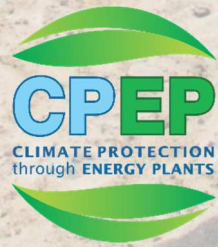




THÍ ĐIỂM TRỒNG CÂY
NĂNG LƯỢNG
TẠI CÁC MỎ SAU KHAI THÁC
Ở VIỆT NAM



Supported by:



based on a decision of the German Bundestag

THÍ ĐIỂM TRỒNG CÂY
NĂNG LƯỢNG

TẠI CÁC MỎ SAU KHAI THÁC
Ở VIỆT NAM



NHÀ PHÁT HÀNH

Independent Institute for Environmental Issues – UfU
Greifswalder Str. 4
10405 Berlin, Germany
www.ufu.de
All rights reserved

Berlin/ Hà Nội, Tháng Chín 2018

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag

Climate Protection through Energy Plants (CPEP) is a project financed by the International Climate Initiative (IKI). The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) supports this initiative on the basis of a decision adopted by the German Bundestag.

TÁC GIẢ (THEO THỨ TỰ ALPHABET)

Dr. Katrin Brömme (Chapters 5.2 and 5.3)
Environmental Engineering and Ecology, Ruhr-University Bochum

Dr. Harald Mark
MSP - Dr. Mark, Dr. Schewe & Partner GmbH, Bochum

Patrick Konopatzki
Independent Institute for Environmental Issues – UfU

Sarah Kovac
Independent Institute for Environmental Issues – UfU

Fabian Stolpe
Independent Institute for Environmental Issues – UfU

Sebastian Weiland
Independent Institute for Environmental Issues – UfU

Dr. Michael Zschiesche
Independent Institute for Environmental Issues – UfU

Hình: EE+E, RUB



MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH	6
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	8
1 TÌNH HÌNH BAN ĐẦU, MỤC TIÊU VÀ NHIỆM VỤ.....	11
2 THÔNG TIN CHUNG	13
2.1 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA.....	13
2.1.1 NĂNG LƯỢNG SINH HỌC	13
2.1.2 SINH KHỐI VÀ CÂY NĂNG LƯỢNG SINH HỌC.....	14
2.1.3 ĐẤT BẠC MÀU	14
2.1.4 KHU KHAI THÁC MỎ	15
2.1.5 PHỤC HỒI MÔI TRƯỜNG KHU KHAI THÁC	15
2.2 NĂNG LƯỢNG SINH HỌC TẠI VIỆT NAM.....	16
2.2.1 CHÍNH SÁCH KHUNG	17
2.2.2 QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN.....	18
3 TIÊU CHÍ BỀN VỮNG CHO SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG SINH HỌC.....	20
3.1 BỀN VỮNG MÔI TRƯỜNG.....	20
3.1.1 THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT.....	20
3.1.2 TÁC ĐỘNG KHÍ HẬU	21
3.1.3 TÁC ĐỘNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ.....	26
3.1.4 TÁC ĐỘNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG ĐẤT.....	26
3.1.5 TÁC ĐỘNG ĐẾN NGUỒN NƯỚC	27
3.1.6 TÁC ĐỘNG ĐẾN ĐA DẠNG SINH HỌC.....	27
3.2 BỀN VỮNG XÃ HỘI	28
3.2.1 TÁC ĐỘNG ĐẾN NGUỒN CUNG VÀ GIÁ LƯƠNG THỰC	28
3.2.2 TIẾP CẬN ĐẤT ĐAI	28
3.2.3 TẠO VIỆC LÀM VÀ THU NHẬP.....	29
3.2.4 TIẾP CẬN NĂNG LƯỢNG.....	30
3.3 BỀN VỮNG KINH TẾ.....	31
4 TRỒNG CÂY NĂNG LƯỢNG TẠI CÁC MỎ SAU KHAI THÁC	34
4.1 LỰA CHỌN LOÀI CÂY NĂNG LƯỢNG TIỀM NĂNG.....	34
4.1.1 KEO LÁ TRÀM	36
4.1.2 KEO TAI TƯỢNG	37
4.1.3 KEO LAI (KEO TAI TƯỢNG VỚI KEO LÁ TRÀM)	38
4.1.4 CAO LƯƠNG HAI MÀU (CAO LƯƠNG NGỌT)	39
4.1.5 SỎN	40

4.1.6	CÂY CỌC RÀO (JATROPHA)	41
4.1.7	HƯỚNG DƯƠNG	42
4.1.8	CỎ VA06 (CỎ VOI cv.VA06).....	43
4.1.9	TRÁU TRƠN	44
4.2	XỬ LÝ ĐIỂM Ô NHIỄM TIỀM ẨN	46
4.2.1	TÍCH TỤ CHẤT Ô NHIỄM TRONG CÂY TRỒNG	46
4.2.2	QUẢN LÝ TÍCH TỤ KIM LOẠI NẶNG TRONG CÂY TRỒNG.....	47
5	NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP.....	49
5.1	KHU VỰC THÍ ĐIỂM MỎ NÚI PHÁO: BÃI ĐÁ THẢI CỦA MỎ VONFRAM HUYỆN ĐẠI TỪ, TỈNH THÁI NGUYÊN	49
5.1.1	ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC THÍ ĐIỂM.....	49
5.1.2	LỰA CHỌN CÂY TRỒNG	50
5.1.3	CANH TÁC.....	50
5.1.4	KẾT QUẢ	52
5.2	BÃI ĐÁ THẢI TẠI HÒN GAI, TỈNH QUẢNG NINH	55
5.2.1	ĐẶC ĐIỂM BÃI THẢI	55
5.2.2	LỰA CHỌN CÂY TRỒNG	56
5.2.4	KẾT QUẢ	58
5.3	MỎ BÔ-XÍT TẠI HUYỆN BẢO LỘC, TỈNH LÂM ĐỒNG	63
5.3.1	ĐẶC ĐIỂM CỦA KHU VỰC.....	63
5.3.2	LỰA CHỌN CÂY TRỒNG	64
5.3.3	CANH TÁC.....	65
5.3.4	KẾT QUẢ	66
6	KỊCH BẢN TIỀM NĂNG VỀ SỬ DỤNG CÂY NĂNG LƯỢNG VÀO MỤC ĐÍCH SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG TẠI CÁC KHU VỰC KHU MỎ SAU KHAI THÁC.....	71
6.1	CÂY NĂNG LƯỢNG SINH KHỐI DỰA VÀO CÂY KEO VÀ TRỒNG RỪNG LUÂN KỲ NGẮN HẠN	71
6.2	CHUỖI GIÁ TRỊ KHÍ SINH HỌC TÍCH HỢP CHO NÔNG DÂN ĐỊA PHƯƠNG	73
6.3	TRỒNG SẢN QUY MÔ LỚN TRÊN CÁC KHU KHAI THÁC MỎ ĐỂ ỔN ĐỊNH NGUỒN CUNG CHO NGÀNH NHIÊN LIỆU SINH HỌC TẠI VIỆT NAM	74

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1: Hình Khu khai thác tại tỉnh Quảng Ninh.....	16
Hình 2: Chu trình phát thải khí nhà kính từ nhiên liệu hóa thạch và chu trình các-bon sinh khối	21
Hình 3: Đóng góp bảo vệ khí hậu của các chuỗi năng lượng sinh học khác nhau tại Đức	25
Hình 4: Thu hoạch cao lương ngọt	30
Hình 5: Chi phí và doanh thu từ cây năng lượng và/hoặc sản xuất năng lượng sinh học.	32
Hình 6: Hình Keo lá tràm	36
Hình 7: Keo Tai Tượng	37
Hình 8: Keo lai	38
Hình 9: Cao lương hai màu	39
Hình 10: Sắn	40
Hình 11: Cây cọc rào	41
Hình 12: Hương dương.....	42
Hình 13: Cỏ VA06	43
Hình 14: Trấu trơn	44
Hình 15: Trấu Nhấn.....	45
Hình 16: Vị trí tỉnh Thái Nguyên, Việt Nam	49
Hình 17: Biểu đồ khí hậu tại huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên	49
Hình 18: Vị trí ba lô trồng trong khu vực thí điểm	50
Hình 19: Cây keo sau khi trồng tại khu vực thí điểm Núi Pháo	51
Hình 20: Cỏ VA 06 tại khu vực thí điểm Núi Pháo	51
Hình 21: Cao lương ngọt tại khu trồng thí điểm Núi Pháo	52
Hình 22: Sắn tại khu trồng thí điểm Núi Pháo	52
Hình 23: Rừng trồng keo tại khu vực thí điểm Núi Pháo tháng 5/ 2018	53
Hình 25: Cỏ VA 06 tại mỏ Núi Pháo tháng 5/ 2017	54
Hình 26: Vị trí tỉnh Quảng Ninh, Việt Nam	55
Hình 27: Biểu đồ khí hậu Bãi Cháy, Quảng Ninh.....	55
Hình 28: Phân bố kích thước hạt tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh	55
Hình 29: Các lô trồng cây khác nhau tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh.....	57
Hình 30: Cao lương ngọt tại khu trồng thí điểm tỉnh Quảng Ninh	58
Hình 31: Ảnh nhìn từ trên không của lô trồng cao lương ngọt tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh	59
Hình 32: Cây keo tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh	59
Hình 33: Thông hai lá tại khu vực trồng thí điểm tỉnh Quảng Ninh.....	60

Hình 34: Trấu nhãn tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh	60
Hình 35: Sến mật tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh.....	61
Hình 36: Nhò vàng tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh.....	61
Hình 37: Cây dương tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh	62
Hình 38: Cỏ VA06 tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh	62
Hình 39: Hình 34: Vị trí tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam.....	63
Hình 40: Biểu đồ khí hậu của huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng.....	63
Hình 41: Phân bố kích thước hạt tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng	64
Hình 42: Các lô trồng khác nhau tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng.....	65
Hình 43: Hướng dương tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng	66
Hình 44: Keo và dâm bụt tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng.....	67
Hình 45: Cọc rào tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng.....	68
Hình 46: Cây sắn tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng.....	68
Hình 47: Cao lương tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng	69
Hình 48: Cỏ VA06 tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng	70
Hình 49: Đốt trực tiếp gỗ keo.....	73
Hình 50: Chu kỳ cỏ VA06 trong bối cảnh không có hầm ủ khí sinh học tại chỗ.....	74
Hình 51: Sắn	75

DANH MỤC BIỂU SỐ LIỆU

Bảng 1: Các loại năng lượng sinh học từ các loại cây năng lượng khác nhau, công nghệ chuyển đổi của chúng và các nguồn năng lượng tham chiếu.....	24
Bảng 2: Hệ số chuyển giao Đất-Cây, Giới hạn giá trị pH, Hàm lượng Kim loại nặng thông thường và tới hạn trong cây (trong mg/kgDM).....	47
Bảng 3: Sự đặc trưng của diện tích đất thí điểm tại Đại Từ	50
Bảng 4: Sản lượng cây cỏ OA 06 trên diện tích đất thí điểm tại Đại Từ.....	53

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Am	Khí hậu nhiệt đới gió mùa theo phân loại khí hậu Köppen
As	Asen
BMU	Bộ Môi trường, Bảo tồn Thiên nhiên và An toàn Hạt nhân, Cộng hòa Liên bang Đức
C	Các-bon
Cd	Cadmium
Cfa	Khí hậu ôn đới nhẹ theo phân loại khí hậu Köppen
CH ₄	Mê-tan
CO ₂	Đi-ô-xít các-bon
CO ₂ e	CO ₂ tương đương
COP	Hội nghị Các bên Công ước Khung Liên Hiệp Quốc về Biến đổi Khí hậu
Cr	Crôm
Cu	Đồng
Cwa	Khí hậu cận nhiệt đới ẩm theo phân loại khí hậu Köppen
DAP	Diamidophosphate
DONRE	Sở Tài nguyên và Môi trường
E5	Nhiên liệu E5, hỗn hợp 5% ethanol và 95% xăng
E10	Nhiên liệu E10, hỗn hợp 10% ethanol và 90% xăng
E100	100% Ethanol
ECOCROP	Cơ sở dữ liệu yêu cầu sinh thái cây trồng
GBEP	Đối tác Năng lượng Sinh học Toàn cầu
GWP	Tiềm năng nóng lên toàn cầu
H ₂ O	Nước
Hg	Thủy ngân
JICA	Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản
K ₂ O	Ô-xít Ka-li
LCA	Đánh giá vòng đời
LUC	Thay đổi sử dụng đất
MONRE	Bộ Tài nguyên và Môi trường
N	Ni-tơ
N ₂ O	Ô-xít Ni-tơ
NaOH	Sodium Hydroxide
Ni	Ni-ken
NPK	Phân bón ba thành phần cung cấp nitơ, phốt pho và kali
Mn	Măng-gan
P ₂ O ₅	Phosphorus Pentoxide
Pb	Chì

PDP	Quy hoạch Phát triển Năng lượng Quốc gia
pH	Thang đo loga được sử dụng để xác định độ axit hoặc độ kiềm của dung dịch nước hoặc đất
PPC	UBND tỉnh
RAME	Dự án Khai khoáng và Môi trường tại Việt Nam
RON 92	Xăng (thông thường)
UNESCO	Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa Liên Hiệp Quốc
VA06	<i>Pennisetum purpureum</i> cultivar VA06
VEA	Tổng cục Môi trường Việt Nam
VINACOMIN	Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam VINACOMIN
VND	Đồng Việt Nam
Zn	Kẽm

1 TÌNH HÌNH BAN ĐẦU, MỤC TIÊU VÀ NHIỆM VỤ

Với tốc độ tăng trưởng kinh tế và công nghiệp hóa năng động, nhu cầu năng lượng của Việt Nam đang gia tăng nhanh chóng. Đến nay, phần lớn nguồn cung năng lượng hiện tại của quốc gia bắt nguồn từ các nguồn năng lượng không tái tạo như nhiên liệu hóa thạch. Điều này làm gia tăng các vấn đề môi trường và góp phần gây ra biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, do đặc điểm địa lý và khí hậu của đất nước, tiềm năng phát triển năng lượng tái tạo là rất cao.

Tại Việt Nam, bên cạnh năng lượng gió và năng lượng mặt trời, đặc biệt là sản xuất năng lượng sinh học từ sinh khối có tiềm năng vô cùng to lớn. Có sẵn tại địa phương và có thể dự trữ, năng lượng sinh học có thể ổn định hệ thống năng lượng khi năng lượng gió và năng lượng mặt trời tạm thời không có sẵn và cung cấp năng lượng cho những ngôi nhà không kết nối với điện lưới. Hơn nữa, sản xuất nhiên liệu sinh học bền vững có thể làm giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông vận tải.

Năng lượng sinh học có thể được sản xuất từ phân và chất thải hữu cơ hoặc từ cây năng lượng. Việc sản xuất cây năng lượng để tạo ra năng lượng sinh học đòi hỏi diện tích đất nông nghiệp lớn. Do đó, việc mở rộng diện tích trồng năng lượng có thể dẫn đến cạnh tranh trực tiếp với việc cung cấp thực phẩm tại địa phương góp phần làm tăng giá lương thực và có thể khiến an ninh lương thực địa

phương gặp nhiều rủi ro. Ở Việt Nam, nơi đất trồng trọt ngày càng trở nên khan hiếm do mở rộng diện tích cơ sở hạ tầng, công nghiệp, nhà ở và giải trí, các địa điểm trồng cây năng lượng phải được lựa chọn kỹ lưỡng.

Một lựa chọn để giảm thiểu xung đột được mô tả trên diện tích đất sẵn có là thúc đẩy trồng cây năng lượng ở những vùng không phù hợp với sản xuất lương thực, bao gồm các khu vực có điều kiện sinh thái không thuận lợi, hệ thống cấp nước còn hạn chế, khó khăn về địa hình, ô nhiễm hoặc đất có độ màu và chất lượng thấp.

Ở Việt Nam khai thác lộ thiên đã và đang để lại phía sau cái gọi là "đất sau khai thác", là các khu vực rộng lớn cần cố gắng hầu như không có thực vật và một phần bị ô nhiễm kim loại nặng và các chất gây ô nhiễm khác. Theo Tổng Cục Môi trường Việt Nam (VEA), có khoảng 4.000 điểm khai thác trên toàn quốc.¹ Các địa điểm khai thác trước đây hầu như không phù hợp với sản xuất lương thực, điều này khiến chúng phù hợp cho các mục đích sử dụng khác như sản xuất sinh khối.

Luật Khoáng sản Việt Nam (N °. 60/2010 / QH12) năm 2010 đưa ra các quy định về phụ hồi môi trường xung quanh các khu khai thác đã đóng cửa. Trong bối cảnh này, việc sản xuất cây năng lượng có thể là một biện pháp phục hồi môi trường phù hợp: Nó tạo ra một thảm thực vật trên đất trống trước đây, có thể làm giảm xói mòn gió và nước và

¹ Thuc, H. V. (2015): Climate Change in Vietnam – challenges from the perspectives of the VEA. Director of the VEA

office. Presentation at the CPEP kick-off event, 19.11. 2015, Hanoi.

góp phần cải thiện chất lượng đất. Nó cũng góp phần tăng cường đa dạng sinh học thông qua việc tái định cư của các loài động vật và thực vật khác và cải thiện các vùng tiểu khí hậu. Có những loài cây trồng năng lượng thậm chí còn góp phần làm giảm hàm lượng chất gây ô nhiễm trong đất bằng cách hấp thụ chúng (hay còn gọi là “khử độc bằng phương pháp trồng cây”).

Ở cấp độ địa phương và khu vực, sản xuất năng lượng sinh học là một chiến lược thích hợp cho việc tái hòa nhập các khu khai thác đã đóng cửa thành một chu kỳ sử dụng phi khai thác, góp phần đa dạng hoá nguồn thu nhập của người dân địa phương.

Ở cấp độ quốc gia và toàn cầu, việc sử dụng năng lượng sinh học từ các loại cây trồng trên mỏ sau khai thác có thể giảm phát thải khí nhà kính nếu nó thay thế việc sử dụng các nguồn năng lượng hóa thạch và tránh tác động tiêu cực đến khí hậu thông qua thay đổi sử dụng đất.

Được quy hoạch và quản lý một cách bền vững và thận trọng, cân nhắc các điều kiện sinh thái và tác động kinh tế xã hội, việc sản xuất cây năng lượng có thể có tiềm năng lớn trong việc kết hợp phục hồi môi trường các khu mỏ sau khai thác với lợi ích kinh tế xã hội và giảm nhẹ biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, do điều kiện lập địa còn nhiều hạn chế, việc trồng cây năng lượng trên các mỏ sau khai thác gặp nhiều khó khăn trong lựa chọn cây trồng, phương pháp canh tác, giám sát, thu hoạch và chế biến.

Báo cáo này sẽ cung cấp một cái nhìn tổng quan về các điều kiện đặc biệt và đặc thù lập kế hoạch ở Việt Nam, chia sẻ kinh nghiệm thí điểm trồng cây năng lượng tại ba khu khai thác đã đóng cửa và

thảo luận làm thế nào để trồng cây năng lượng tại các khu khai thác đã đóng cửa ở Việt Nam một cách hiệu quả và bền vững. Báo cáo dựa vào một dự án được triển khai thực hiện từ năm 2015 đến năm 2018 với các đối tác Đức và Việt Nam. Dự án này được Bộ Môi trường, Bảo tồn Thiên nhiên và An toàn Hạt nhân của Cộng hòa Liên bang Đức (BMU) tài trợ, tính khả thi của việc trồng cây năng lượng tại ba khu khai thác khác nhau ở Việt Nam đã được thử nghiệm. Kết quả của dự án này cho thấy việc trồng cây năng lượng tại các khu vực khai thác đã đóng cửa là hoàn toàn khả thi và có thể đem lại tác động tích cực đến kinh tế và môi trường. Thành quả của dự án có thể là động lực cho nghiên cứu sâu hơn và đầu tư vào lĩnh vực này.

2 THÔNG TIN CHUNG

Việc sản xuất năng lượng hiệu quả và bền vững từ sinh khối cây trồng trên các khu mỏ sau khai thác là một khó khăn trở ngại và vấn đề phức tạp cần kiến thức chuyên môn từ các lĩnh vực khác nhau. Việc đưa ra một số thông tin tổng quan tóm tắt và thông tin cơ bản và để xác định các thuật ngữ quan trọng nhất trong ngữ cảnh này là rất quan trọng.

2.1 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

2.1.1 NĂNG LƯỢNG SINH HỌC

Thuật ngữ năng lượng sinh học xác định các sản phẩm và quy trình năng lượng dựa trên sinh khối làm nguyên liệu đầu vào hoặc nguồn năng lượng.²

³ Sinh khối là một phần phân hủy sinh học của các sản phẩm, chất thải và chốt tồn dư từ nông nghiệp, lâm nghiệp và các lĩnh vực sinh học liên quan. Nó bao gồm các chất hữu cơ như cây cối, thực vật, chất thải nông nghiệp và đô thị. Mặc dù có nguồn gốc hình thành từ sinh vật, nhưng nhiên liệu hóa thạch như khí tự nhiên, dầu thô hoặc than bùn không được coi là sinh khối vì chúng không tự tái sinh trong một khoảng thời gian hợp lý.

Trái ngược với các năng lượng tái tạo khác, năng lượng sinh học có thể được lưu trữ trong một khoảng thời gian dài, điều này làm cho “năng lượng mặt trời thu giữ được” trở thành một giải pháp lý tưởng để đáp ứng nhu cầu năng lượng một

cách linh hoạt khi nguồn cung năng lượng tái tạo như gió hay mặt trời tạm thời không sẵn có. Năng lượng sinh học linh hoạt cũng có thể được sử dụng để bổ sung phụ tải vào giờ cao điểm và để lấp đầy các giai đoạn ngoài giờ cao điểm.

Năng lượng sinh học được sử dụng trong nhiều ứng dụng và công nghệ khác nhau, ví dụ để sưởi ấm, đun nấu hoặc dưới dạng điện hoặc nhiên liệu (ví dụ: ethanol sinh học, diesel sinh học và khí sinh học).

Các sản phẩm năng lượng sinh học có thể được phân biệt thành sản phẩm sơ cấp và thứ cấp. Sản phẩm sơ cấp có nguồn gốc từ việc sử dụng quang hợp trực tiếp của năng lượng mặt trời được lưu trữ. Trong bối cảnh cây năng lượng, sản phẩm sơ cấp là các loại cây sinh trưởng nhanh, cỏ hoặc các sản phẩm nông lâm nghiệp khác từ sản xuất cây năng lượng, cũng như các sản phẩm chất thải thực vật từ lâm nghiệp, nông nghiệp và công nghiệp (ví dụ như gỗ hoặc Rơm rạ). Sản phẩm thứ cấp như phân hoặc bùn phát sinh từ quá trình chuyển đổi hoặc phân hủy các chất hữu cơ thông qua các sinh vật bậc cao.

Việc có nhiều lựa chọn năng lượng sinh học làm cho loại năng lượng này trở thành một lĩnh vực nghiên cứu rất quan trọng: Ở đây, sự phát triển của các công nghệ và quy trình mới, cũng như cải

² Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004): Konzept zur energetischen Nutzung von Biomasse, Berlin: Selbstverlag.

³ Institut für Energetik (2006): Nachhaltige Biomassennutzungsstrategien im europäischen Kontext, Leipzig: Selbstverlag.

tiến các công nghệ và quy trình hiện có trở thành trọng tâm ưu tiên của nghiên cứu quốc tế.

2.1.2 SINH KHỐI VÀ CÂY NĂNG LƯỢNG SINH HỌC

Nguyên liệu để sản xuất năng lượng sinh học là sinh khối. Ngoài dư chất thải động vật (phân chuồng), sinh khối chủ yếu xuất phát từ các cây trồng năng lượng. Cây năng lượng là các loài thực vật hàng năm và cây lâu năm được trồng chủ yếu cho mục đích sản xuất năng lượng. Các bộ phận bằng gỗ của cây có chứa lignocellulose có thể cung cấp năng lượng trực tiếp như nhiên liệu rắn hoặc năng lượng gián tiếp sau khi chuyển đổi. Cây năng lượng có thể thay thế các nguồn hóa thạch ngày càng khan hiếm, như dầu thô, than đá, hoặc khí tự nhiên, cho mục đích năng lượng và nhiên liệu.

Năng lượng sinh học được sản xuất từ sinh khối hoặc cây năng lượng có thể góp phần bảo vệ môi trường và khí hậu: Khi cây năng lượng được chế biến thành năng lượng sinh học, lượng CO₂ thải ra không vượt quá lượng CO₂ được cây xanh hấp thụ trong quá trình sinh trưởng. Nói chung, năng lượng sinh học không gây phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, trong bối cảnh này, điều quan trọng là phải xem xét lựa chọn phương pháp canh tác, vận chuyển và chế biến một cách bền vững để đảm bảo lượng phát thải khí nhà kính trong các bước sản xuất năng lượng này luôn ở mức thấp.

Ở Việt Nam, các loài cây sinh trưởng nhanh, chẳng hạn như keo, thường được trồng và sử dụng như một nguyên liệu dễ cháy. Đối với sản xuất ethanol sinh học tại Việt Nam, sắn đóng vai trò quan trọng nhất. Nó được sử dụng làm nguyên liệu cho hầu hết các nhà máy sản xuất ethanol sinh học ở Việt Nam. Việc sản xuất đủ cây năng lượng để đáp ứng nhu cầu nhiên liệu ngày càng tăng ở Việt Nam đòi hỏi diện tích đất lớn. Điều này có thể dẫn đến mâu thuẫn với việc sử dụng đất khác, đặc biệt là với đất nông nghiệp để sản xuất lương thực.

Bên cạnh mục đích sử dụng năng lượng, sinh khối từ cây năng lượng cũng có thể được dùng vào mục đích làm nguyên liệu để sản xuất các vật dụng khác như sản xuất nhựa sinh học.

2.1.3 ĐẤT BẠC MÀU

Đất bạc màu là đất có những hạn chế nhất định và ít giá trị sử dụng cho mục đích nông nghiệp hoặc lâm nghiệp. Các hạn chế có thể bao gồm điều kiện lập địa, sinh thái kém như chất lượng đất và độ phì nhiêu thấp do suy thoái hoặc ô nhiễm, nguồn cung cấp nước hạn chế hoặc địa hình khó khăn. Những hạn chế về đất đai thường do tác động của con người gây ra, ví dụ như sử dụng vào mục đích công nghiệp, khai thác mỏ, hoặc quản lý đất không phù hợp có thể dẫn đến suy thoái không thể đảo ngược do quá trình xâm nhập mặn, xói mòn hoặc mất hàm lượng các-bon hữu cơ.^{4,5}

⁴ Dauber, J.; Brown, C.; Fernando, A.L.; Finnan, J.; Krasuska, E.; Ponitka, J.; Styles, D.; Thrän, D.; Van Groenigen, K.J.; Weih, M.; Zah, R. (2012): Năng lượng sinh học từ đất „đất dư thừa“: Hàm ý Môi trường và Kinh tế Xã hội trong: *Rủi ro Sinh học* 7: 5–50.

⁵ Dauber, J.; Miyake, S. (2016): Lồng ghép hay tách biệt sản xuất cây lương thực và cây năng lượng ở quy mô cảnh quan? Quan điểm bảo tồn đa dạng sinh học trong nông nghiệp tại Châu Âu. *Năng lượng, sự Bền vững và Xã hội*, 6(1), 25.

Việc tái sử dụng đất bạc màu thường chỉ khả thi khi áp dụng các biện pháp hỗ trợ cụ thể. Điều này làm cho sản xuất nông nghiệp thông thường như trồng cây lương thực trên các khu vực này trở nên phức tạp và tốn kém, hoặc - trong trường hợp ô nhiễm đất - không thể thực hiện. Các thuật ngữ khác về đất bạc màu bao gồm đất bỏ hoang, suy thoái hoặc nhàn rỗi, hoặc đất hoang hóa tự nhiên. Trong bối cảnh sản xuất năng lượng sinh học, đất bạc màu gần đây đã thu hút sự quan tâm như là một giải pháp khả thi để giải quyết các mâu thuẫn về sử dụng đất. Canh tác cây năng lượng thường đòi hỏi diện tích đất nông nghiệp lớn và do đó cạnh tranh với sản xuất lương thực. Nhu cầu về cây năng lượng sinh học ngày càng tăng do nhu cầu về cây lương thực không ngừng tăng lên làm gia tăng áp lực đối với tài nguyên đất nông nghiệp màu mỡ khan hiếm. Trái với sản phẩm lương thực, sinh khối không đòi hỏi các tiêu chuẩn chất lượng nghiêm ngặt như nhau. Tăng trưởng hạn chế, cây trồng bị biến dạng hoặc thậm chí mức độ ô nhiễm thấp làm cho sinh khối hoàn toàn có thể sử dụng vào mục đích năng lượng. Do đó, cần phải trồng cây năng lượng trên đất bạc màu mà không thể sử dụng để sản xuất lương thực, qua đó tạo thêm quỹ đất để trồng cây năng lượng.

Ở Việt Nam có nhiều khu vực có thể được phân loại là đất bạc màu, do ô nhiễm chiến tranh, ô nhiễm công nghiệp, quản lý đất không phù hợp hoặc các hoạt động khai thác mỏ. Đồng thời, dân số ngày càng tăng và nền kinh tế đang phát triển

của Việt Nam đòi hỏi phải tăng cường sản xuất lương thực và năng lượng. Do đó, việc trồng cây năng lượng trên đất bạc màu giương như là một cách tiếp cận đầy hứa hẹn để đáp ứng nhu cầu năng lượng sinh học ngày càng tăng của Việt Nam.

2.1.4 KHU KHAI THÁC MỎ

Việt Nam giàu tài nguyên khoáng sản. Năm 2009, hơn 2500 doanh nghiệp khai khoáng hoạt động tại Việt Nam (trừ khai thác dầu khí). Năm 2015, đã có 4.000 địa điểm khai thác trên toàn quốc. Than, quặng và đất hiếm chủ yếu được khai thác tại các mỏ lộ thiên. Việc khai thác tài nguyên bằng phương pháp lộ thiên có tác động lớn đến thiên nhiên.

Trước khi hoạt động khai thác mỏ được triển khai, hầu hết các khu vực này đều là đất nông nghiệp. Sau khi khai thác, chúng gần như không có thảm thực vật, suy thoái và trở thành điểm nóng về ô nhiễm đất.⁶ Ô nhiễm có nguồn gốc từ vật liệu quá tải chứa kim loại và các chất độc hại khác được sử dụng trong quá trình khai thác, chất thải và các quá trình tiếp theo trong hoạt động khai thác. Do đó, hầu hết các địa điểm khai thác đã đóng cửa đều có tác động đến cảnh quan, làm suy giảm chức năng sinh thái và kinh tế.

2.1.5 PHỤC HỒI MÔI TRƯỜNG KHU KHAI THÁC

Ở Việt Nam, các khái niệm toàn diện về cải tạo và phục hồi môi trường các mỏ kín là một nhiệm vụ

⁶ Wieber, G. (2004): Bergbaufolgelandschaften: Altlasten des ehemaligen Blei-Zink-Bergbaus. - Handbuch Altlastensanierung und Flächenmanagement, Cologne, Germany.

mới đối với các doanh nghiệp khai khoáng của Việt Nam. Sở Tài nguyên và Môi trường là cơ quan cấp tỉnh có trách nhiệm xử lý hành chính các mỏ sau khai thác sau khi phục hồi môi trường và phải gồng mình tổ chức sử dụng các khu vực này một cách hợp lý.

Luật Khoáng sản năm 2010, Thông tư về lập, phê duyệt, thẩm định và cấp giấy chứng nhận các dự án cải tạo và phục hồi môi trường cho hoạt động khai thác từ năm 2009 (Thông tư số 34/2009/TT-BTNMT) và Nghị định 19/2015/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ Môi trường năm 2015, các nghĩa vụ và nguyên tắc cơ bản về phục hồi môi trường tại các địa điểm khai thác đã đóng cửa đã được xác định.^{7, 8, 9} Doanh nghiệp khai thác có nghĩa vụ đóng góp giá trị ước tính của các biện pháp phục hồi theo kế hoạch vào một quỹ môi trường như một sự bảo đảm cho việc thực hiện các biện pháp. Mặc dù nghĩa vụ và vai trò của các doanh nghiệp khai thác trong việc phục hồi môi trường các khu khai thác đã đóng cửa được xác định về mặt pháp lý, tuy nhiên nghĩa vụ pháp lý đưa các khu khai thác vào các dự án chu kỳ kinh tế, phục hồi môi trường ở Việt Nam chỉ được thực hiện một cách chậm chạp.

Điều kiện lập địa của các khu vực khai thác trước đây khiến cho việc tái sử dụng vào mục đích phi khai thác của chúng trở nên khó khăn: Ô nhiễm

và các yếu tố khác thường làm cho các diện tích đất này không thể sử dụng vào mục đích định cư hay trồng cây lương thực.

Việc canh tác thành công cây năng lượng trên các khu vực khai thác ô nhiễm đã đóng cửa có thể là một giải pháp hợp lý về mặt sinh thái và kinh tế so với thực tiễn phổ biến là bỏ hoang hóa các khu vực này: giải pháp này, một mặt cải thiện điều kiện thổ nhưỡng hiện tại trong trường hợp tốt nhất, việc trồng cây năng lượng cũng làm giảm áp lực hiện tại đối với đất nông nghiệp chất lượng cao ở Việt Nam và giảm sự cạnh tranh với sản xuất lương thực.



Hình 1: Hình Khu khai thác tại tỉnh Quảng Ninh

2.2 NĂNG LƯỢNG SINH HỌC TẠI VIỆT NAM

⁷ CHXHCN Việt Nam (2010): Nghị quyết Quốc hội số 60/2010/QH12 ngày 17/11/2010 về Luật Khoáng sản.

⁸ CHXHCN Việt Nam (2009): Quyết định số 71/2008/QĐ-TTg ngày 19/5/2008 của Thủ tướng Chính phủ. Quy định quy trình thủ tục xây dựng, phê duyệt, thẩm định và cấp giấy chứng nhận các dự án cải tạo và phục hồi môi

trường và nộp tiền bảo lãnh cải tạo và phục hồi môi trường cho các hoạt động khai khoáng.

⁹ CHXHCN Việt Nam (2015a): Nghị định số 19/2015/NĐ-CP ngày 14/2/2015 của Chính phủ. Quy định chi tiết việc thực hiện một số điều Luật Bảo vệ Môi trường.

2.2.1 CHÍNH SÁCH KHUNG

Do tăng trưởng kinh tế và dân số tăng nhanh, nhu cầu năng lượng của Việt Nam được dự báo tiếp tục tăng, khoảng 10% mỗi năm trong giai đoạn 2011-2030.¹⁰ Theo Quy hoạch Phát triển Năng Lượng Điều chỉnh VII (PDP VII), Việt Nam sẽ cần 265 tỷ kWh vào năm 2020 và 572 tỷ kWh vào năm 2030 để đáp ứng nhu cầu điện năng.¹¹ Hiện nay, phần lớn năng lượng của Việt Nam đến từ nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu thô và khí thiên nhiên. Tuy nhiên, sự phụ thuộc vào các nguồn này không bền vững vì trữ lượng của chúng đang suy giảm và việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch để sản xuất năng lượng góp phần gây ra biến đổi khí hậu và các vấn đề môi trường khác.

Để giảm sự phụ thuộc này, Chính phủ Việt Nam đang tìm kiếm các nguồn năng lượng mới, đặc biệt từ nguồn năng lượng tái tạo. Việt Nam được coi là có tiềm năng chưa khai thác để phát triển năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, năng lượng gió và năng lượng sinh học.¹² Bên cạnh những đóng góp để đáp ứng nhu cầu năng lượng cao, việc phát triển năng lượng tái tạo cũng góp phần vào giảm nhẹ biến đổi khí hậu và phát triển bền vững. Chính phủ đã ban hành một số chính sách để hỗ

trợ phát triển năng lượng tái tạo trên cơ sở cân nhắc những tiềm năng và lợi thế của nó.

Năm 2007, Chính phủ Việt Nam đã phê duyệt Chiến lược Phát triển Năng lượng Quốc gia đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2050, và trong năm 2015 phê duyệt Chiến lược Phát triển Năng lượng Tái tạo giai đoạn 2016-2030.^{13,14} Cả hai cùng hướng tới mục tiêu hỗ trợ các dự án sinh khối. Các chiến lược phát triển này được hỗ trợ bởi các quyết định điều chỉnh hỗ trợ phát điện từ sinh khối và theo các quy định về tiêu chuẩn cho nhiên liệu sinh học

Các văn bản quan trọng nhất là Quyết định số 1855 / QĐ-TTg ngày 27/12/2007 phê duyệt Chiến lược Phát triển Năng lượng Việt Nam đến năm 2020 (tầm nhìn đến năm 2050) và Quyết định số 1208/2011/QĐ-TTg ngày 21/7/2011 về Quy hoạch Phát triển Năng lượng Việt Nam giai đoạn 2011 - 2020 (tầm nhìn đến năm 2030) (PDP VII) và Quy hoạch Phát triển Năng lượng Điều chỉnh VII theo Quyết định số 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016.^{15, 16} Theo Quy hoạch Phát triển Năng lượng Điều chỉnh VII, tỷ trọng năng lượng tái tạo trong cơ cấu nguồn điện sẽ tăng từ 5,2% năm 2015 lên 6,5% vào năm 2020 và 10,7% vào năm 2030.

¹⁰ GIZ-GDE/MOIT (2014): Báo cáo tóm tắt: Nghiên cứu cơ chế hỗ trợ phát triển lưới điện năng lượng sinh học tại Việt Nam: GIZ-Tổng cục Năng lượng/Bộ Công thương.

¹¹ CHXHCN Việt Nam (2016): Quyết định số 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Quy hoạch Phát triển Năng lượng Quốc gia giai đoạn 2011-2020, Tầm nhìn đến năm 2030.

¹² ADB (2015) Đánh giá ngành năng lượng, chiến lược và lộ trình, thành phố Mandaluyong.

¹³ CHXHCN Việt Nam (2007b): Quyết định 1855/QĐ-TTg ngày 27/12/2007 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến

lược Phát triển Năng lượng Quốc gia đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2050.

¹⁴ CHXHCN Việt Nam (2015b): Quyết định 2068/QĐ-TTg ngày 25/11/2015 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược Phát triển Năng lượng Việt Nam đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050.

¹⁵ CHXHCN Việt Nam (2007b).

¹⁶ CHXHCN Việt Nam (2011) Quyết định 1208/2011/QĐ-TTg ngày 21/7/2011 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch Phát triển Năng lượng Quốc gia giai đoạn 2011-2020 với cân nhắc đến năm 2030.

Đặc biệt, để tăng cường sử dụng năng lượng sinh học trong giao thông, Chính phủ Việt Nam đã ban hành Quyết định số 53/2012/QĐ-TTg ngày 22/11/2012 để xác định lộ trình áp dụng tỷ lệ pha trộn giữa nhiên liệu sinh học và nhiên liệu truyền thống. Trong quyết định này, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Kế hoạch và Đầu tư và Bộ Tài chính được giao ban hành chiến lược thúc đẩy và hỗ trợ sản xuất sinh khối, năng lượng sinh học và các doanh nghiệp liên quan.¹⁷

Năm 2017, một số quyết định tiếp theo đã được thông qua để tăng cường và đẩy nhanh tiến độ thực hiện lộ trình (Desicion số 255/TB-VPCP, Quyết định số 6196/BCT-TTNN, Quyết định 1127/PLX-KTXD, Quyết định số 3055/QĐ-BCT, Quyết định số 1195/PLX-HĐQT và Chỉ thị số 11/CT-BCT). Kết quả là, kể từ đầu năm 2018, xăng E5 phải được bán trên toàn quốc và phải thay thế xăng thông thường (A92 hoặc RON 92). Ngoài ra, việc sử dụng xăng E10 vào năm 2018 đã được quyết định. Có thể thấy rằng ngành công nghiệp nhiên liệu và nhiên liệu sinh học đang tích cực triển khai kế hoạch này. Trong mọi trường hợp, quyết định này sẽ làm tăng đáng kể nhu cầu về ethanol sinh học.

2.2.2 QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN

Năng lượng sinh học không phải là một dạng năng lượng mới ở Việt Nam. Từ nhiều thế kỷ, sinh khối rắn được sử dụng làm nhiên liệu nấu ăn. Trong những thập kỷ qua, Việt Nam đã giới thiệu và vẫn hỗ trợ các hình thức năng lượng sinh học hiệu quả hơn như khí sinh học, ethanol sinh học và diesel sinh học.

Từ thập niên 60, khí sinh học đã có thể tìm thấy ở Việt Nam.

Phần lớn thu được từ rác thải sinh hoạt, phân chuồng và phụ phẩm nông nghiệp, khí sinh học được xem là phương tiện để giảm khai thác gỗ củi từ rừng và bù đắp thiếu hụt năng lượng, đặc biệt ở các vùng nông thôn. Vào thập niên 70 và 80, một số chương trình hỗ trợ và nghiên cứu đã được thực hiện để thúc đẩy công nghệ khí sinh học, nhưng chi phí đầu tư cao đối với các hộ gia đình cá nhân dẫn đến việc mở rộng và sản xuất khí sinh học rất chậm. Trong thập niên 1990 chỉ có 2000 nhà máy khí sinh học nhỏ hoạt động ở Việt Nam, và việc sử dụng các loại cây trồng năng lượng nhất là để sản xuất khí sinh học không phổ biến.¹⁸

Ngoài việc sử dụng sinh khối bằng gỗ làm chất đốt và một vài dự án khí sinh học quy mô nhỏ từ thập niên 60, kể từ những năm 1990 việc sản xuất và sử dụng nhiên liệu sinh học ở Việt Nam ngày càng tăng.¹⁹ Tuy nhiên, kết quả hiện tại vượt xa tổng

¹⁷ CHXHCN Việt Nam (2012): Quyết định 53/2012/QĐ-TTg ngày 22/11/ 2012 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Lộ trình Áp dụng tỷ lệ phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống.

¹⁸ Nguyễn, V. C. N. (2011): Hàm ủ kỵ khí quy mô nhỏ tại Việt Nam – phát triển và những thách thức. Tạp chí Môi trường Việt Nam, 1(1), 12-18.

¹⁹ Van Hoi, P.; Oosterveer, P. J. M.; Japenga, J. (2012): Đánh giá Nhiên liệu Sinh học: Quan điểm Toàn cầu. Trong *Rà soát ngành nhiên liệu sinh học: trường hợp của Việt Nam* (pp. 1-25). Nhà Xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.

tiềm năng sinh khối. Cơ sở hạ tầng cho sản xuất nhiên liệu sinh học còn khá nhỏ và chủ yếu là các cơ sở thí điểm. Ở Việt Nam, có năm nhà máy sản xuất ethanol sinh học. Chúng được trang bị công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh học từ sản lát. Tuy nhiên, một số trong những nhà máy này có vấn đề. Một số đã chưa bao giờ hoàn thành, một số hoạt động không hết công suất và một số đã ngừng sản xuất tạm thời. Hiện nay, chỉ có hai trong số các nhà máy đang sản xuất ethanol sinh học.

Tóm lại, việc nghiên cứu và sản xuất nhiên liệu sinh học quy mô thương mại vẫn còn nhiều thiếu hụt, đó là một số lý do tại sao việc mở rộng sử dụng theo quy hoạch phải đối mặt với những thách thức đáng kể.²⁰ Mặc dù Chính phủ Việt Nam hỗ trợ việc sử dụng xăng E5 trong nước và từ xăng E10 từ năm 2018, ethanol sinh học vẫn không phổ biến trong người tiêu dùng Việt Nam. Cho đến nay, phần lớn nhiên liệu sinh học được sản xuất để xuất khẩu. Tuy nhiên, xăng E10 bắt buộc phải đưa vào sử dụng trong năm 2018, điều này dự kiến sẽ tạo ra những thay đổi đáng kể.

Ngoài ra vai trò của sinh khối trong sản xuất điện ngày càng tăng. Trong Quy hoạch Phát triển Năng lượng Quốc gia sửa đổi giai đoạn 2011-2020 (PDP VII điều chỉnh), Chính phủ Việt Nam đã công bố hỗ trợ các công nghệ đồng phát trong các nhà máy đường và nhà máy chế biến thực phẩm.²¹ Theo kế hoạch, tỷ trọng điện sản xuất từ các nguồn sinh khối sẽ đạt xấp xỉ 1% vào năm 2020 và xấp xỉ 2,1%

vào năm 2030. Bốn mươi nhà máy đường trên khắp Việt Nam đã sản xuất năng lượng đồng phát từ bã mía và vỏ trấu để đáp ứng nhu cầu năng lượng của riêng họ. Năm trong số các nhà máy này đóng điện lên lưới.²²

²⁰ Van Hoi et al. (2012).

²¹ CHXHCN Việt Nam (2016).

²² Nguyễn, D. C. (2013): Tiềm năng của Khí sinh học và Sinh khối từ Nông nghiệp và Công nghiệp Nông nghiệp cho

Sản xuất Năng lượng và Nhiệt tại Việt Nam. Hội thảo Thông tin “Năng lượng từ Sinh khối và Khí sinh học tại Việt Nam”, Berlin.

3 TIÊU CHÍ BỀN VỮNG CHO SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG SINH HỌC

Việc trồng cây năng lượng trên các khu mỏ trước đây dường như là một cách tiếp cận đầy hứa hẹn để tăng sản lượng sinh khối của Việt Nam mà không chiếm đất màu mỡ phù hợp nhất cho sản xuất lương thực hoặc sinh cảnh tự nhiên có giá trị. Đồng thời, nó có thể góp phần phục hồi môi trường của các khu khai thác.

Cho dù việc phục hồi môi trường của các khu khai thác trước đây bằng cây trồng năng lượng và sản xuất năng lượng sinh học có bền vững thì vẫn phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên của địa điểm cụ thể, và điều kiện kinh tế xã hội. Đối tác Năng lượng Sinh học Toàn cầu (GBEP) đã xây dựng các tiêu chí bền vững cho sản xuất năng lượng sinh học được chia thành ba trụ cột chính: chỉ số môi trường, kinh tế và xã hội. Để thực hiện trồng cây năng lượng một cách bền vững tại các khu khai thác trước đây, cần phải hướng tới các tiêu chí này.

3.1 BỀN VỮNG MÔI TRƯỜNG

Việc sản xuất năng lượng sinh học từ cây trồng năng lượng luôn có tác động nhất định đến môi trường. Có những tác động trực tiếp trong môi trường xung quanh của các diện tích trồng chuyển đổi, nhưng cũng có nhiều tác động gián tiếp trên phạm vi toàn cầu. Các yếu tố của môi trường tự nhiên bị ảnh hưởng nhiều nhất là khí hậu, đất,

nước, không khí và đa dạng sinh học. Theo đó, các chỉ số bền vững của GBEP liên quan đến vấn đề bền vững về môi trường sẽ giải quyết các vấn đề này. Để giảm thiểu các tác động bất lợi về môi trường, điều quan trọng là phải lập kế hoạch canh tác các loại cây trồng năng lượng sinh học một cách thận trọng và tuân thủ các tiêu chuẩn bền vững trong tất cả các bước của dây chuyền sản xuất. Để hiểu và tránh các tác động môi trường tiềm ẩn của sản xuất năng lượng sinh học, điều quan trọng là phải xem xét toàn bộ vòng đời sản xuất, tức là từ các bước đầu tiên về chuẩn bị đất và phương pháp trồng thông qua tất cả các bước sau gồm: theo dõi cây trồng, thu hoạch, vận chuyển, chuyển đổi năng lượng và phân phối đến người tiêu dùng, cho đến việc sử dụng cuối cùng năng lượng được sản xuất.²³

3.1.1 THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT

Một trong những yếu tố thúc đẩy quan trọng nhất dẫn đến tác động môi trường từ canh tác cây trồng năng lượng là thay đổi sử dụng đất. Thay đổi sử dụng đất trong bối cảnh sản xuất năng lượng sinh học là việc chuyển đổi đất mà trước đây được sử dụng cho các mục đích khác thành đất để sản xuất các loại cây trồng năng lượng sinh học. Bằng cách này, có thể phân biệt hai hình thức thay đổi sử

²³ Mark, H.; Zschiesche, M.; Stolpe, F. (2015): Energiepflanzen auf kontaminierten Flächen in Vietnam: Potenzialanalyse für den Anbau nachwachsender Rohstoffe . Berlin: UfU Eigenverlag, p.101.

dụng đất: Thay đổi sử dụng đất trực tiếp và gián tiếp.

Thay đổi sử dụng đất trực tiếp xảy ra khi cây năng lượng sinh học được trồng trên đất mà trước đây không được sử dụng cho mục đích trồng trọt hoặc canh tác nông nghiệp. Điều này bao gồm hầu hết các khu vực có thảm thực vật tự nhiên (ví dụ: rừng), nhưng cũng có thể bao gồm đất dành riêng, đất không được tận dụng hoặc bị suy thoái (= đất bạc màu).

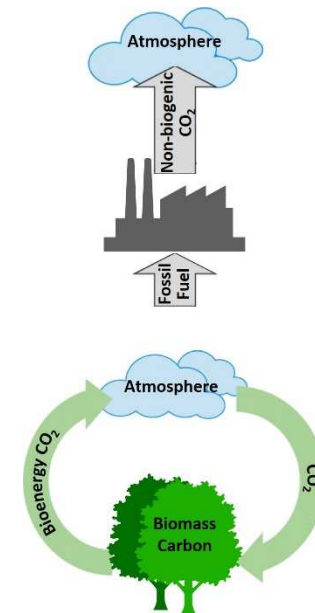
Thay đổi sử dụng đất gián tiếp xảy ra khi hoạt động trước đó trên đất được chuyển sang đất khác do canh tác cây trồng cho mục đích năng lượng sinh học. Chuyển đổi đất nông nghiệp để sản xuất lương thực thành đất để sản xuất sinh khối thường dẫn đến thay đổi sử dụng đất gián tiếp, bởi vì sản xuất lương thực trước đây được di dời sang các khu vực khác, thường là các khu vực có thảm thực vật tự nhiên.

Thay đổi sử dụng đất trực tiếp và gián tiếp đều có tác động đáng kể đến môi trường bao gồm đa dạng sinh học, đất và khí hậu.

3.1.2 TÁC ĐỘNG KHÍ HẬU

Đốt nhiên liệu hóa thạch trong giao thông và sản xuất năng lượng gây phát ra khí nhà kính, nhất là CO₂. Năng lượng sinh học có tiềm năng đóng vai trò trong việc giảm lượng khí thải carbon bằng cách thay thế nhiên liệu hóa thạch. Khi sinh khối hoặc nhiên liệu sinh học được đốt cháy, về lý thuyết chúng chỉ giải phóng một lượng khí CO₂ xấp xỉ với lượng CO₂ mà thực vật hấp thụ từ khí quyển thông qua quá trình quang hợp trong quá trình sinh trưởng của chúng. Do đó, khi sinh khối và

nhiên liệu sinh học được sử dụng để sản xuất năng lượng, quá trình này có thể được xem như là một chu kỳ carbon gần như khép kín.



Hình 2: Chu trình phát thải khí nhà kính từ nhiên liệu hóa thạch và chu trình các-bon sinh khối (National Council for Air and Stream Improvement, Inc., own graphical processing)

However, biofuels are not a 100% climate neutral product, because cultivation of crops, transport and conversion processes require energy that mostly derives from fossil-based resources. For the evaluation of the real effects of bioenergy on the climate, it is therefore necessary to investigate the GHG emissions and savings of its whole production and use chain (life cycle). The common method for doing this is the Life Cycle Assessment (LCA).

Tuy nhiên, nhiên liệu sinh học không phải là một sản phẩm trung tính 100% với khí hậu, bởi vì hoạt động trồng trọt, vận chuyển và quy trình chuyển đổi cần có năng lượng chủ yếu xuất phát từ các

nguồn tài nguyên hóa thạch. Để đánh tác động thực tế của năng lượng sinh học đến khí hậu, cần phải điều tra lượng phát thải khí nhà kính và lượng hấp thụ của toàn bộ chuỗi sản xuất và sử dụng của nó (vòng đời). Phương pháp phổ biến để thực hiện việc này là Đánh giá vòng đời.

Mục tiêu của đánh giá vòng đời là điều tra các yêu cầu về năng lượng và lượng phát thải khí nhà kính của các kịch bản năng lượng sinh học khác nhau liên quan đến việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch truyền thống. Một đánh giá vòng đời cho một chuỗi sản xuất năng lượng sinh học nhìn chung bao gồm:

- Lượng phát thải khí nhà kính hoặc cắt giảm từ thay đổi sử dụng đất
- Lượng phát thải khí nhà kính hoặc cắt giảm từ hoạt động trồng trọt (ví dụ: sử dụng phân bón, quản lý đất, thay đổi trữ lượng các-bon trong đất và thực vật...)
- Lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động vận chuyển cây trồng sau thu hoạch đến cơ sở sản xuất năng lượng sinh học (ví dụ: hầm ủ khí biogas, các nhà máy ethanol sinh học...)
- Lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động sản xuất nhiên liệu sinh học hoặc chuyển đổi năng lượng
- Lượng phát thải khí nhà kính hoặc cắt giảm từ việc sử dụng đồng sản phẩm
- Lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động phối trộn nhiên liệu sinh học và vận chuyển nhiên liệu sinh học đến người tiêu dùng (ví dụ: thông qua các trạm khí gas).

Tùy thuộc vào bối cảnh, đánh giá vòng đời có thể hơi khác nhau. Để có thể so sánh, điều quan trọng là cần xem xét ranh giới hệ thống được sử dụng để tính toán, có nghĩa là các yếu tố được xem xét trong đánh giá vòng đời. Nhìn chung, việc tính toán hiệu suất nhiên liệu sinh học đối với phát thải khí nhà kính là khó khăn do một số lượng lớn, một phần không chắc chắn, các thông số và tác động.

Đánh giá vòng đời không chỉ bao gồm lượng khí thải CO₂, mà còn bao gồm tất cả các khí nhà kính liên quan khác, ví dụ: mêtan (CH₄) và nitơ oxit (N₂O). Các loại khí nhà kính có sự khác biệt đáng kể về lượng nhiệt mà chúng lưu giữ trong khí quyển. Việc đo lường lượng nhiệt đưa vào bầu khí quyển của từng loại khí nhà kính cụ thể được gọi là tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP). Để có thể so sánh tiềm năng nóng lên toàn cầu của các loại khí nhà kính khác nhau, nó được biểu thị bằng hệ số CO₂ mà tiềm năng nóng lên toàn cầu được chuẩn hóa thành 1. Do đó, tiềm năng nóng lên toàn cầu có thể được sử dụng để chuyển đổi lượng phát thải của các khí nhà kính khác nhau thành CO₂ tương đương (CO₂e).

PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT

Thay đổi sử dụng đất trực tiếp (LUC) của thảm thực vật tự nhiên thành diện tích trồng cây năng lượng sinh học thường làm gia tăng đáng kể lượng khí nhà kính, vì việc loại bỏ thảm thực vật tự nhiên tại các khu vực này phá hủy trữ lượng các-bon tự nhiên của đất và thảm thực vật tự nhiên. Vì vậy, nó có tác động tiêu cực đến khí hậu và nên tránh trong mọi trường hợp.

Tuy nhiên, thay đổi sử dụng đất trực tiếp của đất bạc màu (đặc biệt là đất trống) thường không có các tác động tiêu cực đó đến khí hậu và thậm chí có thể dẫn đến giảm lượng khí nhà kính do có lượng các-bon được phục hồi và tăng cường trong đất và cây trồng.

Việc canh tác cây năng lượng sinh học trên đất đã được sử dụng cho mục đích nông nghiệp (sản xuất lương thực) dẫn đến thay đổi sử dụng đất *gián tiếp*, có nghĩa là hoạt động sản xuất lương thực nông nghiệp được chuyển sang các khu vực khác (chủ yếu là các khu vực có thảm thực vật tự nhiên). Việc chuyển đổi các khu vực này dẫn đến gia tăng đáng kể phát thải khí nhà kính. Mặc dù sự gia tăng này được *trực tiếp* gây ra bởi việc hoạt động sản xuất lương thực, tuy nhiên chúng lại được kích hoạt *gián tiếp* bởi hoạt động sản xuất năng lượng sinh học. Quá trình này còn được gọi là 'rò rỉ' hoặc 'dịch chuyển'.

Ngược lại, việc chuyển đổi đất bạc màu và đất chưa sử dụng thành đất để sản xuất sinh khối tránh việc di dời sản xuất lương thực và do đó tránh gia tăng lượng phát thải khí nhà kính, hoặc thậm chí có tiềm năng góp phần giảm phát thải khí nhà kính trong khí quyển.

Trong vòng đời của năng lượng sinh học, thay đổi sử dụng đất trực tiếp và gián tiếp thường có tỷ trọng lớn trong các tác động tiêu cực đến khí hậu. Ví dụ, ở Indonesia, các khu vực rừng mưa nhiệt đới rộng lớn bị chặt trắng để sản xuất dầu cọ, khiến

ngành công nghiệp dầu cọ trở thành một nguồn phát thải khí nhà kính lớn.²⁴ Nhưng cũng trong sản xuất ethanol từ sắn truyền thống ở Việt Nam, phát thải khí nhà kính từ thay đổi trữ lượng các-bon do thay đổi sử dụng đất tạo ra là nguồn phát thải khí nhà kính quan trọng nhất trong toàn bộ vòng đời. Năm 2013, lượng phát thải CO₂ tương đương trung bình là 705,62 g/L trong tổng số 737,55 g/L cho toàn bộ vòng đời có nghĩa là hơn 95% lượng phát thải khí nhà kính phát sinh từ tác động thay đổi sử dụng đất.²⁵ Con số ấn tượng này cho thấy tiềm năng - về sản xuất năng lượng sinh học thân thiện hơn với khí hậu - sản xuất cây năng lượng trên đất bạc màu chẳng hạn như các mỏ than đã đóng cửa có vai trò như thế nào.

PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ HOẠT ĐỘNG TRỒNG TRỌT

Các hoạt động trồng trọt có thể góp phần tạo ra các loại khí thải và tiết kiệm khí nhà kính khác nhau, thường là: phát thải CO₂ từ việc sử dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật, phát thải N₂O từ hoạt động quản lý đất, phát thải CO₂ hoặc tiết kiệm từ thay đổi trữ lượng các-bon trong đất và thực vật và - tùy thuộc vào phương pháp canh tác và thu hoạch - phát thải CO₂ từ quá trình đốt cháy dầu diesel thông qua việc sử dụng máy móc và máy kéo.²⁶

Để thiết kế chuỗi sản xuất năng lượng sinh học thân thiện với khí hậu, cần tối ưu hóa thực hành

²⁴ Ramdani, F.; Hino, M. (2013): Land use changes and GHG emissions from tropical forest conversion by oil palm plantations in Riau Province, Indonesia. PloS one, 8(7), e70323.

²⁵ Le, L. T.; van Ierland, E. C.; Zhu, X.; Wesseler, J. (2013): Cân bằng năng lượng và khí nhà kính của ethanol từ sắn. Sinh khối và năng lượng sinh học, 51, 125-135.

²⁶ Ibid.

canh tác trong đó phải cân bằng đầu vào phân bón và thuốc bảo vệ thực vật và sản lượng năng đầu ra cần thiết. Hơn nữa, cần thực hiện phương pháp canh tác và quản lý đất bền vững để tránh phát thải khí nhà kính.

PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ GIAO THÔNG

Sản xuất năng lượng sinh học bao gồm một số quá trình vận chuyển. Việc vận chuyển các loại cây trồng đã thu hoạch đến các cơ sở chuyển đổi và đặc biệt trong trường hợp nhiên liệu sinh học lỏng như ethanol sinh học hoặc dầu diesel sinh học - có phương tiện vận chuyển từ các cơ sở chuyển đổi đến người tiêu dùng cuối cùng (phân phối). Ở Việt Nam, hầu hết hoạt động vận chuyển hàng hóa được thực hiện bằng xe tải chạy động cơ diesel truyền thống. Do đó, việc vận chuyển cây năng lượng sinh học sau thu hoạch và nhiên liệu sinh học làm phát thải khí nhà kính từ các nguồn hóa thạch. Lượng phát thải này phải được đưa vào tính

toán tổng lượng phát thải trong đánh giá vòng đời. Phát thải khí nhà kính từ vận chuyển phụ thuộc chủ yếu vào khoảng cách di chuyển. Do đó, không thể đưa ra một tuyên bố chung về lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động vận chuyển trong ngành công nghiệp nhiên liệu sinh học. Tuy nhiên, rõ ràng là khoảng cách từ khu vực canh tác đến cơ sở chuyển đổi và người tiêu dùng cuối cùng càng ngắn thì lượng phát thải khí nhà kính trong quá trình vận chuyển càng thấp.

PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ CHUYỂN ĐỔI NĂNG LƯỢNG

Phát thải khí nhà kính từ chuyển đổi năng lượng phụ thuộc rất nhiều vào các loại cây trồng năng lượng đầu vào và loại năng lượng sinh học cuối cùng được sản xuất. Bảng dưới đây đưa ra một cái nhìn tổng quan về các chuỗi sản xuất năng lượng sinh học có thể thực hiện Việt Nam và các nguồn hóa thạch tham chiếu của chúng để so sánh:

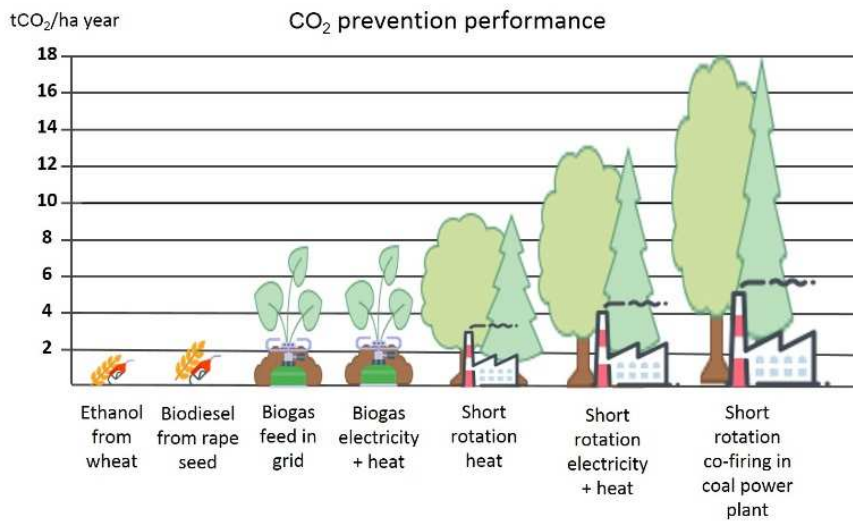
Bảng 1: Các loại năng lượng sinh học từ các loại cây năng lượng khác nhau, công nghệ chuyển đổi của chúng và các nguồn năng lượng tham chiếu (Le et al. 2013²⁷)

CÂY TRỒNG NĂNG LƯỢNG	LOẠI NĂNG LƯỢNG SINH HỌC	CÔNG NGHỆ CHUYỂN ĐỔI	NGUỒN NĂNG LƯỢNG THAM CHIẾU
Cao lương	Ethanol sinh học	Lên men	Xăng
Sắn	Ethanol sinh học	Lên men	Xăng
Jatropha (cọc rào)	Diesel sinh học	Chuyển hóa es-te	Dầu Diesel
Hương dương	Diesel sinh học	Chuyển hóa es-te	Dầu Diesel
Cỏ VA06	Khí sinh học	Phân hủy	Khí gas tự nhiên
Keo	Gỗ củi	Nén	Than

²⁷ Ibid.

Quy trình sản xuất (chuyển đổi) đối với các loại năng lượng sinh học và nhiên liệu sinh học khác nhau có sự khác biệt đáng kể. Có giải pháp sử dụng sinh khối gỗ trực tiếp làm củi đốt mà không cần xử lý thêm trước. Có các nhà máy khí sinh học ở nhiều quy mô khác nhau, từ các cơ sở quy mô nhỏ cung cấp khí đốt cho một hộ gia đình cho đến những cơ sở lớn sản xuất khí sinh học cho sản xuất điện. Ngoài ra, có nhiều loại nhiên liệu sinh học khác nhau, chẳng hạn như dầu diesel sinh học hay ethanol sinh học từ nhiều loại nguyên liệu khác nhau. Sự đa dạng của các dây chuyền sản xuất năng lượng sinh học này làm cho việc thể đưa ra đánh giá chung về tác động đến khí hậu từ năng lượng sinh học có giá trị đối với mọi loại năng lượng sinh

học là không khả thi. Hình dưới đây cho thấy các dây chuyền sản xuất năng lượng sinh học khác nhau ở Đức và tác động của chúng đến phát thải CO₂ và khí hậu. Tất nhiên, điều này không thể so sánh trực tiếp với tình hình ở Việt Nam, đó có sự khác biệt về điều kiện, nguyên liệu và quy trình sản xuất, tuy nhiên, điều này cho thấy tác động đến khí hậu có thể lớn đến mức nào tùy thuộc vào chuỗi năng lượng sinh học được sử dụng:



Hình 3: Đóng góp bảo vệ khí hậu của các chuỗi năng lượng sinh học khác nhau tại Đức (Weitz et al. 2013, own graphical processing)

3.1.3 TÁC ĐỘNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ

Ngoài việc phát thải khí nhà kính (xem chương trước), sản lượng cây năng lượng trên các khu vực sau khai thác cũng có tác động đến chất lượng không khí. Ô nhiễm không khí có thể do phân tử của chất độc hại bị cuốn lên từ đất bị ô nhiễm, đất hoang hóa trong quá trình canh tác và thu hoạch, từ các thực hành không phù hợp như đốt chất thải sau thu hoạch, từ phát thải chất ô nhiễm trong quá trình chuyển đổi hoặc từ phương tiện cơ giới.²⁸

Hầu hết các tác động này có thể được ngăn chặn bằng cách quản lý xói mòn đất đúng cách, bằng cách tránh tập quán du canh du cư đốt rừng làm nương rẫy hoặc đốt trước khi thu hoạch, và bằng cách chọn quá trình chuyển đổi ít gây ô nhiễm không khí.

3.1.4 TÁC ĐỘNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG ĐẤT

Thay đổi sử dụng đất là một - nhưng không phải là yếu tố duy nhất cho những thay đổi chất lượng đất trên diện tích canh tác. Tác động đến chất lượng đất phụ thuộc phần lớn vào hệ thống nông nghiệp được sử dụng và loại thảm thực vật che phủ ban đầu. Các hoạt động khai thác trước đây thường để lại các loại đất chất lượng kém, mất chức năng tự nhiên của chúng và đôi khi bị nhiễm các kim loại

nặng hoặc các chất gây ô nhiễm khác. Sử dụng đất cho mục đích nông nghiệp thông qua trồng cây năng lượng trên các địa điểm này có thể cải thiện chất lượng đất tại chỗ bằng các quá trình hình sinh hóa và hình thành lập địa khác nhau: Sự thâm nhập của rễ cây sẽ làm cho cấu trúc đất tốt hơn, trong lớp phủ cây trồng mới cho phép tạo lớp mùn. Một số loại thực vật hỗ trợ cố định đạm trong đất (ví dụ: cây họ đậu), trong khi một số loại khác góp phần khử các chất ô nhiễm như kim loại nặng (ví dụ cỏ vetiver).^{29, 30}

Mặc dù đất ban đầu tại các mỏ sau khai thác thường có chất lượng kém, chúng có thể tiếp tục bị suy thoái do các quá trình xói mòn nếu không được xử lý đúng cách. Do đó, điều quan trọng là phòng ngừa và kiểm soát xói mòn đất trong quá trình canh tác cây năng lượng thông qua các hệ thống canh tác phù hợp tại địa phương, quản lý xói mòn và sử dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật ở mức độ vừa phải.^{31, 32, 33}

Cải thiện chất lượng đất và ngăn ngừa cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và đa dạng sinh học có thể tăng lên khi đất hoang hóa được chuyển đổi thành hệ thống canh tác cây năng lượng được điều chỉnh để thích nghi với môi trường địa phương và kết hợp nhiều loại cây trồng bản địa và cây lâu năm (ví dụ như hệ thống nông lâm kết hợp).

²⁸ Dehue, B.; Meyer, S.; Hamelinck, C. (2007): Hướng tới một chương trình cấp chứng chỉ sinh khối bền vững hài hòa. Utrecht: Ecofys/WWF International, p.17.

²⁹ Mark et al. (2015), p.103ff.

³⁰ Danh, L.T.; Truong, P.; Mammucari, R.; Tran, T.; Foster, N. (2009): Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. International journal of phytoremediation, 11(8), pp.664-691.

³¹ WBGU (2009): Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung, Berlin: WBGU, p.96.

³² Dehue et al. (2007).

³³ Meyer, R.; Rösch, C.; Sauter, A (2010): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. Endbericht zum TA-Projekt. Januar 2010. Arbeitsbericht 136.

3.1.5 TÁC ĐỘNG ĐẾN NGUỒN NƯỚC

Liên quan đến nước, hai tiêu chí quan trọng cần xem xét: chất lượng nước và lượng nước. Việc canh tác cây trồng năng lượng có thể ảnh hưởng đến tài nguyên nước của vùng. Về lượng nước, điều quan trọng là sử dụng các nguồn nước hiện có một cách hiệu quả bằng cách giảm tưới tiêu nhân tạo xuống mức thấp nhất có thể. Điều này hoàn toàn khả thi khi các cây trồng năng lượng thích nghi tại địa phương với nhu cầu nước thấp được trồng, có thời kỳ sinh trưởng rơi vào mùa mưa và khi các công nghệ chuyển đổi từ cây trồng sang năng lượng có hiệu quả về nước.^{34, 35}

Để ngăn ngừa ô nhiễm nước và thiếu oxy trong nước, việc sử dụng phân bón và hóa chất nông nghiệp phải được giữ ở mức tối thiểu và được định hướng theo nhu cầu thực tế.^{36, 37} Việc canh tác trong các nền văn hóa hỗn hợp có thể làm giảm nhu cầu phân bón và hóa chất nông nghiệp.³⁸

Ngoài ra, việc xử lý nước thải từ quá trình chuyển đổi và quản lý chất thải phù hợp sẽ ngăn chặn sự suy thoái tài nguyên nước.^{39, 40}

3.1.6 TÁC ĐỘNG ĐẾN ĐA DẠNG SINH HỌC

Quyết định về loại đất ban đầu nào được chuyển đổi thành khu vực trồng cây năng lượng nào có tác động mạnh đến đất, nước và đa dạng sinh học trong và xung quanh khu vực sản xuất. Thay đổi sử dụng đất do thiết lập các khu vực trồng cây năng lượng là một điểm chính của những chỉ trích chống lại năng lượng sinh học.^{41, 42}

Các khu mở sau khai thác thường bị bỏ hoang hoặc chỉ được che phủ với thảm thực vật không đáng kể

Do đó, canh tác cây năng lượng trên các khu mỏ sau khai thác không cạnh tranh với các khu bảo tồn và hệ sinh thái tự nhiên, làm cho hệ thống sản xuất này thân thiện hơn với đa dạng sinh học so với các hệ thống sản xuất cây trồng năng lượng khác.^{43, 44}

Loại chuyển đổi đất được mô tả thường tác động đến đất ban đầu thậm chí là tác động tích cực, bởi vì đất hoang hóa được chuyển đổi sang hệ thống nông nghiệp sẽ không chỉ có mức độ đa dạng sinh học cao hơn đất hoang hóa, mà còn là cơ sở cho việc tái trung hòa khu vực hoang hóa trước đây. Rủi ro khác đối với đa dạng sinh học là các loài xâm lấn. Sự xâm nhập của chúng có thể

³⁴ Mark et al. (2015), p. 104.

³⁵ WBGU (2009), p.96ff.

³⁶ Ibid., p.84.

³⁷ Dehue et al. (2007).

³⁸ Mark et al. (2015), p.105f.

³⁹ Kovac, S.; Zimmer, R. (2012): Energiepflanzenanbau und Biokraftstoffproduktion in Brasilien. UfU Paper 5-2012, UfU-Eigenverlag, Berlin, p.34.

⁴⁰ Dehue et al. (2007).

⁴¹ cf: FAO (2012): Tác động của Đa dạng sinh học đến An ninh Lương thực: Hướng dẫn đánh giá và Ứng phó ở cấp Quốc gia và Dự án. Báo cáo Tài nguyên và Môi trường số 52 – FAO, Rome, 2012.

⁴² Liên minh AETS (2013): Đánh giá tác động của sản xuất nhiên liệu sinh học tại các quốc gia đang phát triển từ quan điểm Gắn kết Chính sách cho Phát triển. Brussels: Ủy ban Châu Âu.

⁴³ Dehue et al.(2007).

⁴⁴ Mark et al. (2015), p. 105f.

được ngăn chặn bằng việc loại bỏ các loài cây năng lượng xâm lấn.⁴⁵

3.2 BỀN VỮNG XÃ HỘI

Liên quan đến tính bền vững xã hội của các hoạt động canh tác cây năng lượng, các vấn đề sau cần được xem xét: Tác động đến giá cả và nguồn cung cấp lương thực quốc gia, tác động đến việc giao đất và tiếp cận tài nguyên đất và các tài nguyên thiên nhiên khác, điều kiện lao động, tạo việc làm, phát triển nông thôn và xã hội, tiếp cận năng lượng, và sức khỏe và an toàn của con người.

3.2.1 TÁC ĐỘNG ĐẾN NGUỒN CUNG VÀ GIÁ LƯƠNG THỰC

Việc mở rộng sản xuất sinh khối đòi hỏi diện tích đất lớn cho canh tác cây năng lượng. Điều này thường dẫn đến việc chuyển đổi đất nông nghiệp hiện có cho sản xuất lương thực sang đất sản xuất sinh khối. Do tình trạng khan hiếm đất nông nghiệp màu mỡ, đặc biệt là ở những nước có mật độ dân số cao và quỹ đất hạn chế như Việt Nam, điều này có thể dẫn đến giảm sản lượng lương thực và làm tăng giá lương thực.^{46, 47} Điều này gây tổn hại cho những thành phần dân số nghèo nhất, những người không đủ khả năng trả giá lương thực cao hơn và khiến họ có nguy cơ bị đói.

Một trong những lý do chính để sử dụng đất bạc màu bao gồm các khu mỏ sau khai thác cho canh tác cây năng lượng là để tránh cái gọi là xung đột

giữa “lương thực và nhiên liệu”. Do hoạt động khai thác mỏ, các khu vực này không được sử dụng vào mục đích nông nghiệp trong thời gian dài. Sau khi các hoạt động khai thác chấm dứt, hầu hết các khu vực này bị suy thoái và thậm chí bị ô nhiễm. Do đó, chúng không thể sử dụng để sản xuất lương thực. Tuy nhiên, vì một số loài cây năng lượng có yêu cầu thấp hơn về điều kiện lập địa so với cây lương thực, trái ngược với chuỗi sản xuất lương thực, trong chuỗi sản xuất năng lượng sinh học, mức độ thấp của các chất ô nhiễm là chấp nhận được, các khu khai thác trước đây có thể được sử dụng cho canh tác cây năng lượng mà không chiếm đất nông nghiệp màu mỡ. Điều này làm cho việc canh tác các loại cây trồng năng lượng trên các khu vực khai thác trước đây trở thành một hình thức sản xuất sinh khối bền vững về mặt xã hội. Tuy nhiên, khi nói đến việc thực hiện trồng cây năng lượng tại một khu khai thác trước đây, điều quan trọng là phải luôn chú ý đến tiêu chí này và kiểm tra xem liệu có nảy sinh bất kỳ xung đột nào với sản xuất lương thực hay không.

3.2.2 TIẾP CẬN ĐẤT ĐAI

Việc phân bổ và quyền sử dụng đất để sản xuất năng lượng sinh học mới là một vấn đề khác cần được giải quyết nếu nói đến sản xuất sinh khối bền vững về mặt xã hội. Tiêu chí xã hội này dựa trên cùng một logic như tiêu chí cung cấp lương thực và giá lương thực: nhu cầu về đất do sản xuất sinh khối. Bên cạnh những tác động về nguồn cung và

⁴⁵ WBGU (2009), p.85.

⁴⁶ FAO (2011): Đối tác Năng lượng Sinh học Toàn cầu: Chỉ số Bền vững cho Năng lượng Sinh học. Rome: FAO, p.23.

⁴⁷ WBGU (2009), p.75.

giá lương thực, điều này cũng có thể có tác động bất lợi đến người dân địa phương và khả năng tiếp cận đất đai của họ. Các diện tích đất rộng lớn được mua hoặc cho các công ty năng lượng và các nhà sản xuất sinh khối quy mô lớn khác thuê bởi và đang bị chiếm bởi các vùng trồng cây năng lượng sinh học thương mại. Qua đó, nông dân địa phương mất nhiều sản xuất nông nghiệp, điều này làm cho sinh kế của họ gặp rủi ro và nên tránh theo điểm bền vững xã hội.⁴⁸

Việc sử dụng các địa điểm khai thác trước đây để canh tác cây năng lượng đã loại trừ nguy cơ lấy đất trực tiếp từ nông dân địa phương, bởi vì các doanh nghiệp khai thác mỏ tư nhân hoặc nhà nước thường điều hành các mỏ. Tuy nhiên, địa điểm mà các mỏ này thường là đất nông nghiệp trước khi các hoạt động khai thác bắt đầu, mặc dù điều này có thể diễn ra cách đây nhiều thập kỷ. Các doanh nghiệp khai thác không sở hữu đất đai, họ chỉ thuê nó để vận hành mỏ trong một thời gian nhất định. Sau khi các hoạt động khai thác đã kết thúc, cảnh quan bị tác động và đất trống bị bỏ lại mà không có bất kỳ thảm thực vật nào và thậm chí không có bất kỳ lớp đất mặt nào. Theo quy định của pháp luật Việt Nam, các doanh nghiệp khai thác chịu trách nhiệm phục hồi môi trường các khu khai thác và họ thường chịu trách nhiệm về các khu vực đó trong mười năm nữa trước khi đất được giao lại cho cộng đồng địa phương. Do đó, mặc dù các hoạt động khai thác đã kết thúc, nhưng người dân địa phương vẫn không tiếp cận được với đất ngay lập tức.

Việc canh tác các cây năng lượng trên các khu khai thác trước đây đều có thể đóng góp vào việc phục hồi môi trường và tạo thêm thu nhập cho các doanh nghiệp khai thác mỏ. Từ quan điểm xã hội, nó được khuyến khích để cung cấp cho người dân địa phương khả năng tham gia từ lợi ích kinh tế bổ sung này. Điều này có thể xảy ra bằng cách cho nông dân địa phương tiếp cận các khu vực của mỏ sau khai thác để trồng cây năng lượng và bán chúng ra thị trường tự do hoặc sử dụng chúng để sản xuất năng lượng của chính họ. Một lựa chọn khác là thuê công nhân địa phương để trồng và chế biến sinh khối. Nếu một trong các giải pháp này được chọn, điều quan trọng là phải tổ chức các khóa tập huấn phù hợp cho nông dân và người lao động về cách sử dụng đất một cách hợp lý và có thể trồng cây năng lượng nào trên loại đất nào. Trong mọi trường hợp, phải tránh để nông dân địa phương và người lao động rơi vào tình thế rủi ro do đất hoặc cây trồng bị ô nhiễm.

3.2.3 TẠO VIỆC LÀM VÀ THU NHẬP

Như đã đề cập trước đây, việc sản xuất sinh khối và các hoạt động chế biến và chuyển đổi năng lượng sau đây có tiềm năng tạo ra việc làm mới và thu nhập. Điều này có thể mang lại lợi ích cho cả doanh nghiệp khai khoáng và người dân địa phương. Việc canh tác cây năng lượng sinh học trên các mỏ khai thác trước đây và đầu tư thêm vào lĩnh vực năng lượng sinh học có tiềm năng thúc đẩy kinh tế địa phương tại khu vực xung quanh các mỏ cũ. Bên cạnh đó, việc làm nông

⁴⁸ WBGU (2009), p.75.

nghiệp trong quá trình canh tác và thu hoạch có thể tạo ra việc làm mới và thu nhập tại các cơ sở chế biến. Để đóng góp cho sự phát triển bền vững trong khu vực xung quanh mỏ cũ, điều quan trọng là phải xem xét lao động địa phương. Như đã đề cập trong Chương 3.2.2, nông dân địa phương có thể tham gia vào hoạt động canh tác cây trồng bằng cách đóng góp công lao động hoặc bằng cách cho họ tiếp cận đất đai để tự trồng cây năng lượng. Nếu việc trồng cây năng lượng được thực hiện trực tiếp bởi doanh nghiệp khai thác như là một phần của các biện pháp phục hồi môi trường, một giải pháp khả thi là cung cấp các chương trình đào tạo cho nhân viên của mỏ. Sau đó, hoạt động sản xuất năng lượng sinh học trong tương lai sau khi mỏ đóng cửa có thể cung cấp việc làm mới cho các thợ mỏ. Các khóa đào tạo cũng có thể được cung cấp cho người dân địa phương để họ tham gia vào các lợi ích kinh tế của việc sản xuất năng lượng sinh học. Do đó, hợp tác với cơ quan chức năng địa phương, trường kỹ thuật và đại học có thể là một lựa chọn đầy hứa hẹn.

3.2.4 TIẾP CẬN NĂNG LƯỢNG

Ở Việt Nam, đặc biệt là ở các vùng nông thôn, vùng sâu vùng xa, mỗi hộ gia đình không phải lúc nào cũng tiếp cận được với điện lưới, hoặc không phải lúc nào cũng có đủ điện lưới để cung cấp cho mỗi hộ gia đình. Nguồn điện chập chờn và cắt điện có thể xảy ra thường xuyên. Việc mở rộng sản xuất năng lượng sinh học có giúp người dân tiếp cận tốt hơn với các dịch vụ năng lượng hiện đại.

Việc nấu ăn truyền thống bằng củi, ví dụ, đòi hỏi phải thu thập sinh khối. Phụ nữ và trẻ em thường làm công việc này. Với việc tiếp cận khí gas sinh

học, thời gian làm công việc không được trả lương này có thể bị bỏ qua. Do đó, khí gas sinh học có thể được sử dụng để thắp sáng và nấu ăn và có thể thay thế việc sử dụng khí tự nhiên, than đá và củi. Các công trình khí sinh học lớn hơn thậm chí có thể tạo ra điện để cung cấp năng lượng cho các thiết bị điện khác. Diesel sinh học và ethanol sinh học có thể được sử dụng làm nhiên liệu cho phương tiện xe cơ giới.

Để làm cho sản xuất năng lượng sinh học bền vững về mặt xã hội, điều quan trọng là đảm bảo rằng người dân địa phương có thể hưởng lợi từ các sản phẩm năng lượng được sản xuất này. Do đó, cây trồng năng lượng không chỉ được sản xuất cho thị trường trong nước hoặc toàn cầu mà còn cho các cộng đồng địa phương.



Hình 4: Thu hoạch cao lương ngọt

3.3 BỀN VỮNG KINH TẾ

Để thực hiện thành công trồng cây năng lượng trên các mỏ sau khai thác, tính bền vững về kinh tế có vai trò then chốt. Điều này có nghĩa là người điều hành của các vùng trồng, và trong trường hợp tốt nhất cũng là các cộng đồng trong khu vực xung quanh mỏ cũ, nên có lợi ích kinh tế từ hoạt động trồng cây năng lượng. Mặc dù các tác động phục hồi môi trường có thể là một động lực cho việc thực trồng cây năng lượng sinh học trên các khu khai thác cũ trong thời gian ngắn, chỉ có sự bền vững kinh tế mới có thể thúc đẩy các nhà đầu tư và nhà khai thác thiết lập các khu trồng trong một thời gian dài. Việc trồng cây năng lượng sinh học sẽ bền vững về kinh tế nếu lợi nhuận bù đắp được các khoản đầu tư và lợi nhuận vượt quá vốn đầu tư.⁴⁹

Nói chung, có một số giải pháp để làm cho việc trồng cây năng lượng sinh học khả thi về kinh tế. Một khả năng là chỉ tập trung vào các vùng trồng và bán cây sau thu hoạch trên thị trường tự do hoặc bán trực tiếp cho các cơ sở chuyển đổi năng lượng hiện có.

Một lựa chọn khác là sử dụng trực tiếp cây trồng để tạo ra năng lượng tại chỗ. Đây có thể là một sự lựa chọn hấp dẫn cho các doanh nghiệp khai thác mỏ muốn sử dụng một số khu vực của mỏ, nơi mà các hoạt động khai thác đã kết thúc, cho canh tác cây năng lượng sinh học mà không phải đóng cửa

toàn bộ mỏ hoặc các doanh nghiệp đang hoạt động tại các khu vực xung quanh mỏ đã đóng cửa.

Lựa chọn thứ ba là hợp tác với các cộng đồng địa phương hoặc nông dân, những người có thể sử dụng cây trồng hoặc năng lượng được sản xuất. Trong phương án này, điều đặc biệt quan trọng là duy trì các tiêu chuẩn bền vững xã hội để ngăn chặn cộng đồng địa phương khỏi sự phụ thuộc bất lợi vào các doanh nghiệp khai thác mỏ.

Để đảm bảo lợi nhuận từ việc khai thác thương mại sinh khối được sản xuất hoặc từ tiết kiệm chi phí thông qua việc sử dụng năng lượng sinh học tự sản xuất ít nhất cao hơn chi phí sản xuất, phải đảm bảo rằng các nguồn năng lượng được sản xuất với chi phí hiệu quả nhất có thể, trong khi vẫn đáp ứng được các tiêu chuẩn sinh thái và xã hội.

Trong năng lượng sinh học, chi phí sản xuất được xác định trong hai lĩnh vực chính: Chi phí sản xuất sinh khối, và, nếu có, chi phí hoạt động của cơ sở chuyển đổi năng lượng.

Khi tính toán chi phí sản xuất sinh khối, chi phí trực tiếp gồm lãi suất, chi phí hạt giống và phân bón phải được đưa vào tính toán mà chi phí biến đổi (ví dụ chi phí nhân công và chi phí cho thuê máy móc), chi phí cố định gồm nhà xưởng, máy móc, trồng cây, bảo trì công nghệ và, trong một số trường hợp, chi phí liên quan đến diện tích (xem Hình Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

⁴⁹ Müller-Langer, F.; Perimenis, A.; Brauer, S.; Thrän, D.; Kaltschmitt, M. (2008): Technische und ökonomische Bewertung von Bioenergie-Konversionspfaden, Berlin: WBGU, p. 18.

Nếu các cây trồng sản xuất không được bán ra bên ngoài để chuyển đổi, nhưng sẽ được chế biến nội bộ, chi phí xây dựng cơ sở chuyển đổi và hoạt động của nó phải được đưa vào tính toán. Ở đây, chi phí vốn (chi phí đầu tư công nghệ cho nhà máy và tường rào bao quanh, chi phí bảo trì...), chi phí tiêu thụ bao gồm chi phí (bổ sung) sinh khối và nguyên liệu, năng lượng hỗ trợ, xử lý phụ phẩm và chi phí hoạt động (nhân viên, bảo trì...) liên quan.^{50, 51} Các giải pháp giảm chi phí sản xuất năng lượng sinh học gồm, ví dụ, sử dụng phân bón hợp lý và tăng sản lượng cây trồng hoặc tạo lợi nhuận thông qua việc bán các đồng sản phẩm. Các dự án sinh khối không nên nhìn nhận như các dự án riêng biệt,

chúng phụ thuộc vào bối cảnh chính trị và kinh tế rộng lớn hơn. Các yếu tố và sự phát triển trong môi trường kinh tế và chính trị của dự án có thể làm tăng đáng kể chi phí sản xuất và chuyển đổi. Chúng phải được xem xét để tính toán tính khả thi kinh tế của một dự án sinh khối trên các khu khai thác cũ. Sự thành công của việc trồng cây năng lượng tại một khu khai thác trước đây không chỉ phụ thuộc vào hình thức và thành phần của các cơ sở trồng và chế biến mà còn dựa vào các yếu tố khác môi trường, kinh tế và chính trị (xem Hình Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).



Hình 5: Chi phí và doanh thu từ cây năng lượng và/hoặc sản xuất năng lượng sinh học

⁵⁰ Mark et al.(2015), p. 84.

⁵¹ Müller-Langer et al. (2008), p. 18.

Các chính sách hỗ trợ và trợ cấp cho các dự án năng lượng sinh học cũng góp phần tính bền vững năng kinh tế của các dự án năng lượng sinh học. Các thông số khác có tác động trực tiếp đến tính bền vững kinh tế là giá năng lượng hiện tại và chi phí vận chuyển.

Chi phí cho nguyên liệu và có thể là thuế hải quan của các thiết bị kỹ thuật có ảnh hưởng đến giá năng lượng sinh học cuối cùng. Lý tưởng nhất, hoạt động sản xuất cây năng lượng khả thi về kinh tế trên các khu khai thác trước đây nên sản xuất sinh khối với mức giá phản ánh giá thị trường tự do. Tuy nhiên, do điều kiện lập địa nghèo nàn, đối

Các yếu tố quan trọng khác là chi phí vận chuyển và cơ sở hạ tầng. Sinh khối được sản xuất phải được vận chuyển từ khu canh tác đến cơ sở chuyển đổi hoặc đến địa điểm sử dụng trực tiếp. Điều này có hàm ý rằng khu trồng phải có thể tiếp cận được đối với các phương tiện vận tải và kết nối với mạng lưới đường bộ quốc gia.⁵² Khoảng cách vận chuyển dài giữa khu vực trồng, cơ sở chuyển đổi và người tiêu dùng năng lượng có thể làm giảm đáng kể tính bền vững kinh tế và tác động tích cực đến khí hậu. Trong quá trình lập kế hoạch trồng cây năng lượng, điều quan trọng cần thiết phải giữ khoảng cách càng ngắn càng tốt. Việc sử dụng các cơ sở chuyển đổi hiện tại trong khu vực xung quanh khu trồng cây năng lượng góp phần tiết kiệm chi phí và giảm lượng phát thải CO₂. Ngoài ra, sử dụng năng lượng sinh học phi tập trung gần khu vực trồng và cơ sở chuyển đổi, ví dụ: trong các

với cây năng lượng được trồng tại các khu khai thác trước đây, khó có thể cạnh tranh được với cây trồng trên đất nông nghiệp màu mỡ. Tuy nhiên, do diện tích đất nông nghiệp màu mỡ tại Việt Nam rất hạn chế, do đó cây năng lượng được canh tác trên các khu mỏ cũ có thể góp phần làm tăng nguồn cung cấp năng lượng và qua đó góp phần giảm giá thị trường.

Hơn nữa, giá năng lượng luôn có mối liên hệ với nhu cầu năng lượng và nhiên liệu trong một khu vực. Vì lý do này, lợi nhuận kinh tế từ cây năng lượng cũng phụ thuộc vào nhu cầu ổn định trong khu vực đối với dạng năng lượng được sản xuất.

hộ gia đình và các đơn vị vi mô, giữ khoảng cách vận chuyển ngắn và chi phí thấp.⁵³

⁵² Mark et al. (2015).

⁵³ ibid, p. 82.

4 TRỒNG CÂY NĂNG LƯỢNG TẠI CÁC MỎ SAU KHAI THÁC

4.1 LỰA CHỌN LOẠI CÂY NĂNG LƯỢNG TIỀM NĂNG

Việc lựa chọn cây năng lượng phù hợp là một trong những quyết định quan trọng nhất trong quy hoạch trồng cây năng lượng trên các khu khai thác trước đây: Rõ ràng là loại cây năng lượng được canh tác quyết định loại năng lượng sinh học nào có thể được tạo ra.

Tuy nhiên, không phải mọi loại cây đều có thể được trồng ở bất cứ đâu. Việc lựa chọn các loại cây trồng phụ thuộc nhiều vào điều kiện lập địa, vì các loài thực vật có sức chịu đựng khác nhau về lượng mưa, nhiệt độ, loại đất, độ pH trong đất, nguồn dinh dưỡng, độ mặn, không gian rễ có sẵn và hàm lượng chất ô nhiễm (chủ yếu là kim loại nặng).

Nhìn chung, cần ưu tiên cây trồng bản địa của khu vực, bởi vì chúng thích nghi với điều kiện địa phương và thường không làm phát sinh vấn đề xâm lấn. Tuy nhiên, do sự đa dạng của các yếu tố ảnh hưởng đến canh tác thành công, cây trồng năng lượng phải được lựa chọn riêng cho từng lập địa. Trước khi trồng với quy mô lớn, sự phù hợp của họ nên được kiểm chứng bằng thí nghiệm thực địa.

Cây trồng năng lượng khác nhau ảnh hưởng đến điều kiện lập địa theo nhiều cách. Tùy thuộc vào đặc tính cây trồng, có nhiều tác dụng phụ tích cực. Một số loại cây trồng ví dụ có thể được sử dụng để kiểm soát xói mòn, trong khi các loại cây trồng khác được sử dụng để loại bỏ các chất ô nhiễm đất (khử độc bằng phương pháp trồng cây) của các mỏ sau khai thác.

Bên cạnh việc lựa chọn các loại cây trồng thích hợp, thiết kế luân canh cây trồng và hệ thống canh tác cần được xem xét. Luân canh được hiểu là thực hành trồng nhiều loại cây khác nhau trong cùng một khu vực trong các mùa liên tiếp. Thực hành này ngăn chặn việc đơn phương loại bỏ các chất dinh dưỡng cũng như hậu quả kiểm dịch thực vật của phương thức độc canh. Do điều kiện địa lý, có các hệ thống canh tác khác nhau như canh tác ruộng bậc thang, trồng theo băng, xen canh... để đáp ứng nhu cầu của địa phương (chủ yếu là xói mòn đất do gió và xói mòn nước, dưỡng chấp và cấp nước).

Bằng cách luân canh cây trồng được thiết kế phù hợp trong hệ thống canh tác đáp ứng nhu cầu lập địa, các tác dụng phụ tích cực của cây trồng có thể được sử dụng và kết hợp hiệu quả nhất có thể và tránh được các tác động tiêu cực. Những tác động tích cực này bao gồm kiểm soát xói lở, cung cấp dinh dưỡng hiệu quả, cải thiện cung cấp nước, tránh ứng suất nhiệt, kiểm soát dịch hại và do đó tăng sức đề kháng và năng suất cây trồng.

Qua đó, mục tiêu lớp phủ thực vật khép kín, ổn định đất và tạo ra năng suất cây trồng năng lượng có thể đạt được.

Hệ thống nông lâm kết hợp đặc biệt thích hợp cho trồng cây năng lượng tại các khu mỏ sau khai thác nhờ chất hữu cơ cung cấp cho đất từ lá rụng và khả năng trồng theo hàng hoặc xen canh cây hàng năm nói chung hoặc trong giai đoạn đầu canh tác. Điều này tạo độ che phủ đất đa dạng và đa dạng sinh học cao hơn so với phương thức độc canh. Do đó,

rủi ro được phân tán cho một số loại cây trồng. Cả hai hệ thống này đều cho phép hỗ trợ giữa các cây, vì một mặt cây thân gỗ bảo vệ chống bức xạ mặt trời, mưa lớn, gió và do đó làm giảm lượng bốc hơi, mặt khác cây nuôi dưỡng như cây họ đậu cung cấp nitơ cho cây lâu năm và đảm bảo tăng nhanh độ che phủ trên đất trống do khoảng cách giữa các cây thân gỗ, ngăn ngừa xói mòn do gió và nước. Hệ thống canh tác này không chỉ tiết kiệm các đầu vào sản xuất như phân bón mà cả thuốc bảo vệ thực vật, vì sự lan rộng của sâu bệnh, mà là một vấn đề đặc biệt trong phương thức độc canh, được ngăn chặn bằng cách trồng cây trồng kết hợp, tránh mất cây trồng toàn diện.

Trong các trang sau đây, một loạt các loài cây trồng thích hợp cho sản xuất năng lượng sinh học ở Việt Nam và các đặc điểm quan trọng nhất của chúng được trình bày. Đặc biệt là các loài cây trồng có yêu cầu thấp về điều kiện lập địa được ưu tiên, vì chúng có tiềm năng năng sinh trưởng tốt trên đất bạc màu như các khu mỏ sau khai thác. Các loài cây trồng được trình bày chỉ đại diện cho một số loài cây năng lượng có tiềm năng.

Các giá trị xác định về sử dụng, trồng trọt và thu hoạch (bao gồm cả sản lượng dự kiến) là các giá trị lý tưởng từ thông tin tham chiếu tiểu sử liên quan. Hầu hết các giá trị về điều kiện lập địa và yêu cầu đất đều xuất phát từ Cơ sở dữ liệu yêu cầu sinh thái cây trồng (ECOCROP).⁵⁴ Các giá trị chỉ nên được xem là tiềm năng, kết quả thực tế từ việc

trồng cây năng lượng trên các khu vực có điều kiện lập địa kém có thể thay đổi đáng kể.

⁵⁴ FAO – Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hiệp Quốc: Cây trồng sinh thái. Online: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home> (last access: 12.06.2018)

4.1.1 KEO LÁ TRÀM

Keo lá tràm là loài sinh trưởng nhanh, mùa hè hoặc thường xanh của họ đậu có chiều cao từ 8 - 30m. Keo lá tràm được trồng chủ yếu ở Ấn Độ và Đông Nam Á để sản xuất củi và cellulose. Do tăng trưởng nhanh trên đất cằn cỗi và đất chua hoặc kiềm, keo lá tràm được sử dụng để kiểm soát xói mòn và tái canh các địa điểm ô nhiễm. Thông qua ứng dụng của nó, khả năng giữ nước, hàm lượng carbon hữu cơ và hàm lượng nitơ của đất tăng lên.

Keo lá tràm chỉ cần một vài biện pháp bảo vệ thực vật.



Hình 6: Hình Keo lá tràm (By Pamputt - Own work, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46350540>, adaption to format)

KEO LÁ TRÀM			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Sản xuất than Sản xuất gỗ củi (16-20 MJ/kg DM tùy thuộc vào độ tuổi)^{55, 56} Nguyên liệu: Đóng thuyền và đồ gỗ, sản xuất thuốc nhuộm và tannin và cellulose để sản xuất bột giấy</p>		<p>Yêu cầu theo dõi và công chăm sóc ít Phương pháp khai thác: Khai thác bằng máy chặt tại chỗ Sản lượng tiềm năng: Sản lượng thay đổi theo từng vùng, tuy nhiên sản lượng bình quân của loài keo sử dụng thông thường có mức tăng trưởng hàng năm 12 m³/ha/năm với chu kỳ sản xuất từ 5 đến 10 năm^{57, 58}</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 – 1,000 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất nặng đến nhẹ, độ màu thấp, thiếu N, độ mặn (<4dS/m) Chủ yếu trên đất sét, nhưng cũng ở cát đá vôi, đất sét cát và đá vôi, đất phù sa (cồn cát), độ phì vừa phải, độ mặn thấp (<4 dS/m)
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	-6 – 40 °C 24 – 32 °C	Khả năng chịu đựng: tối ưu:	
Lượng mưa Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	500 – 5000 mm 1200 – 2500 mm	pH: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	3,0 – 8,0 6,0 – 8,0
Khả năng chịu hạn:	có, 120-140 ngày Chịu được ngập úng theo mùa	Độ dày: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	20 – 50 cm 50 - 150 cm

⁵⁵ Marsoem, S. N.; Irawati, D. (2016): Đặc tính cơ bản của loài keo tai tượng và keo lá tràm là nhiên liệu tạo nhiệt. Trong tài liệu Hội nghị AIP (Vol. 1755, No. 1, p. 130007). Nhà xuất bản AIP.

⁵⁶ Trung tâm Nông Lâm Thế giới (2009): Cơ sở dữ liệu nông lâm. Online: <http://www.worldagroforestry.org/treedb/index.php?keyword=Fuel#> (last access: 12.06.2018).

⁵⁷ Van Bueren, M. (2004): Keo lai tại Việt Nam (No. 113223). Trung tâm Nghiên cứu Nông nghiệp Quốc tế Australian, p.21.

⁵⁸ Nambiar, E. S.; Harwood, C. E.; Kien, N. D. (2015): Rừng trồng keo tại Việt Nam: Nghiên cứu và ứng dụng kiến thức để đảm bảo một tương lai bền vững. Rừng phía Nam: Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, 77(1), 1-10.

4.1.2 KEO TAI TƯỢNG

Acacia mangium là loài cây thường xanh hoặc cây bụi thuộc họ đậu. Chiều cao cây là 25-35m. Keo tai tượng là loài bản địa ở Úc, Indonesia và Papua-New Guinea. Keo tai tượng chịu được hàm lượng nhôm và sắt cao trong đất, cũng như độ pH cao. Do đó, keo tai tượng được sử dụng trồng tại các cảnh quan bị tàn phá và giảm xói mòn đất.



Hình 7: Keo Tai Tượng (By J.M.Garg - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3671575>, adaptation to format)

KEO TAI TƯỢNG			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Vật liệu dễ cháy: củi và sản xuất than Hàm lượng năng lượng: (16-20 MJ/kg DM tùy thuộc vào độ tuổi)^{59, 60} Vật liệu: Đóng thuyền, đồ nội thất, ván lạng, ván ép, chiết xuất tannin và thuốc nhuộm (hàm lượng thuốc nhuộm: 18-39%) Ở Việt Nam chủ yếu là sản xuất giấy: 195 kg/ m³) cellulose chưa tẩy trắng</p>		<p>Yêu cầu theo dõi và công chăm sóc ít Phương pháp khai thác: Khai thác bằng máy chặt tại chỗ. Sản lượng tiềm năng: Năng suất thay đổi ở các vùng khác nhau nhưng, các loài keo được sử dụng theo truyền thống có mức tăng bình quân hàng năm là 12 m³/ha/ năm với chu kỳ luân canh từ 5 đến 10 năm.^{61, 62}</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 – 800 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất nặng đến nhẹ, độ phì thấp, hàm lượng sunfat cao, hàm lượng sắt và nhôm cao, độ mặn >10dS/m
Nhiệt độ:		Khả năng chịu đựng:	
Khả năng chịu đựng:	-5 – 38 °C	tối ưu:	Đất sét cát, đất phong hoá sâu và đất phù sa sâu, độ phì vừa phải, độ mặn thấp (<4 dS/m)
Ưu thích:	22 – 34°C	pH:	
Lượng mưa		Khả năng chịu đựng:	4 – 7,5
Khả năng chịu đựng:	1000 – 4000 mm	tối ưu:	5 – 6,5
Ưu thích:	1500 – 3000 mm	Độ dày:	
Khả năng chịu hạn:	Ngắn hạn	Khả năng chịu đựng:	20 – 50 cm
		tối ưu:	50 - 150 cm

⁵⁹ Marsoem, S. N.; Irawati, D. (2016).

⁶⁰ Trung tâm Nông lâm Thế giới (2009).

⁶¹ Van Bueren, M. (2004), p. 21.

⁶² Nambiar, E. S.; Harwood, C. E.; Kien, N. D. (2015).

4.1.3 KEO LAI (KEO TAI TƯỢNG VỚI KEO LÁ TRÀM)

Keo lai là loài lai giữa keo tai tượng và keo lá tràm. Nó sinh trưởng tại Indonesia, Malaysia, Thái Lan, Việt Nam và Trung Quốc.

Keo lai là loài có chiều cao trung bình và có hình dáng và chất lượng gỗ tương tự như keo tai tượng. Trong hai năm cây sinh trưởng khoảng 8 đến 10 mét.

Rừng trồng keo lai có năng suất bình quân cao hơn keo tai tượng và keo lá tràm (khoảng 10 m³/ ha/ năm). Thay vì khai thác sau 7 năm, keo lai có thể khai thác sau 5 năm.



Hình 8: Keo lai

KEO LAI			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Gỗ củi, sản xuất than</p> <p>Nguyên liệu: Đóng thuyền, đồ nội thất, ván lạng, ván ép, sản xuất giấy</p>		<p>Yêu cầu theo dõi và công chăm sóc ít</p> <p>Phương pháp khai thác: Khai thác bằng máy chặt tại chỗ,</p> <p>Sản lượng tiềm năng: Tăng trưởng của keo lai ở miền Nam Việt Nam trung bình 23 m³/ ha/ a trong luân kỳ thứ hai và thường có hơn diện tích keo trong luân kỳ đầu. Tăng trưởng keo lai ở miền Bắc Việt Nam chậm hơn, ở mức 18 m³/ ha/ năm.⁶³</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	5 – 500 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất mùn cát đến sét cát
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	12 – 35 °C 25 – 30 °C	pH: Khả năng chịu đựng:	3.0 – 7.0
Lượng mưa Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	500 – 5000 mm 1.500 – 2,500 mm		
Khả năng chịu hạn:	Có		

⁶³ Harwood, C. E.; Nambiar, E. K. S. (2014). Năng suất keo và bạch đàn tại Đông Nam Á. 2. Xu hướng và biến động. Tạp chí Lâm nghiệp Quốc tế, 16(2), 249-260.

4.1.4 CAO LƯƠNG HAI MÀU (CAO LƯƠNG NGỌT)

Cao lương là một loài cây hàng năm hàng năm thuộc họ hòa thảo. Cấu trúc cây tương tự như ngô. Cao lương phát triển lên đến độ cao từ 2,5 đến 5 mét.

Cao lương là thực vật cố định carbon C4 và cần khoảng 200 đến 300 lít nước để sản xuất một kg khối lượng khô. Cao lương phù hợp tối ưu cho việc trồng trọt ở các vùng có lượng mưa hàng năm từ 400 đến 600 mm

So với ngô, cao lương có khả năng chịu hạn tốt hơn nhiều, nó có thể phục hồi phát hoàn toàn sau các đợt hạn kéo dài.



Hình 9: Cao lương hai màu

CAO LƯƠNG HAI MÀU (CAO LƯƠNG NGỌT)			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Khí sinh học, Ethanol sinh học: Hiệu quả chuyển đổi toàn cầu của cao lương là 380 l/t tương ứng với khoảng 494 l/ha.⁶⁴</p> <p>Nguyên liệu: Vật liệu làm trần nhà và mái nhà Chất liệu sợi</p>		<p>Mùa gieo hạt: >12 °C; lý tưởng 20 °C</p> <p>Phương pháp khai thác: Nguyên liệu tươi thu hoạch phải được xử lý càng sớm càng tốt sau thu hoạch, vì hàm lượng đường giảm nhanh trong những tuần đầu sau thu hoạch.</p> <p>Sản lượng tiềm năng: Sản lượng trung bình toàn cầu khoảng 1,3 tấn/ha được mang lại. ⁶⁵ Tuy nhiên, tùy thuộc địa điểm và điều kiện thời tiết, năng suất khô hạn có thể dao động từ 5,6 tDM/ha ở Pakistan⁶⁶ đến 32 tDM/ha ở Đức (trung bình 10-18 t ha-1)⁶⁷</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 – 2,500 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất thoát nước tốt, độ phì và độ mặn thấp Đất sét ẩm, sâu hoặc sét cát có độ phì thấp (<4 dS/m)
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	8 – 40°C 22 – 35°C	Khả năng chịu đựng: tối ưu:	
Lượng mưa		pH:	
Khả năng chịu đựng:	300 – 700 mm	Khả năng chịu đựng:	5,0 – 8,0
Ưa thích:	400 – 600 mm	tối ưu:	5,5 – 7,5
Khả năng chịu hạn:	Cao	Độ dày:	
		Khả năng chịu đựng:	30 – 150 cm

⁶⁴ Rajagopal, D.; Sexton, S. E.; Roland-Holst, D.; Zilberman, D. (2007): Thách thức của nhiên liệu sinh học: đổ đầy bình mà không làm rỗng dạ dày? Báo cáo Nghiên cứu Môi trường, 2(4), 044004.

⁶⁵ Barcelos, C. A., Maeda, R. N., Betancur, G. J. V., & Pereira Jr, N. (2011). Sản xuất Ethanol từ hạt cao lương [cao lương hai màu (L.) Moench]: Đánh giá thủy phân enzym và khả năng lên men thủy phân. Tạp chí Công nghệ Hoá chất Brazil, 28(4), 597-604.

⁶⁶ Chattha, M. U.; Iqbal, A.; Hassan, M. U.; Chattha, M. B.; Ishaque, W.; Usman, M., ... ; Ullah, M. A. (2017): Sản lượng và chất lượng thức ăn khô của cao lương ngọt khi bị ảnh hưởng bởi phương pháp gieo hạt và thời điểm thu hoạch. Tạp chí Khoa học Cơ bản và Ứng dụng, 13, 301-306.

⁶⁷ Kaltschmidt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H. (2009): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.

4.1.5 SẮN

Sắn (*Manihot esculenta*) là một loại cây bụi lâu năm thân thẳng thuộc họ thầu dầu. Nó có nguồn gốc từ Nam và Trung Mỹ và lớn phát triển đến độ cao 1,5 - 5 mét.

Sắn có thể được nhân giống từ các bộ phận gốc và được trồng trên đất có độ màu thấp. Sắn chủ yếu được trồng để sản xuất ethanol sinh học từ rế tinh bột của nó. Sắn có thể thu hoạch bất cứ thời điểm nào trong năm, nhưng cũng có thể ở lại trong mặt đất đến ba năm. Các rế già hơn cho thấy mức độ lignification cao hơn khiến chúng khó xử lý hơn.



Hình 10: Sắn

SẮN			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Ethanol sinh học: hiệu suất chuyển đổi toàn cầu là 180 lít ethanol/tấn chất khô trong khi các nghiên cứu đã xác định sản lượng ethanol sinh học là 333-400 lít/tấn sắn khô.^{68,69,70}</p> <p>Nguyên liệu: Tinh bột cho ngành công nghiệp lên men, nhựa sinh học và tinh bột giặt</p>		<p>Sắn được nhân giống bằng cách trồng các phần thân cây trước mùa mưa. Nó chủ yếu là thành viên cuối cùng trong chu kỳ luân canh cây trồng do thực tế là nó có thể sinh trưởng trên đất nghèo dinh dưỡng. Theo đó, sắn đòi hỏi công chăm sóc ít.</p> <p>Phương pháp khai thác: Vụ thu hoạch không bị hạn chế bởi bất kỳ mùa nào trong năm. Hàm lượng tinh bột trong rế cao nhất trong khoảng từ 12 đến 15 tháng. Sắn được thu hoạch bằng cách cắt bỏ thân và kéo củ lên khỏi mặt đất. Củ phải được xử lý trong vòng 48 - 72 giờ sau khi thu hoạch để ngăn ngừa sự suy giảm chất lượng.</p> <p>Sản lượng tiềm năng: Tại Việt Nam, sản lượng củ trung bình đạt 8 t/ha⁷¹</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 – 2,000 m	Loại đất:	Đất trồng, chua từ nặng đến nhẹ, độ phì thấp
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	10 – 35 °C 20 – 29 °C	Khả năng chịu đựng: tối ưu:	
Lượng mưa Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	500 – 5,000 mm 1,000 – 1,500 mm	pH: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	4.0 – 9.0 5.5 – 8.5
Khả năng chịu hạn:	có	Độ dày: Khả năng chịu đựng:	30 – 150 cm

⁶⁸ Rajagopal et al. (2007).

⁶⁹ Kuiper, L.; Ekmekci, B.; Hamelinck, C.; Hettinga, W.; Meyer, S.; Koop, K. (2007): Ethanol sinh học từ sắn. Utrecht: Ecofys Netherlands BV.

⁷⁰ Sriroth, K.; Wanlapatit, S.; Piyachomkwan, K. (2012): Ethanol sinh học từ sắn. In Bioethanol. InTech.

⁷¹ Trung tâm Nông nghiệp Nhiệt đới Quốc tế (CIAT) (2007): Nghiên cứu và Phát triển sắn tại Châu Á: Khai thác cơ hội mới cho một cây trồng cổ xưa. Porc. Hội thảo Vùng lần thứ 7th, được tổ chức tại Bangkok, Thái Lan. 28/10-1/11/2002.

4.1.6 CÂY CỌC RÀO (JATROPHA)

Cọc rào là loài cây bụi mọng nước thuộc họ thầu dầu và phát triển đến độ cao 8 mét. Nó được trồng ở các vùng (cận) nhiệt đới trên thế giới. Do có bộ rễ sâu, nó thích ứng hạn hán và được sử dụng để kiểm soát xói lở cũng như cải thiện đất bị suy thoái.

Trồng cọc rào xen với cây ngắn ngày trong 5 năm đầu tiên là phương thức phổ biến để kiểm soát cỏ dại và tăng năng suất của khu vực cho đến khi cây cọc rào đạt được tiềm năng đầy đủ của chúng.



Hình 11: Cây cọc rào (R.K: Henning, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1424405>, origin: www.jatropha.org, adaption to format)

CÂY CỌC RÀO			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Tinh dầu: Dầu cọc rào có thể được sử dụng để nấu ăn và thắp sáng. Dầu diesel sinh học: Dầu cọc rào có thể biến thành dầu diesel sinh học hoặc được sử dụng làm đầu vào nguyên chất cho động cơ cải hoán. Mỗi lít dầu diesel sinh học làm 4,1 kg sinh khối trái cây (tươi). Theo đó, mỗi tấn chất tươi có thể sản xuất 244 lít dầu diesel sinh học.⁷² Nguyên liệu đốt: Vỏ trái cọc rào khô và vỏ hạt có thể được sử dụng để đốt trực tiếp. Bánh hạt có hàm lượng năng lượng 25 MJ/kg DM. Nguyên liệu: Dầu cọc rào có thể sử dụng để làm xà phòng. Bánh hạt và vỏ trái có thể được sử dụng làm phân hữu cơ, còn tro của vỏ than có thể được sử dụng để cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng.</p>		<p>Nhiệt độ gieo hạt: 22 °C – 25 °C Phương pháp khai thác: Hạt được thu hoạch bằng cách hái bằng tay khi quả đã chuyển từ xanh sang nâu sậm (3 tháng sau khi ra hoa). Sản lượng tiềm năng: Đất bạc màu ở Ấn Độ có sản lượng 0,6-1,45 tấn hạt/ha sau 2,5 năm.. Marginal soils in India yielded 0.6 to 1.45 t seed per ha after 2,5 years.^{73,74} Ở Indônêxia, sản lượng năm đầu đạt khoảng 3 tấn hạt/ha. Cây Jatropha đạt đến tiềm năng đầy đủ của nó sau 5 năm.^{75,76}</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 – 1.500 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất cát, độ màu thấp
Nhiệt độ:		Khả năng chịu đựng:	
Khả năng chịu đựng:	7 – 36 °C	tối ưu:	Đất mùn ngậm khí tốt, độ màu trung bình, độ mặn < 4dS/m
Ưu thích:	7 – 36 °C	pH:	
Lượng mưa		Khả năng chịu đựng:	5.0 – 8.0
Khả năng chịu đựng:	250 – 2.000 mm	tối ưu:	4.5 – 7.5
Ưu thích:	500 – 1.500 mm	Độ dày:	
Khả năng chịu hạn:	có, 120-140 ngày	tối ưu:	>150 cm

⁷² FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2017): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2016. Festbrennstoffe. Biokraftstoffe. Biogas. Online: http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_20162.pdf (12.02.2018).

⁷³ Ghosh, A.; Patolia, J. S.; Chaudhary, D. R.; Chikara, J.; Rao, S. N.; Kumar, D.; Zala, A. (2007): Sự đáp ứng của cây cọc rào trong khoảng cách khác nhau đối với bánh dầu cọc rào. Tại Hội thảo chuyên đề về cây cọc rào. Nông học và gien (pp. 26-28).

⁷⁴ Jongschaap, R. E. E.; Corré, W. J.; Bindraban, P. S.; Brandenburg, W. A. (2007): Số liệu công bố và thực tế về cây cọc rào L.: Đánh giá toàn cầu về cây cọc rào. Chương trình nhân giống và sinh sản (Số 158). Nghiên cứu Thực vật Quốc tế.

⁷⁵ Manurung, R. (2007): Trồng ổn định cây cọc rào sử dụng khái niệm lọc sinh học. Tại Hội thảo chuyên đề về cây cọc rào. Nông học và gien (pp. 26-28).

⁷⁶ Jongschaap et al. (2007).

4.1.7 HƯỚNG DƯƠNG

Hướng dương là một loại thảo mộc thân thẳng, lông rậm, phát triển từ dưới 1 m đến trên 3,5 m. Hướng dương có nguồn gốc từ Trung Bắc Mỹ và hiện được trồng trên toàn thế giới từ vùng ôn đới đến vùng nhiệt đới. Do khả năng chịu được điều kiện lạnh hơn trong giai đoạn sinh trưởng, hướng dương không bị chậm tăng trưởng như ngô.



Hình 12: Hướng dương (by Roland Fischer, Zürich (Switzerland), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20630546>, adaption to format)

HƯỚNG DƯƠNG			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Khí sinh học: 520 l khí sinh học/kg DM, với 300 l methane/kg DM⁷⁷ Tinh dầu: giá trị ca-lo 37,1 MJ/kg⁷⁸ Vật liệu dễ cháy: Bánh hướng dương, thân cây hướng dương, vỏ hạt hướng dương</p> <p>Nguyên liệu: Sản xuất giấy Thuốc nhuộm</p>		<p>Nhiệt độ giao hạt: >7 °C</p> <p>Phương pháp khai thác: Thu hoạch từng cây bằng máy cắt sau 80 - 110 ngày (cây thấp) hoặc 120 - 160 ngày (cây cao) của thời gian chín.</p> <p>Sản lượng tiềm năng: Năng suất bình quân toàn cầu của hạt hướng dương vào khoảng 1,4 tấn/ha.⁷⁹ Các giống có tiềm năng cao cho sản lượng chất khô đến 14 tấn/ha/năm.⁸⁰</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 – 2.600 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất nhẹ đến nặng, độ màu thấp Đất từ nhẹ đến trung bình, thoát nước tốt, độ màu cao, độ mặn < 4dS/m
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	5 – 45 °C 17 – 34°C	Khả năng chịu đựng: tối ưu:	
Lượng mưa Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	300 – 1.600 mm 600 – 1.000 mm	pH: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	5.5 – 8.0 6.0 – 7.5
Khả năng chịu hạn:	Có	Độ dày: Khả năng chịu đựng:	30 – 150 cm

⁷⁷ Kaltschmidt et al. (2009).

⁷⁸ FNR (2017).

⁷⁹ FAO (2007): Cơ sở dữ liệu yêu cầu môi trường cây trồng (ECOCROP).

⁸⁰ Kaltschmidt et al. (2009).

4.1.8 CỎ VA06 (CỎ VOI cv.VA06)

Cỏ VA06 là loài sinh trưởng nhanh với chiều cao từ 3 đến 7 mét. Sinh thái của nó tương tự như loài cỏ voi (*Pennisetum purpureum*). VA06 có thể thu hoạch vài lần trong năm. Do có bộ rễ sâu, nó thích nghi với hạn hán và có thể được sử dụng để bảo vệ xói lở và phục hồi môi trường. Nó hiện đang được trồng chủ yếu để sản xuất thức ăn ủ chua cho gia súc.



Hình 13: Cỏ VA06

CỎ VA06			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Khí sinh học: hàm lượng mê-tan trong khí sinh học từ cỏ voi (<i>Pennisetum purpureum</i>) là 53%. Sản lượng mê-tan khoảng 122 L/kgDM⁸¹ Nguyên liệu đốt Viên nén cỏ</p> <p>Nguyên liệu: Sản xuất giấy Sản xuất ván ép Thức ăn gia súc khô</p>		<p>Nhiệt độ giao hạt: >15°C; tại Việt Nam từ tháng 4 đến 6 trong mùa mưa Phương pháp khai thác: Thu hoạch lần đầu cắt sát đất, lần hai cắt 5 - 7 cm Thu hoạch lần đầu sau 70 - 80 ngày, lần hai sau lần đầu từ 30 - 40 ngày Một năm có thể thu hoạch 5 - 7 lần Cần thay cây mới sau 5 - 6 năm. Sản lượng tiềm năng: Năng suất khô bình quân ở 3 tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ của Việt Nam trên đất cát là 26,4 tấn/ha/năm, 39,4 tấn/ha/năm, 39 tấn/năm (độ pH dao động từ 4,46 - 5,72, hàm lượng cacbon hữu cơ dao động từ 0,84 % - 1,78%).⁸²</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	0 - 2.000 m	Loại thổ nhưỡng:	Đất ít thoát nước, độ màu thấp và độ mặn < 10dS/m
Temperature:		Khả năng chịu đựng:	
Khả năng chịu đựng:	15 - 45 °C	tối ưu:	Đất sét sâu, độ màu cao, độ mặn < 4 dS/m
Ưa thích:	21 - 40 °C	pH:	
Lượng mưa		Khả năng chịu đựng:	
Khả năng chịu đựng:	850 - 4.000 mm	tối ưu:	4.5 - 8.2
Ưa thích:	1.500 - 2.500 mm		5 - 6.5
Khả năng chịu hạn:	Có	Độ dày:	
		Khả năng chịu đựng:	20 - 50 cm
		tối ưu:	> 150 cm

⁸¹ Sawasdee, V.; Pisutpaisal, N. (2014): Tính khả thi sản xuất khí sinh học từ cỏ napier. Energy Procedia, 61, 1229-1233.

⁸² Mann, S.; Webb, M. C.; Bell, R. W. (2015): Hệ thống cây trồng và chăn nuôi bền vững, tạo thu nhập tại vùng duyên hải Nam Trung bộ Việt Nam. Tài liệu hội thảo tổng kết tổ chức tại Quy Nhơn, Việt Nam, 5-6/3/ 2013. Trung tâm Nghiên cứu Nông nghiệp Quốc tế Australian (ACIAR).

4.1.9 TRẤU TRƠN

Trấu trơn (synur *Aleurites fordii*) là một loài trấu thuộc họ thầu dầu (Euphorbiaceae), có nguồn gốc ở miền nam Trung Quốc, Miến Điện và miền Bắc Việt Nam. Các quốc gia sản xuất dầu trấu chính hiện nay là Ác-hen-ti-na, Trung Quốc và Pa-ra-guay. Trấu trơn là cây rụng lá có chiều cao lên đến 12 m. Tất cả các bộ phận của nó đều độc hại, bao gồm cả trái cây và hạt, có chứa 30 - 40% hàm lượng dầu. Sản xuất thương mại thường bắt đầu sau năm thứ ba và có thể kéo dài đến ba mươi năm.



Hình 14: Trấu trơn (By I, KENPEI, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6723389>, adaption to format

TRẤU TRƠN			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Dầu diesel sinh học: sau chế biến, loại bỏ chất keo trong dầu, nó có thể được sử dụng làm nhiên liệu cho động cơ Nguyên liệu đốt: bánh hạt dầu Tung</p> <p>Nguyên liệu: được sử dụng trong dầu bóng, sơn và sản xuất vải sơn, vải sần và hợp chất cách điện.</p>		<p>Trồng xen canh trong 3 năm đầu với đậu tương và ngô là phương thức phổ biến. Sản lượng tối đa đạt được là từ 10 - 12 năm. Cây dầu Tung được trồng mật độ dày từ 125 - 750 cây/ha.</p> <p>Phương pháp khai thác: Hạt được thu nhặt từ mặt đất. Có thể thu hoạch hạt từ hai lần trở lên để có được năng suất tối đa. Sau khi thu hoạch, hạt được sấy khô để giảm độ ẩm dưới xuống dưới 30%.⁸³</p> <p>Sản lượng tiềm năng: Sản lượng dầu có thể thu được là từ 600/ha/năm trở lên⁸⁴</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	600 – 1.000 m	Loại thổ nhưỡng:	Độ màu đất trung bình
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưu thích:	10 – 28 °C 17 – 22°C	Khả năng chịu đựng: tối ưu:	
Lượng mưa Khả năng chịu đựng: Ưu thích:	750 – 1.400 mm 1.000 – 1.200 mm	pH: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	Đất trung bình, thoát nước tốt, độ màu cao, độ mặn < 4dS/m
Khả năng chịu hạn:	Có	Độ dày: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	5.3 – 7.5 6.0 – 7.0 20 – 50 cm 50 - 150 cm

⁸³ Cơ sở Dữ liệu Thực vật Nhiệt đới (2014a): *Vernicia fordii*. Online: <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Vernicia+fordii> (last access: 12.06.2018).

⁸⁴ FAO (2007).

4.1.10 TRẤU NHẼN

Trấu là loài cây thường xanh thuộc họ thầu dầu (Euphorbiaceae), với chiều cao lên đến 15 mét. Loài này phân bố ở Đông Nam Á, Nam Trung Quốc và Đài Loan. Ở Việt Nam, trấu được trồng nhờ lõi dầu. Quả của nó có kích thước từ 5 - 8 cm, chứa ba lõi và chuyển sang màu xanh lá cây và màu vàng khi đến giai đoạn trưởng thành. Dầu tung độc hại và không phù hợp cho động vật và con người. Do đó, nó được sử dụng để sản xuất dầu diesel sinh học.



Hình 15: Trấu Nhẻn (By Tatiana Gerus – Growing as street trees, CC-BY-SA 3.0, <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Vernicia+montana, adaption to format>)

TRẤU NHẼN			
SỬ DỤNG		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
<p>Năng lượng: Dầu diesel sinh học: Dầu Tung từ hạt Gỗ củi: Firewood: Toàn bộ khối lượng gỗ của cây.</p> <p>Nguyên liệu: Nó được sử dụng cho xà phòng, sơn, tẩy, chất kết dính và trong sản xuất vải sơn, vải dầu và các hợp chất cách điện Bánh dầu có thể được sử dụng làm phân bón.</p>		<p>Trồng cây con cách mùa mưa một thời gian Toàn bộ cây là độc.</p> <p>Phương pháp khai thác: Chọn và loại bỏ vỏ quả bằng tay hoặc máy. Để quá trình này diễn ra dễ dàng, trái cây được lưu trữ trong bó và phủ cỏ hoặc rơm lên trên, để dễ bóc vỏ trái cây</p> <p>Sản lượng dự kiến: 3,5 t/ha ở Trung Quốc; 1,8 tấn/ha ở Malawi. Năng suất hạt khô hàng năm từ nguyên liệu thực vật sẵn có tốt nhất đạt từ 280kg/ha với rừng trồng 3-6 năm đến 2.200 kg/ha với rừng 11-14 tuổi và 3.000 kg/ha cho rừng trồng 20 năm tuổi. Nguyên liệu chất lượng kém hơn sản xuất một nửa sản lượng này. Hạt có chứa 14 - 20% dầu.⁸⁵</p>	
ĐIỀU KIỆN LẬP ĐỊA		YÊU CẦU THỔ NHƯỠNG	
Độ cao:	600 – 1.800 m	Loại thổ nhưỡng:	Độ màu thấp
Nhiệt độ: Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	18 – 34 °C 25 – 30°C	Khả năng chịu đựng:	
Lượng mưa Khả năng chịu đựng: Ưa thích:	1.000 – 2.500 mm 1.500 – 2.100 mm	tối ưu:	Đất nặng đến thấp, thoát nước tốt, độ màu trung bình, độ mặn < 4dS/m
		pH: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	4.5 – 7.0 5.0 - 6.5
		Độ dày: Khả năng chịu đựng: tối ưu:	20 – 50 cm 50 - 150 cm

⁸⁵ Cơ sở Dữ liệu Thực vật Nhiệt đới (2014b): Vernicia montana. Online: <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Vernicia+montana> (lần truy cập gần nhất: 12.06.2018).

4.2 XỬ LÝ ĐIỂM Ô NHIỄM TIỀM ẨN

Các địa điểm khai thác cũ thường là các điểm nóng về ô nhiễm. Quá trình công nghiệp và khai thác để lại kim loại nặng và các chất ô nhiễm khác trong đất. Trái ngược với các sản phẩm nông nghiệp khác, cây trồng năng lượng không dành cho tiêu dùng của con người, việc xử lý điểm ô nhiễm tiềm ẩn là một khía cạnh quan trọng cho việc trồng cây năng lượng trên các khu khai thác trước đây. Nếu năng lượng sinh học được sản xuất từ cây trồng trên các khu vực ô nhiễm, các đường truyền dẫn chất ô nhiễm phải được xem xét cẩn thận để ngăn chặn khí thải ra môi trường và nguy cơ sức khỏe cho con người và gia súc. Vai trò và đường truyền dẫn các chất gây ô nhiễm phụ thuộc vào các khía cạnh được trình bày dưới đây

4.2.1 TÍCH TỤ CHẤT Ô NHIỄM TRONG CÂY TRỒNG

Tùy thuộc vào đặc điểm riêng của chúng, các chất gây ô nhiễm có thể có tác động khác nhau đến các bộ phận khác nhau của dây chuyền sản xuất năng lượng sinh học và đầu ra. Kim loại nặng, ví dụ, có thể làm chậm hoặc ngừng quá trình sinh hóa trong quá trình sinh trưởng của cây. Trong quá trình nhiệt hóa học để chuyển đổi năng lượng, chúng cũng có thể gây ra các vấn đề trong quản lý vận

hành. Việc xem xét tổng hàm lượng kim loại nặng trong đất rất quan trọng đối với việc đánh giá một địa điểm liên quan đến tải trọng của nền địa chất và sự tích tụ kim loại nặng trong thực vật. Tùy thuộc vào nguồn gốc của chúng (hình thành đá, hình thành đất, tiến hóa loài người) có kim loại nặng trong các loài và hợp chất cụ thể trong đất (Blume et al. 2010). Để đánh giá sự liên quan sinh thái, các hợp chất của kim loại nặng và tính di động của chúng trong đất phải được kiểm tra, bởi vì chúng quyết định sự sẵn có sinh học của chúng và do đó chuyển dịch vào cây trồng. Tính di động của các kim loại nặng có sẵn sinh học này trong đất chủ yếu chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố sau:^{86, 87, 88}

- Độ pH
- Hàm lượng chất hữu cơ trong đất
- Hàm lượng đất sét
- Hàm lượng ô-xít hình thành thổ nhưỡng
- Tiềm năng phản ứng ô-xy hóa khử
- Các tác nhân phức tạp.

Ngoài ra, mỗi kim loại nặng cho thấy các hệ số chuyển giao riêng lẻ cho quá trình vận chuyển từ đất vào cây và các cơ quan tương ứng của cây. Thực vật chỉ hấp thụ một lượng nhỏ arsen, chì, crom và thủy ngân do hợp chất mạnh của chúng

⁸⁶ Narimanidze, E.; Wichmann, L.; Felix-Henningsen, P.; Stefens, D.; Schubert, S.; Urushadze, T.; ... ; Kalandadze, B. (2005): Bergbaubedingte Schwermetallbelastungen von Böden und Nutzpflanzen in einem Bewässerungsgebiet südlich von Tiflis/Georgien: Ausmaß, ökologische Bedeutung, Sanierungsstrategien.

⁸⁷ Kluster, E. (2007): Mobilisierbarkeit von Schwermetallen in frisch geschütteten Böden. Versuche an der Lysimeteranlage Horw / LU. Diplomarbeit. ETH Zürich. Online:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005369198> (12.12.2017).

⁸⁸ Blume, H. P., Brümmer, G. W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., ... & Welp, G. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag.

trong đất. Tác động đến quá trình chuyển đổi của các kim loại này chỉ có ý nghĩa trong trường hợp ô nhiễm đất ở mức rất cao. Mặt khác, việc hấp thụ cadmium, thallium và kẽm của thực vật được phân loại là di động hoặc cao do hệ số chuyển hóa từ

0,03 đến 10. Tuy nhiên, ngoại trừ kẽm, thiệt hại thực vật không thể xảy ra ngay cả trên đất bị ô nhiễm.⁸⁹

Bảng 2: Hệ số chuyển giao Đất-Cây, Giới hạn giá trị pH, Hàm lượng Kim loại nặng thông thường và tới hạn trong cây (trong mg/kgDM)

KIM LOẠI	HỆ SỐ CHUYỂN GIAO	GIỚI HẠN GIÁ TRỊ PH TRONG ĐẤT	HÀM LƯỢNG THÔNG THƯỜNG TRONG CÂY	QUAN TRỌNG ĐỂ TRỒNG CÂY	QUAN TRỌNG CHO CỎ GIA SÚC
As	<0,5	4-4,5	<0,1-5	10-20	>50
Cd	0,03-10	6,5	<0,1-1	5-10	0,5-1
Co	0,01-1	5-6	0,01-0,5	10-20	10-50
Cr	<0,5	4,5-4	<0,1-1	1-2	50-3000
Cu	0,01-2	4,5	3-15	15-20	30-100
Hg	<0,5	4	<0,1-0,5	0,5-1	>1
Ni	0,01-2	5,5	0,1-5	20-30	50-60
Pb	<0,5	4	1-5	10-20	10-30
Se	0,1-10	-	0,1-2	10-20	4-5
Tl	0,03-10	-	<0,5-5	20-30	1-5
Zn	0,03-10	6-5,5	15-150	150-200	300-1000

Hơn nữa, thực vật cho thấy xu hướng cụ thể hấp thụ kim loại nặng tùy thuộc vào điều kiện lập địa. Do đó, xu hướng tích tụ kim loại nặng của thực vật tại chỗ chỉ có thể ước tính do yếu tố tăng trưởng (pH, loại đất, thủy văn đất, hạn hán, cung cấp dinh dưỡng) được trình bày trong các nghiên cứu điển hình.

Do đó, để ước lượng sự tích tụ kim loại nặng trong cây năng lượng, cần kiểm tra các thông số đất ảnh hưởng đến tính di động của kim loại nặng tại chỗ, hệ số chuyển giao của các kim loại nặng vượt quá giá trị giới hạn và nếu cây có kế hoạch được trồng (cho tất cả các bộ phận) được liệt kê là siêu tích tụ. Do đó, các ước tính này phải được xác minh trong

một thử nghiệm thực địa trước khi trồng quy mô lớn.

4.2.2 QUẢN LÝ TÍCH TỤ KIM LOẠI NẶNG TRONG CÂY TRỒNG

Như đã nêu, có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến việc vận chuyển, hấp thụ và tích tụ kim loại nặng trong thực vật. Nhìn chung, thực vật tại các vị trí có tổng kim loại nặng tăng cao cho thấy hàm lượng kim loại nặng cao hơn trong sinh khối, nhưng với việc quản lý thích hợp chúng có thể bị giới hạn ở mức độ chấp nhận được đối với chuyển đổi năng

⁸⁹ Blume et al. (2010).

lượng sinh học. Các thông số quan trọng nhất cho việc quản lý được trình bày trong hộp sau:

THÔNG SỐ ĐỂ QUẢN LÝ TÍCH TỤ KIM LOẠI NẶNG TRONG CÂY TRỒNG	
THÔNG SỐ	QUẢN LÝ NHƯ THẾ NÀO
Giá trị pH	Tính di động của kim loại nặng có thể được giảm bằng cách tăng giá trị pH của đất bằng vôi hoặc tro. Lý tưởng nhất, độ pH của dung dịch đất nên được đặt trong khoảng 6-7,5.
Khả năng hấp thụ và dung lượng đệm	Trong ma trận đất, chất mùn, khoáng sét và các ô-xít hình thành thổ nhưỡng xác định khả năng hấp thụ và đệm. Do đó, sự gia tăng khả năng hấp phụ và đệm trong đất đối với kim loại nặng có thể đạt được bằng cách tăng hàm lượng mùn cũng như hàm lượng khoáng vật sét và các ô-xít hình thành thổ nhưỡng. Hàm lượng mùn có thể được tăng lên một cách bền vững mà không cần sử dụng vật liệu bằng cách quản lý tốt. Chuỗi ái lực gắn kết kim loại nặng với chất hữu cơ là: Pb> Cu> Cd> Zn> Mn. ⁹⁰ Một cách khác để tăng khả năng trao đổi ca-ti-ông trong đất là việc sử dụng than sinh học. Bề mặt chứa P của than sinh học cố định các kim loại nặng và hình thành các hạt không có sẵn thực vật.
Lựa chọn phân bón	Với việc sử dụng phân bón một cách thận trọng, độ co ngót mùn có thể được giảm thiểu. Điều này có nghĩa là hạn chế sử dụng phân khoáng, sử dụng phân bón hữu cơ và để lại phụ phẩm cây trồng trên đồng ruộng làm đầu vào chất hữu cơ cho đất. Cân bằng mùn là một công cụ giúp theo dõi các tiến trình.
Bón phân có trọng điểm	Với việc bón phân lân có mục tiêu vào lúc bắt đầu quá trình hình thành thảm thực vật, việc hấp thụ asen của cây có thể bị kìm nén, vì các nguyên tố photpho và arsen cạnh tranh với nhau trong sự hấp thụ của rễ. ⁹¹ Sự cạnh tranh trong hấp thụ thực vật như vậy cũng có thể được khai thác cho các kim loại nặng khác.
Hàm lượng Carbonate	Cacbonat có thể cố định kim loại nặng bằng cách hình thành cacbonat kim loại nặng. Các quá trình kết tủa này, làm giảm hàm lượng kim loại nặng của dung dịch đất, chỉ có thể xảy ra trong môi trường kiềm và ở nồng độ kim loại nặng cao. ⁹²
Tiềm năng ô-xy hóa	Sự thay đổi trong tiềm năng khử oxi hóa dẫn đến những thay đổi về dạng hạt gắn kết kim loại nặng. Trong trầm tích đệm yếu, điều này có thể dẫn đến giảm giá trị pH rõ rệt, và làm tăng khả năng di chuyển của hầu hết các kim loại nặng. ⁹³ Do đó, tình trạng ngập úng do nén chặt đất hoặc che phủ bề mặt đất cần được loại bỏ.
Lựa chọn cây trồng	Trong khi lựa chọn các loại cây thì cần phải lưu ý đến độ dung sai đối với nồng độ kim loại nặng và đến xu thế làm giàu lên của nó trong từng thành phần của cây mà nó cần được sử dụng.
Giám sát	Giám sát là rất quan trọng để có được một cái nhìn tổng quan về điều kiện lập địa trước khi trồng, để xây dựng một chương trình các biện pháp, để lựa chọn loài cây phù hợp và có thể kiểm soát các khâu trong quá trình trồng cây. Các biện pháp quan trọng nhất cần thực hiện trong quá trình trồng cây gồm: xác định độ pH của dung dịch đất, xác định hàm lượng mùn, đánh giá khả năng cung cấp dinh dưỡng và các yếu tố ứng suất cho cây thông qua thử nghiệm mẫu cây.

⁹⁰ Hornburg, V. (1991): Untersuchungen zur Mobilität und Verfügbarkeit von Cadmium, Zink, Mangan, Blei und Kupfer in Böden, Bonn: Universität Bonn.

⁹¹ Klose, R. (2003): Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Broschüre der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.

⁹² Hiller, D. A. (1991): Elektronenmikrostrahlanalysen zur Erfassung der Schwermetallbindungsformen in Böden unterschiedlicher Schwermetallbelastung. – Bonner Bodenkundliche Abh., 4.

⁹³ Calmano, W.; Hong, J.; Förstner, U. (1992): Influence of pH value and redox potential on binding and mobilization of heavy metals in contaminated sediments. Vom Wasser, 78, 245-257.

5 NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP

Trong một dự án thí điểm hai năm, từ năm 2016 đến năm 2018, trồng cây năng lượng trên ba địa điểm khai thác mỏ khác nhau ở Việt Nam đã được thử nghiệm. Các địa điểm khác nhau về vị trí, hoạt động khai thác và điều kiện khí hậu. Tại mỗi khu vực thí điểm, các loại cây năng lượng khác nhau được trồng kết hợp. Kinh nghiệm thu được từ tại các khu vực thí điểm này được trình bày trong các chương sau.

5.1 KHU VỰC THÍ ĐIỂM MỎ NÚI PHÁO: BÃI ĐÁ THẢI CỦA MỎ VONFRAM HUYỆN ĐẠI TỪ, TỈNH THÁI NGUYÊN

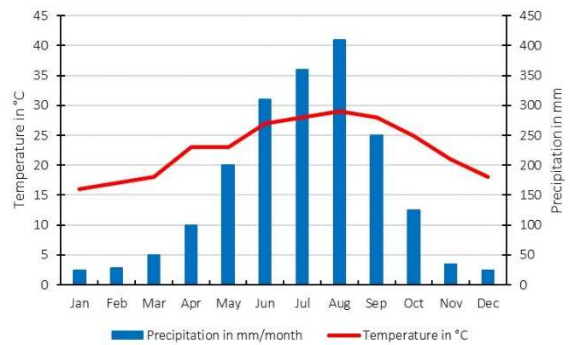
5.1.1 ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC THÍ ĐIỂM

Vị trí trồng thí điểm nằm trong khu vực mỏ vonfram lớn nhất của Việt Nam tại xã Hạ Thượng, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên ở phía Bắc của đất nước.



Hình 16: Vị trí tỉnh Thái Nguyên, Việt Nam

Lô đất trồng có tổng diện tích 2,9 ha. Khí hậu tại huyện Đại Từ được phân loại là Cfa theo hệ thống Köppen-Geiger. Nhiệt độ trung bình hàng năm là 23,1°C. Tháng Sáu là tháng nóng nhất với nhiệt độ trung bình 28,6°C. Tháng 1 có nhiệt độ trung bình thấp nhất 15,2°C.



Hình 17: Biểu đồ khí hậu tại huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên

Tổng lượng mưa hàng năm ở huyện Đại Từ là 1.851 mm. Tháng khô nhất là tháng 1 với lượng mưa 16 mm. Tháng 7 là tháng có lượng mưa cao nhất với tổng lượng mưa là 384 mm

Địa điểm trồng nằm ở độ cao khoảng 60 m so với bình quân mực nước biển. Do các hoạt động khai khoáng, lớp đất gốc đã bị loại bỏ. Trước khi bắt đầu trồng thí điểm, một lớp đất mặt mới được bổ sung vào khu vực với độ sâu từ 30 đến 50 cm. Lớp đất mặt bổ sung có độ pH là 4,3. Kích thước hạt dao động từ 0,002 đến 2 mm. Chi tiết về đặc điểm đất được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 3: Sự đặc trưng của diện tích đất thí điểm tại Đại Từ

THÔNG SỐ		ĐƠN VỊ	GIÁ TRỊ
pH _(KCl)		-	4,30
TDS		mg/kg	191,00
EC		µs/cm	37,90
Tổng lượng sun-phát		mg/kg	329,15
Sun-phát hòa tan		mg/kg	49,40
Độ ẩm		%	19,80
CEC		meq/100g	10,82
Hàm lượng hữu cơ trong đất		%	0,65
Kích thước hạt (mm)	<0,002	%	27,35
	0,02-0,002	%	2,90
	0,2-0,02	%	10,44
	2- 0,2	%	59,31
Khả năng dinh dưỡng của đất	N total	%	0,33
	(N_ NH ₄ ⁺)	mg/100g đất	8,28
	Tổng P	%	0,06
	P ₂ O ₅	mg /100g đất	1,45
	Tổng K	%	1,32
	K ₂ O	mg/100g đất	5,38

5.1.2 LỰA CHỌN CÂY TRỒNG

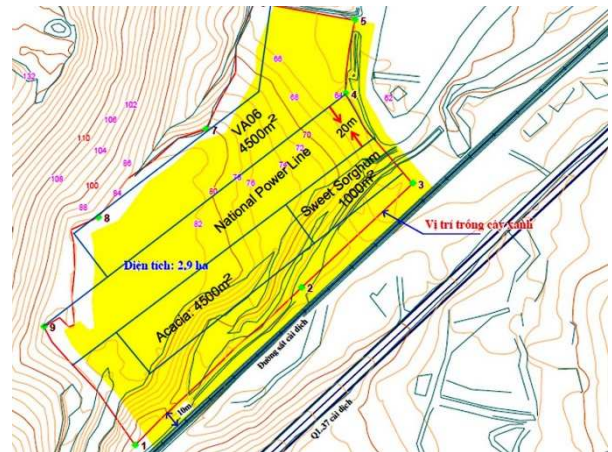
Đối với giai đoạn trồng đầu tiên ở Đại Từ, bắt đầu từ năm 2016, ba loài cây năng lượng khác nhau đã được lựa chọn phù hợp với ba chuỗi chuyển đổi năng lượng khác nhau. Các loài này gồm keo là loài sinh trưởng nhanh có thể được sử dụng để sản xuất gỗ năng lượng, cao lương ngọt (sorghum bicolor) có tiềm năng sử dụng để sản xuất ethanol sinh học và cỏ VA06 có thể được sử dụng như một nguồn năng lượng theo nhiều cách khác nhau bao gồm sản xuất khí sinh học (trực tiếp và gián tiếp).

Trong dự án thí điểm, có ba mùa trồng chính ở Đại Từ. Trong khi cây keo ngẫu nhiên ở lại trong đất trong cả ba mùa trồng do sự phát triển lâu năm của chúng, thì cao lương ngọt được thu hoạch ba lần và cỏ VA06 bốn lần. Sau vụ thu hoạch thứ ba đối với cao lương ngọt, thành phần của cây được điều chỉnh một chút bằng cách trồng sắn thay thế cho cao lương ngọt trong vụ trồng thứ ba, bởi vì cao lương ngọt tương đối dễ bị dịch bệnh trên địa

điểm cụ thể này. Do đó, cần xem xét xem có loài cây trồng nào khác có đủ điều kiện sinh trưởng tốt hơn trên lô thí điểm này.

5.1.3 CANH TÁC

Lô trồng thí điểm được chia thành ba khu vực riêng biệt cho ba loại cây trồng khác nhau. Cây keo được trồng trên diện tích 4.500 m², cỏ VA06 trên diện tích 4.000 m² và cao lương ngọt (và sắn trong vụ trồng thứ ba) được trồng trên diện tích 1.080 m². Để cải thiện đất và để tránh ảnh hưởng tiêu cực của phương thức trồng độc canh, đậu xanh được trồng xen trong lô trồng cao lương - sắn.



Hình 18: Vị trí ba lô trồng trong khu vực thí điểm

LÔ 1 – KEO LAI

Ngày trồng: Trong mùa trồng đầu tiên, từ 30/3 đến 4/4 năm 2016.

Phương pháp trồng: Mật độ trồng 2.100 cây con được trồng trên 1 ha. Cây con được trồng có độ tuổi từ 3 đến 4 tháng với kích thước từ 25 đến 30 cm. Việc trồng được thực hiện bằng cách đào hố 30x30 cm. Sau đó, ngay trước khi trồng cây con,

bón phân NPK 10-6-4 vào hố. Sau khi trồng cây con vào hố, lấp đất đầy hố.



Hình 19: Cây keo sau khi trồng tại khu vực thí điểm Núi Pháo

Biện pháp chăm sóc: Các biện pháp theo dõi được thực hiện một năm hai lần (tháng 5/2016, tháng 9/2016, tháng 5/2017, tháng 9/2017) bao gồm làm cỏ, tía cành, làm đất tơi xốp xung quanh cây và – bón phân bổ sung (NaNO_3 và P_2O_5) – nếu cần. Cây chết được thay thế bằng cây con mới.

Khai thác (nếu có): Keo lai là loài cây lâu năm. Do đó, trong thời gian 2 năm của dự án thí điểm, không có hoạt động khai thác

LÔ 2 – CỎ VA06

Ngày trồng: Từ 1-13/5/ 2016

Phương pháp trồng: Cỏ VA06 cũng được trồng cùng lúc với cây con theo hàng với khoảng cách giữa các cây là 70 cm. 3.375 kg nhánh cỏ VA06 giâm hom được sử dụng để trồng. Trước khi trồng, khâu chuẩn bị đất gồm làm tơi xốp lớp đất nén và làm cỏ. Sau đó, đất được xử lý bằng phân chuồng. Các nhánh giâm được trồng theo hàng hẹp vào các hố sâu từ 3 đến 5 cm

Biện pháp chăm sóc: Các biện theo dõi như làm đất tơi xốp và làm cỏ được thực hiện một năm 2 lần, bắt đầu lần đầu tiên 15 ngày sau khi trồng. Vào mùa khô, cỏ được tưới nhân tạo.

Thu hoạch (nếu có): Cỏ VA06 có thể thu hoạch từ 4 đến 5 lần mỗi năm bằng cách cắt phần thân trên mặt đất. Rễ vẫn ở trong đất và cây bắt đầu mọc trở lại sau khi thu hoạch. Do đó, việc trồng chỉ thực hiện một lần trong toàn bộ thời gian thực hiện dự án thí điểm.



Hình 20: Cỏ VA 06 tại khu vực thí điểm Núi Pháo

LÔ 3 – CAO LƯƠNG NGỌT VÀ SẮN

Cao lương ngọt:

Ngày trồng: Lần đầu tiên, cao lương ngọt được trồng từ ngày 4 đến ngày 14 tháng 4 năm 2016. Sắn được trồng vào tháng 3 năm 2017

Phương pháp trồng: Trước khi trồng cao lương, điều kiện lập địa cần được kiểm soát và chuẩn bị. Đất phải dễ thoát nước và phải ẩm nhưng không bị ngập úng. Trước khi trồng, đất được bón vôi bột, bổ sung phân chuồng, đạm và phân hữu cơ. Mật độ trồng là khoảng 11 kg/ha 1,2 kg cây con được trồng. Cây con được trồng theo hàng với khoảng cách trung bình giữa các hàng là 17 cm.

Sau khi thu hoạch cao lương lần thứ ba, khoảng 111 kg sắn giâm hom được trồng trên mỗi ha. Đậu xanh được trồng xen với sắn.

Biện pháp chăm sóc: Đối với canh tác cao lương, đất được bón phân tổng cộng ba lần trong mùa trồng với khoảng cách 20 ngày. Khi cây đạt chiều cao từ 8-10 cm, cây chết được thay thế bằng cây mới. Hơn nữa, trong những tuần đầu tiên, đất được làm tơi xốp nhiều lần và nhổ bỏ cỏ dại. Nếu thời tiết hanh khô, cần thực hiện tưới nước. Sau một tháng, cây đã đủ cứng cáp, các biện pháp chăm sóc có thể giảm xuống và không cần tưới nước nữa.

Sắn:

Ngày trồng: Sắn được trồng từ ngày 17 đến 19 tháng 3 năm 2017. Sau một tháng, đậu xanh được trồng bổ sung vào diện tích trồng sắn.

Phương pháp trồng: Sắn được trồng bằng cây con (cành giâm hom) theo hàng với khoảng cách giữa các cây là 100 cm. Chiều sâu của các lỗ đã chuẩn bị là khoảng 8 - 10 cm. Tổng cộng, khoảng 111 kg cành giâm hom được trồng trên mỗi ha. Trước khi trồng, đất đã được chuẩn bị bằng cách làm tơi xốp và nhổ bỏ cỏ dại. Sau đó, đất được bón phân chuồng, vôi bột và phân lân (P2O5).

Biện pháp chăm sóc: Đối với trồng sắn và đậu xanh, đất được bón phân trong mùa trồng. Trong những tuần đầu tiên, đất được cày ải và làm cỏ. Trong điều kiện thời tiết khô hạn, cần thực hiện tưới nước. Sau một tháng, cây trồng đủ cứng cáp. Các biện pháp chăm sóc có thể giảm xuống và có thể dừng tưới nước.



Hình 21: Cao lương ngọt tại khu trồng thí điểm Núi Pháo



Hình 22: Sắn tại khu trồng thí điểm Núi Pháo

5.1.4 KẾT QUẢ

LÔ 1 – KEO LAI

Tăng trưởng: Đến cuối dự án, cây keo đạt chiều cao 2,6 m với đường kính 218 cm.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Cây keo sinh trưởng tốt; do đó công chăm sóc tương đối thấp.

Kết quả khai thác (nếu có): không có hoạt động khai thác do keo là cây sinh trưởng lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Keo là loài được biết đến nhiều nhất và được sử dụng một cách hiệu quả

để phục hồi môi trường ở Việt Nam. Do đó, sự chấp nhận đối với nó là cao.

Thảo luận: Keo là loài cây rất phù hợp cho phục hồi môi trường sau khai thác ở Việt Nam vì nó gần như không cần nhiều công chăm sau khi trồng mà vẫn sinh trưởng nhanh và tốt. Tuy nhiên về lâu dài, cần tránh phương thức trồng độc canh cây keo vì sự phát triển của lớp đất mặt diễn ra chậm và điều đó làm tăng nguy cơ cháy rừng. Vì vậy, sau một vài năm, cần trồng bổ sung các loài khác vào diện tích trồng keo ban đầu.



Hình 23: Rừng trồng keo tại khu vực thí điểm Núi Pháo tháng 5/ 2018

LÔ 2 – CỎ VA06

Tăng trưởng: Cỏ VA 06 tăng trưởng và phát triển tốt trên khu vực thí điểm này và đạt chiều cao đến 3,30 m.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Cỏ VA 06 sinh trưởng tốt; do đó công chăm sóc tương đối thấp.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Tổng sản lượng sinh khối được thể hiện trong bảng sau.

Bảng 4: Sản lượng cây cỏ OA 06 trên diện tích đất thí điểm tại Đại Từ.

NGÀY THU HOẠCH	SINH KHỐI TRÊN MẶT ĐẤT
Vụ Thu năm 2016	87,50 tấn FM/ha
Vụ Xuân năm 2017	67,50 tấn FM/ha
Vụ Hè/ Thu năm 2017	150,00 tấn FM/ha
Vụ Xuân năm 2018	37,50 tấn FM/ha

Mức độ chấp nhận: Cỏ VA 06 được doanh nghiệp khai khoáng chấp nhận rộng rãi. Nhờ sự thành công của dự án thí điểm, cỏ VA 06 hiện cũng được trồng trên các địa điểm khác do doanh nghiệp điều hành. Tại một hội thảo, cỏ VA 06 đã được giới thiệu cho nông dân địa phương để họ có thể sử dụng làm cỏ thức ăn gia súc nếu sự hấp thụ chất ô nhiễm và kim loại nặng ở mức độ thấp. Điều này thu hút sự quan tâm của nông dân địa phương.

Thảo luận: Cỏ VA 06 dường như là một loài cây trồng phù hợp cho mục đích phục hồi môi trường. Nó không đòi hỏi nhiều công chăm sóc và sản xuất sinh khối rất lớn ngay cả những khu vực có điều kiện lập địa thấp. Sự chấp nhận của doanh nghiệp khai khoáng và nông dân địa phương đều cao. Nó có thể được sử dụng làm cỏ cho gia súc và nguyên liệu gián tiếp cho sản xuất khí sinh học từ phân chuồng.



Hình 24: Cỏ VA 06 tại mỏ Núi Pháo tháng 5/ 2017

LÔ 3 – CAO LƯỢNG NGỌT VÀ SẮN

Tăng trưởng: Cây cao lương đạt chiều cao tối đa là 3,0 m vào tháng 10 năm 2016. Cây đã ra hoa và cho hạt.

Cây sắn đạt chiều cao tối đa 4,4 m vào tháng 9/2017 và đã ra củ

Sâu bệnh: Cây cao lương tương đối dễ mắc bệnh và côn trùng gây hại.

Củ sắn đôi khi bị chuột phá hoại. Để tránh điều này, giăng bẫy bắt chuột đã được thực hiện.

Công trồng và chăm sóc: Công lao động lớn nhất là khâu chuẩn bị trồng rừng, gồm bổ sung một lớp đất riêng và bón phân hữu cơ. Ngoài ra, diện tích trồng phải được tưới trong tháng đầu tiên. Do ảnh hưởng của sâu bệnh và côn trùng, nên công chăm sóc là khá cao.

Kết quả khai thác (nếu có): Sản lượng sinh khối của vụ thu hoạch cao lương ngọt đầu tiên trên lô đất này đạt 68 tấn FM/ha (13,92 tấn chất khô/ha). Hàm lượng đường đo được trong thân cây đạt trung bình 4,13% Brix. Với mỗi vụ thu hoạch, sản lượng sinh khối giảm dần: vụ thu hoạch thứ hai đạt sản lượng sinh khối 34,23 tấn/ha (năng suất chất khô là 7,23 tấn/ha) và vụ thứ ba là 11,40 tấn/ha

(năng suất chất khô là 2,48 tấn/ha), tuy nhiên hàm lượng đường liên tục tăng sau mỗi vụ thu hoạch. Hàm lượng đường năm đầu tiên đạt 5,51%, năm thứ hai là 12,73%, và năm thứ ba là 16,24%.

Sản lượng sắn là 14,3 FM tấn/ ha đối với giống sắn KM94, 24,9 FM tấn/ ha đối với giống sắn KM98 và 13,4 FM tấn/ ha đối với giống sắn KM140. Quá trình lên men ethanol cho một sản lượng mẫu được thực hiện bằng quá trình lên men trạng thái rắn (SSF). Lượng đường còn lại bao gồm khoảng 4,93 g/L cho đường suy giảm và khoảng 7,53 g/L cho tổng lượng đường. Điều này cho thấy sắn cũng có thể chứa các loại đường không lên men trong sản phẩm thủy phân.

Mức độ chấp nhận: Ở huyện Đại Từ, doanh nghiệp khai thác mỏ rất cởi mở với việc thử nghiệm trồng cây cao lương ngọt. Tuy nhiên, do ảnh hưởng nặng nề của sâu bệnh và năng suất giảm, việc trồng thử nghiệm cây cao lương ngọt đã phải dừng lại sau vụ thu hoạch thứ ba.

Thảo luận: Lý do cây cao lương ngọt bị ảnh hưởng nặng nề của sâu bệnh là do khu vực này có khí hậu tương đối ẩm ướt. Cây cao lương ngọt sinh trưởng tốt hơn trên các vùng đất khô, làm thế nào có thể chứng minh được cây cao lương phát triển tốt ở Quảng Ninh, nơi mà không có sâu bệnh xuất hiện. Ở huyện Đại Từ, sắn có thể thay thế cho cao lương ngọt vì sắn thích nghi với khí hậu ẩm ướt tốt hơn.

5.2 BÃI ĐẤT THẢI TẠI HÒN GAI, TỈNH QUẢNG NINH

5.2.1 ĐẶC ĐIỂM BÃI THẢI

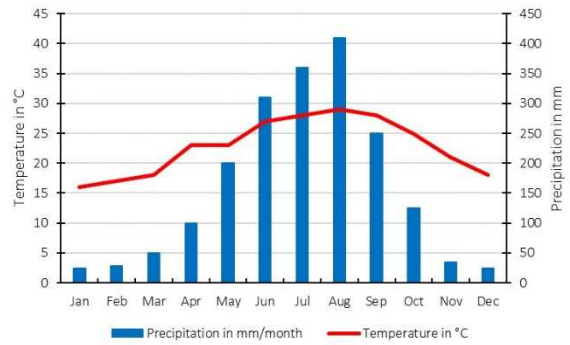
Khu vực trồng thí điểm nằm trên bãi đất đá thải Chình Bắc của mỏ than Hà Tu, thành phố Hạ Long. Thành phố Hạ Long là một phần của khu vực khai thác than cứng lớn nhất Việt Nam tại tỉnh Quảng Ninh nằm ở phía Đông Bắc của đất nước. Lô đất trồng rừng có tổng diện tích 15.000 m².

Khí hậu của thành phố Hạ Long được phân loại là khí hậu cận nhiệt đới ẩm (Cwa) theo hệ thống Köppen-Geiger. Nhiệt độ trung bình hàng năm là 23,7 °C. Tháng 8 là tháng ấm nhất với nền nhiệt độ trung bình khoảng 29 °C. Tháng 1 có nhiệt độ trung bình thấp nhất khoảng 16 °C.

Lượng mưa hàng năm ở thành phố Hạ Long là 1.832 mm. Tháng khô nhất là tháng 12 và tháng 1 với lượng mưa từ 4 đến 40 mm. Tháng 7 và tháng 8 là những tháng có lượng mưa cao nhất khoảng 350 mm.



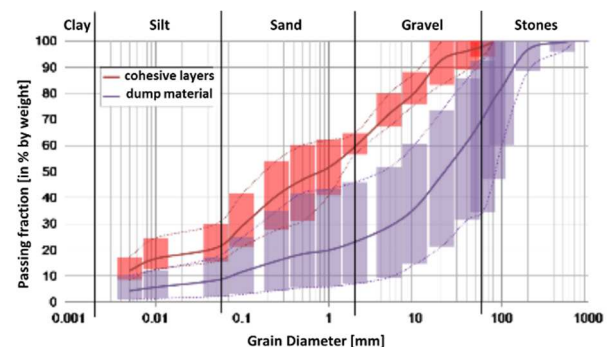
Hình 25: Vị trí tỉnh Quảng Ninh, Việt Nam



Hình 26: Biểu đồ khí hậu Bãi Cháy, Quảng Ninh

Tỉnh Quảng Ninh bị ảnh hưởng nặng nề bởi các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, chủ yếu từ tháng 3, tháng 4 và tháng 9, tháng 10. Trung bình mỗi năm có 1-2 cơn bão ảnh hưởng trực tiếp đến tỉnh và 3-4 cơn bão ảnh hưởng gián tiếp, phần lớn xảy ra vào tháng 7 và tháng 8. Các cơn bão có cường độ cấp 8-10, và thường đi kèm với mưa từ 100-400 mm.

Địa điểm trồng thí điểm nằm ở độ cao 260 m so với mực nước biển. Vì địa điểm này nằm trên bãi đất thải, nên có địa hình hoàn toàn bằng phẳng. Bãi thải được đổ đầy đá thải từ bốn than mỏ khác nhau trong khu vực. Không có thảm thực vật che phủ mặt đất khi hoạt động trồng cây phục hồi môi trường thí điểm được bắt đầu thực hiện.



Hình 27: Phân bố kích thước hạt tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Bề mặt khu vực này là đá thải vụn sau nổ mìn bao gồm sa thạch, đá cuội và đá trầm tích. Các hạt phân bố không đồng nhất, vật liệu mịn hầu như không có. Hàm lượng nước trong đất dao động từ 0,9% đến 6,0%. Độ pH (H₂O) hơi chua và dao động từ 5,2 đến 5,8. Nó chỉ chứa chất hữu cơ nhỏ. Hàm lượng chất dinh dưỡng thực vật thấp. Phân tích chi tiết của dự án RAME (Hiệp hội nghiên cứu Khai thác và Môi trường Việt Nam) đã tìm thấy các kim loại nặng như As, Cd, Co, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb và Zn nhưng không vượt quá tải lượng tối đa cho phép đối với chất nền trong nông nghiệp.

5.2.2 LỰA CHỌN CÂY TRỒNG

Đối với giai đoạn trồng đầu tiên ở Hà Tu, bắt đầu từ năm 2016, hai loài cây năng lượng khác nhau đã được lựa chọn phù hợp với hai chuỗi chuyển đổi năng lượng khác nhau. Hai loài này gồm keo là loài sinh trưởng nhanh có thể được sử dụng để sản xuất gỗ năng lượng và cao lương ngọt (sorghum bicolor) có tiềm năng sử dụng để sản xuất ethanol sinh học.

Keo là cây trồng lâu năm. Cho đến nay, keo là loài được trồng thành công nhất trên bãi đá thải ở Quảng Ninh, nơi mà nhiều loài khác nhau đã được trồng thử nghiệm từ năm 2007. Kinh nghiệm từ các lần trồng thử nghiệm này cho thấy không có loài thực vật nào khác có thể phát triển thảm thực vật xanh nhanh hơn cây keo. Keo được trồng xen với Cốt khí họ đậu để giúp cây phát triển tốt hơn bằng cách giữ ẩm và cung cấp ni-tơ cho đất.

Cao lương ngọt phù hợp với khí hậu ở Quảng Ninh. Nó chịu được đất thoát nước tốt và độ phì thấp,

chịu được hạn hán và có thể phục hồi hoàn toàn sau các đợt hạn hán kéo dài. Cao lương ngọt có tiềm năng sử dụng rộng rãi nhờ có hàm lượng đường. Trong điều kiện tốt, cao lương có thể cho thu hoạch ít nhất hai lần một năm. Các cây trồng năng lượng khác cho sản xuất ethanol sinh học, chẳng hạn như sắn hoặc mía, chưa được chọn để trồng cho khu vực thí điểm này, bởi vì chúng thường đòi hỏi điều kiện thổ nhưỡng và độ màu tốt hơn.

Trong giai đoạn trồng thứ 2 trong năm 2017, cây gỗ lâu năm được trồng bổ sung để thử nghiệm vì kinh nghiệm trồng cao lương ngọt cho thấy khu vực này không thích hợp cho cây trồng nông nghiệp. Đặc biệt là khu vực này nằm trên một bãi thải đá thải cao, ưu tiên trồng cây lâm nghiệp và trong dài hạn, sử dụng sinh khối gỗ để sản xuất năng lượng. Ngoài ra, trồng cây gỗ lâu năm cũng là một biện pháp bảo vệ khí hậu vì chúng lưu giữ lượng carbon lớn.

Ngoài keo, cây gỗ lâu năm được trồng để phát triển một hệ sinh thái bền vững và sản xuất sinh khối gỗ. Các loài cây sau đã được lựa chọn

- *Thông hai lá* là loài cây thân gỗ lâu năm ở Quảng Ninh. Tỉnh Quảng Ninh khuyến khích trồng thông.
- Trấu nhãn là loài cây thân gỗ và cho hạt. Hạt của nó có thể ép lấy dầu, dầu được dùng để làm sơn hoặc keo dán.
- Sến mật là loài cây thân gỗ lâu năm và cho hạt. Hạt của nó có chứa 30-35% dầu béo và có thể ăn được hoặc dùng trong công nghiệp.

- Nhò vàng là loài cây thân gỗ lâu năm có tác dụng ngăn ngừa sạt lở đất vì rễ của nó ăn sâu vào các lớp đá và có độ dài 15-20m.

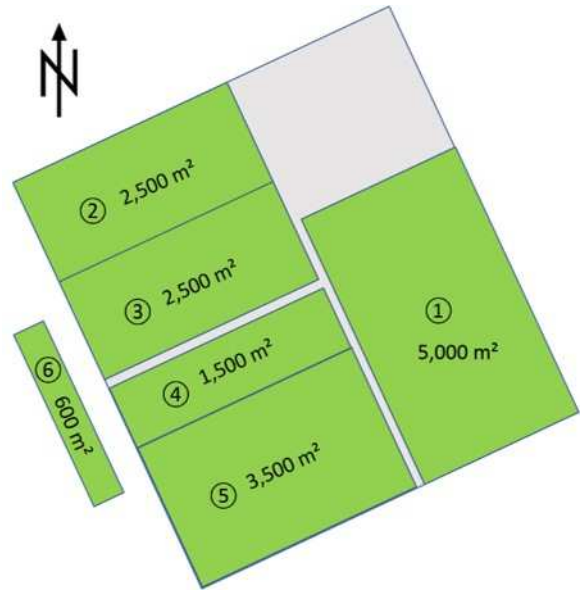
Bốn loài cây gỗ được trồng riêng biệt cũng như trồng xen với keo để so sánh hai lựa chọn khác nhau

Trong khu vực còn lại của địa điểm thí điểm, dương, một cây nhỏ có thể cao tới 15 m, được trồng. Cây này có thể che phủ đất rất nhanh và ngăn ngừa xói lở vì rễ khá cứng của nó có thể xuyên qua các lớp đất.

Hơn nữa, quyết định được đưa ra là trồng cỏ VA06 trên một khu vực dốc nhỏ gần địa điểm dự án. Cỏ VA06 được tạo ra bằng cách lai tạo giữa cỏ Pennisetum purpureum và Pennisetum Americanum tạo ra sinh khối lớn. Trên bãi thải đá thải, nó có thể thực hiện hai mục đích: (1) kiểm soát xói lở nhờ rễ của nó dài khoảng 50 đến 60 cm; (2) sản xuất sinh khối để tạo ra năng lượng (ví dụ như nế để đốt).

5.2.3 CANH TÁC

Các loài được chọn được trồng trên diện tích 15.000 m² được chia thành 6 lô.



Hình 28: Các lô trồng cây khác nhau tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

LÔ 1 – CAO LƯƠNG NGỌT

Ngày trồng: Tháng 6/2016

Phương pháp trồng: Cây con (60%), hạt (40%)

Biện pháp chăm sóc: Bón phân hữu cơ và tưới nước thủ công trong hai tuần đầu sau khi trồng

Thu hoạch (nếu có): Tháng 11/2016

LÔ 2 – KEO

Ngày trồng: Tháng 6/2016

Phương pháp trồng: Cây con

Biện pháp chăm sóc: Bón phân NPK vào hố trồng và cây được tưới nước ngay sau khi trồng

Thu hoạch (nếu có): Không có thu hoạch

LÔ 3 – KEO, CỐT KHÍ (CÂY BỔ TRỢ), THÔNG HAI LÁ, TRẦU NHẪN, SẾN MẶT, NHÒ VÀNG

Ngày trồng: Tháng 6/2016 (keo, cốt khí), August 2017 (thông hai lá, trầu nhãn, sến mặt, nhò vàng)

Phương pháp trồng: cây con (keo, thông hai lá, trấu nhãn, sến mật, nhò vàng), hạt (cốt khí)

Biện pháp chăm sóc: Bón phân NPK vào tất cả các hố trồng. Các khu vực mà cốt khí được gieo được bón phân hữu cơ. Keo được tưới ngay sau khi trồng. Khi trồng thông, trấu, sến và nhò, một túi nilon nước được gắn vào cây con để tưới và làm mát lần đầu tiên sau khi trồng.

Thu hoạch (nếu có): Quả khô của cốt khí được thu hoạch vào tháng 12/2016 và hạt giống được gieo rộng khắp lô đất.

LÔ 4 – THÔNG HAI LÁ, TRẤU NHÃN, SẾN MẬT, NHÒ VÀNG

Ngày trồng: Tháng 8/2017

Phương pháp trồng: Cây con

Biện pháp chăm sóc: Bón phân NPK vào tất cả các hố trồng. Khi trồng cây con, một túi nilon nước được gắn vào cây con để tưới và làm mát lần đầu sau khi trồng

Thu hoạch (nếu có): Không

LÔ 5 – DƯỞNG

Ngày trồng: Tháng 9/2017

Phương pháp trồng: Cây con

Biện pháp chăm sóc: Bón phân NPK.

Thu hoạch (nếu có): Không

LÔ 6 – CỎ VA06

Ngày trồng: Tháng 9/2017

Phương pháp trồng: Giâm hom

Biện pháp chăm sóc: Bón phân NPK. Các cây hom đã được tưới được tưới ngay sau khi trồng

Thu hoạch (nếu có): Không

5.2.4 KẾT QUẢ

LÔ 1 – CAO LƯƠNG NGỌT



Hình 29: Cao lương ngọt tại khu trồng thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây cao lương đạt chiều cao tối đa là 3,0 m với đường kính thân là 2,5 cm vào tháng 11 năm 2016. Cây đã ra hoa và hạt.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Công lao động lớn nhất là khâu chuẩn bị trồng rừng, gồm bổ sung một lớp đất riêng và bón phân hữu cơ. Ngoài ra, diện tích trồng phải được tưới trong hai tuần đầu tiên.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Sản lượng sinh khối của lô trồng đạt 27 tấn/ha với 16 tấn thân cây/ ha và 11 tấn lá/ha. Hàm lượng đường đo được trong thân cây là 14,5° Bx. Cây trồng vụ thứ hai phát triển rất thưa thớt và các thông số của cây không được tiếp tục đo nữa.

Mức độ chấp nhận: Cao lương là một loại cây trồng nông nghiệp và còn mới lạ đối với các doanh

ngành khai thác mỏ và doanh nghiệp chịu trách nhiệm trồng phục hồi môi trường. Do đó, việc thử nghiệm đã nhận được một số nghi ngại. Khi cây phát triển chiều cao, lô trồng đã nhận được rất nhiều phản ứng tích cực, nhất là khi các khu vực xung quanh vẫn chưa được trồng.



Hình 30: Ảnh nhìn từ trên không của lô trồng cao lương ngọt tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Thảo luận: Cây cao lương có thể chịu được các điều kiện khô và nóng trên bãi đá thải. Dù sao, tăng trưởng và năng suất sinh khối cao chỉ có thể đạt được nếu cây được tưới nước và cung cấp dinh dưỡng đầy đủ trong vụ trồng đầu tiên. Công lao động và chi phí trồng cây cao lương trên một bãi đá thải rất cao so với kết quả thu được.

LÔ 2 - KEO



Hình 31: Cây keo tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh

Tăng trưởng: Cây keo đạt chiều cao tối đa 2,30 m với đường kính thân 4,8 cm vào tháng 4 năm 2018.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Keo rất dễ trồng và chăm sóc. Cây con được trồng, bón phân và tưới nước sau khi trồng. Sau đó chỉ trồng lại các cây đã chết.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Keo là cây trồng lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Keo là loài được biết đến nhiều nhất và được sử dụng thành công để phục hồi môi trường ở Việt Nam. Do đó, các doanh nghiệp khai thác mỏ chấp nhận sử dụng nó ở mức cao.

Thảo luận: Keo là loài cây rất phù hợp cho phục hồi môi trường sau khai thác ở Quảng Ninh vì nó gần như không cần nhiều công chăm sau khi trồng mà vẫn sinh trưởng nhanh và tốt. Tuy nhiên về lâu dài, cần tránh trồng độc canh cây keo vì sự phát triển của lớp đất mặt chậm và nó làm tăng nguy cơ cháy rừng. Vì vậy, sau một vài năm, cần trồng bổ sung các loài khác vào diện tích trồng keo ban đầu.

LÔ 3 – THÔNG HAI LÁ



Hình 32: Thông hai lá tại khu vực trồng thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây thông hai lá đạt chiều cao tối đa 0,43 m với đường kính thân là 0,06 cm vào tháng 4 năm 2018.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Thông hai lá là loài phổ biến có sẵn trong vườn ươm. Tỷ lệ sống khi trồng thử nghiệm cho đến nay là 60%. Đặc biệt ở giai đoạn đầu, cây dễ bị ảnh hưởng của hạn hán và gió mạnh.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Thông hai lá là loài cây lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Thông hai lá là loài có nguồn gốc ở Quảng Ninh và được các doanh nghiệp khai thác mỏ chấp nhận rộng rãi. Cho đến nay, nó không được chọn để trồng phục hồi môi trường vì sinh trưởng chậm hơn nhiều so với cây keo. Về lâu dài, thông hai lá hỗ trợ sự phát triển thành rừng tương tự như rừng tự nhiên nguyên sinh trong khu vực này.

Thảo luận: Thông hai lá là loài rất thích hợp cho việc trồng phục hồi môi trường sau khai thác ở

Quảng Ninh vì nó là một cây bản địa trong khu vực này. Khi sử dụng thông, các biện pháp tái canh và quy hoạch sử dụng đất sau khai thác cần phải có tính dài hạn vì thông là loài sinh trưởng chậm.

TRÁU NHẪN



Hình 33: Trầu nhãn tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây trầu nhãn đạt chiều cao tối đa 1,0 m với đường kính thân 1,4 cm vào tháng 4 năm 2018.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Trầu nhãn không còn là loài phổ biến trong các vườn ươm nhưng hạt giống của nó có sẵn với số lượng nhỏ để sản xuất cây con. Trước đây, nó được trồng chủ yếu để sản xuất hạt dầu chỉ trên cây cái. Việc lựa chọn cây con sau đó là khá phức tạp.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Trầu nhãn là loài cây lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Trầu nhãn là loài bản địa ở Quảng Ninh và được người dân địa phương chấp nhận rộng rãi. Nó là loài mới đối với các doanh nghiệp khai thác mỏ.

Thảo luận: Trầu nhẵn là loài thích hợp cho trồng phục hồi môi trường sau khai thác ở Quảng Ninh vì nó là một cây bản địa ở khu vực này. Khi sử dụng trầu, các biện pháp tái canh và quy hoạch sử dụng đất sau khai thác cần phải có tính dài hạn vì nó là cây sinh trưởng chậm. Dù sao, tốc độ tăng trưởng của nó nhanh hơn thông, sến và nhò.

SẾN MẬT



Hình 34: Sến mật tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây sến mật đạt chiều cao tối đa 0,4 m với đường kính thân 0,04 cm vào tháng 4 năm 2018.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Sến mật không phải là loài phổ biến trong các vườn ươm cây. Trên lô thực nghiệm, nó được trồng tương tự như các loài cây khác với mức độ chăm sóc thấp.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Sến mật là loài cây lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Sến mật là loài bản địa ở Quảng Ninh nhưng là cây trồng phục hồi môi trường mới đối các doanh nghiệp khai thác mỏ.

Thảo luận: Sến mật là loài bản địa có tiềm năng phát triển thành rừng về lâu dài và sử dụng gỗ trong khu vực này. Khi sử sến, các biện pháp tái canh và quy hoạch sử dụng đất sau khai thác cần phải có tính dài hạn vì nó là cây sinh trưởng chậm. Dù sao, tốc độ tăng trưởng của nó còn nhanh hơn thông.

NHÒ VÀNG



Hình 35: Nhò vàng tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây nhò vàng đạt chiều cao tối đa 0,5 m với đường kính thân 0.08 cm vào tháng 4 năm 2018

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Nhò vàng không phải là loài phổ biến trong các vườn ươm cây. Trên lô thực nghiệm, nó được trồng tương tự như các loài cây khác với mức độ chăm sóc thấp. Nó có thể chịu được hạn hán.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Nhò vàng là loài cây lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Nhò vàng là cây trồng phục hồi môi trường mới đối với các doanh nghiệp khai thác mỏ. Nói chung, nó không phải là loài phổ biến.

Thảo luận: Nhò vàng được sử dụng trồng thực nghiệm như là loài có tiềm năng phát triển thành rừng về lâu dài và sử dụng gỗ vì nó có khả năng chịu hạn tốt. Khi sử dụng nhò, các biện pháp tái canh và quy hoạch sử dụng đất sau khai thác cần phải có tính dài hạn vì nó là cây sinh trưởng chậm. Dù sao, tốc độ tăng trưởng của nó còn nhanh hơn thông.

LÔ 4 – THÔNG HAI LÁ, TRẤU NHẪN, SẾN MẬT, NHÒ VÀNG

Xem lô 3.

LÔ 5 – DƯƠNG



Hình 36: Cây dương tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây dương đạt chiều cao tối đa 1,70 m với đường kính thân là 1,6 cm vào tháng 4 năm 2018

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Dương rất dễ trồng và không cần chăm sóc thêm. Nó là loài sinh trưởng nhanh.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Dương là loài cây lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Dương là loài mới đối cho các doanh nghiệp khai thác mỏ và khu vực này. Nó cũng không được biết đến nhiều ở Việt Nam.

Thảo luận: Dương được thử nghiệm như là loài thay thế cho keo vì nó cũng là loài sinh trưởng nhanh và có thể thích nghi với các điều kiện môi trường khắc nghiệt trên bãi đá thải. Kết quả giám sát cho thấy dương có lẽ không thể cạnh tranh được với cây keo.

LÔ 6 – CỎ VA06



Hình 37: Cỏ VA06 tại khu vực thí điểm tỉnh Quảng Ninh (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cỏ VA06 đạt chiều cao tối đa 1,10 m vào tháng 4 năm 2018

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Cành cỏ VA06 có sẵn ở bất cứ nơi nào nó được trồng, chủ yếu dùng làm thức ăn gia súc. Nó không phổ biến ở Quảng Ninh. Trồng và chăm sóc rất dễ dàng. Nhược điểm duy nhất của nó là lá ngả màu nâu vào mùa khô.

Kết quả thu hoạch (nếu có): Cho đến nay cỏ chưa được thu hoạch.

Mức độ chấp nhận: Ở Việt Nam, cỏ VA06 được chấp nhận rộng rãi. Đối với các khu vực khai thác mỏ ở Quảng Ninh, nó có thể thay thế cho các loài cỏ bản địa khác để hỗ trợ kiểm soát xói lở.

Thảo luận: Cỏ VA06 kết hợp một số đặc điểm thích hợp cho các khu vực khai thác ở Quảng Ninh. Nó có thể được trồng dễ dàng từ cành giâm hom. Nó phát triển nhanh và rễ ăn sâu có tác dụng ngăn chặn xói mòn. Nó phát triển sinh khối có thể thu hoạch để sử dụng vào các mục đích khác.

5.3 MỎ BÔ-XÍT TẠI HUYỆN BẢO LỘC, TỈNH LÂM ĐỒNG

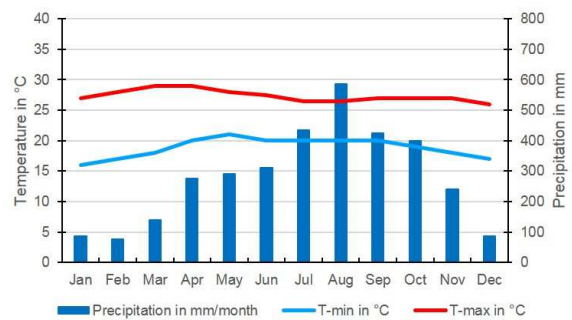
5.3.1 ĐẶC ĐIỂM CỦA KHU VỰC

Địa điểm trồng thử nghiệm nằm trong khu vực khai thác mỏ bô-xít Tân Rai thuộc huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng. Mỏ này là một trong hai dự án khai thác bauxite lớn do VINACOMIN quản lý ở Tây Nguyên. Lô trồng thí điểm có tổng diện tích 20.000 m².



Hình 38: Hình 34: Vị trí tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam (EE+E, RUB)

Khí hậu ở huyện Bảo Lâm được phân loại là khí hậu nhiệt đới gió mùa (Am) theo hệ thống Köppen-Geiger. Nhiệt độ trung bình hàng năm là 23 °C. Tháng Tư là tháng ấm nhất với nhiệt độ tối đa khoảng 29,4 °C. Tháng Một có nhiệt độ tối thiểu thấp nhất vào khoảng 15,8 °C.



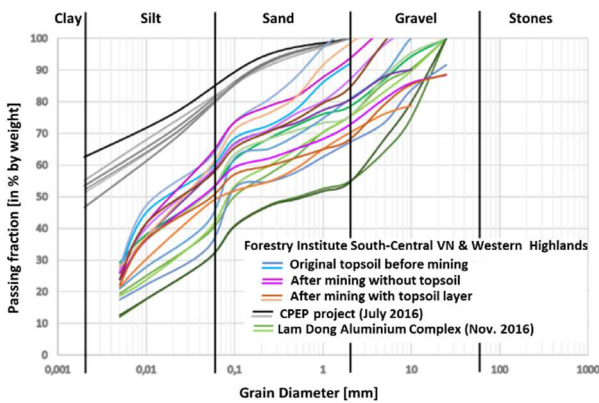
Hình 39: Biểu đồ khí hậu của huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng

Lượng mưa trung bình ở huyện Bảo Lâm là 3.370 mm/năm. Tháng khô nhất là tháng Hai với lượng mưa 76,5 mm. Tháng 8 là tháng có lượng mưa cao nhất vào khoảng 586,1 mm.

Địa điểm này nằm ở độ cao 890 mét so với mực nước biển trung bình. Sau khi bô-xít được khai thác, địa điểm này có mặt bằng thấp hơn từ 5 đến

10 m so với bề mặt đất ban đầu. Địa điểm này có độ dốc khoảng 9% từ tây sang đông. Khi việc trồng thử nghiệm bắt đầu, khu vực này được che phủ bởi nhiều loại thực vật, chủ yếu là cây bụi và cỏ, được phát triển theo diễn thế tự nhiên.

Chất nền tại khu vực này bao gồm sự hình thành địa chất tự nhiên như nó được tìm thấy dưới lớp bô-xít được bao phủ bởi một lớp đất mặt gốc. Lớp đất mặt được đào lên trước khi khai thác, lưu trữ riêng và lấp lại sau khi khai thác. Loại đất ban đầu trong khu vực này là Xanthic Ferrasol, một loại đất màu nâu đỏ trên đá bazan. Đó là cát sét bùn có cấu trúc đất bị phá hủy do khai thác và tái sử dụng.



Hình 40: Phân bố kích thước hạt tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Hàm lượng nước trong đất dao động từ 3-4% đến 16-20%. Khả năng giữ nước của nó rất thấp. Độ pH (H₂O) hơi chua và dao động từ 5,6 đến 5,8. Hàm lượng chất hữu cơ thấp và dao động từ 1,2 đến 2,4%. Hàm lượng chất dinh dưỡng thực vật thấp. Phân tích phát hiện các kim loại như As, Cd, Cu, Hg, Pb và Zn trong đó As và Zn vượt quá tải lượng tối đa cho phép đối với chất nền nông nghiệp trong hai mẫu.

5.3.2 LỰA CHỌN CÂY TRỒNG

Khu trồng thí điểm ở Lâm Đồng và chất nền phù hợp hơn cho cây nông nghiệp ngắn ngày. Vì vậy, các loài cây trồng hàng năm được lựa chọn ở đây nhiều hơn.

Đối với giai đoạn trồng đầu tiên ở Tân Rai, bắt đầu từ năm 2016, hai loài cây trồng năng lượng khác nhau đã được lựa chọn phù hợp cho cùng một lộ trình chuyển đổi năng lượng. Đó là cây cọc rào (Jatropha) và hướng dương, cả hai loài này đều có chứa dầu và có thể được sử dụng để sản xuất dầu diesel sinh học.

Jatropha được biết đến rộng rãi trên toàn thế giới như là cây trồng có tiềm năng cao cho sản xuất dầu diesel sinh học. Nó đã được thử nghiệm ở các vùng khác nhau của Việt Nam. Kết quả thử nghiệm cho thấy cây cọc rào không phù hợp với khí hậu khu vực miền Bắc Việt Nam nhưng có tiềm năng ở phía nam. Loài này cũng được chọn vì dầu diesel sinh học có thể được sử dụng dễ dàng cho hoạt động của máy móc khai thác mỏ.

Hướng dương được biết đến nhiều ở như là cây sản xuất dầu thường cho chế biến thực phẩm. Ở Việt Nam, gần đây hướng dương cũng được sử dụng làm thức ăn cho bò. Trước đây loài này đã được trồng ở tỉnh Lâm Đồng chủ yếu để lấy hoa. Do rễ của cây hướng dương hỗ trợ làm đất tơi xốp và sức khí tốt hơn nên nó được chọn để xem liệu nó có phù hợp với chất nền này hay không.

Trong giai đoạn trồng thứ hai vào năm 2017, có thêm năm loài phù hợp với quy trình chuyển đổi năng lượng khác nhau được trồng tại khu vực thí điểm. Sắn và cao lương ngọt có tiềm năng sử dụng cho sản xuất ethanol sinh học. Cỏ VA06 có thể sử

dụng để sản xuất nhiệt và điện hoặc sử dụng gián tiếp cho sản xuất khí sinh học. Hơn nữa, lô đất nơi hướng dương được trồng trước đó, được trồng lại bằng cây keo để sản xuất gỗ năng lượng và dâm bụt có chứa dầu có khả năng thích hợp cho sản xuất dầu diesel sinh học.

Sản xuất ethanol sinh học hiện nay của Việt Nam chủ yếu dùng sắn. Dự kiến nhu cầu sẽ tăng trong tương lai gần. Như đã đề cập ở trên, sắn là loài cây dễ trồng và đã được thử nghiệm trên chất nền ở Tân Rai.

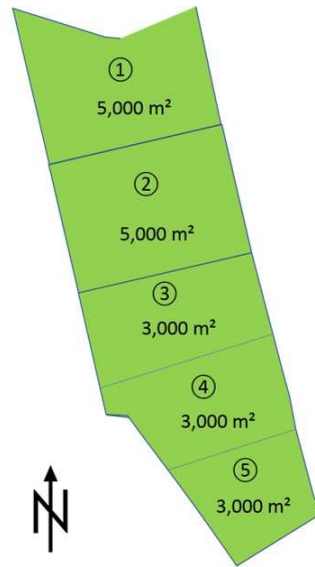
Cao lương ngọt là cây trồng thứ hai thích hợp cho sản xuất ethanol sinh học. Nó hiện đang được thử nghiệm tại một số vùng của Việt Nam và do đó đã được đưa vào thử nghiệm trồng ở Tân Rai.

Cỏ VA06 đã được thử nghiệm rất thành công tại tỉnh Thái Nguyên. Khí hậu ở Tân Rai phù hợp với loại cỏ này. Do đó, nó đã được đưa vào trồng thử nghiệm ở Tân Rai.

Keo đã được sử dụng thường xuyên để phục hồi môi trường sau khi khai thác bô-xít. Nó cho thấy sự tăng trưởng tốt và chỉ cần công chăm sóc tối thiểu. Loài này được trồng thử nghiệm kết hợp với dâm bụt. Dâm bụt đã phổ biến ở Việt Nam và vùng cao nguyên, nơi nó được trồng để lấy hoa và sử dụng trong chế biến thực phẩm. Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA) đã thử nghiệm thành công loài cây này vì hàm lượng dầu của nó có thể sử dụng để sản xuất dầu diesel sinh học.

5.3.3 CANH TÁC

Các loài được chọn đã trồng trên diện tích 20.000 m² và được chia thành năm lô.



Hình 41: Các lô trồng khác nhau tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

LÔ 1 – HƯỚNG DƯƠNG

Ngày trồng: Tháng 12/ 2016

Phương pháp trồng: Hạt

Biện pháp chăm sóc: Lô trồng đã được cày sâu 0,5 m bằng máy đào. Khi giao hạt, bón phân NPK, phân chuồng, vôi bột và một thuốc bảo vệ thực. Lô đất trồng được tưới nước thường xuyên từ 1-2 ngày một lần. Sau 35 ngày thì bón phân NK cho đất. Đất được làm tơi xốp và làm cỏ.

Thu hoạch: Tháng 4/2017

LÔ 1 – KEO VÀ DÂM BỤT

Ngày trồng: Tháng 6/2017

Phương pháp trồng: Cây con (keo), hạt (dâm bụt)

Biện pháp chăm sóc: Bón phân NPK khi trồng cây con và gieo hạt. Lô đất được tưới nước từ đầu và khi đất quá khô

Khai thác: Tháng 11/2017

LÔ 2 – CỌC RÀO

Ngày trồng: Tháng 8/2016

Phương pháp trồng: Cây con từ cành giâm hom

Biện pháp chăm sóc: Bón phân chuồng và phân NPK và tưới nước cho cây con khi trồng. Bón phân cho cây thường xuyên một năm hai lần, làm đất tơi xốp và nhỏ cỏ.

Khai thác: Tháng 6/2017

LÔ 3 – SẮN

Ngày trồng: Tháng 6/2017

Phương pháp trồng: Cành giâm hom

Biện pháp chăm sóc: Lô đất trồng được cày sâu khoảng 15 cm. Đất được bón vôi, phân chuồng và phân bón lân khi trồng cành cây giâm hom. Đất được bón phân NK sau khi trồng từ 30 đến 60 ngày.

Thu hoạch: Không

LÔ 4 – CAO LƯƠNG NGỌT

Ngày trồng: Tháng 6/2017

Phương pháp trồng: Hạt

Biện pháp chăm sóc: Đất được bón phân NPK và phân chuồng khi gieo hạt. Lô đất trồng được tưới nước trong 20 ngày đầu.

Thu hoạch: Tháng 10/2017

LÔ 5 – CỎ VA06

Ngày trồng: Tháng 6/2017

Phương pháp trồng: Cành giâm hom

Biện pháp chăm sóc: Đất được bón phân đạm khi trồng cành giâm hom. Lô đất được tưới nước từ đầu.

Thu hoạch: Tháng 10/2017

5.3.4 KẾT QUẢ

LÔ 1 – HƯƠNG DƯƠNG



Hình 42: Hương dương tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây hương dương đạt chiều cao tối đa 0,80 m. Tỷ lệ nảy mầm rất thấp khoảng 3%. Cây ra hoa và phát triển hạt. Cây tăng trưởng chậm và sự phát triển của rễ yếu.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Đất phải được cày xới. Khi bề mặt khá cứng, việc cày cấy chỉ có thể được thực hiện bằng máy. Công chăm sóc nhiều vì cây

cần tưới nước thường xuyên trong suốt thời gian trồng và sinh trưởng.

Thu hoạch (nếu có): Hoa đã được thu hoạch vào tháng 4 năm 2017. Có hơn 800 bông hoa. Chúng chứa hạt chín nhưng một phần của hạt bị lép. Kết quả thu hoạch cho sản lượng 4,1 kg hạt. Sản lượng này nhỏ hơn lượng hạt giống được sử dụng để trồng.

Mức độ chấp nhận: Hoa hướng dương được biết đến nhiều ở Việt Nam nhưng không phải là cây trồng năng lượng. Đối với doanh nghiệp khai thác mỏ, đây là một trải nghiệm mới đặc biệt là về khâu trồng và chăm sóc. Nhìn chung, các doanh nghiệp khai thác mỏ chưa được chuẩn bị về nguồn nhân lực và trang thiết bị để trồng và chăm sóc các loại cây trồng ngắn ngày đó.

Thảo luận: Hướng dương thích hợp với khí hậu ở một số vùng của Việt Nam và có thể là một lựa chọn như cây trồng năng lượng nếu nó được trồng trên đất ô nhiễm, nơi không thể sử dụng cho mục đích sản xuất lương thực. Ở Tân Rai, hướng dương không thể sinh trưởng tốt do đặc tính của chất nền, nhất là khả năng giữ nước không tốt.

LÔ 1 – KEO VÀ DÂM BỤT



Hình 43: Keo và dâm bụt tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Keo phát triển bình thường và đạt chiều cao tối đa 1,21 m vào cuối năm 2017. Dâm bụt cho thấy tỷ lệ nảy mầm khá thấp và tăng trưởng chậm từ ban đầu. Những cây sinh trưởng tốt đạt chiều cao tối đa 1,90 m và đã ra hoa.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Công gieo hạt cao so với tỷ lệ nảy mầm thấp. Không cần biện pháp chăm sóc đặc biệt.

Thu hoạch (nếu có): Đài hoa dâm bụt được thu hoạch vào tháng 11 năm 2017. Tổng sản lượng là 38 kg. Keo là cây lâu năm.

Mức độ chấp nhận: Keo đã được chấp nhận rộng rãi ở doanh nghiệp khai thác mỏ vì nó dễ trồng và không cần chăm sóc thêm. Dù sao, nhu cầu hiện tại và giá bán gỗ keo thấp, do đó, doanh nghiệp muốn đa dạng hóa và sử dụng các loài khác để trồng phục hồi môi trường. Dâm bụt phổ biến trong khu vực và ở Việt Nam nhưng rất ít người biết đến công dụng đa dạng của nó trong sản xuất dầu diesel sinh học và sợi li-be.

Thảo luận: Dâm bụt có thể phát triển trên chất nền ở Tân Rai. Cần có những thử nghiệm thêm nữa, nhất là để cải thiện tỷ lệ nảy mầm để loài cây này trở thành một lựa chọn hiệu quả ngoài cây keo.

LÔ 2 – CỌC RÀO



Hình 44: Cọc rào tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cọc rào phát triển không tốt và đạt chiều cao tối đa 1,15 m với đường kính thân 4,5 cm vào tháng 4 năm 2018. Cây có ít cành và lá. Chỉ có 11% số cây ra hoa và ra trái.

Sâu bệnh: Cây xuất hiện các đốm trắng trên lá vào mùa khô, các đốm trắng này đã biến mất sau khi mùa mưa bắt đầu.

Công trồng và chăm sóc: Cọc rào có thể tồn tại trong các điều kiện nhất định. Để tăng trưởng tốt hơn và cho năng suất tốt hơn, cây cọc rào cần được chăm sóc nhiều hơn, bao gồm tỉa cành, bón phân và làm cỏ thường xuyên. Hơn nữa, phương pháp trồng cần được cải thiện.

Thu hoạch (nếu có): 322 quả đã được đếm và thu hoạch vào tháng 6/2017. Chỉ 11% cây có trái.

Mức độ chấp nhận: Cọc rào được nhiều người biết đến ở Việt Nam. Nhưng dù sao, sản lượng luôn luôn quá thấp không thể cạnh tranh với các loài trồng thử nghiệm tương tự. Do đó, cọc rào không phải là cây quá phổ biến.

Thảo luận: Cọc rào thu hút sự chú ý của các doanh nghiệp khai thác mỏ vì dầu của nó có thể được sử dụng ngay lập tức mà không cần phải xử lý thêm

như dầu diesel sinh học cho các thiết bị khai thác mỏ. Nhưng dù sao, năng suất đạt được là quá thấp và do đó cọc rào không được lựa chọn để trồng phục hồi môi trường sau khi khai thác ở khu vực này.

LÔ 3 – SẮN



Hình 45: Cây sắn tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây sắn đạt chiều cao tối đa 0,56 m với đường kính thân là 1,2 cm vào tháng 11 năm 2017. Cây đã cho thấy ngay từ đầu tăng trưởng rất chậm và sau khi đạt chiều cao chỉ 0,3-0,5 m là cây đã ngã sang màu vàng. Vào tháng 12 năm 2017, hầu hết các cây đã chết.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận tuy nhiên các cây đều rất yếu trong toàn bộ thời gian thử nghiệm.

Công trồng và chăm sóc: Mặc dù sắn là loại dễ trồng, nhưng nó có một số yêu cầu nhất định về canh tác. Khoảng 1-2 tháng trước khi trồng, đất cần được cày xới kỹ và đủ sâu. Sắn cần được trồng theo luống đều nhau.

Thu hoạch (nếu có): none

Mức độ chấp nhận: Sắn là cây trồng nông nghiệp rất phổ biến ở Việt Nam. Nó là loài mới mẻ đối với doanh nghiệp khai thác mỏ như là cây trồng phục hồi môi trường.

Thảo luận: Mô hình trồng thử nghiệm không thành công. Nguyên nhân chính là: kỹ thuật canh tác, chất lượng cày giâm hom, độ phì của đất thấp, khả năng giữ nước của đất kém. Những yếu tố này cần phải được cải thiện trong trường hợp trồng thử nghiệm tiếp theo trên cùng hoặc một lập địa tương tự

LÔ 4 – CAO LƯƠNG NGỌT



Hình 46: Cao lương tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cây cao lương đạt chiều cao tối đa 2,20 m với đường kính thân là 1,9 cm. Cây đã ra hoa và hạt. Cây cao lương mùa trồng thứ hai sau vụ thu hoạch đầu tiên phát triển không tốt.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Cây cao lương được gieo hạt, tỷ lệ nảy mầm tốt và đồng nhất. Công chăm

sóc cao hơn so với việc tái sử dụng thông thường bằng cây keo vì nó cần bón phân bổ sung và làm đất.

Thu hoạch (nếu có): Sản lượng sinh khối của lô trồng đạt 20 tấn/ha với 9,8 tấn thân/ha và 10,3 tấn lá/ ha. Hàm lượng đường đo được trong thân cây là 10,5° Bx. Cây trồng vụ thứ hai phát triển rất thưa thớt và các thông số của cây không được tiếp tục đo nữa

Mức độ chấp nhận: Cao lương là một loại cây trồng nông nghiệp và còn mới lạ đối với các doanh nghiệp khai thác mỏ và doanh nghiệp chịu trách nhiệm trồng phục hồi môi trường. Hoạt động trồng thử nghiệm đã nhận được một số phản hồi tích cực khi cây phát triển chiều cao tối đa và ra hoa

Thảo luận: So với điều kiện lập địa điểm Quảng Ninh, người ta cho rằng cao lương sẽ phát triển tốt hơn ở Lâm Đồng nhưng năng suất và hàm lượng đường thậm chí còn thấp hơn ở Quảng Ninh. Điều này dẫn đến kết luận rằng cao lương không hoàn toàn phù hợp với điều kiện lập địa, đặc biệt là độ phì thấp đất và khả năng giữ nước kém của đất.

LÔ 5 – CỎ VA06



Hình 47: Cỏ VA06 tại khu vực thí điểm tỉnh Lâm Đồng (EE+E, RUB)

Tăng trưởng: Cỏ VA06 đạt chiều cao tối đa 2,7 m vào tháng 11/2017.

Sâu bệnh: Không có trường hợp sâu bệnh nào được ghi nhận.

Công trồng và chăm sóc: Cỏ VA06 rất dễ trồng và không cần chăm sóc đặc biệt.

Thu hoạch (nếu có): Sản lượng sinh khối của lô trồng được đo trong tháng 10/2017 và đạt ## tấn/ha.

Mức độ chấp nhận: Cỏ VA06 phổ biến ở Việt Nam và trong khu vực Lâm Đồng, đặc biệt là ở những khu vực chăn thả gia súc. Đối với doanh nghiệp khai thác mỏ, lợi ích từ cỏ là không rõ ràng và trực tiếp.

Thảo luận: Đối với khu vực khai thác mỏ của Tân Rai, cỏ VA06 có lợi thế là nó giữ đất và ngăn ngừa xói mòn một cách hiệu quả. Nhưng cũng có một bất lợi là cỏ bị chết khô trong mùa khô và làm tăng nguy cơ xảy ra cháy. Hơn nữa, cần thực hiện điều tra bổ sung về cách sử dụng cỏ cho năng lượng sinh học trong khu vực này

6 KỊCH BẢN TIỀM NĂNG VỀ SỬ DỤNG CÂY NĂNG LƯỢNG VÀO MỤC ĐÍCH SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG TẠI CÁC KHU VỰC KHU MỎ SAU KHAI THÁC

6.1 CÂY NĂNG LƯỢNG SINH KHỐI DỰA VÀO CÂY KEO VÀ TRỒNG RỪNG LUÂN KỲ NGẮN HẠN

Trong những thập kỷ tới Việt Nam sẽ đối mặt với một thách thức lớn về nguồn cung năng lượng. Ngành điện đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển và quá trình công nghiệp hoá đất nước. Trong năm 2015, nhu cầu điện của ngành công nghiệp chiếm 53,72% lượng điện tiêu thụ hàng năm của quốc gia.⁹⁴ Những nỗ lực to lớn trong lĩnh vực cung cấp năng lượng và mở rộng công suất điện là cần thiết dựa trên mức tăng trưởng dự kiến của tổng sản phẩm quốc nội từ 5-7% trong năm sau.

Theo dự báo trong kịch bản thông thường Bộ Công Thương, nhu cầu điện sẽ tăng 236,72% từ 169,80 TWh lên 571,75 TWh trong giai đoạn 2015-2030.⁹⁵ Sự tăng trưởng năng lượng này chủ yếu được bù đắp bởi nhiên liệu hóa thạch và sẽ đạt tỷ trọng trên 70% vào năm 2030 trong cơ cấu nguồn điện, với hơn tỷ hơn 50% từ than đá.⁹⁶ Công suất điện than dự kiến sẽ tăng gấp bốn lần số so với công suất hiện tại vào năm 2030, và sẽ đi đôi với việc mở

rộng nguồn khai thác than trong nước. Tổng nhu cầu than cho sản xuất năng lượng và sử dụng phi năng lượng đạt 50.907 triệu tấn trong năm 2017 và dự kiến sẽ tăng lên 142.475 triệu tấn vào năm 2030.⁹⁷ Điều này sẽ dẫn đến thiếu hụt nguồn cung ứng than trong nước là 85.911 triệu tấn vào năm 2030. Việc nhập khẩu than đã bắt đầu thực hiện vào năm 2017 và sẽ cao hơn lượng khai thác trong nước vào năm 2025.⁹⁸ Ở cấp tỉnh tại Quảng Ninh, các công ty năng lượng sẽ chỉ sử dụng than trong khu vực cho đến 2020-2025 và sau đó sẽ kết hợp sử dụng than nhập khẩu với than nội địa.

Sự gia tăng mạnh mẽ các tác động về năng lượng dựa vào than không phù hợp với sự phát triển kinh tế xã hội của tỉnh. Hiện tại, Quảng Ninh là khu vực khai thác than lớn nhất, cũng như là một trong những tỉnh sản xuất năng lượng dựa vào than lớn nhất tại Việt Nam. Quảng Ninh với Vịnh Hạ Long, Trung tâm Di sản Thế giới UNESCO phấn đấu trở thành một trung tâm du lịch quốc tế và điểm đến du lịch hàng đầu tại Việt Nam. UBND tỉnh Quảng Ninh đã thực hiện 7 kế hoạch phát triển chiến lược đến năm 2020, nhằm mục tiêu đón 15-16 triệu khách du lịch và đạt doanh thu 30-40 nghìn tỷ đồng (1,3-1,7 tỷ USD).⁹⁹ Ngành du lịch dự kiến sẽ

⁹⁴ EVN (2016): Báo cáo Điện lực Việt Nam Thường niên 2016.

⁹⁵ Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam (2016).

⁹⁶ Ibid.

⁹⁷ Ibid.

⁹⁸ Đài Tiếng nói Việt Nam Trực tuyến (2017a): Nhập khẩu than Việt Nam đang tăng mặc dù Việt Nam có trữ lượng

lớn. Cập nhật lần gần đây nhất: 04/09/2018. <http://english.vov.vn/economy/vietnams-coal-imports-grow-despite-large-reserves-373000.vov> (05/05/2018).

⁹⁹ Đài Tiếng nói Việt Nam trực tuyến (2017b): Du lịch Quảng Ninh đạt mục tiêu của năm sớm hơn kế hoạch. Cập nhật lần gần đây nhất: 11/09/2017. <http://english.vov.vn/society/quang-ninh-tourism-reaches-yearly-target-ahead->

đóng góp 14-15 phần trăm cho tổng sản phẩm quốc nội trong khu vực.¹⁰⁰

Sự thay đổi cấu trúc này trong bối cảnh thiếu hụt than vào năm 2020-2025 mang lại tiềm năng cho giải pháp năng lượng thay thế bền vững. Giải pháp này phù hợp với mục tiêu cắt giảm phát thải khí nhà kính 8% (COP 21) vào năm 2030. Nó cũng hài hòa các mục tiêu mâu thuẫn của các doanh nghiệp khai thác mỏ, các nhà sản xuất điện và các bên liên quan của tỉnh.

Lâm nghiệp luân canh ngắn hạn có thể tapk nguồn cung năng lượng sơ cấp trong quá trình phục hồi cho các nhà máy nhiệt điện than gần mỏ (đồng đốt than) và các nhà máy điện sinh khối. Ngoài ra, nó có thể được sử dụng như một khái niệm sử dụng đất mỏ sau khai thác. Các ưu điểm gồm:

- Ít tác động đến môi trường
- Giảm phát thải khí nhà kính
- Tạo ra giá trị xanh trong bối cảnh thay đổi cơ cấu tỉnh
- Hoàn vốn đầu tư phục hồi
- Cung cấp một khái niệm sau khi sử dụng đất
- Cung cấp sử dụng đất sau khai thác đa mục đích phù hợp với mục tiêu du lịch của UBND tỉnh
- Giảm tác động của biến động giá than toàn cầu

- Cung cấp nguồn tài nền cho lưới điện
- Hỗ trợ hiệu quả đầu tư theo các chính sách và cơ sở hạ tầng hiện có

Một trong những khu vực khai thác truyền thống ở Quảng Ninh, với lịch sử khai thác mỏ hơn 100 năm là bán đảo Hòn Gai, nằm kề bên Thành phố Hạ Long. Trên khu vực khai thác lộ thiên này, xung đột lợi ích hiện tại đang diễn ra do các khu vực khai thác mỏ và đô thị gần như chồng lên nhau, cũng như tác động đến Vịnh Hạ Long và cộng đồng địa phương, thông qua phát sinh khói bụi, tiếng ồn và nước thải. Đồng thời khu vực này cũng đang tồn tại xung đột sử dụng đất do diện tích đất hạn hẹp cho các khu dân cư, sử dụng thương mại và du lịch. Mặt khác, các doanh nghiệp khai thác mỏ có lợi ích kinh tế trong khu vực này.

Năm 2015, Đại học Ruhr Bochum đã xây dựng tầm nhìn sử dụng đất cho khu vực trong Dự án Khai thác mỏ và Môi trường tại Việt Nam (RAME). Khái niệm này xem xét các doanh nghiệp khai thác mỏ, bao gồm Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam (VINACOMIN) và các lợi ích của tỉnh.

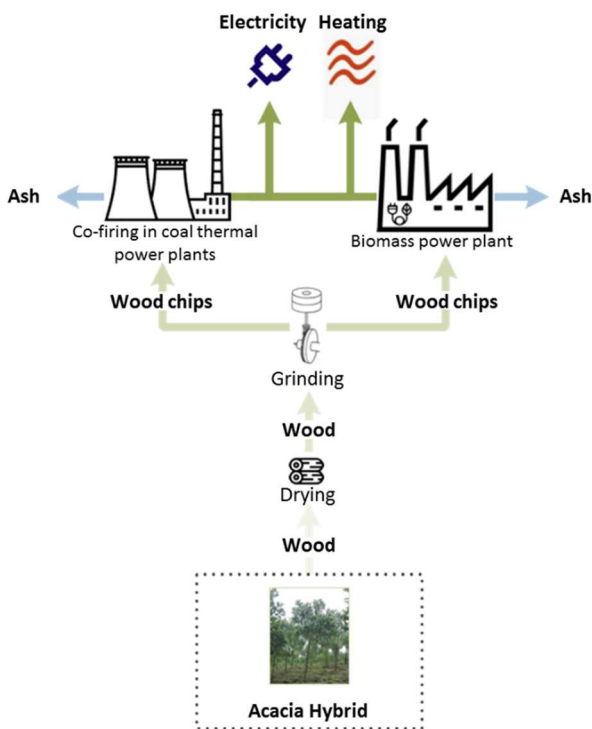
Cây keo được trồng ưu thế, dựa vào chức năng phục hồi môi trường theo Luật Bảo vệ Môi trường số 55/2014/QH13, có thể được sử dụng làm vật liệu đốt cho sản xuất năng lượng. Đến năm 2025, tất cả các mỏ khai thác lộ thiên đều phải đóng cửa. Các mỏ tiếp tục được khai là Hà Tu và Đông Bắc. Hoạt động khai thác than trong hầm lò sẽ được kéo dài đến năm 2030. Khoảng 12,79 km² (Bang Danh, Lò Phong, Hà Rạng) được quy hoạch để

of-schedule-362130.vov#http://www.businessweek.com/1997/42/b3549124.htm (03/05/2018).

¹⁰⁰ Ibid.

trồng cây năng lượng, theo kế hoạch sử dụng đất của dự án RAME. Đến năm 2025, 7,76 km² (Hà Tu và Đông Bắc) sẽ được cấp thêm. Đến năm 2025, tổng quỹ đất sẽ vào khoảng 20,46 km², ngoại trừ tất cả các khu vực nằm ở phía tây nam. Những khu vực này cần được giành ra để quy hoạch đô thị cho thành phố Hạ Long như là một vùng đệm vành đai xanh trong quá trình khai thác, cũng như các diện tích rừng và công viên phục vụ du lịch sinh thái. Yêu cầu phát triển rừng tự nhiên lâu dài với cây thông của UBND tỉnh Quảng Ninh có thể được thực hiện trong khu vực giải trí Chính Bắc và diện tích rừng tự nhiên Thành Công.

Nguồn cung gỗ keo ổn định có thể được sử dụng trong nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả, cách đó 27 km. Nhà máy điện này thuộc sở hữu của VINACOMIN và đang hoạt động với một lò hơi tăng sôi khói hồi lưu.



Hình 48: Đốt trực tiếp gỗ keo

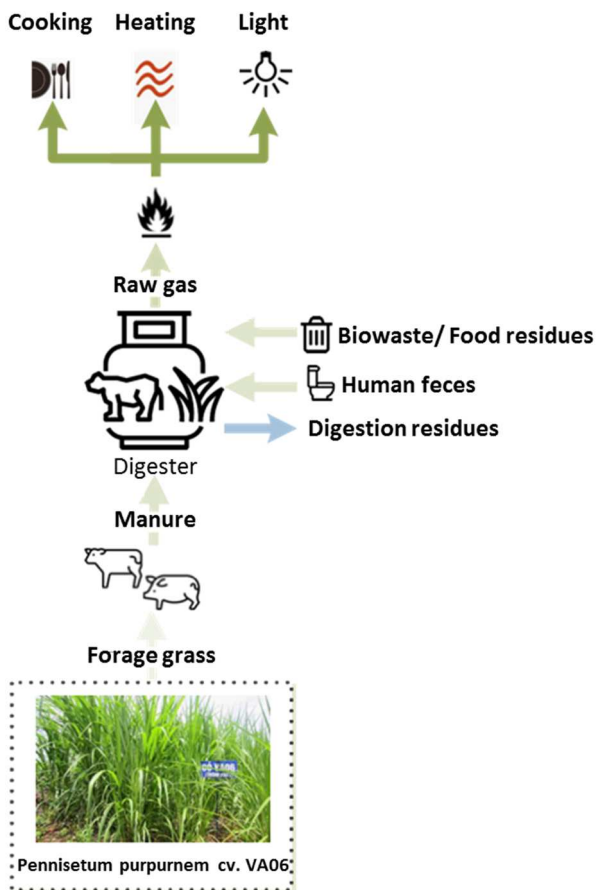
6.2 CHUỖI GIÁ TRỊ KHÍ SINH HỌC TÍCH HỢP CHO NÔNG DÂN ĐỊA PHƯƠNG

Hoạt động khai thác mỏ đang tác động đến các cộng đồng xung quanh, do đó các doanh nghiệp khai thác mỏ có thể hỗ trợ cộng đồng địa phương thông qua các chương trình Trách nhiệm Xã hội của Doanh nghiệp (CSR). Một phần của các chương trình này có thể là các chuỗi giá trị khí sinh học, được tích hợp trong vòng đời khai thác mỏ và chuỗi giá trị. Cơ sở của khái niệm này là hoạt động trồng cỏ cho gia súc như cỏ Pennisetum purpureum cv. (VARISME) VA06 như là thảm thực vật bãi thải phục vụ mục đích ổn định và chống xói lở, phục hồi môi trường, và khái niệm sử dụng đất sau khai thác. Tác động của phương pháp này rất đa dạng:

- Nguồn thu nhập mới
- Nguồn năng lượng mới cho người dân địa phương
- Giảm phát thải khí nhà kính bằng cách thay thế nhiên liệu hóa thạch
- Cải thiện vệ sinh
- Giảm tác động môi trường của hoạt động nông nghiệp và đời sống

Đầu vào chính của hầm ủ khí sinh học là phân chuồng được sản xuất thông qua việc sử dụng cỏ VA06 làm thức ăn chăn nuôi. Ngoài ra, việc sử dụng chất thải sinh hoạt hữu cơ và phân bắc là hoàn toàn khả thi. Khuyến cáo không sử dụng các phụ phẩm cảnh quan và nông nghiệp do chúng làm phát sinh các chất có hại cho quá trình lên men.

Khí sinh học được sản xuất có thể được sử dụng để thắp sáng, đun nóng nước và nấu nướng. Dựa trên các khía cạnh kinh tế, khuyến cáo không sản xuất điện đối với các hầm ủ khí sinh học quy mô nhỏ.



Hình 49: Chu kỳ cỏ VA06 trong bối cảnh không có hầm ủ khí sinh học tại chỗ

6.3 TRỒNG SẴN QUY MÔ LỚN TRÊN CÁC KHU KHAI THÁC MỎ ĐỂ ỔN ĐỊNH NGUỒN CUNG CHO NGÀNH NHIÊN LIỆU SINH HỌC TẠI VIỆT NAM

Năm 2014, Việt Nam bắt đầu sản xuất trong nước và bán nhiên liệu sinh học E5. Sau nhiều năm nỗ lực không thành, xăng RON 95 và E5 được quy

hoạch thay thế hoàn toàn cho xăng RON 92 vào năm 2018 trên toàn quốc. Đến năm 2025, 5% nhu cầu nhiên liệu quốc gia phải được bù đắp từ nhiên liệu sinh học E5 dựa vào sản. Kế hoạch này chủ yếu nhằm hướng tới những mục tiêu sau:

- Góp phần đảm bảo an ninh năng lượng và giảm sự phụ thuộc vào dầu mỏ.
- Đóng góp cho mục tiêu COP 21
- Đóng góp cho quá trình chuyển đổi ngành nông nghiệp

Kế hoạch đầy tham vọng này đang gặp nhiều khó khăn với các vấn đề đa dạng dọc theo chuỗi giá trị trong nước, đặc biệt là trong chuỗi cung ứng sản nguyên liệu.

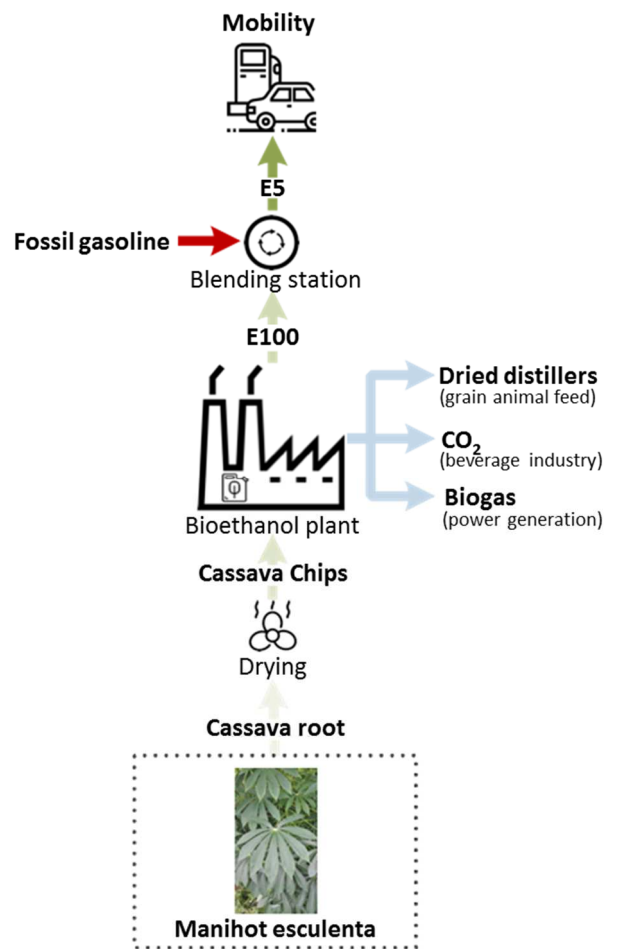
Cùng với sự thiếu hụt năng lực sản xuất xăng E100 trong nước từ sản, năng lực pha trộn và thường thiếu sự chấp nhận của người tiêu dùng, thiếu nguồn cung sản ổn định và giá bán xăng E5 không đủ bù đắp chi phí trồng sản

Một khái niệm canh tác thay thế để giảm chi phí canh tác và nâng cao hiệu quả nông nghiệp là sử dụng các khu vực tiếp giáp quy mô lớn, như các khu khai thác mỏ. Các yếu tố tác động đến chi phí sản xuất của việc trồng sản trên các khu vực khai thác rất đa dạng:

- Sử dụng máy móc mang lại hiệu quả về mặt kinh tế và giảm chi phí, dựa vào quy mô diện tích
- Dựa vào quy mô diện tích, việc giảm khối lượng nguyên liệu đầu vào là khả thi

- Hiệu quả vốn thông qua việc trồng sắn như là một bước phục hồi môi trường
- Giá đất thấp thông qua trồng sắn như là một bước phục hồi
- Dựa vào sản lượng sắn tươi cao, việc sấy khô bằng công nghệ mang lại hiệu chi phí cao hơn so với phơi khô tự nhiên
- Nguồn cung sắn ổn định cho các doanh nghiệp sản xuất xăng E100
- Phân tán rủi ro cho các doanh nghiệp sản xuất E100 thông qua các nguồn cung sắn mới
- Giá trị đất cao hơn sau phục hồi môi trường dựa vào khái niệm sử dụng đất sau khai thác
- Hoàn vốn đầu tư phục hồi môi trường
- Tăng cường sự chấp thuận đối với hoạt động khai thác mỏ bằng cách tạo việc làm xanh
- Giảm chi phí vận chuyển so với vận chuyển từ các trang trại nhỏ lẻ, phân tán

Mặc dù về nguyên tắc nhu cầu nghiên cứu về loại sắn và phương pháp canh tác vẫn luôn còn đó, tuy nhiên lợi thế kinh tế có thể được vạch ra trước, so với việc trồng sắn trên các diện tích phân tán nhỏ lẻ như thông lệ.



Hình 50: Sản

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ADB (2015): Đánh giá ngành năng lượng, chiến lược và lộ trình, thành phố Mandaluyong.
- Liên minh AETS (2013): Đánh giá tác động của sản xuất nhiên liệu sinh học tại các quốc gia đang phát triển từ quan điểm Gắn kết Chính sách cho Phát triển. Brussels: Ủy ban Châu Âu.
- An Ha Truong (2015): Tính khả thi và bền vững của việc đồng đốt sinh khối trong các nhà máy nhiệt điện than tại Việt Nam. Các nghiên cứu Môi trường.
- Barcelos, C. A., Maeda, R. N., Betancur, G. J. V., & Pereira Jr, N. (2011). Sản xuất ethanol từ hạt cao lương [Sorghum bicolor (L.) Moench]: đánh giá sự thủy phân enzym và khả năng lên men thủy phân. Tạp chí Công nghệ Hóa học Brazil, 28(4), 597-604.
- Blume, H. P., Brümmer, G. W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., ... & Welp, G. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag.
- Brauer, H. (Ed.) (2013): Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik: Band 1: Emissionen und ihre Wirkungen (Vol. 1). Springer-Verlag.
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004): Konzept zur energetischen Nutzung von Biomasse, Berlin: Selbstverlag.
- Calmano, W.; Hong, J.; Förstner, U. (1992): Ảnh hưởng của giá trị pH và tiềm năng khử ô-xy trên sự gắn kết và huy động kim loại nặng trong trầm tích ô nhiễm. Vom Wasser, 78, 245-257.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (2007): Nghiên cứu và phát triển sắn tại Châu Á: Khai thác Cơ hội mới cho một cây trồng cổ xưa. Porc. Hội thảo Vùng lần thứ 7, được tổ chức tại Bangkok, Thái Lan. Ngày 28/10-1/11/2002.
- Chattha, M. U.; Iqbal, A.; Hassan, M. U.; Chattha, M. B.; Ishaque, W.; Usman, M., ... ; Ullah, M. A. (2017): Sản lượng cỏ và chất lượng cao lương ngọt bị ảnh hưởng bởi phương pháp gieo hạt và thời gian thu hoạch. Tạp chí Khoa học Cơ bản và Ứng dụng, 13, 301-306.
- Danh, L.T.; Truong, P.; Mammucari, R.; Tran, T.; Foster, N. (2009): Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. *International journal of phytoremediation*, 11(8), pp.664-691.
- Dauber, J.; Brown, C.; Fernando, A.L.; Finnan, J.; Krasuska, E.; Ponitka, J.; Styles, D.; Thrän, D.; Van Groenigen, K.J.; Weih, M.; Zah, R. (2012): Năng lượng sinh học từ đất "dư thừa: Hàm ý môi trường và kinh tế xã hội trong: Rủi ro sinh học 7: 5–50.
- Dauber, J.; Miyake, S. (2016): Lồng ghép hay tách biệt canh tác cây lương thực với cây năng lượng ở quy mô cảnh quan? Quan điểm bảo tồn đa dạng sinh học trong nông nghiệp tại Châu Âu. Năng lượng, Bền vững và Xã hội, 6(1), 25.
- Dehue, B.; Meyer, S.; Hamelinck, C. (2007): Hướng tới một chương trình chấp chứng chỉ sinh khối bền vững hài hoà. Utrecht: Ecofys/WWF International.
- EVN (2016): Báo cáo Điện lực Thường niên Việt Nam 2016.
- FAO (2007): Cơ sở dữ liệu yêu cầu môi trường cây trồng (ECOCROP).
- FAO (2011): Đối tác Năng lượng Sinh học Toàn cầu: Chỉ số Bền vững cho Năng lượng Sinh học. Rome: FAO.
- FAO (2012): Tác động của Năng lượng Sinh học đến An ninh Lương thực. Hướng dẫn đánh giá và Đáp ứng ở cấp Quốc gia và Dự án. Báo cáo Tài nguyên và Môi trường số 52 – FAO, Rome, 2012.
- FNR – Cơ quan Tài nguyên Bền vững (2017): Khai thác sinh khối bền vững cho năng lượng sinh học từ đất bạc màu. Định nghĩa Đất Bạc màu. Online: <http://www.seemla.eu/en/2016/06/01/definition-of-marginal-land-mag/> (last access: 15.08.2017).
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2017): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2016. Festbrennstoffe. Biokraftstoffe. Biogas. Online: http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_20162.pdf (12.02.2018).
- Ghosh, A.; Patolia, J. S.; Chaudhary, D. R.; Chikara, J.; Rao, S. N.; Kumar, D.; Zala, A. (2007): Response of *Jatropha curcas* under different spacing to *Jatropha de-oiled* cake. In Expert seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics (pp. 26-28).
- GIZ-GDE/MOIT (2014): Báo cáo tóm tắt: Nghiên cứu hỗ trợ cơ chế phát triển lưới điện năng lượng sinh học tại Việt Nam: GIZ-GDE/MOIT.
- Harwood, C. E.; Nambiar, E. K. S. (2014): Năng suất rừng trồng keo và bạch đàn tại Đông Nam Á. 2. Xu hướng và những thay đổi. Tạp chí Lâm nghiệp Quốc tế, 16(2), 249-260.
- Hiller, D. A. (1991): Elektronenmikrostrahlanalysen zur Erfassung der Schwermetallbindungsformen in Böden unterschiedlicher Schwermetallbelastung. – Bonner Bodenkundliche Abh., 4.

- Hornburg, V. (1991): Untersuchungen zur Mobilität und Verfügbarkeit von Cadmium, Zink, Mangan, Blei und Kupfer in Böden, Bonn: Universität Bonn.
- Institut für Energetik (2006): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext, Leipzig: Selbstverlag.
- Jongschaap, R. E. E.; Corré, W. J.; Bindraban, P. S.; Brandenburg, W. A. (2007): Claims and facts on *Jatropha curcas* L.: global *Jatropha curcas* evaluation. breeding and propagation programme (No. 158). Plant Research International.
- Kaltschmidt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H. (2009): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
- Klose, R. (2003): Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Broschüre der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- Kluster, E. (2007): Mobilisierbarkeit von Schwermetallen in frisch geschütteten Böden. Versuche an der Lysimeteranlage Horw / LU. Diplomarbeit. ETH Zürich. Online: <https://doi.org/10.3929/ethz-a-005369198> (12.12.2017).
- Kovac, S.; Zimmer, R. (2012): Energiepflanzenanbau und Biokraftstoffproduktion in Brasilien. UfU Paper 5-2012, UfU-Eigenverlag, Berlin, p.34.
- Kuiper, L.; Ekmekci, B.; Hamelinck, C.; Hettinga, W.; Meyer, S.; Koop, K. (2007): Ethanol sinh học từ sắn. Ethanol từ sắn. Utrecht: Ecofys Netherlands BV.
- Le, L. T.; van Ierland, E. C.; Zhu, X.; Wesseler, J. (2013): Cân bằng năng lượng và khí nhà kính của ethanol từ sắn. Sinh khối và năng lượng, 51, 125-135.
- Mann, S.; Webb, M. C.; Bell, R. W. (2015): Hệ thống cây trồng và chăn nuôi bền vững và tạo thu nhập tại vùng duyên hải Nam Trung Bộ Việt Nam. Tài liệu hội thảo tổng kết tại Quy Nhơn, Việt Nam, ngày 5-6/3/2013. Trung tâm Nghiên cứu Nông nghiệp Quốc tế Australia (ACIAR).
- Manurung, R. (2007): Valorisation of *Jatropha curcas* using the biorefinery concept. In Expert seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics (pp. 26-28).
- Mark, H.; Zschiesche, M.; Stolpe, F. (2015): Energiepflanzen auf kontaminierten Flächen in Vietnam: Potenzialanalyse für den Anbau nachwachsender Rohstoffe. Berlin: UfU Eigenverlag.
- Marsoem, S. N.; Irawati, D. (2016): Đặc tính cơ bản của loài keo tai tượng và keo lá tràm làm nhiên liệu đun nấu. Tài liệu Hội nghị AIP (Vol. 1755, No. 1, p. 130007). Nhà Xuất bản AIP.
- Meyer, R.; Rösch, C.; Sauter, A (2010): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. Endbericht zum TA-Projekt. Januar 2010. Arbeitsbericht 136.
- Müller-Langer, F.; Perimenis, A.; Brauer, S.; Thrän, D.; Kaltschmitt, M. (2008): Technische und ökonomische Bewertung von Bioenergie-Konversionspfaden, Berlin: WBGU, p.18.
- Nambiar, E. S.; Harwood, C. E.; Kien, N. D. (2015): Rừng trồng keo tại Việt Nam: Nghiên cứu và ứng dụng kiến thức để đảm bảo một tương lai bền vững. Rừng Nam bộ: Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, 77(1), 1-10.
- Narimanidze, E.; Wichmann, L.; Felix-Henningsen, P.; Steffens, D.; Schubert, S.; Urushadze, T.; ... ; Kalandadze, B. (2005): Bergbaubedingte Schwermetallbelastungen von Böden und Nutzpflanzen in einem Bewässerungsgebiet südlich von Tiflis/Georgien: Ausmaß, ökologische Bedeutung, Sanierungsstrategien. Universitätsbibliothek. Online: https://www.uni-giessen.de/fbz/zen-tren/zeu/forschung/publications/publi2/disc21/at_download/file (12.12.2017).
- Nguyen D. C. (2013): Tiềm năng của Khí sinh học và Sinh khối từ Nông nghiệp và Công nghiệp Nông nghiệp để sản xuất năng lượng và nhiệt tại Việt Nam. Hội thảo thông tin "Năng lượng từ Sinh khối và Khí sinh học tại Việt Nam", Berlin.
- Nguyen, V. C. N. (2011): Hàm ứ ký khí quy mô nhỏ tại Việt Nam – Phát triển và thách thức. Tạp chí Môi trường Việt Nam, 1(1), 12-18.
- Ramdani, F.; Hino, M. (2013): Land use changes and GHG emissions from tropical forest conversion by oil palm plantations in Riau Province, Indonesia. PloS one, 8(7), e70323.
- Rajagopal, D.; Sexton, S. E.; Roland-Holst, D.; Zilberman, D. (2007): Thách thức của nhiên liệu sinh học: Đổ đầy bể mà không làm rỗng dạ dày? Thư Nghiên cứu Môi trường, 2(4), 044004.
- Sawasdee, V.; Pisutpaisal, N. (2014): Tính khả thi của sản xuất khí sinh học từ cỏ napier. *Energy Procedia*, 61, 1229-1233.
- CHXHCN Việt Nam (2007a): Quyết định 177/2007/QĐ-TTg ngày 20/11/ 2007 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chương trình Phát triển Nhiên liệu Sinh học đến năm 2015 và tầm nhìn đến năm 2025.
- CHXHCN Việt Nam (2007b): Quyết định 1855/QĐ-TTg ngày 27/12/2007 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược Phát triển Năng lực Quốc gia đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2050.
- CHXHCN Việt Nam (2007c): Quyết định 942/QĐ-BCT ngày 27/12/2007 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt.



www.ufu.de



www.ruhr-uni-bochum.de/ecology



www.msp-bochum.de



<http://www.vea.gov.vn>

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag