượng NG trong mẫu nước thải chứa trong các bể thử nghiệm đã nêu trong mục 2.4.1.



Hình 1. Sự biến đổi theo thời gian hàm lượng NG trong nước thải của các bể thử nghiệm (1, 2, 3, 4) theo thời gian

Từ hình 1 ta nhận thấy trong điều kiện bể thử nghiệm chỉ có một thành phần là nước thải (bể 1) thì nồng độ NG ít biến đổi theo thời gian (đường 1). Trong điều kiện bể thí nghiệm được bổ sung thêm thành phần khác là đất (bể 2) đã nhận thấy có sự giảm dần nồng độ NG theo thời

gian (đường 2). Nồng độ NG đặc biệt giảm nhanh khi trong bể thử nghiệm có trồng thủy trúc (đường 3) và cỏ (đường 4). Sau 7 ngày hàm lượng NG (tính bằng tổng lượng NG còn lại trong nước thải và tổng lượng NG trong 3kg đất có trong bể 3 và 4) giảm xuống chỉ còn $C_{NG} < 0,5$ mg/l tức là nước thải đã đạt tiêu chuẩn môi trường về chỉ tiêu này. Kết quả đo chỉ số COD của các mẫu nước thải chứa trong bể 3 và 4 cho thấy chúng đều giảm mạnh so với ban đầu (từ 100 mg/l giảm xuống 10 - 15 mg/l), trong khi đó trong bể 1 chỉ số này hầu như vẫn không đổi (COD = 100 mg/l). Còn trong bể 2 (có chứa đất) COD giảm xuống còn 30 mg/l. Như vậy thủy trúc và cỏ đều có tác dụng làm giảm COD của nước thải nhanh hơn so với trường hợp không có mặt 2 loại cây này.

Đã nghiên cứu phát hiện được ảnh hưởng của nhiều yếu tố đến hiệu suất khử NG. Càng tăng lượng sinh khối của cây thủy trúc hoặc cỏ thì tốc độ và hiệu suất khử NG càng tăng. Hàm lượng chất ô nhiễm càng nhỏ thì thời gian xử lý càng ngắn và ngược lại. Tốc độ trung bình khử NG (có tính đến ảnh hưởng của sinh khối các loại cây (g)) đạt

$$V_{TT(\text{Thủy trúc})} = 0,25 \text{ mg(NG) / g(TT) / ngày}, V_C(\text{cói}) = 0,224 \text{ mg(NG) / g (C) / ngày}.$$

Do nồng độ NG trong bể 1 ít thay đổi theo thời gian (hình 1) nên có thể khẳng định rằng dung dịch NG có độ bền cao trong điều kiện môi trường không được bổ sung đất. Sự suy giảm hàm lượng NG trong bể có chứa đất (bể 2) theo thời gian (đường 2 - hình 1) đã chứng tỏ có sự tham gia của thành phần này vào phản ứng khử NG. Thành phần đất trong bể thử nghiệm 2 vừa có thể đóng vai trò như chất hấp phụ vừa đóng vai trò như một loại bùn hoạt tính cần thiết cho quá trình phân huỷ sinh học NG. Trong điều kiện không có mặt bùn hoạt tính này thì ít có khả năng xảy ra phản ứng phân huỷ sinh học NG, điều này dễ nhận thấy khi theo dõi sự biến đổi nồng độ NG trong bể chỉ chứa một thành phần là nước thải (hình 1, đường 1).

Kết quả phân tích các mẫu đất được lấy từ bể 3 và 4 sau khi kết thúc quá trình xử lý cho thấy chỉ còn lượng nhỏ NG tồn dư trong đất ($0,5 \div 0,6$ mg/kg) có nghĩa là trong cả 3 kg đất chứa trong bể 3 chỉ còn có $1,5 \div 2$ mg NG. Trong khi đó lượng NG còn lại trong 3 kg đất của bể 2 vẫn khá lớn (28 mgNG). Như vậy có nghĩa là chất ô nhiễm NG đã bị loại bỏ khỏi nước thải chủ yếu là do kết quả quá trình hấp thụ nó bằng cây thủy trúc (hoặc cỏ).

Các phân tích động học cho thấy trong hệ thống sinh học thủy trúc (cói) - NG sự chuyển hoá NG cũng tuân theo phương trình tổng hợp đã được thiết lập cho hệ thực vật thủy sinh (*Myriophyllum aquaticum*) - TNT [17].

Đối với hệ thủy trúc - NG phương trình này có dạng:

$$\ln \frac{C}{C_0} = -K^{obs} t + b$$

ở đây: C_0 - hàm lượng ban đầu của NG trong hệ, mg; C - hàm lượng NG (mg) ở thời điểm t (ngày); b - tham số của phương trình; K^{obs} - hệ số tốc độ chuyển hoá của hệ sinh học: thủy trúc - NG.

Hệ số này được xác định theo biểu thức $K^{obs} = \frac{k^{obs}}{P}$ (ở đây k^{obs} là hệ số tốc độ quá trình

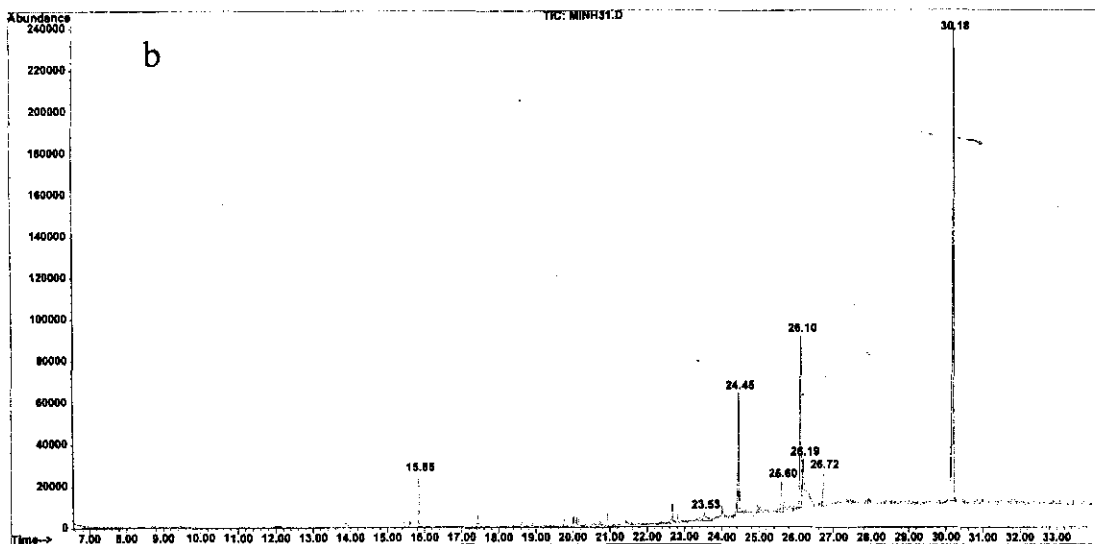
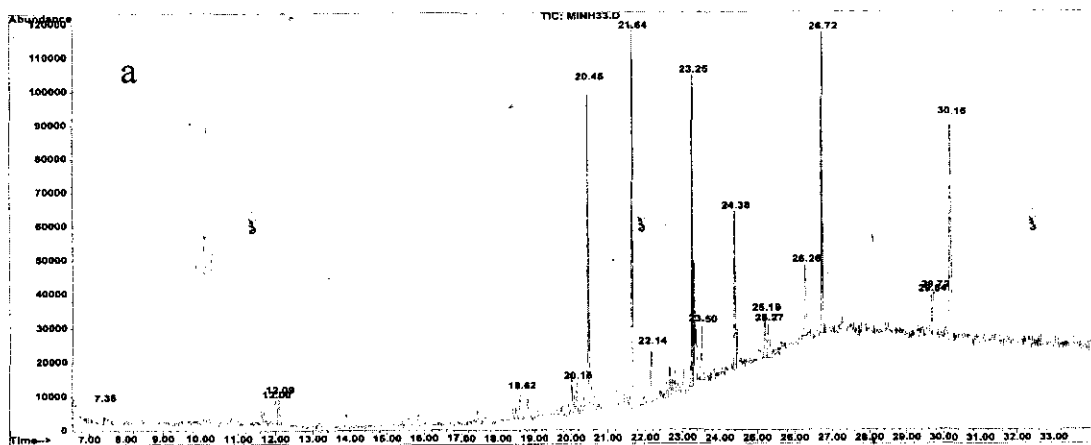
chuyển hoá không sinh học của NG được xác định theo đồ thị phụ thuộc $\ln \frac{C}{C_0} - t$); P - sinh khối thủy trúc hoặc cỏ, g.

Kết quả xác định K^{obs} cho thấy đối với hệ thủy trúc - NG hệ số này có giá trị tương ứng

$$K^{obs} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g}^{-1}(\text{ngày})^{-1}, \text{ với hệ cỏ - NG } K^{obs} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ g}^{-1}(\text{ngày})^{-1}.$$

Để làm rõ thêm về khả năng hấp thụ NG trực tiếp từ nước bằng cây thủy trúc đã sử dụng phương pháp GC/MS để phân tích thành phần hoá học của các bộ phận khác nhau của cây thủy trúc đã sử dụng để loại bỏ NG trong nước thải và cây thủy trúc đối chứng. Kết quả phân tích GC/MS cho thấy mặc dù không phát hiện được sự có mặt của NG trong mẫu thực vật nhưng đã có một số sự biến đổi rõ ràng về thành phần hoá học của rễ, thân của cây thủy trúc sau khi sử dụng để hấp thụ NG.

Thí dụ, trong thành phần của mẫu thân lá thủy trúc đã được trồng trong mẫu không có NG đã phát hiện được các hợp chất chính là 2-propenoic acid; 3-(2-hydroxyphen); bicyclo [3.1.1] heptane,2,4,6- trime; 2-pentadecanone; 6,10,14- trimethyl; pentanoic acid, q-decenyl ester; phytol; vitamin E; hexadecanoic acid, 2-hydroxyl; campesterol; stigmasterol; gamma- sitosterol. Trong thành phần mẫu thân, lá thủy trúc đã sử dụng để hấp thụ NG đã không phát hiện được sự khác biệt đáng kể nào so với thành phần mẫu đối chứng. Tuy nhiên trong các mẫu rễ và củ thủy trúc thì sự khác biệt này đã thể hiện rất rõ ràng.



Hình 2. Sắc đồ dịch chiết mẫu rễ củ thủy trúc đã dùng để xử lí NG(a) và mẫu đối chứng (b)

Thí dụ, trong thành phần mẫu rễ và củ của thủy trúc đối chứng đã phát hiện được các hợp chất chính như: cyclotrisiloxan, hexamethyl; isopropyl linoleate; bis (2- ethylhexyl) phthalate; squalene. Trong khi đó, trong thành phần mẫu rễ và củ của cây thủy trúc đã sử dụng để xử lí NG ngoài các chất trên đã phát hiện được thêm các hợp chất mới có tỉ phần lớn như hexadecanoic acid, ethyl este, 2,4,6-triisopropylbenzoic acid, linoleic acid ethyl ester, octadecanoic acid, ethyl ester, 1-eicosanal, heptasiloxane, 11,3,3,5,7,7,9,9.

Nguyên nhân sự xuất hiện thêm nhiều chất mới trong thành phần cây thủy trúc đã sử dụng để xử lí NG có thể liên hệ với kết quả quá trình hấp thu và chuyển hoá NG bằng cây thủy trúc, và quá trình này xảy ra chủ yếu ở bộ phận rễ và củ của nó. Đây là đặc điểm khác biệt so với trường hợp chất ô nhiễm là TNT. Mặc dù chưa đủ điều kiện để xác định mô hình cơ chế hấp thu chuyển hoá NG của thủy trúc nhưng từ kết quả thực nghiệm có thể rút ra kết luận ban đầu có ý nghĩa thực tiễn là đã không xảy ra hiện tượng tích lũy các chất độc hại trong các bộ phận của cây mặc dù đã sử dụng dài ngày để xử lí nước nhiễm NG. Trong các bộ phận của thủy trúc chỉ phát hiện được chủ yếu là các hợp chất hữu cơ ít độc hại, dễ phân huỷ sinh học hơn so với NG. Vì vậy, thủy trúc (cói) thực sự có thể đóng vai trò như tác nhân khử độc cho nước bị nhiễm loại hóa chất này.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả thực nghiệm có thể rút ra một số kết luận sau: Nước thải của cơ sở sản xuất thuốc phóng bị nhiễm nitroglycerin là loại nước thải có nguy cơ gây hại đối với nhiều loại thực vật thủy sinh phổ biến ở nước ta đặc biệt là các loại bèo.

Thủy trúc và cói là hai loại cây vừa có khả năng tồn tại và phát triển được trong môi trường nước thải bị nhiễm NG vừa có tác dụng làm giảm nhanh hàm lượng NG trong nước thải.

Do đó, đây là các loại cây có triển vọng sử dụng được cho mục đích khử độc cho nước thải của các cơ sở sản xuất thuốc phóng.

Lời cảm ơn. Công trình được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Chương trình công nghệ sinh học Bộ Quốc phòng và Chương trình nghiên cứu cơ bản trong Khoa học tự nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zhang Y. Z, Sundaram S. T, Shama A, Brodman B. W. - Biodegradation of Glyceron Trinitrate by *Penicillium Corylophilum*, *Dierdex*. *App. Environ. Microbiology* 6 (5) (1997) 1712 - 1714.
2. Trần Văn Chung và cộng sự - Nghiên cứu quy trình công nghệ xử lí các chất thải nguy hiểm của các cơ sở Quốc phòng sản xuất thuốc phóng thuốc nổ, Báo cáo kết quả đề tài cấp Bộ Quốc phòng, Viện KTQS, Hà Nội, (1998).
3. Ellis H.V., Hodgson J.R., Hwang S.W., at al - Mammalian toxicity, primary skin and eye irritation, dermal sensitization and disposition and metabolism. *Progress Report*. US Army Medical Research and Development command. Washington D.C., 1978.
4. Bộ Quốc phòng- Trung tâm KHKT-CNQS - Một số vấn đề về Khoa học công nghệ môi trường, NXB Quân đội nhân dân, Hà Nội, 2003, tr. 288 - 308.
5. Nguyễn Văn Đạt - Nghiên cứu xử lí NG trong nước thải nhà máy sản xuất thuốc phóng bằng phương pháp điện hoá, *Tạp chí Nghiên cứu KHKT - CNQS* 2 (2003) 80 - 85.
6. Nguyễn Thị Hoài Phương - Ứng dụng phương pháp ozon nhằm để xử lí nước thải chứa thành phần thuốc phóng hai gốc, *Tuyên tập báo cáo khoa học Hội nghị môi trường Toàn quốc*, Hà Nội, 2005, tr. 1330 - 1334.
7. Lê Thị Đức, Đỗ Ngọc Khuê, Nguyễn Văn Đạt, Trần Thu Hương, Nguyễn Thị Nhung, Bùi Thị Thu Hà - Nghiên cứu xử lí nước thải chứa Nitroglycerin từ quá trình sản xuất thuốc

- phóng hai gốc bằng công nghệ vi sinh, Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học và môi trường, Trung tâm KHKT - CNQS, Hà Nội, 2004.
8. Phạm Sơn Dương, Đỗ Ngọc Khuê, Nguyễn Thị Tâm Thư - Phytoremediation- giải pháp công nghệ mới để xử lí cải tạo và phục hồi các vùng đất, nước bị ô nhiễm, Tuyển tập báo cáo KH Hội nghị môi trường toàn quốc 2005, tr.1033 - 1040.
 9. Trần Hải Linh, Dương Đức Tiến, Nguyễn Minh Giảng - Hấp thụ các chất gây ô nhiễm môi trường nước bằng thực vật – Hướng phát triển của công nghệ sinh học trong xử lí nước thải, Tuyển tập báo cáo KH Hội nghị môi trường toàn quốc, 2005, tr. 1186 - 1188.
 10. Nguyễn Quốc Thông, Đặng Đình Kim, Lê Lan Anh - Khả năng tích lũy kim loại nặng Cr, Ni và Zn của bèo sen (*Eichoznia crassipes*) trong xử lí nước thải công nghiệp, Báo cáo KH, Hà Nội, 1999, tr. 983 - 987.
 11. Nguyễn Quốc Thông, Đặng Đình Kim, Vũ Đức Lợi, Lê Lan Anh - Hấp thụ kim loại nặng Cr và Ni từ nước thải mạ điện của cây cải xoong (*Nasturtium Ophicinale*), Tuyển tập báo cáo Hội nghị sinh học toàn quốc, Hà Nội, 2003, tr. 815 - 819.
 12. Đào Văn Bảy - Nghiên cứu phân tích hàm lượng N, P trong nước sông Tô Lịch và đề xuất xử lí bằng phương pháp sinh học, Luận án TS Hoá học, ĐHSPT Hà Nội, 2006.
 13. Nguyễn Việt Anh, Phạm Thuý Nga, Lê Hiếu Thảo và cộng tác viên - Nghiên cứu xử lí nước thải bằng bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng áp dụng trong điều kiện Việt Nam. Tuyển tập b/c KH Hội nghị môi trường toàn quốc 2005, tr. 877 - 881.
 14. Nguyễn Văn Đạt, Lê Thị Đức, Đỗ Bình Minh - Ứng dụng phương pháp HPLC trong quá trình nghiên cứu và xử lí chất thải quốc phòng đặc chủng bằng công nghệ sinh học, Tạp chí nghiên cứu KHKT-CNQS (1) (2002) 96 - 102.
 15. Đỗ Ngọc Khuê, Lê Thị Đức, Trần Thu Hường - Xác định sản phẩm phản ứng oxy hóa 2,4,6-Trinitrotoluen có xúc tác là enzyme ngoại bào bằng phương pháp sắc kí khối phổ, Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học phân tích Hoá Lí Sinh học, lần II, Hà Nội, 12/2005, tr. 284 - 287.
 16. Đỗ Ngọc Khuê và cộng sự - Ứng dụng các phương pháp sắc kí để xác định giá trị tồn lưu trong đất của một số chất ô nhiễm là thành phần thuốc nổ, Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học phân tích Hoá Lí Sinh học, lần II, Hà Nội, 2005, tr. 288 - 292.
 17. Chuang Wang at al - Role of Hydroxylamine Intermediates in the Phytotransformedia of 2,4,6-trinitrotoluen by *Miriophyllum Aquaticum*, Environ. Sci. Technol. 37 (2003) 3595 - 3600.

SUMMARY

RESEARCH ON THE ABILITY OF SOME AQUATIC PLANTS IN DETOXIFICATION OF WASTE WATER CONTAMINATED BY NITROGLYXERIN FROM PROPELLANT FACTORY

The paper introduces the results of a research on the absorption ability of Nitroglycerine from the aquatic environment of some aquatic plants. The obtained results indicate that only *Cyperus alternifolius* Linn and *Cyperus alternifolius* are suitable for detoxification of waste water containing Nitroglycerine from a propellant factory.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 17 tháng 8 năm 2006

Đỗ Ngọc Khuê, Tô Văn Thiệp, Phạm Kiên Cường, Đỗ Bình Minh,

Phân viện công nghệ mới và bảo vệ môi trường.

Nguyễn Hoài Nam, Viện Khoa học vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam