

# THÀNH PHẦN LOÀI THỰC VẬT BẬC CAO CÓ MẠCH TẠI MỘT SỐ BÃI ĐỒ THẢI KHAI THÁC KHOÁNG SẢN Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM

Phùng Thị Tuyền, Kiều Thị Dương, Phùng Văn Khoa, Bùi Văn Năng, Lê Văn Vương

Trường Đại học Lâm nghiệp

## TÓM TẮT

Lựa chọn loài thực vật để trồng tại các bãi tập kết chất thải sau khai khoáng là một nhiệm vụ đầy thách thức vì các khu vực này thường có độ ẩm và hàm lượng dinh dưỡng thấp. Nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn loài cây có thể sống được trên các bãi đồ thải khai thác khoáng sản tại khu vực miền Bắc Việt Nam, nghiên cứu này đã tiến hành điều tra thành phần các loài thực vật tại các bãi đồ thải sau khi khai thác kim loại nặng tại các tỉnh Cao Bằng, Bắc Kạn, Lào Cai, Sơn La và Yên Bái. Kết quả đã xác định được 275 loài thuộc 227 chi, 97 họ và 5 ngành thực vật tại 10 bãi đồ thải nghiên cứu. Số lượng loài thực vật của từng bãi thải dao động từ 58 - 135 loài thuộc 52 - 109 chi, 26 - 45 họ. Bãi đồ thải CB thiếc với diện tích 124,24 ha có số lượng loài lớn nhất (135 loài) và bãi đồ thải YB2 sắt và YB4 chì kẽm có số lượng loài ít nhất (58 loài). Tỷ trọng các loài, chi, họ tập trung chủ yếu vào ngành Ngọc lan (Magnoliophyta) với số lượng loài cao nhất, chiếm 94,55%. Phổ dạng sống của các loài thực vật tại khu vực nghiên cứu đã được xác định, trong đó dạng sống chiếm tỷ lệ lớn nhất là nhóm cây chồi trên, cây một năm. Căn cứ vào kết quả điều tra về thành phần loài thực vật, nghiên cứu đã đề xuất được 15 loài có khả năng thích nghi tốt trên các bãi thải nhằm cải tạo môi trường đất ban đầu tại các bãi thải bao gồm Hu đay (*Trema orientalis* (L.) Blume), Ba soi (*Macaranga denticulata* (Blume) Müll.Arg.), Dương (*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent.), Đa lá lệch (*Ficus semicordata* Buch.-Ham. ex Sm.), Bùm búp lông (*Mallotus barbatus* Müll.Arg.), Đơn buốt (*Bidens pilosa* L.), Cỏ lào (*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.), Ké hoa đào (*Urena lobata* L.), Cỏ hôi (*Ageratum conyzoides* L.), Cỏ tím (*Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M.King & H.Rob.), Cà trái vàng (*Solanum viarum* Dunal), Cỏ lá gừng (*Axonopus compressus* (Sw.) P.Beauv.), Ráng seo gà dài (*Pteris grandifolia* L.), Cà dại hoa trắng (*Solanum torvum* Sw.), Cỏ lá tre (*Oplismenus hirtellus* (L.) P.Beauv.).

**Từ khóa:** Bãi thải, khai thác kim loại nặng, thực vật, xử lý ô nhiễm.

## SPECIES COMPOSITION OF VASCULAR PLANT SPECIES IN SOME MINING WASTE DUMPS IN NORTHERN VIETNAM

Phung Thi Tuyen, Kieu Thi Duong, Phung Van Khoa, Bui Van Nang, Le Van Vuong

Vietnam National University of Forestry

## SUMMARY

Choosing plant species to grow in mining waste dumps is known to be a challenging task because the soil after mining is often dry and low nutrient content. To provide a scientific basis for selecting plant species that can survive on mining waste dumps in the Northern region of Vietnam, this study was conducted to investigate plant species composition in mining waste dumps in Cao Bang, Bac Kan, Lao Cai, Son La and Yen Bai provinces. The total number of plant species at 10 study sites were 275 species belonging to 227 genera, 97 families and 5 phyla. In each mining waste dump, plant species range from 58 - 135 species, 52 - 109 genera and 26 - 45 families. The CB tin with an area of 124.24 ha has the largest number of species (135 species), and the YB2 iron and YB4 lead-zinc has at least 58 species. The proportion of species, genera, and families focuses mainly on the Magnoliophyta which has the highest species number accounting for 94.55%. The life form spectrum of plant species in the study area was determined. Based on the results of the investigation on plant species composition, the study has proposed a list of 15 plant species capable of living in mining waste dumps including *Trema orientalis* (L.) Blume, *Macaranga denticulata* (Blume) Müll.Arg., *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent., *Ficus semicordata* Buch.-Ham. ex Sm., *Mallotus barbatus* Müll.Arg., *Bidens pilosa* L., *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob., *Urena lobata* L., *Ageratum conyzoides* L., *Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M.King & H.Rob., *Solanum viarum* Dunal, *Axonopus compressus* (Sw.) P.Beauv., *Pteris grandifolia* L., *Solanum torvum* Sw., *Oplismenus hirtellus* (L.) P.Beauv.

**Keywords:** Mining waste dumps, heavy metal, plants, pollution treatment.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam có nguồn tài nguyên khoáng sản phong phú và đa dạng với hơn 5.000 điểm quặng với trên 60 loại khoáng sản có ích với quy mô trữ lượng khác nhau. Tiềm năng phát triển của ngành khai thác khoáng sản của Việt Nam là rất to lớn, mở ra nhiều cơ hội phát triển cho các ngành công nghiệp có liên quan cũng như tạo công ăn việc làm cho một lực lượng lao động đáng kể ở các mỏ khai thác khoáng sản mà phần lớn nằm ở vùng nông thôn, miền núi, vùng sâu, vùng xa (Manh Ha Nguyen *et al.*, 2021).

Trong đất, kim loại nặng tồn tại và chuyển hóa dưới nhiều dạng khác nhau, liên kết với các hợp chất hữu cơ, vô cơ hoặc tạo thành các chất phức hợp (Orhue và Frank, 2011). Khả năng dễ tiêu của chúng đối với thực vật phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: pH, dung tích trao đổi cation (CEC) và sự phụ thuộc lẫn nhau vào các kim loại khác (Tangahu *et al.*, 2011; Cui *et al.*, 2021). Do đó, việc cải tạo và xử lý đất ô nhiễm kim loại nặng rất khó khăn và phức tạp. Vì vậy, việc lựa chọn những giải pháp thích hợp nhằm xử lý, cải tạo và phục hồi môi trường đất là nhiệm vụ cấp bách hiện nay.

Các loài thực vật có khả năng hỗ trợ việc xử lý ô nhiễm đã được nghiên cứu và áp dụng ở nhiều khu vực do thực vật có khả năng vận chuyển các chất ô nhiễm từ đất lên thân nhanh, chịu được nồng độ các chất ô nhiễm cao và sinh khối lớn (Barcelo và Poschenrieder, 2003; Jerald, 2004). Thế giới ghi nhận có 721 loài phân bố trong 52 họ thực vật và 130 chi được biết là có khả năng siêu hấp thụ kim loại. Trong số các thực vật siêu tích lũy kim loại, các họ thực vật chiếm ưu thế về số loài này gồm họ Cúc (Asteraceae), họ Cải (Brassicaceae), họ Cẩm chướng (Caryophyllaceae), họ Cói (Cyperaceae), họ Đậu (Fabacea), họ Mùng quân (Flacourtiaceae), họ Hoa môi (Lamiaceae), họ Hòa thảo (Poaceae), họ Hoa tím (Violaceae) và họ Thầu dầu (Euphobiaceae) (Roger *et al.*, 2017).

Các cơ chế hay quá trình cơ bản của xử lý ô nhiễm môi trường bằng thực vật bao gồm: quá trình tích tụ hoặc bóc tách (phytoextraction hoặc phytoaccumulation), quá trình lọc từ nước hay dung dịch đất bằng tiếp xúc bề mặt rễ (phytofiltration), quá trình cố định (phytostabilization), quá trình loại bỏ thông qua thoát hơi nước (phytovolatilization) và quá trình phân hủy (phytodegradation) (Ali *et al.*, 2013). Tuy nhiên, quá trình tích tụ (phytoextraction hoặc phytoaccumulation) là quá trình chính và hữu hiệu nhất trong việc loại bỏ các kim loại nặng, các chất ô nhiễm khác và trầm tích ở trong đất bởi các loài thực vật (Milic *et al.*, 2012).

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định thành phần các loài thực vật có thể sống và phát triển ở khu vực xung quanh và trong các bãi thải khai thác khoáng sản tại các tỉnh Bắc Kạn, Cao Bằng, Lào Cai, Sơn La và Yên Bái (hình 1). Qua đó, cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất một số loài cây trồng có thể trồng trên bãi thải để thúc đẩy quá trình xử lý ô nhiễm kim loại nặng, phủ xanh và cải tạo môi trường.

## II. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng

Đối tượng nghiên cứu là 10 bãi đổ thải tại 5 tỉnh Cao Bằng, Bắc Kạn, Lào Cai, Yên Bái, Sơn La. Trong đó, có 2 bãi đổ thải đã dừng hoạt động, 08 bãi đổ thải còn lại vẫn đang trong quá trình hoạt động.

### 2.2. Xác định điều kiện lập địa của các bãi đổ thải

Phòng vấn lãnh đạo địa phương và ban lãnh đạo công ty khai khoáng và người dân (10 người/điểm nghiên cứu) về lịch sử hình thành của các bãi đổ thải. Tiến hành điều tra theo tuyến, đo đếm diện tích, độ cao và độ dốc tại khu vực các bãi đổ thải bằng máy định vị GPS. Căn cứ vào số liệu khí tượng, thủy văn của các trạm quan trắc gần khu vực bãi đổ thải để xác định nhiệt độ và lượng mưa bình quân trong năm.

**2.3. Điều tra thành phần các loài thực vật xung quanh và bên trong bãi thải**

Trong khu vực mỗi bãi đổ thải điều tra 10 ô tiêu chuẩn (OTC) diện tích 250 m<sup>2</sup>, xung quanh khu vực bãi đổ thải điều tra 3 OTC và 3 tuyến (chiều dài tuyến từ 0,5 - 1 km).

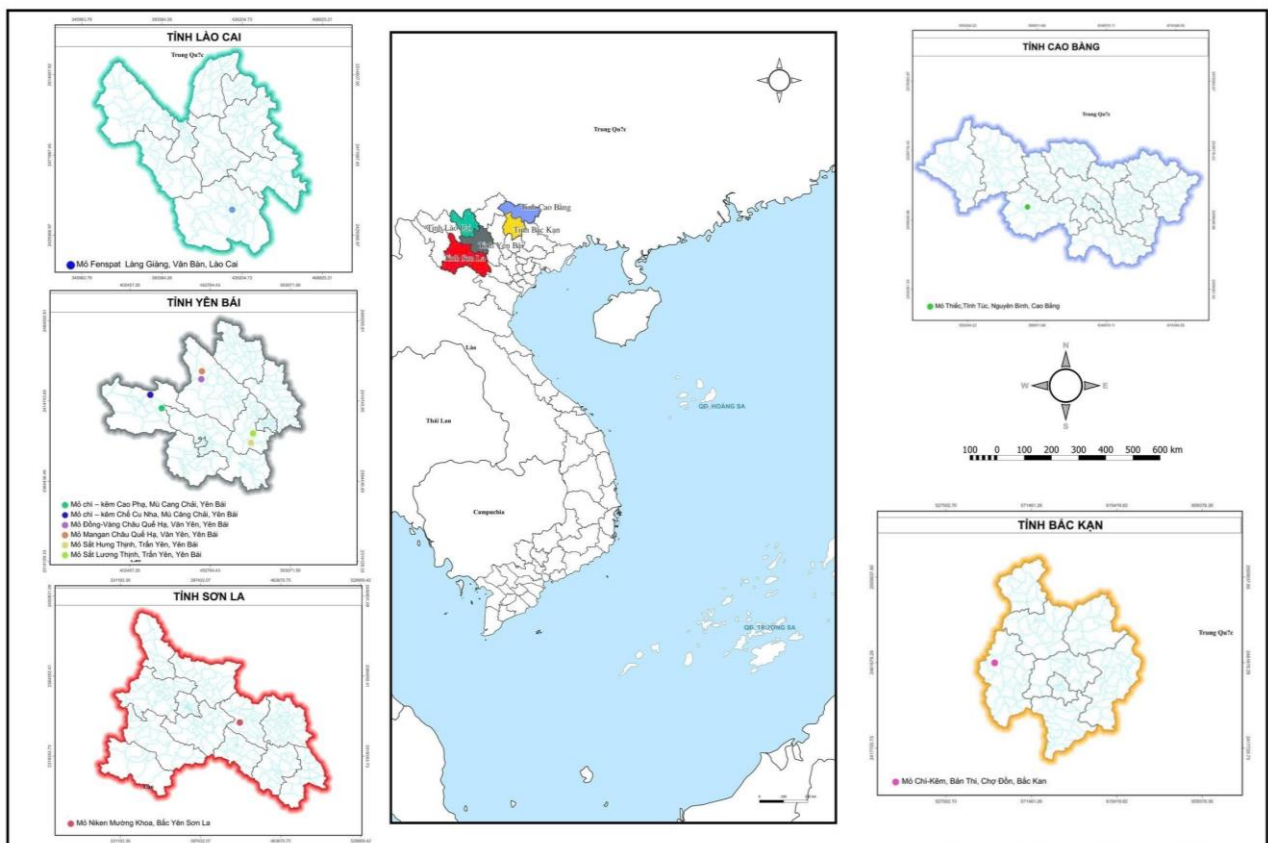
+ Tổng số OTC điều tra là: 13 OTC/bãi thải × 10 bãi thải = 130 OTC;

+ Tổng số tuyến điều tra là: (0,5 - 1) km/tuyến × 3 tuyến/bãi thải × 10 bãi thải = 30 tuyến.

**2.4. Phương pháp xử lý số liệu**

Giám định mẫu bằng phương pháp hình thái so sánh (đôi chiếu mẫu cần giám định với bộ mẫu lưu hoặc các tài liệu chuyên khảo về phân loại thực vật). Kết quả giám định mẫu gồm: Tên loài

phổ thông, khoa học; tên họ phổ thông, khoa học; dạng sống. Tra tên khoa học, sau khi đã phân tích mẫu, tham khảo các tài liệu về thực vật: Thực vật chí Việt Nam (2000 - 2007), Cây cỏ Việt Nam (Phạm Hoàng Hộ, 1999; 2000; 2003), Danh lục các loài thực vật Việt Nam (2001; 2003; 2005) (Nguyễn Trọng Cúc *et al.*, 2001; Nguyễn Tiến Bân 2003; 2005) để xác định được tên sơ bộ ban đầu của các mẫu. Khi đã xác định được tên các loài, tiến hành kiểm tra lại tên khoa học của loài theo <https://www.ipni.org>. Tính toán các chỉ tiêu về số lượng và tỷ lệ các ngành, họ, chi loài. Tra cứu dạng sống của các loài thực vật ghi nhận được theo phân loại của Raunkiear (1934) với sự điều chỉnh của Nguyễn Nghĩa Thìn (2007).



**Hình 1.** Khu vực nghiên cứu được thực hiện tại 10 bãi đổ thải thuộc tỉnh Cao Bằng, Bắc Kạn, Lào Cai, Sơn La và Yên Bái

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc điểm của các bãi đổ thải

Tổng số 10 bãi đổ thải thuộc 5 tỉnh phía Bắc Việt Nam bao gồm Bắc Kạn, Cao Bằng, Lào Cai, Sơn La và Yên Bái (bảng 1). Các bãi đổ thải từ quá trình khai thác các mỏ chì kẽm, thiếc, fenspat, niken, sắt, mangan và đồng, vàng với diện tích các bãi đổ thải từ 1,29 - 216,79 ha. Trong đó, bãi đổ thải từ mỏ niken tại xã Mường Khoa, Bắc Yên, Sơn La có diện

tích lớn nhất và bãi đổ thải mỏ chì kẽm thuộc xã Chế Cu Nha, Mường Chải, Yên Bái có diện tích nhỏ nhất. Các bãi đổ thải được thiết lập ở độ cao thấp nhất là 130 m (Mỏ Đồng - Vàng) xã Châu Quế Hạ, Văn Yên, Yên Bái và cao nhất thuộc về bãi đổ thải mỏ chì - kẽm thuộc xã Cao Phạ, Mường Chải, Yên Bái 1.654 m (so với mặt nước biển). Tất cả 10 bãi đổ thải đều có độ dốc dưới 10 độ và bề dày lớp chất đổ thải trên 100 cm.

**Bảng 1.** Đặc điểm của 10 bãi đổ thải tại khu vực nghiên cứu

TT	Tên các bãi đổ thải	Loại khoáng sản khai thác	Diện tích (ha)	Đặc điểm của bãi đổ thải
1	BK chì kẽm	Chì kẽm	5,25	Đổ thải từ thời Pháp thuộc và dừng đổ thải cách đây ít nhất 30 năm, bao gồm: Bãi 1: 2,2 ha: thuộc Công ty Kim loại màu Bắc Kạn. Bãi 2: 3,05 ha thuộc Ban Quản lý Khu Bảo tồn Thiên nhiên Nam Xuân Lạc.
2	CB thiếc	Thiếc	124,24	Đổ thải từ thời Pháp thuộc. Năm 1955 mỏ thiếc được thành lập dưới sự giúp đỡ của Liên Xô, hiện nay thuộc quản lý của Công ty Cổ phần Khoáng sản và Luyện kim Cao Bằng. Bãi đổ thải và khu vực khai thác cùng khu vực. Hiện nay vẫn đang khai thác và đổ thải sau khi chế biến.
3	LC fenspat	Fenspat	30,70	Trực thuộc Công ty Fenspat Văn Bàn. Hoạt động từ năm 2013.
4	SL niken	Niken	216,79	Trực thuộc Công ty TNHH mỏ Nikel Bản Phúc, xã Mường Khoa; khai thác từ năm 2014.
5	YB1 sắt	Sắt	1,42	Thuộc Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Tân Tiến - Yên Bình - Hưng Thịnh; diện tích 1,42 ha. Khai thác và đổ thải từ năm 2010. Bãi đổ thải và khu vực khai thác cùng vị trí. Hiện nay vẫn đang khai thác và đổ thải.
6	YB2 sắt	Sắt	9,25	Công ty Cổ phần Khoáng sản Hưng Phát. Bãi thải, khu vực khai thác và tuyển quặng cùng vị trí. Khai thác và đổ thải từ năm 2010 với công suất 47,872 tấn quặng nguyên khai/ năm. Hiện nay vẫn đang khai thác và đổ thải.
7	YB3 chì kẽm	Chì kẽm	1,29	Trực thuộc Công ty Cổ phần Toàn Kim Sơn. Khai thác hầm lò. Chất thải sau sơ tuyển đổ dọc ven đường, ven suối. Bãi đổ thải và khu vực khai thác không cùng vị trí. Khai thác và đổ thải từ hơn 10 năm trở lại đây. Hiện nay vẫn đang khai thác và đổ thải.
8	YB4 chì kẽm	Chì kẽm	16,76	Trực thuộc Công ty Cổ phần Kim Thành. Khai thác lộ thiên. Chất thải sau sơ tuyển đổ vào thung lũng. Bãi đổ thải và khu vực khai thác không cùng vị trí. Khai thác và đổ thải từ năm 2011 đến nay.
9	YB5 mangan	Mangan	5,47	Trực thuộc Công ty Cổ phần Khoáng sản Đại Phát. Khai thác lộ thiên. Bãi 1: lớp đất đá bề mặt và chất thải sơ tuyển. Diện tích: 4,27 ha.

TT	Tên các bãi đổ thải	Loại khoáng sản khai thác	Diện tích (ha)	Đặc điểm của bãi đổ thải
				Bãi 2: chất thải sau chế biến tuyển, tại thôn Khe Pháo. Bãi 2 cách bãi 1 khoảng 10 km. Diện tích: 1,2 ha. Hiện nay vẫn đang khai thác và đổ thải.
10	YB6 đồng vàng	Đồng vàng	1,7	Nhà máy Tuyển luyện Đồng - Vàng. Bãi 1: Đã dừng đổ thải, cây lau sậy mọc kín. Diện tích: 1,7 ha Bãi 2: Là khu vực khai thác, hiện đã dừng khai thác và đã được trồng Quế, Sắn.

\* Ghi chú: 1 = BK chì kẽm: Bãi thải chì - kẽm tại xã Bản Thi, huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn; 2 = CB thiếc: Bãi thải thiếc tại TT. Tinh Túc, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng; 3 = LC fenspat: Bãi thải fenspat tại xã Làng Giàng, huyện Văn Bàn, tỉnh Lào Cai; 4 = SL niken: Bãi thải niken tại xã Mường Khoa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La; 5 = YB1 sắt: Bãi thải sắt tại xã Hưng Thịnh, huyện Trấn Yên, tỉnh Yên Bái 1; 6 = YB2 sắt: Bãi thải sắt tại xã Lương Thịnh, huyện Trấn Yên, tỉnh Yên Bái 2; 7 = YB3 chì kẽm: Bãi thải chì kẽm tại xã Chế Cu Nha, huyện Mù Căng Chải, tỉnh Yên Bái 3; 8 = YB4 chì kẽm: Bãi thải chì - kẽm tại xã Cao Pha, huyện Mù Căng Chải, tỉnh Yên Bái 4; 9 = YB5 mangan: Bãi thải mangan tại xã Châu Quế Hạ, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái 5; 10 = YB6 đồng vàng: Bãi thải đồng - vàng tại xã Châu Quế Hạ, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái.

### 3.2. Thành phần các loài thực vật tại 10 bãi đổ thải nghiên cứu

Đa dạng các taxon thực vật của 10 bãi đổ thải thuộc 5 tỉnh Bắc Kạn, Cao Bằng, Lào Cai, Sơn La và Yên Bái được thể hiện tại bảng 2. Kết quả đã ghi nhận được 5 ngành thực vật, 97 họ, 227 chi và 275 loài. Trong đó, ngành Cỏ thấp bút có 1 họ, 1 chi và 2 loài chiếm 0,73% tổng số loài. Ngành Thông đất có 2 họ, 2 chi và 2 loài chiếm 0,73% tổng số loài. Ngành Ngọc lan có số họ, chi loài lớn nhất, với tổng số 85 họ chiếm 87,63%; 214 chi

chiếm 94,27% và 260 loài chiếm 94,55% tổng số loài điều tra được (bảng 2). Họ Đậu có số lượng chi và loài đa dạng nhất với 18 chi và 23 loài, họ Cúc có 18 chi và 21 loài; họ Hòa thảo có 15 chi và 16 loài; họ Thêu dầu có 10 chi và 19 loài. Các họ khác cũng có số lượng chi và loài đa dạng bao gồm họ Cà phê, họ Dâu tằm, họ Bông, và Hoa môi và họ Tách. Các họ có mức độ đa dạng về thành phần loài như họ Cúc, họ Đậu, họ Thêu dầu tại khu vực nghiên cứu cũng giống với kết quả đánh giá của Roger và đồng tác giả (2017).

**Bảng 2.** Tỷ trọng các loài thực vật ghi nhận tại khu vực nghiên cứu

Tên phổ thông	Tên khoa học	Họ		Chi		Loài	
		Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %
Ngành Cỏ thấp bút	Equisetophyta	1	1,03	1	0,44	2	0,73
Ngành Thông đất	Lycopodiophyta	2	2,06	2	0,88	2	0,73
Ngành Dương xỉ	Polypodiophyta	7	7,22	8	3,52	9	3,27
Ngành Thông	Pinophyta	2	2,06	2	0,88	2	0,73
Ngành Ngọc lan	Magnoliophyta	85	87,63	214	94,27	260	94,55
Lớp Ngọc lan	Magnoliopsida	78	80,41	188	82,82	228	82,91
Lớp Loa kèn	Liliopsida	7	7,22	26	11,45	32	11,64
<b>Tổng</b>		<b>97</b>	<b>100</b>	<b>227</b>	<b>100</b>	<b>275</b>	<b>100</b>

Về thành phần loài thực vật chi tiết cho 10 bãi đổ thải nghiên cứu, kết quả điều tra cho thấy số lượng các loài thực vật cho 10 bãi đổ thải dao động từ 58 - 135 loài, thuộc 52 - 109 chi và số họ dao động từ 26 - 45 họ (bảng 3), 5 ngành thực vật. Trong đó, bãi đổ thải CB thiếc với diện tích 124,24 ha cho số lượng họ (43) và loài lớn nhất (135 loài) và bãi đổ thải YB2 sắt và YB4 chì kẽm có số lượng loài ít nhất là 58 loài. Tỷ trọng các loài, chi, họ tập trung chủ yếu vào ngành Ngọc lan (Magnoliophyta) có mức độ đa dạng cao nhất với số lượng loài chiếm từ 87,1% (YB3 chì kẽm) đến 97,7% (SL niken). Các bãi đổ thải sắt, chì, kẽm mangan có số lượng loài thực vật kém phong phú hơn so với các bãi đổ thải thiếc, fenspat, niken và đồng vàng (bảng 2).

Ngành Hạt trần chỉ xuất hiện có một loài tại bãi đổ thải thiếc và chì kẽm, ngành Dương xỉ xuất hiện tại tất cả 10 bãi đổ thải. Bãi YB5 mangan và YB6 đồng vàng, chỉ xuất hiện hai ngành thực vật là ngành Ngọc lan và ngành Dương xỉ mà không có sự xuất hiện của ngành Thông đất, Cỏ tháp bút và Hạt trần. Bãi đổ thải BK chì kẽm và CB thiếc là hai bãi đã được khai thác từ thời Pháp thuộc, có lịch sử khai thác và đổ thải lâu đời nhất so với các bãi đổ thải còn lại. Điều này có thể là lý do dẫn tới số lượng các họ thực vật phong phú hơn các khu vực khác 38 - 43 họ. Đặc biệt, bãi CB thiếc có số họ thực vật lớn nhất. Ba bãi CB thiếc, YB3 chì kẽm và YB4 chì kẽm có sự xuất hiện 1 loài Hạt trần (Thông).

**Bảng 3.** Sự phân bố các taxon trong các ngành thực vật của 10 bãi đổ thải

TT	Mã hóa bãi đổ thải	Ngành Thông đất			Ngành Cỏ tháp bút			Ngành Dương xỉ			Ngành Hạt trần			Ngành Ngọc lan						Tổng số họ	Tổng số chi	Tổng số loài
		Họ	Chi	Loài	Họ	Chi	Loài	Họ	Chi	Loài	Họ	Chi	Loài	Lớp Ngọc lan			Lớp Loa kèn					
														Họ	Chi	Loài	Họ	Chi	Loài			
1	BK Chì kẽm	1	1	1	0	0	0	1	3	4	0	0	0	38	62	66	5	9	9	45	75	80
2	CB Thiếc	0	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	43	94	116	4	11	14	51	109	135
3	LC fenspat	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	27	61	70	4	11	14	35	76	88
4	SL niken	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	27	65	78	3	6	6	32	73	86
5	YB1 sắt	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	23	38	46	3	10	11	30	52	62
6	YB2 sắt	0	0	0	1	1	2	4	4	4	0	0	0	18	37	40	3	12	12	26	54	58
7	YB3 chì kẽm	1	1	1	1	1	2	2	3	4	1	1	1	22	39	41	3	13	13	30	58	62
8	YB4 chì kẽm	1	1	1	1	1	3	2	2	2	1	1	1	24	44	47	2	4	4	31	53	58
9	YB5 mangan	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	24	41	49	3	13	13	30	57	65
10	YB6 đồng vàng	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	29	53	65	3	7	7	36	64	76

**3.3. Dạng sống của các loài thực vật ở trong và xung quanh bãi đổ thải**

Áp dụng hệ thống phân loại dạng sống của Raunkiear (1934) với sự điều chỉnh của Nguyễn Nghĩa Thìn (2007), dạng sống của các loài thực vật ở xung quanh và bên trong 10 bãi đổ thải

được trình bày trong bảng 4, 5, 6. Kết quả tính toán bình quân cho 10 bãi đổ thải cho thấy, nhóm cây chồi trên (Ph) chiếm ưu thế với 68%, tiếp đến là nhóm cây một năm (Th) chiếm 11,5% và chồi ần (Cr) với 10,2%, tiếp theo là nhóm cây nửa ần (Hm) với 7,9% và nhóm cây chồi sát đất (Ch) với 3,1%.

Như vậy, phổ dạng sống cho hệ thực vật của 10 bãi đổ thải là:

$$SB = 68 Ph + 3,1 Ch + 10,2 Cr + 7,9 Hm + 11,5 Th$$

Đối với nhóm cây chồi trên (Ph) gồm các loài cây gỗ hay dây leo gỗ được coi là xương sống của hệ thực vật, nhóm dạng sống chiếm tỷ lệ lớn nhất tại các bãi đổ thải là nhóm cây gỗ nhỏ, bụi, nửa bụi, cây hóa gỗ, cỏ cao từ 25 - 200 cm với 23,4%, tiếp đến là nhóm cây chồi trên nhỏ Mi chiếm 13,8%. Thấp nhất là nhóm cây mọc nước với 1,3 % (bảng 4).

### 3.4. Phân tích các nhóm dạng sống tại 10 bãi đổ thải

#### 3.4.1. Nhóm cây chồi trên (Ph)

Với nhóm cây chồi trên (Ph) bao gồm nhóm cây chồi trên to (Mg), chồi trên nhỏ (Me) và chồi trên nhỏ (Mi), tại khu vực các bãi đổ thải điều tra đã thống kê được 128 loài (số liệu điều tra), trong số đó có 18 loài xuất hiện từ 3 bãi đổ thải trở lên (bảng 4, 5).

Các loài có cây chồi trên lớn như Gáo vàng, Trầu, Xoan. Các loài có cây chồi trên nhỏ như Hu đay, Dương, Đa lá lệch, Sung, Vả, Hoắc quang lào. Các loài cây có chồi trên nhỏ như Ba soi, Ba soi lông sao, Bùm bụp lông, Ngái, Súm lông, Mã rạn, Núc nác, Muối đã được xác định tại các khu vực nghiên cứu.

Các loài cây xuất hiện ở vị trí xung quanh bãi đổ thải và cả trên bãi đổ thải gồm có Hu đay, Ba soi, Dương, Bùm bụp lông, Sung, Đa lá lệch và Xoan. Đặc biệt, Hu đay là loài xuất hiện ở tất cả 10 bãi đổ thải, Ba soi xuất hiện tại 9 bãi đổ thải, Đa lá lệch và Dương xuất hiện ở 6 bãi đổ thải. Các loài còn lại xuất hiện từ 3 đến 5 bãi đổ thải. Kết quả đánh giá thông qua các chỉ tiêu sinh trưởng cho thấy các loài cây đều sinh trưởng và phát triển tốt. Việc xác định được các loài cây gỗ thuộc nhóm dạng sống chồi trên to, nhỏ, và nhỏ có ý nghĩa quan trọng để từ đó lựa chọn được loài cây thích hợp có thể trồng cải tạo môi trường tại khu vực bãi thải.

**Bảng 4.** Dạng sống của các loài thực vật trong và xung quanh bãi đổ thải

TT	Dạng sống  Tên các bãi đổ thải	Cây chồi trên Ph							Cây chồi sắt đất (Ch)	Cây chồi ản (Cr)	Cây chồi nửa ản (Hm)	Cây một năm (Th)	Tổng số loài
		Cây chồi trên to (Mg)	Cây chồi trên nhỏ (Me)	Cây chồi trên nhỏ (Mi)	Cây chồi trên lớn (Na)	Dây leo gỗ (Lp)	Cây mọc nước (Suc)	Cây chồi trên thân thảo (Hp)					
1	BK chì kẽm	4	8	16	20	3	2	2	5	4	9	7	80
2	CB thiếc	9	12	23	45	4	0	10	2	12	8	10	135
3	LC fenspat	4	7	12	16	4	0	4	5	13	7	16	88
4	SL niken	4	17	14	17	5	0	6	1	5	4	13	86
5	YB1 sắt	1	9	5	10	5	0	9	3	7	5	8	62
6	YB2 sắt	1	2	3	13	2	0	9	1	10	7	10	58
7	YB3 chì kẽm	1	3	3	14	1	0	16	4	8	7	5	62
8	YB4 chì kẽm	2	2	5	15	1	0	14	1	4	6	8	58
9	YB5 mangan	2	9	9	12	5	0	9	1	10	3	5	65
10	YB6 đồng vàng	1	8	16	18	7	1	6	1	6	5	7	76
<b>Tổng</b>		<b>29</b>	<b>77</b>	<b>105</b>	<b>180</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>85</b>	<b>24</b>	<b>79</b>	<b>61</b>	<b>89</b>	<b>770</b>
<b>Trung bình</b>		<b>2,9</b>	<b>7,7</b>	<b>10,6</b>	<b>18</b>	<b>3,7</b>	<b>1</b>	<b>8,5</b>	<b>2,4</b>	<b>7,9</b>	<b>6,1</b>	<b>8,9</b>	<b>77</b>
<b>Tỷ lệ nhóm dạng sống trung bình (%)</b>		<b>3,7</b>	<b>10,0</b>	<b>13,8</b>	<b>23,4</b>	<b>4,8</b>	<b>1,3</b>	<b>11</b>	<b>3,1</b>	<b>10,2</b>	<b>7,9</b>	<b>11,5</b>	<b>100</b>

**Bảng 5.** Danh sách các loài cây chồi trên to, nhỏ và nhỏ (Mg, Me, Mi)

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Dạng sống	Xuất hiện trong bãi đổ thải	Xuất hiện xung quanh bãi đổ thải	Các bãi đổ thải có loài xuất hiện **
1	Hu đay	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	Me	x	x	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	Ba soi	<i>Macaranga denticulata</i> (Blume) Müll.Arg.	Mi	x	x	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10
3	Dương	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	Me	x	x	2, 3, 4, 5, 9, 10
4	Đa lá lệch	<i>Ficus semicordata</i> Buch.-Ham. ex Sm.	Me	x	x	2, 4, 5, 6, 9, 10
5	Bùm bụp lông	<i>Mallotus barbatus</i> Müll.Arg.	Mi	x	x	2, 3, 4, 9, 10
6	Ngái	<i>Ficus hispida</i> L.f.	Mi	x	-	2, 3, 4, 10
7	Gáo vàng	<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L.	Mg	x	-	3, 5, 6, 10
8	Vả	<i>Ficus auriculata</i> Lour.	Me	-	-	4, 5, 9, 10
9	Trầu	<i>Vernicia montana</i> Lour.	Mg	x	-	3, 5, 10
10	Ba soi lông sao	<i>Macaranga trichocarpa</i> (Zoll.) Müll.Arg.	Mi	x		2, 3, 9
11	Xoan	<i>Melia azedarach</i> L.	Mg	x	x	2, 4, 9
12	Ba chạc	<i>Euodia leptota</i> Merr.	Mi	-	-	2, 5, 10
13	Hoắc quang lào	<i>Wendlandia uvariifolia</i> subsp. <i>laotica</i> (Pit.) Cowan	Me	x	-	2, 7, 10
14	Súm lông	<i>Eurya ciliata</i> Merr.	Mi	x	-	2, 7, 8
15	Mã rặng	<i>Macaranga tanarius</i> (L.) Müll.Arg.	Mi	x	-	2, 9, 10
16	Núc nác	<i>Oroxylum indicum</i> (L.) Kurz	Mi	-	-	2, 9, 10
17	Muối	<i>Rhus chinensis</i> Mill.	Mi	x	-	2, 9, 10
18	Sung	<i>Ficus racemose</i> L.	Me	x	x	3, 4, 5

Ghi chú: x: Có cây xuất hiện; -: không có cây xuất hiện

\*\* Tên các bãi đổ thải được mã hóa thứ tự từ 1 đến 10 tại bảng 1

### 3.4.2. Nhóm cây chồi trên lùn, cây mọc nước và cây chồi trên thân thảo

Đối với nhóm cây chồi trên lùn, cây mọc nước và cây chồi trên thân thảo, nghiên cứu đã xác định được tổng số 147 loài (Số liệu điều tra), trong số đó có 35 loài xuất hiện từ 3/10 bãi đổ thải trở lên (bảng 6). Đơn buốt xuất hiện ở cả 10 bãi đổ thải, Cỏ lào xuất hiện ở 9 bãi đổ thải, Ké hoa đào và Cỏ hôi xuất hiện ở 8 bãi đổ thải. Các loài cây trong nhóm cây

chồi trên lùn, cây dây leo, mọc nước và cây chồi trên thân thảo đều sinh trưởng tốt tại khu vực xung quanh và trong bãi đổ thải. Hầu hết các loài đều xuất hiện xung quanh bãi đổ thải 28/35 loài (80%) và bên trong bãi đổ thải 35/35 (100%). Nhóm các loài cây mọc được ở 6/10 bãi đổ thải sẽ là mục tiêu để lựa chọn cây có khả năng trồng trên bãi đổ thải bao gồm Đơn buốt, Cỏ lào, Ké hoa đào, Cỏ hôi, Đơn nem, Cỏ tím.



**Bảng 6.** Các loài cây chổi trên lùn (Na), cây dây leo (Lp), cây mọc nước (Suc) và cây chổi trên thân thảo (Hp)

TT	Tên Việt Nam	Tên Khoa học	Dạng sống	Xuất hiện trong bãi thải	Xuất hiện xung quanh bãi thải	Các bãi đổ thải có loài xuất hiện **
1	Đơn buốt	<i>Bidens pilosa</i> L.	Hp	x	x	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	Cỏ lào	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	Hp	x	x	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10
3	Ké hoa đào	<i>Urena lobata</i> L.	Na	x	x	2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10
4	Cỏ hôi	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Hp	x	-	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10
5	Đơn nem	<i>Maesa indica</i> (Roxb.) Sweet	Na	x	x	2, 4, 5, 6, 7, 8, 10
6	Cỏ tím	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R.M.King & H.Rob.	Hp	x	x	2, 3, 7, 8, 9, 10
7	Xấu hổ	<i>Mimosa pudica</i> L.	Na	x	x	2, 3, 4, 6, 9, 10
8	Tử châu	<i>Callicarpa candicans</i> (Burm.f) Hochr.	Na	x	x	2, 3, 5, 7, 10
9	Cỏ tai hùm	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Hp	x	-	2, 5, 7, 9, 10
10	Ké lá lỏm	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Na	x	x	3, 4, 7, 8, 9, 10
11	Mua đa hùg	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Na	x	x	5, 6, 7, 8, 9, 10
12	Mâm xôi	<i>Rubus pectinarioides</i> H.Hara	Na	x	x	5, 7, 8, 9, 10
13	Mâm xôi vàng	<i>Rubus ellipticus</i> Sm.	Na	x	-	1, 2, 7, 8
14	Bọ chó	<i>Buddleja asiatica</i> Lour.	Na	x	x	2, 4, 8, 9
15	Xấu hổ	<i>Mimosa pudica</i> L.	Na	x	x	2, 5, 6, 9
16	Ké đay vàng	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	Na	x	x	3, 6, 9, 10
17	Sắn dây rừng	<i>Pueraria montana</i> (Lour.) Merr.	Lp	x	-	6, 7, 9, 10
18	Gai dại	<i>Boehmeria holosericea</i> Blume	Na	x	x	5, 6, 9, 10
19	Mò hoa trắng	<i>Clerodendrum chinense</i> (Osbeck) Mabb.	Na	x	x	1, 3, 4
20	Phồng phong thảo	<i>Anisomeles indica</i> (L.) Kuntze	Na	x	x	2, 3, 10
21	Hàn the	<i>Desmodium heterophyllum</i> Hook. & Arn.	Na	x	x	2, 3, 4
22	Đề gia lá dài	<i>Debregeasia longifolia</i> (Burm.f.) Wedd.	Na	x	x	2, 5, 7
23	Rau tàu bay	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore	Hp	x	x	2, 5, 7, 9
24	Khuyển thiệt	<i>Cynoglossum zeylanicum</i> (Sw. ex Lehm.) Thunb. ex Brand	Na	x	x	2, 7, 8
25	Mua đa hùg	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Na	x	x	2, 7, 8
26	Mua hoa đỏ	<i>Oxyspora paniculata</i> (D.Don) DC.	Na	x	x	2, 7, 8
27	Mai dương	<i>Mimosa pigra</i> L.	Na	x	x	3, 4, 10
28	Dây đau xương	<i>Tinospora sinensis</i> (Lour.) Merr.	Lp	x	x	3, 9, 10
29	Bồ công anh	<i>Lactuca indica</i> L.	Hp	x	x	5, 6, 8
30	Nhọ nôi	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Hp	x	x	5, 6, 8
31	Bìm bìm	<i>Decalobanthus boisianus</i> (Gagnep.) A.R.Simões & Staples	Lp	x	-	6, 9, 10
32	Bồ rừng	<i>Corchorus aestuans</i> L.	Na	x	-	6, 9, 10
33	Mào gà trắng	<i>Celosia argentea</i> L.	Hp	x	x	6, 9, 10
34	Diếp dại	<i>Sonchus</i> sp.	Hp	x	x	7, 8, 9
35	Rau khúc tẻ	<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.	Hp	x	-	7, 8, 9

Ghi chú: x: Có cây xuất hiện; -: không có cây xuất hiện

\*\* Tên các bãi đổ thải được mã hóa thứ tự từ 1 đến 10 tại bảng 1

### 3.4.3. Nhóm cây chồi sát đất, chồi nửa ẩ, chồi ẩ và cây một năm tuổi

Kết quả nghiên cứu đã xác định được 104 loài cây thuộc nhóm cây chồi sát đất, chồi nửa ẩ, chồi ẩ và cây một năm tuổi tại 10 bãi đổ thải, trong đó có 32 loài cây xuất hiện từ 3/10 bãi đổ thải trở lên (bảng 6). Trong số 32 loài, Cà trái vàng và Cỏ lá gừng xuất hiện nhiều nhất tại 9/10 bãi đổ thải, tiếp theo đó là

Ráng seo gà, Cà dại hoa trắng xuất hiện tại 7 bãi đổ thải, Cỏ lá tre, Cói và Lồng vục xuất hiện tại 6 bãi đổ thải. Các loài còn lại xuất hiện từ 3 đến 5 bãi đổ thải. Tổng số 75% (24/32 loài) xuất hiện cả khu vực xung quanh và trong bãi đổ thải, còn lại 25% (8/32 loài) xuất hiện ở khu vực xung quanh bãi đổ thải như Cỏ lá tre, Cói, Cà dại hoa trắng, Cỏ bông lau... (bảng 7).

**Bảng 7.** Các loài cây chồi sát đất (Ch), chồi nửa ẩ (Cr), chồi ẩ (Hm) và cây một năm tuổi (Th)

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Dạng sống	Xuất hiện trong bãi thải	Xuất hiện xung quanh bãi thải	Các bãi đổ thải có loài xuất hiện **
1	Cà trái vàng	<i>Solanum viarum</i> Dunal	Th	x	x	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	Cỏ lá gừng	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.	Cr	x	x	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10
3	Ráng seo gà	<i>Pteris grandifolia</i> L.	Hm	x	x	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10
4	Cà dại hoa trắng	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Th	x	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10
5	Cỏ lá tre	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	Cr	x	-	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
6	Cói	<i>Cyperus cyperinus</i> (Retz.) Valck.Sur.	Cr	x	-	5, 6, 7, 8, 9, 10
7	Sậy khô	<i>Neyraudia reynaudiana</i> (Kunth) Keng ex Hitchc.	Cr	x	x	3, 5, 6, 7, 9, 10
8	Ráng dứa	<i>Blechnum orientale</i> L.	Hm	x	x	3, 6, 8, 9, 10
9	Chít	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. ex Hornem.) Honda	Cr	x	x	5, 6, 7, 9, 10
10	Lồng vục	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	Th	x	x	2, 3, 5, 6, 7, 9
11	Cỏ bông lau	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	Cr	x	-	5, 6, 7, 9, 10
12	Cỏ màn trâu	<i>Cynosurus indicus</i> L.	Cr	x	x	2, 3, 5, 6, 7, 9
13	Cỏ đuôi ngựa	<i>Equisetum arvense</i> L.	Hm	x	x	2, 3, 5, 8
14	Cỏ gà	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Cr	x	-	6, 8, 9
15	Cỏ lá dứa	<i>Setaria plicata</i> (Lam.) T.Cooke	Cr	x	-	5, 7, 9
16	Cỏ mẹ	<i>Buddleja asiatica</i> Lour.	Th	x	x	1, 3, 5, 6
17	Cỏ tai hùm	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Th	x	x	3, 4, 6
18	Mộc tặc	<i>Equisetum variegatum</i> Schleich. ex F.Weber & D.Mohr	Hm	x	x	2, 6, 8
19	Cà ngoi	<i>Solanum erianthum</i> D.Don	Th	x	x	1, 2, 4

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Dạng sống	Xuất hiện trong bãi thải	Xuất hiện xung quanh bãi thải	Các bãi đổ thải có loài xuất hiện **
20	Guột	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.f.) Underw.	Hm	x	-	6, 8, 10
21	Khoai nửa	<i>Amorphophallus kachinensis</i> Engl. & Gehrm.	Hm	x	-	1, 2, 4
22	Khoai nước	<i>Colocasia fallax</i> Schott	Hm	x	x	1,3,10
23	Lu lu đực	<i>Solanum nigrum</i> L.	Th	x	x	2,4,5,10
24	Ráng seo gà	<i>Pteris multifida</i> Poir.	Hm	x	x	5, 6, 8
25	Nghê	<i>Polygonum capitatum</i> Buch.-Ham. ex D.Don	Th	x	x	1, 2, 3
26	Ráng chò chanh	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	Hm	x	x	5, 6, 10
27	Cỏ bạc đầu	<i>Cyperus mindorensis</i> (Steud.) Huygh	Cr	x	x	3, 6, 7
28	Rau má lá rau muống	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Th	x	x	3, 6, 10
29	Rau tàu bay	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore	Th	x	x	3, 6, 10
30	Rau trai	<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Th	x	x	2, 3, 7
31	Ráy	<i>Alocasia macrorrhizos</i> (L.) G.Don	Hm	x	x	1, 2, 6
32	Thông đất	<i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic.Serm.	Hm	x	x	3, 5, 8

Ghi chú: x: Có cây xuất hiện; -: không có cây xuất hiện

\*\* Tên các bãi đổ thải được mã hóa thứ tự từ 1 đến 10 tại Bảng 1

Các nhóm thực vật khác nhau xuất hiện tự nhiên trên đất đổ thải sau khai thác kim loại nặng tại 5 tỉnh nghiên cứu. Kết quả cho thấy, có nhiều loài cây thân gỗ và cây bụi xuất hiện ở các bãi đổ thải cũ hơn các bãi mới nhưng cũng không rõ xu hướng cụ thể. Sự xuất hiện của các loài cây ở trong và xung quanh bãi đổ thải cũng không thể hiện rõ xu hướng. Các loài cây xuất hiện bên trong hay xung quanh bãi đổ thải được đóng góp từ các yếu tố tự nhiên như gió, động vật và con người. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có những loài xuất hiện xung quanh bãi đổ thải nhưng không xuất hiện bên trong bãi đổ thải (bảng 5, 6, 7). Hazarika và đồng tác giả (2006) cũng đã khẳng định không có mối liên hệ cụ thể giữa độ

tuổi của lớp đất đổ thải và sự xuất hiện của các loài cây.

Hoạt động trồng lại cây xanh trên đất sau khai thác sẽ giúp phục hồi và cải thiện chất lượng môi trường cũng như cải thiện hệ sinh thái, tạo tiểu hoàn cảnh ban đầu để có thể trồng rừng trên vùng đất sau khai thác. Việc lựa chọn các loài thực vật có thể sống được trên bãi đổ thải sau khai khoáng là yếu tố quan trọng quyết định sự thành công của hoạt động trồng cây xanh. Có 3 nhóm loài cây có thể được trồng theo từng giai đoạn trên đất khai thác cũ bao gồm cây che phủ, cây lương thực và cây lượng thực trồng xen. Các loài cây tiên phong ưa sáng như các loài cây họ Đậu, các loài cây bụi, thông và các loài

cây gỗ cứng có thể chịu được nhiều loại axit, độ phì nhiêu, độ ẩm thấp sẽ được hình thành trước (Burger, 2018).

Trong nghiên cứu này, căn cứ vào danh sách các loài cây sống được tại khu vực xung quanh và trong bãi đổ thải (bảng 5, 6, 7), căn cứ kết quả của các nghiên cứu trước đây của các tác giả trong và ngoài nước (Võ Văn Minh, 2007; Đồng Thị Minh Hậu *et al.*, 2008) nghiên cứu này đã đề xuất được danh sách các loài cây trong nhóm cây che phủ có thể sống được trên các bãi đổ thải để nhằm cải thiện môi trường ban đầu. Các loài được lựa chọn cũng có khả năng hấp thụ mạnh kim loại nặng để giảm thiểu ô nhiễm môi trường đất của khu vực. Các loài cây được lựa chọn dưới đây là các loài xuất hiện tự nhiên từ 5/10 bãi đổ thải được nghiên cứu. Đây là các loài sinh trưởng nhanh và tạo sinh khối lớn.

Nhóm cây chồi trên (Ph): Hu đay (*Trema orientalis* (L.) Blume), Ba soi (*Macaranga denticulata* (Blume) Müll.Arg.), Dương (*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent.), Đa lá lệch (*Ficus semicordata* Buch.-Ham. ex Sm.), Bùm bụp lông (*Mallotus barbatus* Müll.Arg.).

Nhóm cây chồi trên lùn (Na): Đơn buốt (*Bidens pilosa* L.), Cỏ lào (*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.), Ké hoa đào (*Urena lobata* L.), Cỏ hôi (*Ageratum conyzoides* L.), Cỏ tím (*Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M.King & H.Rob.).

Nhóm cây chồi sát đất (Ch), chồi nửa ản (Cr), chồi ản (Hm) và cây một năm tuổi (Th): Cà trái vàng (*Solanum viarum* Dunal), Cỏ lá gừng (*Axonopus compressus* (Sw.) P.Beauv.), Ráng seo gà (*Pteris grandifolia* L.), Cà đại hoa trắng (*Solanum torvum* Sw.), Cỏ lá tre (*Oplismenus hirtellus* (L.) P.Beauv.).

Hu đay (*T. orientalis*) được biết đến là loài cây tiên phong ưa sáng có nguồn gốc từ châu Phi, châu Á, châu Úc và các đảo Thái Bình Dương.

Loài cây này có hệ thống rễ dày đặc ở lớp đất mặt, có khả năng phát triển nhanh chóng trên đất đá và đất khô hạn, từ đó giúp đất không bị sụt lún (Cassie và Bernard, 2014). Hu đay được khẳng định là loài cây chịu được kim loại (Samantaray *et al.*, 1999) và là một trong những loài đầu tiên phát triển trên đất bị xáo trộn và do đó được coi là loài chủ chốt trong việc phục hồi sinh thái các vùng đất đổ thải sau khai thác mỏ các nước nhiệt đới (Cassie và Bernard, 2014). Samantaray và đồng tác giả (1995) kết luận rằng Hu đay có khả năng cố định đạm, và phát triển nhanh trên đất thiếu dinh dưỡng. Đây cũng là một loài có giá trị kinh tế đối với cộng đồng địa phương do được sử dụng làm củi đốt và được gọi là “cây than” (Cassie và Bernard, 2014). Ba soi (*M. denticulata*) là loài cây thường xanh có phân bố tự nhiên phổ biến tại các bãi đổ thải sau khai thác than tại Ấn Độ (Hazarika *et al.*, 2006). Loài cây này được ghi nhận tại 9/10 khu vực bãi đổ thải nghiên cứu (bảng 5). Đây cũng sẽ là loài cây tiềm năng cho các chương trình phục hồi thảm thực vật trên đất đổ thải sau khai khoáng. Dương (*B. papyrifera*) được phát hiện ở 6/10 khu vực bãi đổ thải điều tra (bảng 5). Đây là một loài thực vật thân gỗ phát triển nhanh đầy hứa hẹn để xử lý ô nhiễm đất bị ô nhiễm kim loại nặng. Kết quả nghiên cứu của Zeng và đồng tác giả (2021) kết luận rằng Dương làm giảm tác động bất lợi của kim loại nặng đối với sự phát triển của cây bằng cách tăng cường hoạt động của enzyme chống oxy hóa trong lá và liên kết kim loại nặng với axit hữu cơ, carbohydrate, protein và axit amin trong rễ. Đây là loài cây tiềm năng được sử dụng để xử lý ô nhiễm chì và kẽm trong đất (Zeng *et al.*, 2021).

Kim loại nặng sẽ được tích tụ trong thân, rễ, lá của các loài sinh trưởng nhanh trên các bãi đổ thải, sau đó có thể xử lý tiếp bằng phương pháp tro hóa hoặc phương pháp cố định kim loại nặng trong tro bằng vôi để giảm sự hòa tan và di chuyển của kim loại nặng (Đặng Văn Minh và

Nguyễn Duy Hải, 2014; Nguyễn Thị Hoàng Hà *et al.*, 2016; Lê Thị Nguyễn, 2013).

#### IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được thành phần thực vật tại 10 khu vực bãi thải thuộc các tỉnh Bắc Kạn, Cao Bằng, Lào Cai, Sơn La, và Yên Bái. Các bãi đổ thải từ quá trình khai thác các mỏ chì kẽm, thiếc, fenspat, niken, sắt, mangan và đồng vàng với diện tích các bãi đổ thải từ 1,29 - 216,79 ha. Tổng số loài thực vật xác định được tại 10 bãi đổ thải nghiên cứu là Thành phần các loài thực vật tại khu vực 10 bãi đổ thải dao động từ 58 - 135 loài thực vật, thuộc 52 - 109 chi và số lượng họ dao động từ 26 - 45 họ, 5 ngành thực vật. Trong đó, bãi đổ thải CB thiếc có số lượng loài lớn nhất là 135 loài, YB 2 sắt và YB4 chì kẽm có số lượng loài ít nhất là 58 loài. Các bãi đổ thải sắt, chì, kẽm mangan có số lượng loài thực vật kém phong phú hơn so với các bãi đổ thải thiếc, fenspat, niken và đồng, vàng.

Nghiên cứu đã xác định được phổ dạng sống của các loài thực vật của 10 bãi thải. Trong đó, nhóm cây chồi trên (Ph) chiếm ưu thế với 68%, tiếp đến là nhóm cây một năm (Th) chiếm 11,5% và chồi ần (Cr) với 10,2%, tiếp theo là

nhóm cây nửa ần (Hm) với 7,9% và nhóm cây chồi sát đất (Ch) với 3,1%. Phổ dạng sống cho hệ thực vật của 10 bãi đổ thải là: SB = 68Ph + 3,1Ch + 10,2Cr + 7,9Hm + 11,5Th. Nhóm loài cây chồi trên thuộc nhóm cây chồi trên to, nhỏ, và nhỏ có 18/128 loài xuất hiện từ 3/10 bãi đổ thải. Trong đó, Hu đay, Ba soi xuất hiện từ 8 - 10/10 bãi đổ thải. Nhóm loài cây chồi trên lùn, cây mọc nước, cây dây leo, cây thân thảo sống lâu năm đã xác định được 35/147 loài cây xuất hiện từ 3/10 bãi đổ thải trở lên. Trong đó, Đơn buốt, Cỏ lào xuất hiện từ 9 - 10/10 bãi đổ thải. Nhóm loài cây chồi sát đất, chồi nửa ần, chồi ần và cây một năm có 32/104 loài xuất hiện từ 3/10 bãi đổ thải trở lên. Trong đó, Cỏ lá gừng, Cà trái vàng là những loài có ở 9 - 10/10 bãi đổ thải. Nghiên cứu đã đề xuất được danh mục 15 loài cây có khả năng sống được trên các bãi thải nhằm mục đích cải tạo môi trường đất bãi thải. Đây là các loài cây ưa sáng và sinh trưởng nhanh, tạo sinh khối lớn góp phần cải tạo môi trường đất ban đầu làm tiền đề cho sự phát triển của các loài cây thân gỗ khác.

**Lời cảm ơn:** Chúng tôi trân trọng cảm ơn Ủy ban Dân tộc đã tài trợ cho nghiên cứu này, mã số đề tài ĐTCB.UBDT.04.22 - 24.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ali H., Khan E., Sajad M. A., 2013. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications, Chemosphere Journal, Volume 91, Issue 7, 869 - 881. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075>
2. Barcelo J., and Poschenrieder C., 2003. Phytoremediation: principles and perspectives. Contributions to Sciences, institute d'Edtudis Catalans, Bachelona, 333 - 344.
3. Nguyễn Tiến Bản - Chủ biên, 2003. Danh lục các loài thực vật Việt Nam, Tập II, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
4. Nguyễn Tiến Bản - Chủ biên, 2005. Danh lục các loài thực vật Việt Nam, Tập III, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
5. Burger J. A., 2018. How to restore forests on surface-mined land, Powell river project, Reclamation guidelines for surface mined land, Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, 1 - 20.
6. Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Thực vật chí Việt Nam, Tập 1 - 21. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
7. Cassie R. R. and Bernard F. R., 2014. Enhancement of Seed Germination in *Trema orientalis* (L.) Blume-Potential Plant Species in Revegetation of Mine Wastelands, Journal of Sustainable Forestry, 33(1), 46 - 58.
8. Lê Trọng Cúc, Phan Kế Lộc, Đặng Thị Sy, 2001. Danh lục các loài thực vật Việt Nam, Tập I, Nhà xuất bản Nông nghiệp.

9. Cui, X., Mao, P., Sun, S., Huang, R., Fan, Y., Li, Y., Li, Z., 2021. Phytoremediation of cadmium contaminated soils by *Amaranthus hypochondriacus* L.: The effects of soil properties highlighting cation exchange capacity. *Chemosphere*, 283, 131067.
10. Nguyễn Thị Hoàng Hà, Bùi Thị Kim Anh, Tống Thị Thu Hà, 2016. Đánh giá khả năng xử lý Asen trong đất của một số loài thực vật bản địa mọc xung quanh khu mỏ chì kẽm Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các khoa học trái đất và môi trường*, 32(2S), 1 - 8.
11. Hazarika P., Talukdar N.C., Singh Y.P., 2006. Natural colonization of plant species on coal mine spoils at Tikak Colliery, Assam, *International Society for Tropical Ecology*, 47(1): 37 - 46.
12. Đồng Thị Minh Hậu, Hoàng Thị Thanh Thủy, Đào Phú Quốc, 2008. Nghiên cứu và lựa chọn một số thực vật có khả năng hấp thu các kim loại nặng (Cr, Cu, Zn) trong bùn nạo vét kênh Tân Hóa - Lò Gốm. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, tập 11, (4), 1 - 8.
13. Phạm Hoàng Hộ, 1999. *Cây cỏ Việt Nam - Quyển I*, Nhà xuất bản Trẻ, thành phố Hồ Chí Minh.
14. Phạm Hoàng Hộ, 2003. *Cây cỏ Việt Nam - Quyển II*, Nhà xuất bản Trẻ, thành phố Hồ Chí Minh.
15. Phạm Hoàng Hộ, 2000. *Cây cỏ Việt Nam - Quyển III*, Nhà xuất bản Trẻ, thành phố Hồ Chí Minh.
16. Jerald L. S., 2004. *Phytoremediation of Soil and Groundwater*, The University of Iowa, IA 52242.
17. Manh Ha Nguyen, Huu Tap Van, Phan Quang Thang, Thi Huyen Ngo Hoang, Dinh Cham Dao, Cong Long Nguyen, 2021. Level and Potential Risk Assessment of Soil Contamination by Trace Metal from Mining Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 30(1), 92 - 106, DOI: 10.1080/15320383.2020.1811203.
18. Milic D., Lukovic J., Ninkov J., Zeremski - Skoric T., Zoric L., Vasin J., Milic S., 2012. Heavy metal content in halophytic plants from inland and maritime saline areas, *Central European Journal of Biology*, Volume 7, 307 - 317.
19. Võ Văn Minh, 2007. Khả năng hấp thụ Cadimi trong đất của cỏ Vetiver. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Đại học Đà Nẵng, Số 4.
20. Đặng Văn Minh và Nguyễn Duy Hải, 2014. Nghiên cứu biện pháp xử lý sinh khối cây Dương xỉ và Vetiver hấp phụ kim loại nặng sau khi trồng trên đất sau khai khoáng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 119(05), 113 - 116.
21. Lê Thị Nguyên, 2013. Nghiên cứu sử dụng một số loài thực vật cải tạo phục hồi bãi thải sau khai thác than - thí điểm tại bãi thải Chính Bắc, Công ty Cổ phần than Núi Béo, Vinacomin, Luận văn thạc sỹ ngành Khoa học môi trường và bảo vệ môi trường, Trường Đại học Quốc gia Hà Nội.
22. Orhue, E. R., & Frank, U. O., 2011. Fate of some heavy metals in soils: a review. *Journal of Applied and Natural Science*, 3(1), 131 - 138.
23. Roger D. Reeves, Alan J. M. Baker, Tanguy Jaffre, Peter D. Erskine, Guillaume Echevarria and Antony van der Ent, 2017. A global database for plants that hyperaccumulate metal and metalloid trace elements, *New Phytologist*, 218: 407 - 411.
24. Samantaray, S., Rout, G. R., Das, P., 1995. An *in vitro* study on organogenesis in *Trema orientalis* (Blume) Linn. *Plant Science*, 105, 87 - 94.
25. Samantaray, S., Rout, G. R., Das, P., 1999. Chromium and nickel tolerance of *Trema orientalis* (Blume) L. in tissue culture. *Acta Physiology Plantarum*, 21(1), 27 - 35.
26. Tangahu, B. V., Sheikh Abdullah, S. R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., and Mukhlisin, M. 2011. A review on heavy metals (As, Pb, and Hg) uptake by plants through phytoremediation. *International journal of chemical engineering*, 1, 939161.
27. Zeng P, Guo Z, Xiao X., Zhou H., Gu J., and Liao B., 2021. Tolerance capacities of *Broussonetia papyrifera* to heavy metal(loid)s and its phytoremediation potential of the contaminated soil, *International Journal of Phytoremediation*, 24 (6), 580 - 589.
28. <https://www.ipni.org/>

**Email tác giả liên hệ:** tuyenpt@vnuf.edu.vn

**Ngày nhận bài:** 24/12/2024

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 27/12/2024; 28/12/2024

**Ngày duyệt đăng:** 03/02/2025