

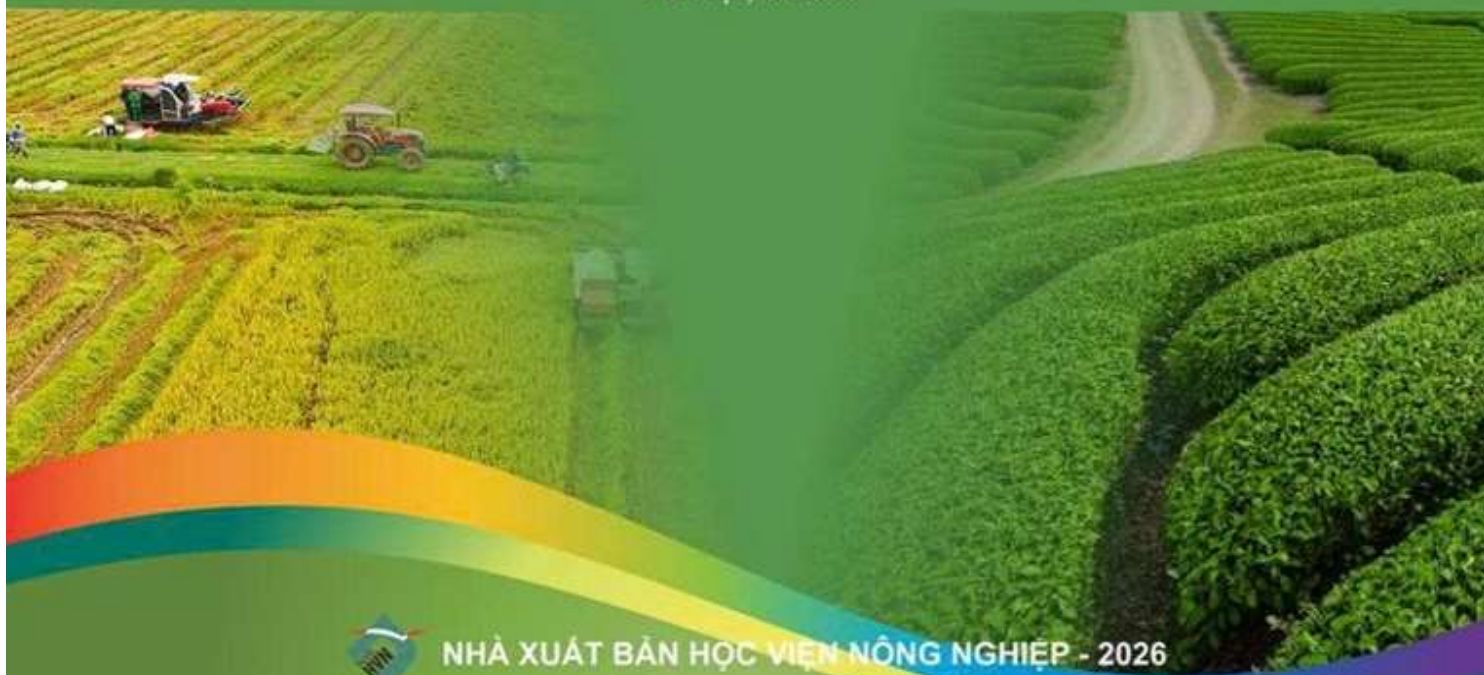
HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



KỶ YẾU
HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA
**MÔI TRƯỜNG NÔNG NGHIỆP,
NÔNG THÔN VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
LẦN THỨ 3**

Proceedings of The Third National Scientific Conference
on Agricultural Environment, Rural and Sustainable Development

Hà Nội, 6/2026



NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2026

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

**MÔI TRƯỜNG NÔNG NGHIỆP, NÔNG THÔN
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
LẦN THỨ 3**

**Proceedings of The Third National Scientific Conference
on Agricultural Environment, Rural and Sustainable Development**

Hà Nội, 6/2026

NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2026

MỤC LỤC

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG ĐẤT, NƯỚC TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TẠI VÙNG BÃI BỒI VEN BIỂN ĐỀ BÌNH MINH, TỈNH NINH BÌNH	
<i>Đinh Hồng Duyên, Lò Văn Sơn, Hồ Thị Thoàn</i>	<i>2</i>
ÁP DỤNG CHỈ SỐ WQI ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG BẮC HUNG HẢI	
<i>Dương Thị Huyền, Nguyễn Tuyết Lan, Phan Thị Hải Luyến</i>	<i>14</i>
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG HỒ SƠ BÁO CÁO ĐỀ XUẤT GIẤY PHÉP MÔI TRƯỜNG TẠI TỈNH BẮC NINH	
<i>Trịnh Quang Huy, Nguyễn Ngọc Tú</i>	<i>24</i>
TỔNG QUAN VỀ HIỆN TRẠNG VÀ XU HƯỚNG QUẢN LÝ TỒN LƯU KHÁNG SINH TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC Ở VIỆT NAM	
<i>Nguyễn Ngọc Trâm, Lý Quang Việt, Hồ Thị Thúy Hằng</i>	<i>39</i>
ĐÁNH GIÁ NGUỒN, NGUY CƠ GÂY Ô NHIỄM ĐẤT TRÊN ĐỊA BÀN 28 XÃ, PHƯỜNG CỦA THÀNH PHỐ CẦN THƠ	
<i>Nguyễn Quang Học, Nguyễn Bá Lâm, Nguyễn Quang Huy</i>	<i>53</i>
NÂNG CAO NHẬN THỨC BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CHO LAO ĐỘNG NÔNG THÔN QUA GIÁO DỤC NGHỀ NGHIỆP	
<i>Lò Việt Tuyền, Đào Thanh Huyền, Trần Xuân Hoàng, Nguyễn Văn Huân</i>	<i>66</i>
SỰ BẤT CÂN XÚNG GIỮA PHÁT SINH VÀ NĂNG LỰC QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN CHĂN NUÔI: NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH PHÚ THỌ	
<i>Phan Thị Hải Luyến, Phạm Thị Hương Giang, Trần Duy Tùng, Lê Văn Tiến, Võ Hữu Công ..</i>	<i>76</i>
ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG VÀ NHẬN THỨC CỦA NGƯỜI DÂN TRONG CÔNG TÁC QUẢN LÝ RÁC THẢI SINH HOẠT TẠI KHU DU LỊCH TAM ĐẢO, TỈNH PHÚ THỌ	
<i>Vũ Thị Hoàn, Ngô Trung Thành, Nguyễn Đức Long</i>	<i>86</i>
ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG NÔNG THÔN THÀNH PHỐ HÀ NỘI GIAI ĐOẠN 2021-2025	
<i>Đinh Thị Hải Vân, Nguyễn Thị Thu Hà</i>	<i>99</i>
TỔNG QUAN VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÁC MÔ HÌNH TỔ CHỨC SẢN XUẤT RỪNG VÀ TRANG TRẠI (FFPOS) TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI VIỆT NAM	
<i>Hồ Thị Thoàn, Đinh Hồng Duyên, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Thị Vịnh</i>	<i>111</i>
TÀI CHÍNH XANH CHO NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO HƯỚNG TỚI NET ZERO Ở VIỆT NAM	
<i>Nguyễn Đình Đáp, Nguyễn Thị Huyền Thu</i>	<i>123</i>

NÔNG NGHIỆP HỮU CƠ-HƯỚNG ĐI BỀN VỮNG GIẢM PHÁT THẢI, PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO TẠI VIỆT NAM <i>Nguyễn Đình Đáp, Dương Thị Oanh</i>	135
ÁP DỤNG MÔ HÌNH SUS-TAS ĐÁNH GIÁ CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN PHÁT TRIỂN DU LỊCH SINH THÁI TẠI TỈNH QUẢNG NINH <i>Nguyễn Thủy Chung, Vũ Minh Trang</i>	146
BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ HÀM LƯỢNG MỘT SỐ KIM LOẠI (As, Cd, Cr, Fe, Mn) TRONG MẪU NƯỚC MƯA THU THẬP TẠI PHƯỜNG NẾN, TỈNH BẮC NINH <i>Hoàng Thị Thu Hà, Lê Như Đa, Nguyễn Thị Trang, Nguyễn Thị Mai Hương, Đoàn Thị Oanh, Lê Thu Thủy, Dương Thị Thủy, Nguyễn Thị Ánh Hoàng, Dương Thị Huyền, Lê Thị Phương Quỳnh</i>	155
ĐÁNH GIÁ CÔNG TÁC QUẢN LÝ CHẤT THẢI CỦA HAI MÔ HÌNH CHĂN NUÔI LỢN TRÊN ĐỊA BÀN XÃ ĐÔNG ANH, THÀNH PHỐ HÀ NỘI <i>Vũ Lê Dũng, Nguyễn Thị Như Thủy, Nguyễn Khánh Linh</i>	168
NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI NUÔI TRỒNG THỦY SẢN KHU VỰC VEN BIỂN KIM ĐÔNG - BÌNH MINH, TỈNH NINH BÌNH <i>Nguyễn Thị Thu Hà, Cao Thị Thanh Nga, Nguyễn Thị Bích Nguyệt</i>	
KHOẢNG CÁCH GIỮA NHẬN THỨC VÀ HÀNH VI: ĐIỀU GÌ THỨC ĐẨY TÀN SUẤT SỬ DỤNG BAO BÌ NHỰA THỰC PHẨM? <i>Nguyễn Thị Hương Giang, Lại Thị Thu Ngọc, Lê Bảo Khánh Linh, Nguyễn Lê Nhật Minh, Lại Văn Mạnh, Trần Công Chính</i>	192
TĂNG CƯỜNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG LÀNG NGHỀ TRÊN ĐỊA BÀN CỤM XÃ HOÀI ĐỨC-AN KHÁNH, THÀNH PHỐ HÀ NỘI <i>Nguyễn Thị Hải Ninh, Trịnh Đắc Chuyên, Phan Thị Thu Phương</i>	202
ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG PHÁT SINH RÁC THẢI NHỰA SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN XÃ GIA LÂM. NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TẠI TRẦU QUỲ, CỐ BI VÀ ĐÀ TỎN <i>Nguyễn Thị Bích Hà.....</i>	212
KIỂM TOÁN MÔI TRƯỜNG TRONG BỐI CẢNH CHÍNH QUYỀN HAI CẤP Ở VIỆT NAM: KHOẢNG TRỐNG THỂ CHẾ VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH KIỂM TOÁN LÃNH THỔ <i>Nguyễn Thị Bích Nguyệt, Trần Minh, Trịnh Thị Tuyết Dung</i>	224
HIỆN TRẠNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TẠI TỈNH HƯNG YÊN <i>Nguyễn Xuân Hòa, Bùi Thị Linh, Tạ Tuyết Thái, Hà Văn Tú.....</i>	237
ADSORPTIVE REMOVAL OF TETRACYCLINE USING ACTIVATED CARBON DERIVED FROM SAWDUST BIOMASS <i>Le Thi Phuong Thao, Nguyen Van Hai, Dang Thi Minh Hue, Nguyen Van Dam, Doan Thi Thuy Ai, Nguyen Thi Lan Anh, La Duc Duong, Nguyen Thi Hoai Phuong</i>	249

SỬ DỤNG MÔ HÌNH HỒI QUY TOBIT ĐỂ XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN AN TOÀN CỦA CADIMI (Cd) TRONG NƯỚC TƯỚI CHO RAU XÀ LÁCH TRỒNG TRÊN ĐẤT PHÙ SA SÔNG HỒNG <i>Nguyễn Thị Giang, Ngô Thị Dung, Ngô Thanh Sơn, Vũ Thị Xuân, Nguyễn Thị Hằng Nga</i>	261
HỆ NANO POLYME MANG DỊCH CHIẾT LÁ TRỨNG CUỐC CÓ KHẢ NĂNG ỨC CHẾ VIRUS <i>Lê Thị Thu Hương, Ngô Thị Thương.....</i>	271
XÂY DỰNG VÀ THẨM ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP UPLC-MS/MS XÁC ĐỊNH ĐA DƯ LƯỢNG KHÁNG SINH NHÓM FLUOROQUINOLON TRONG NƯỚC AO NUÔI THỦY SẢN <i>Hoàng Hiệp, Nguyễn Đức Lương, Phạm Công Đạt, Nguyễn Thị Vân Anh, Nguyễn Thủy Linh, Hồ Thị Liên, Đoàn Thị Thúy Ái.....</i>	282
CHẾ TẠO HỆ XÚC TÁC MnO_2/Al_2O_3 ỨNG DỤNG XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ TRONG NƯỚC THẢI SẢN XUẤT TINH BỘT SẴN <i>Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Ngô Thị Thương, Chu Thị Thanh, Hán Thị Phương Nga, Nguyễn Thị Thanh Mai.....</i>	294
VẬT LIỆU HYDROXIT LỚP KÉP TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI: CẤU TRÚC, TÍNH CHẤT VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG <i>Hán Thị Phương Nga, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Phùng Thị Vinh.....</i>	303
ĐIỀU CHẾ XÚC TÁC QUANG DẠNG NỖI TiO_2 /SÉT NUNG VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH QUANG XÚC TÁC PHÂN HỦY 2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ACID TRONG NƯỚC <i>Hoàng Hiệp, Phạm Công Đạt, Nguyễn Thị Hiền, Đặng Viết Quang.....</i>	317
XÂY DỰNG VÀ THẨM ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP LC-MS/MS XÁC ĐỊNH AURAMINE O TRONG VỎ SÀU RIÊNG VÀ KHẢ NĂNG PHÁT TÁN RA MÔI TRƯỜNG <i>Đoàn Thị Thúy Ái, Nguyễn Đức Lương, Hoàng Hiệp.....</i>	331
ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ HẤP PHỤ ĐA KIM LOẠI CỦA LỖI NGÔ BIẾN TÍNH AXIT VÀ KIỂM TRUNG NƯỚC THẢI GIẢ ĐỊNH <i>Nguyễn Thị Vân Anh, Nguyễn Đức Lương</i>	342
ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN Ủ TỪ PHỤ PHẨM TRỨNG GÀ VỚI CÁC CHẾ PHÂM VI SINH KHÁC NHAU ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT RAU CẢI MÈO TẠI GIA LÂM, HÀ NỘI <i>Phan Thị Thủy</i>	353
KHẢO NGHIỆM KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG CÔNG NGHỆ BÃI LỌC TRỒNG CÂY <i>Đinh Tiến Dũng, Vũ Phạm Thái, Lê Thị Hương, Trần Thị Huyền Trang, Nguyễn Thị Thu Hà</i>	363
KHẢO SÁT HIỆU QUẢ VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐÔNG KEO TỤ TRONG XỬ LÝ NƯỚC HỒ NÔNG <i>Trần Văn Hà, Antonio Cavalcante Pereira, Nguyễn Thị Thu Hà, Đoàn Thị Thái Yên, Hoàng Thị Thu Hương</i>	374

THỬ NGHIỆM XỬ LÝ NƯỚC HỒ BẰNG MÔ HÌNH LỌC SINH HỌC	
<i>Nguyễn Thị Thu Hương, Nguyễn Trường Phú, Nguyễn Bích Hạnh, Nguyễn Thị Thu Hà</i>	385
NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC Ở CÁC HỆ THỐNG KÊNH VÀ GIẢI PHÁP QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG NƯỚC THÍCH ỨNG VỚI BẢO VỆ NGUỒN LỢI THỦY SẢN Ở VƯỜN QUỐC GIA TRÀM CHIM	
<i>Lê Diễm Kiều, Lê Nhật Bản, Phạm Quốc Nguyên</i>	396
SƠ BỘ THÀNH PHẦN HÓA THỰC VẬT VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA MỘT SỐ CAO CHIẾT TỪ LÁ VÀ QUẢ SUNG (<i>Ficus racemosa</i>)	
<i>Nguyễn Thị Hiền</i>	410
TỔNG HỢP KALI FERRATE Fe(VI) VÀ ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI	
<i>Đỗ Thế Văn, Võ Hữu Công</i>	422
PHÂN LẬP VÀ TUYỂN CHỌN GIỐNG VI SINH VẬT XỬ LÝ VỎ QUẢ SÀU RIÊNG	
<i>Nguyễn Thị Minh, Hoàng Thị Linh</i>	436
TỐI ƯU HÓA ĐIỀU KIỆN CHIẾT POLYPHENOL VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG OXI HÓA TỪ VỎ THÂN CÂY TÔ MỘC (<i>Caesalpinia sappan</i> L.)	
<i>Vũ Thị Huyền, Lê Thị Thu Trang, Võ Hữu Công</i>	447
TẬN DỤNG PHÉ THẢI NÔNG NGHIỆP PHỤC VỤ CHO TRỒNG TRỌT	
<i>Võ Đình Long, Phạm Thị Lý Hoài, Võ Hữu Công</i>	458
TUYỂN CHỌN VI SINH VẬT NỘI SINH TỪ VÙNG SINH THÁI ĐẤT CHUA MẶN LÀM GIỐNG SẢN XUẤT CHẾ PHẨM VI SINH VẬT	
<i>Nguyễn Tú Diệp, Nguyễn Thị Minh</i>	467
ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG KHÔNG GIAN - THỜI GIAN CỦA CHẤT LƯỢNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG MÃ GIAI ĐOẠN 2019-2024	
<i>Nguyễn Thị Hồng Ngọc, Trần Anh Quân</i>	476
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ HỆ THỐNG TRỒNG TRỌT: CƠ CHẾ TÁC ĐỘNG ĐẾN SINH LÝ, MÙA VỤ, NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG NÔNG SẢN TRONG BỐI CẢNH VIỆT NAM	
<i>Nguyễn Thị Bích Yên, Phan Thị Hải Luyến, Phan Thị Thúy, Ngô Thế Ân</i>	489
HIỆN TRẠNG SỐC KHÍ HẬU, SỐC SINH HỌC VÀ MỨC ĐỘ PHỐI NHIỄM CỦA NÔNG HỘ TRONG CANH TÁC NÔNG NGHIỆP TẠI MIỀN TRUNG VIỆT NAM	
<i>Phan Thị Hải Luyến, Ngô Thế Ân, Dương Thị Huyền</i>	504
BIẾN ĐỘNG THẨM PHỦ VÀ SỬ DỤNG ĐẤT VỚI RỦI RO NGẬP LỤT: TIẾP CẬN GIS CHO KHU VỰC PHÍA BẮC	
<i>Ngô Thế Ân, Phan Thị Hải Luyến</i>	515

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIỚI HẠN MỨC TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU ĐỐI VỚI XE CƠ GIỚI
MỚI NHẪM HƯỚNG TỚI THỰC HIỆN ĐÓNG GÓP DO QUỐC GIA TỰ QUYẾT ĐỊNH
(NDC) CỦA VIỆT NAM

Nguyễn Ngọc Tú, Trịnh Quang Huy, Đinh Trọng Khang..... 523

PHÂN TÍCH PHÂN BỐ NGUỒN PHÁT THẢI KHÔNG KHÍ TẠI TỈNH BẮC NINH GIAI
ĐOẠN 2021-2025

Trịnh Quang Huy, Nguyễn Ngọc Tú..... 536

QUẢN LÝ RỦI RO MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI VIỆT NAM: QUAN ĐIỂM
MÔI TRƯỜNG, XÃ HỘI VÀ QUẢN TRỊ

*Huỳnh Văn Bình, Huỳnh Bảo Trang, Trịnh Phước Nguyên, Phạm Thị Như, Nguyễn Trương
Quang Huy*..... 549

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HÀNH VI SỬ DỤNG XE ĐIỆN NHẪM GIẢM PHÁT THẢI
PM_{2.5}: TIẾP CẬN LÝ THUYẾT HÀNH VI HOẠCH ĐỊNH (TPB) MỞ RỘNG TẠI HÀ NỘI

Nguyễn Hồng Quân, Nguyễn Hương Giang, Trần Thanh Hoàng, Nguyễn Thị Thu Hương
..... 560

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN NHÀ MÀNG, NHÀ LƯỚI TÍCH HỢP CÔNG
NGHỆ IOT PHỤC VỤ TRỒNG HOA, QUẢ, RAU AN TOÀN GẮN VỚI DU LỊCH SINH
THẢI, TRẢI NGHIỆM TẠI TỈNH HƯNG YÊN

Vũ Văn Chắt, Nguyễn Tuấn Anh..... 581

CÔNG NGHỆ GEOAI VÀ ỨNG DỤNG TRONG GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG..... 593

Võ Chí Mỹ, Nguyễn Quốc Long, Võ Ngọc Dũng

ĐÁNH GIÁ TÍNH BỀN VỮNG CỦA THƯƠNG MẠI LÚA GẠO DƯỚI GÓC NHÌN TÀI
NGUYÊN NƯỚC

Nguyễn Thị Thu Hương, Phạm Ngọc Kiên..... 602

GIẢI PHÁP NÂNG CAO NHÂN LỰC THỰC HIỆN CÔNG TÁC QUẢN LÝ RỦI RO MÔI
TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU XÃ ĐẠI HOÀNG, TỈNH NINH BÌNH

Nguyễn Thị Thanh Huế..... 618

ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ MƯA AXIT VÀ TÁC ĐỘNG TIỀM TÀNG ĐẾN ĐẤT CANH TÁC
NÔNG NGHIỆP Ở VIỆT NAM

Doãn Hà Phong..... 628

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỔI CÁC CHỈ SỐ KHÍ HẬU CỰC ĐOẠN TẠI VÙNG ĐÔNG BẮC VIỆT
NAM

Trần Anh Quân..... 644

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG HẦM BIOGAS TRONG CHĂN NUÔI LỢN TẠI TẢN
LĨNH, BA VÌ, HÀ NỘI

Phan Thị Thúy, Nguyễn Tuyết Lan..... 663

VỊ TRÍ VÀ VAI TRÒ CỦA CÁC TÁC NHÂN CHÍNH TRONG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN TẠI VIỆT NAM: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH THỪA THIÊN HUẾ VÀ NAM ĐỊNH	
<i>Nguyễn Thanh Lâm, Cao Trường Sơn</i>	672
ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG TÚI NILON TRONG MỘT SỐ SIÊU THỊ Ở THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG	
<i>Trần Thị Thu Hương, Vũ Thị Thu Vân, Nguyễn Mai Hoa, Đỗ Thị Hải, Đỗ Cao Cường... 685</i>	
ÁP DỤNG MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG SẢN XUẤT DƯA LƯỚI - PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ TÍNH BỀN VỮNG	
<i>Vũ Thị Lan Anh, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Hồng..... 694</i>	
ĐÁNH GIÁ PHÁT TRIỂN KINH TẾ THEO KHÔNG GIAN DỰA TRÊN DỮ LIỆU ẢNH SÁNG BAN ĐÊM: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TỈNH CAO BẰNG, VIỆT NAM	
<i>Phan Thị Mai Hoa, Trần Thị Phương Dung..... 706</i>	
ĐỘNG LỰC MÊ-TAN TRONG HỒ NƯỚC NGỌT: QUÁ TRÌNH, CƠ CHẾ ĐIỀU KHIỂN VÀ Ý NGHĨA KHÍ HẬU	
<i>Nguyễn Thị Khánh Huyền..... 717</i>	
PHÁT THẢI VÀ GIẢI PHÁP GIẢM KHÍ NHÀ KÍNH TRONG CANH TÁC LÚA TẠI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG	
<i>Bùi Thị Phương Loan, Đỗ Thanh Định, Mai Văn Trịnh, Đinh Quang Hiếu Nguyễn Thị Mai Chi, Đinh Thị Hải Vân, Lê Thị Hương..... 732</i>	
PHÁP LUẬT VỀ ĐIỆN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO Ở VIỆT NAM TRONG BỐI CẢNH THỰC HIỆN CAM KẾT NET ZERO 2050	
<i>Dư Văn Toán, Phạm Thị Bắc Hà..... 747</i>	

ADSORPTIVE REMOVAL OF TETRACYCLINE USING ACTIVATED CARBON DERIVED FROM SAWDUST BIOMASS

Le Thi Phuong Thao¹, Nguyen Van Hai², Dang Thi Minh Hue³, Nguyen Van Dam⁴,
Doan Thi Thuy Ai⁵, Nguyen Thi Lan Anh⁶, La Duc Duong⁷, Nguyen Thi Hoai Phuong^{8*}

¹Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Ha Noi; ²Faculty of Chemistry, Hanoi National University of Education, 136 Xuan Thuy Street, Ha Noi; ³School of Chemistry and Life Sciences, Hanoi University of Science and Technology, 1 Dai Co Viet Road, Hanoi; ⁴Phan Dinh Phung High School, 30 Phan Dinh Phung Street, Hanoi; ⁵Faculty of Natural Resources and Environment, Vietnam National University of Agriculture, Ngo Xuan Quang Street, Hanoi; ⁶Viet Tri University of Industry, 9 Tien Son Road, Thanh Mieu, Phu Tho; ⁷Institute of Materials, Biology and Environment, 17 Hoang Sam Street, Ha Noi; ⁸Joint Vietnam-Russia Tropical Science and Technology Research Center, 63 Nguyen Van Huyen Street, Ha Noi

*Corresponding author: hoaiphuong.vrtc@gmail.com

Received: 25 March 2026

Accepted: 4 May 2026

ABSTRACT

This study aimed to convert sawdust biomass into activated carbon (SAC) and evaluate its efficiency for tetracycline (TC) removal from aqueous solutions. SAC was prepared via thermal carbonization under a nitrogen atmosphere and characterized using SEM-EDX, XRD, FTIR, and N₂ adsorption-desorption analysis, revealing a porous, amorphous carbon structure with a surface area of 338.28 m² g⁻¹ and abundant oxygen-containing functional groups. Batch adsorption experiments were conducted to investigate the effects of contact time, pH, and adsorption behavior using kinetic and isotherm models. The results showed that TC removal efficiency increased to ~72% within 360 min and was strongly pH-dependent, with higher efficiency under acidic conditions. Kinetic analysis indicated that the pseudo-second-order model best described the process (R² = 0.9937), suggesting chemisorption with contributions from intraparticle diffusion. The Langmuir isotherm provided the best fit (R² = 0.9923), with a maximum adsorption capacity of 10.42 mg/g, indicating monolayer adsorption. Regeneration studies demonstrated that SAC retained good performance after five cycles, with only a slight decrease in efficiency. Overall, this work highlights a sustainable waste-to-resource approach for producing effective, low-cost adsorbents for antibiotic-contaminated water.

Keywords: Activated carbon, sawdust biomass, tetracycline, adsorption, waste valorization

Loại bỏ tetracycline bằng phương pháp hấp phụ sử dụng carbon hoạt tính chế tạo từ sinh khối mùn cưa

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm chuyển hóa sinh khối mùn cưa thành carbon hoạt tính (SAC) và đánh giá hiệu quả của vật liệu trong việc loại bỏ tetracycline (TC) khỏi dung dịch nước. SAC được tổng hợp bằng phương pháp nhiệt phân trong môi trường khí nitơ và được đặc trưng bằng các kỹ thuật SEM-EDX, XRD, FTIR và hấp phụ-giải hấp N₂, cho thấy cấu trúc carbon vô định hình, xốp với diện tích bề mặt đạt 338,28 m² g⁻¹ cùng nhiều nhóm chức chứa oxy. Các thí nghiệm hấp phụ theo mẻ được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc, pH và hành vi hấp phụ thông qua các mô hình động học và đẳng nhiệt. Kết quả cho thấy hiệu suất loại bỏ TC đạt khoảng 72% sau 360 phút và phụ thuộc mạnh vào pH, với hiệu quả cao hơn trong môi trường axit. Phân tích động học cho thấy mô hình giả bậc hai phù hợp nhất (R² = 0,9937), gợi ý cơ chế hấp phụ hóa học kết hợp với khuếch tán nội hạt. Mô hình đẳng nhiệt

Langmuir mô tả tốt nhất dữ liệu ($R^2 = 0,9923$), với dung lượng hấp phụ cực đại đạt 10,42 mg/g, cho thấy cơ chế hấp phụ đơn lớp. Thử nghiệm tái sinh cho thấy SAC duy trì hiệu quả tốt sau năm chu kỳ, chỉ giảm nhẹ hiệu suất. Nhìn chung, nghiên cứu này làm nổi bật hướng tiếp cận bền vững trong việc chuyển hóa chất thải thành vật liệu hấp phụ hiệu quả, chi phí thấp để xử lý nước ô nhiễm kháng sinh.

Từ khóa: Carbon hoạt tính, sinh khối mùn cưa, tetracycline, hấp phụ, tận dụng chất thải.

1. INTRODUCTION

The widespread occurrence of antibiotic residues in aquatic environments has emerged as a critical global concern due to their persistence, bioaccumulation, and contribution to antimicrobial resistance (Gomes, 2024; Chen & *cs.*, 2025). Among these contaminants, tetracycline (TC) is one of the most extensively used broad-spectrum antibiotics in human medicine, veterinary practice, and aquaculture. Its incomplete metabolism and improper disposal result in continuous release into water bodies, where it can exert toxic effects on aquatic organisms and promote the development of antibiotic-resistant bacteria (Amangelsin & *cs.*, 2023). Consequently, the effective removal of tetracycline from wastewater has become an urgent priority in environmental protection and public health.

Various treatment technologies have been explored for antibiotic removal, including advanced oxidation processes, membrane filtration, biological degradation, and adsorption (Huang & *cs.*, 2022; Liu & *cs.*, 2023; Sengupta & Hussain, 2024; Zhang & *cs.*, 2024). Among these, adsorption is widely recognized as one of the most efficient, cost-effective, and environmentally friendly approaches due to its operational simplicity, high removal efficiency, and adaptability to different water matrices. Activated carbon (AC) remains the most commonly used adsorbent owing to its high surface area, well-developed porosity, and abundant surface functional groups, which facilitate strong interactions with organic pollutants such as tetracycline (Wang & *cs.*, 2022; Kargar & *cs.*, 2025). In recent years, increasing attention has been directed toward the development of low-cost and sustainable activated carbons derived from biomass waste (Tuan & *cs.*, 2025; Nguyen & *cs.*, 2026). Sawdust, an abundant by-product of the wood-processing industry, represents an attractive precursor for AC production due to its low cost, high carbon content, and widespread availability. The valorization of sawdust into activated carbon not only provides an efficient adsorbent for water treatment but also contributes to waste minimization and circular economy strategies. Furthermore, the physicochemical properties of sawdust-derived AC, including surface area, pore structure, and surface chemistry, can be tailored through appropriate activation methods to enhance adsorption performance.

Despite the growing number of studies on biomass-derived activated carbons, a comprehensive understanding of the adsorption behavior of tetracycline on sawdust-based AC, including kinetics, isotherms, and interaction mechanisms, remains essential for optimizing material design and practical application. Therefore, this study aims to synthesize activated carbon from sawdust biomass and evaluate its performance for tetracycline removal from aqueous solutions. The prepared material is systematically characterized, and its adsorption behavior is investigated through kinetic and isotherm models. In addition, the adsorption mechanism and the adsorbent's reusability are discussed to assess its potential for sustainable water treatment applications.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials and chemicals

Sawdust biomass was collected from a local wood-processing facility in Tu Son, Bac Ninh. The raw material was thoroughly washed with tap water followed by deionized (DI) water to remove dust and impurities, then dried at 105°C for 24 h. Tetracycline hydrochloride (TC, ≥98%) was used as the target pollutant. Hydrochloric acid (HCl, 37%) and sodium hydroxide (NaOH) were of analytical grade and used without further purification. All aqueous solutions were prepared using DI water. The pH of solutions was adjusted using 0.1-1.0 M HCl or NaOH.

2.2. Preparation of sawdust-derived activated carbon

The dried sawdust was ground and sieved to obtain particles in the 0.5-2.0 mm size range. The material was then carbonized in a tubular furnace with a nitrogen atmosphere (flow rate: 100 sccm). The temperature was increased from room temperature to 650°C at a heating rate of 10°C min⁻¹ and maintained for 2 h. After cooling to room temperature, the carbonized product was washed with DI water until neutral pH and dried at 105°C. The obtained activated carbon was labeled SAC (sawdust-derived activated carbon).

2.3. Characterization of activated carbon

The morphology and surface structure of SAC were examined using scanning electron microscopy (SEM) coupled with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX). Crystalline structure was analyzed by X-ray diffraction (XRD) using Cu K α radiation over a 2 θ range of 10-70°. Surface functional groups were identified using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) in the range of 4000-400 cm⁻¹. Textural properties, including specific surface area, pore volume, and pore size distribution, were determined by N₂ adsorption-desorption isotherms at 77 K using the BET method.

The point of zero charge (pH_{pzc}) of the adsorbent was determined using the pH drift method. A series of 0.01 M NaCl solutions (50 mL) were prepared, and their initial pH values (pH₀) were adjusted in the range of 2-12 using 1 M HCl or NaOH. A fixed amount of adsorbent (0.05 g) was added to each solution, and the suspensions were sealed and agitated for 24 h at room temperature to reach equilibrium. After equilibration, the final pH values (pH_f) were measured. The difference between initial and final pH ($\Delta\text{pH} = \text{pH}_f - \text{pH}_0$) was plotted against pH₀, and the pH_{pzc} was determined as the point where $\Delta\text{pH} = 0$.

2.4. Batch adsorption experiments

Batch adsorption experiments were conducted to evaluate tetracycline removal by SAC, following a protocol similar to that of previous biomass-derived activated carbon studies. A stock solution of tetracycline was prepared and diluted to the desired concentrations. In each experiment, a known amount of adsorbent was added to 50 mL of TC solution in conical flasks, and the mixture was agitated at a constant temperature (typically 25 ± 2°C) using a shaker (Song & *cs.*, 2025).

At predetermined time intervals, samples were withdrawn, filtered, and analyzed using UV-

Vis spectrophotometry at 275 nm to determine residual TC concentration (Rinawati & cs., 2023). The effects of key parameters, including contact time (0-360 min), solution pH (3-11), and initial TC concentration, were systematically investigated.

The experiment to determine adsorption efficiency over time was conducted under the natural pH of the TC solution, with a solution volume of 50 mL, an SAC dosage of 0.05 g, and an initial TC concentration of 20 mg L⁻¹, under continuous orbital shaking at room temperature.

The adsorption capacity (q_e , mg/g) and removal efficiency were calculated using standard mass balance equations. Kinetic data were analyzed using pseudo-first-order (PFO), pseudo-second-order (PSO), Elovich, and Bangham models. Adsorption isotherms were evaluated using Langmuir, Freundlich, Temkin, and Elovich models. The adsorption capacity at time t (q_t , mg/g) and at equilibrium (q_e , mg/g) were calculated using the mass balance equations:

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t) \times V}{m}$$

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{m}$$

where C_0 , C_t , and C_e (mg L⁻¹) are the initial, time t , and equilibrium concentrations of TC, respectively; V (L) is the solution volume, and m (g) is the mass of adsorbent.

Kinetic data were analyzed using models:

pseudo-first-order (PFO) model:

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

pseudo-second-order (PSO) model:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

Elovich model:

$$q_t = \frac{1}{b} \ln(ab) + \frac{1}{b} \ln t$$

and Bangham model:

$$q_t = k_B t^{1/\alpha}$$

Adsorption isotherms were evaluated using models:

Langmuir model:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L \cdot q_{\max}} + \frac{C_e}{q_{\max}}$$

Freundlich model:

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$$

Temkin model:

$$q_e = b_T \ln K_T + b_T \ln C_e$$

Elovich model:

$$\frac{q_e}{q_m} = K_E C_e e^{-\frac{q_e}{q_m}}$$

The goodness of fit for all models was assessed using the correlation coefficient (R^2), where values closer to unity indicate better agreement between experimental and modeled data.

2.5. Regeneration and reusability

To assess the reusability of SAC, regeneration experiments were performed after adsorption. The TC-loaded adsorbent was separated, washed with ethanol and DI water, and then dried at 105°C for 8 hours. The regenerated adsorbent was reused in subsequent adsorption cycles under identical conditions. The adsorption efficiency after each cycle was recorded to evaluate the material's stability and reusability.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterization of SAC

Figure 1 presents SEM images of sawdust-derived activated carbon (SAC) at different magnifications. At low magnification (Figure 1a), SAC exhibits a rough, irregular, and fragmented surface with numerous cavities and fissures, indicating the effective decomposition of lignocellulosic components during carbonization. This structure suggests the formation of a porous carbon matrix favorable for adsorption. At higher magnification (Figure 1b), the surface appears more compact with layered and sheet-like structures interspersed with narrow channels and micropores. These features imply the development of a hierarchical pore network, which can enhance mass transfer and provide abundant active sites. The observed morphology confirms that SAC has a heterogeneous, porous structure suitable for efficient tetracycline adsorption.

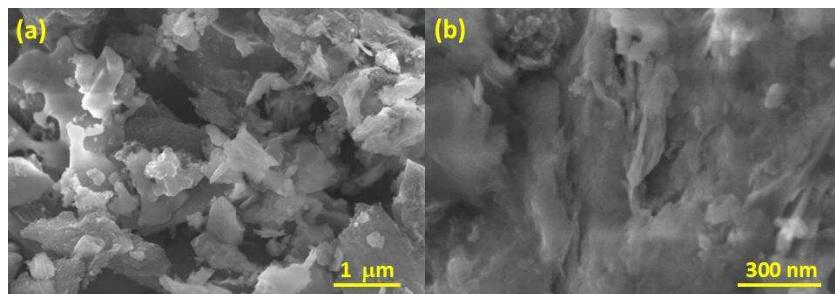


Figure 1. SEM images of SAC

Figure 2 shows the XRD pattern and FTIR spectrum of sawdust-derived activated carbon (SAC). The XRD pattern (Figure 2a) shows a wide diffraction peak centered $2\theta \approx 20.81^\circ$ (around $20-30^\circ$), which is typical of the (002) plane of amorphous carbon (Kurniasari & *cs.*, 2026). This means that the structure is mostly disordered and not very graphitized. A weak peak near $2\theta \approx 42.55^\circ$ (around $43-50^\circ$) can be attributed to the (100) plane, further confirming turbostratic carbon (Yusmadi & *cs.*, 2025). The presence of peaks assigned to SiO_2 and residual inorganic phases

suggests trace mineral content inherited from the biomass precursor. The FTIR spectrum (Figure 2b) reveals several functional groups on the SAC surface. The band at $\sim 2358\text{ cm}^{-1}$ is associated with CO_2 adsorption or $\text{C}\equiv\text{C}$ stretching, while peaks at $\sim 1027\text{ cm}^{-1}$ correspond to C-O stretching vibrations in alcohols, ethers, or phenolic groups (Dahmani & *cs.*, 2025). The band near $\sim 669\text{ cm}^{-1}$ is attributed to out-of-plane bending of aromatic C-H (Ghosh & *cs.*, 2015). These surface functionalities enhance adsorption interactions with tetracycline.

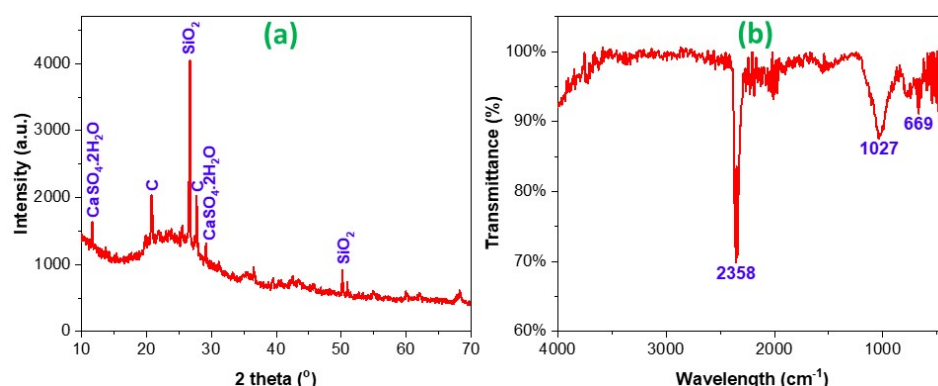


Figure 2. XRD pattern and FTIR spectroscopy of SAC

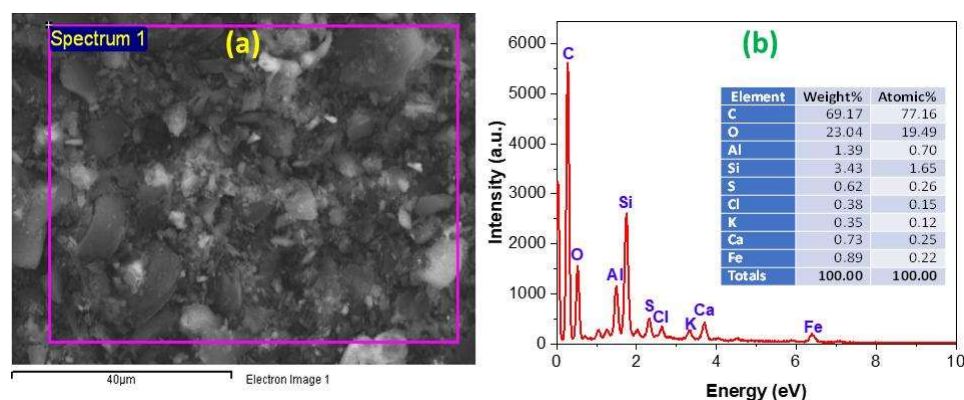


Figure 3. SEM image (a) and EDX spectroscopy (b) of SAC

Figure 3a shows the SEM image of SAC, revealing a heterogeneous and irregular surface composed of aggregated particles with rough textures and scattered pores. The presence of cavities and fragmented structures indicates effective thermal decomposition of sawdust, generating accessible adsorption sites. Figure 3b presents the EDX spectrum and elemental composition, confirming that carbon is the dominant element (69.17 wt%, 77.16 at%), followed by oxygen (23.04 wt%), indicating the presence of oxygen-containing functional groups. Minor elements such as Si (3.43 wt%), Al, Ca, Fe, and trace S, Cl, and K are also detected, likely originating from inherent mineral components of biomass. These results confirm the formation of carbon-rich SAC with functionalized and mineral-containing surfaces suitable for adsorption applications.

Figure 4a shows the N_2 adsorption-desorption isotherm of SAC, exhibiting a type IV

isotherm with a noticeable hysteresis loop, indicating the presence of mesoporous structures (Madhu & *cs.*, 2022). A sharp uptake at low relative pressure ($P/P_0 < 0.1$) suggests micropore contribution, while the gradual increase at higher pressures corresponds to mesopore filling. The BET surface area is $338.276 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, confirming a well-developed porous structure. Figure 4b presents the pore size distribution, revealing a dominant pore radius of $\sim 1.90 \text{ nm}$ and a total pore volume of $0.1686 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$. This micro-mesoporous network enhances adsorption capacity and facilitates efficient diffusion of tetracycline molecules.

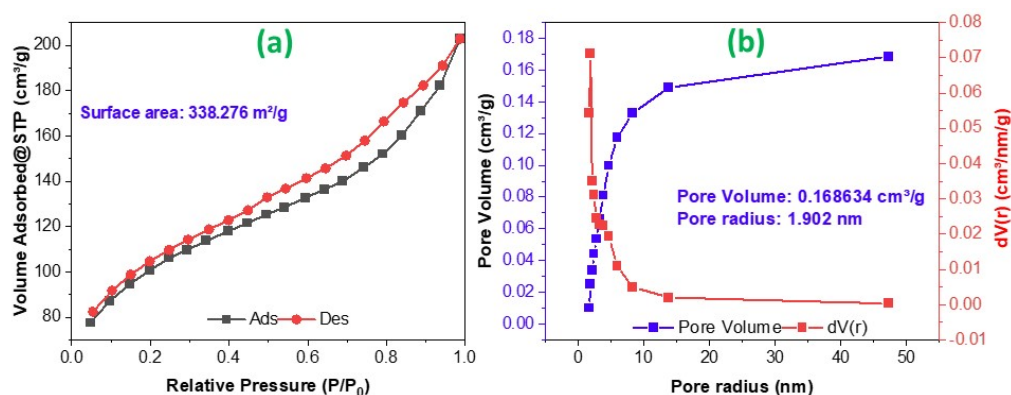


Figure 4. N_2 adsorption-desorption isotherms (a) and size vs. volume pores distribution (b) of SAC

3.2. Adsorption study

Figure 5a shows that the point of zero charge (pH_{pzc}) of SAC is about 4.74. This means that the surface is negatively charged at pH values below 4.74 and positively charged at pH values above 4.74. Figure 5b demonstrates that tetracycline (TC) removal efficiency strongly depends on solution pH, decreasing from 88.63% at pH 3.19 to 24.35% at pH 10.96. The high removal under acidic conditions is attributed to favorable electrostatic attraction between protonated TC species and the positively charged SAC surface, along with π - π interactions (Katibi & *cs.*, 2026). As pH rises, electrostatic repulsion and changes in TC speciation reduce adsorption efficiency. These results highlight the critical role of surface charge and solution chemistry in TC adsorption.

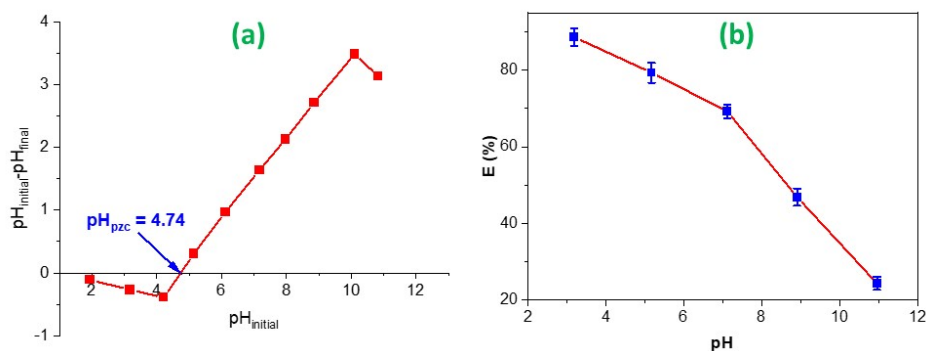


Figure 5. pH_{pzc} (a) and TC removal efficiency (b) with different pH by SAC

Figure 6 and Table 1 present the kinetic modeling of TC adsorption onto SAC using PFO, PSO, Elovich, and Bangham models. The PFO model (Figure 6a) shows a relatively good fit ($R^2 = 0.9721$), but the calculated q_e (5.83 mg/g) deviates from experimental values, indicating limited applicability. In contrast, the PSO model (Figure 6b) provides the best fit ($R^2 = 0.9937$) with $q_e = 7.64$ mg/g, suggesting that chemisorption governs the adsorption process. The Elovich model (Figure 6c) also fits well ($R^2 = 0.9887$), indicating surface heterogeneity and involvement of multiple active sites. Meanwhile, the Bangham model (Figure 6d) shows high correlation ($R^2 = 0.9937$), confirming that intraparticle diffusion contributes significantly to the adsorption mechanism. The results show that TC adsorption on SAC is controlled by a combination of chemisorption and pore diffusion processes (Sharififard & Hafezi, 2025).

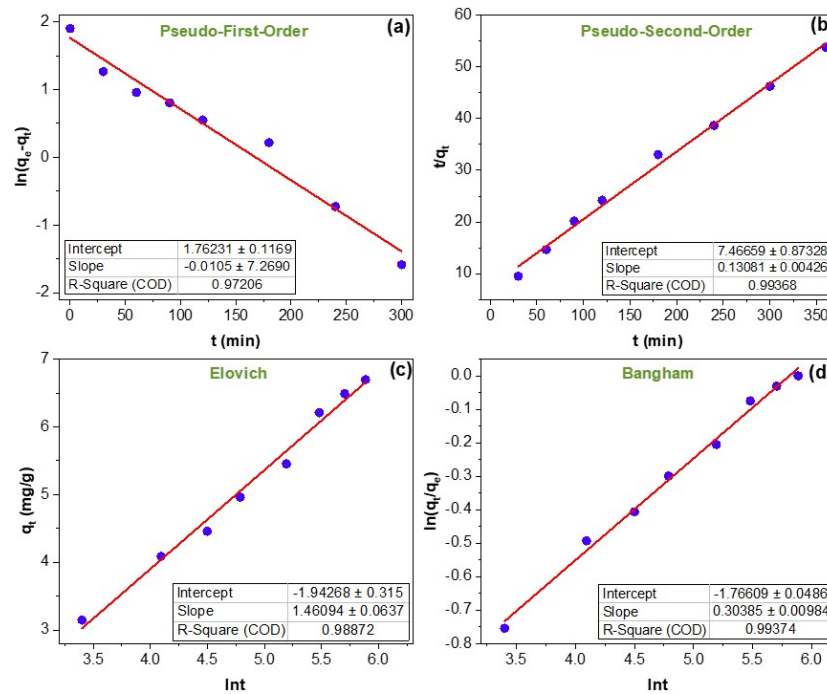


Figure 6. Kinetics of TC adsorption on SAC: PFO (a), PSO (b), Elovich (c), and Bangham (d).

Table 4. Parameters of kinetic of TC adsorption on SAC.

Models	Parameters	Value	R^2
Pseudo-first order	k_1 (min^{-1})	0.0105	0.9721
	q_e (mg.g^{-1})	5.8259	
Pseudo-second order	k_2 ($\text{g.mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	0.0023	0.9937
	q_e (mg.g^{-1})	7.6447	
Elovich	a (mg.g^{-1})	0.3913	0.9887
	b (g.mg^{-1})	0.6845	
Bangham	α	0.3039	0.9937
	k_B	0.171	

Figure 7 and Table 2 present the adsorption isotherms of TC onto SAC using Langmuir, Freundlich, Temkin, and Elovich models. The Langmuir model (Figure 7a) provides the best fit ($R^2 = 0.9923$), indicating monolayer adsorption on a homogeneous surface with a maximum adsorption capacity ($q_{\max}$) of 10.42 mg/g and strong affinity ($K_L = 0.3905 \text{ L mg}^{-1}$). The Freundlich model (Figure 7b) shows a lower correlation ($R^2 = 0.8807$), although the value of n (2.98) suggests favorable adsorption on a heterogeneous surface. The Temkin model (Figure 7c) fits reasonably well ($R^2 = 0.9607$), indicating that adsorption heat decreases with surface coverage due to adsorbate-adsorbent interactions. The Elovich model (Figure 7d) also shows good agreement ($R^2 = 0.9724$), supporting the presence of surface heterogeneity. TC adsorption on SAC is predominantly a monolayer with contributions from heterogeneous interactions (Behroozibakhsh & cs., 2026).

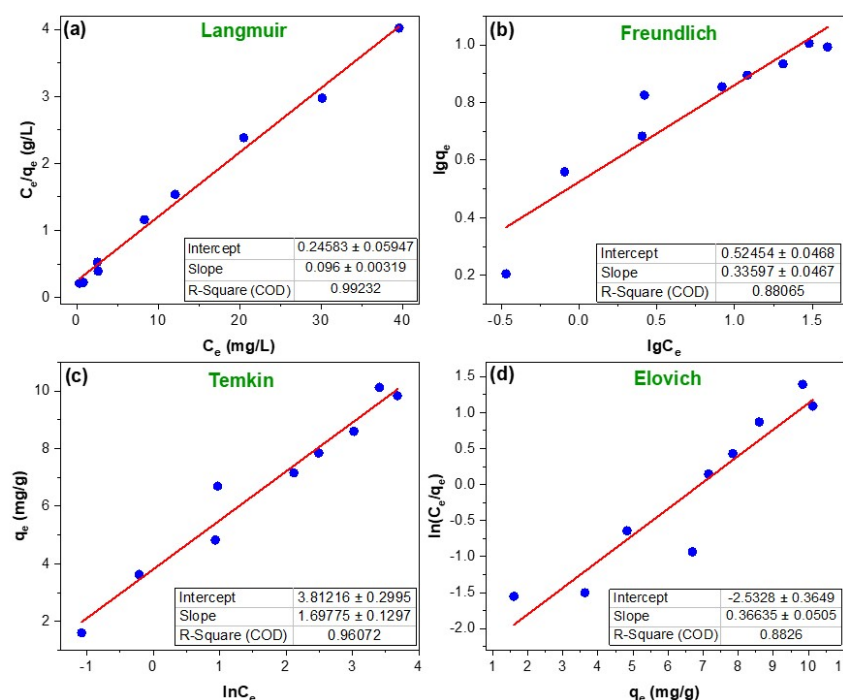


Figure 7. Isotherm adsorption of TC by SAC: Langmuir (a), Freundlich (b), Temkin (c), and Elovich (d)

Table 3 compares the tetracycline (TC) adsorption capacities of various activated carbon-based materials. Unmodified activated carbon shows a relatively low capacity (2.08 mg/g), while modification with Cu significantly enhances performance to 6.87 mg/g, highlighting the role of surface functionalization. Granular activated carbon exhibits a higher capacity of 17.02 mg/g, indicating the importance of pore structure and surface area. Activated carbon derived from waste grape marc demonstrates variable capacities (6.56-17.88 mg/g) depending on carbonization temperature, suggesting that preparation conditions strongly influence adsorption efficiency. The sawdust-derived activated carbon in this study achieves a moderate capacity (10.42 mg/g), demonstrating competitive performance among low-cost biomass-based adsorbents.

Table 5. Parameters of isotherm adsorption of TC by CHAC

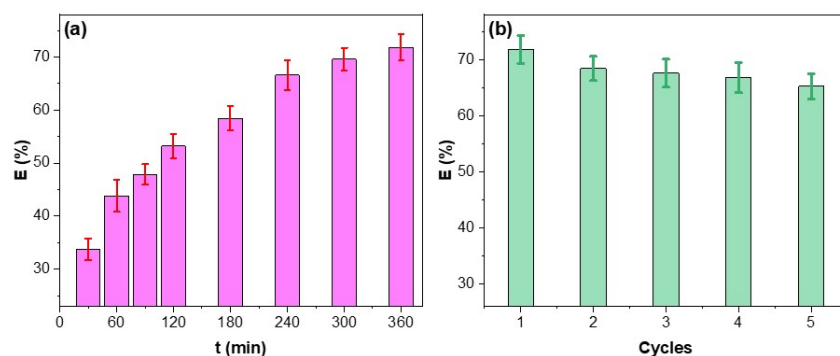
Model	Parameter	Value	R ²
Langmuir	q _{max} (mg/g)	10.417	0.9923
	K _L (L/mg)	0.390	
Freundlich	n	2.9765	0.8807
	K _F ((mg.g ⁻¹).(L.mg ⁻¹) ^{1/n})	1.690	
Temkin	b _T (kJ.mol ⁻¹)	1.459	0.9607
	K _T	9.444	
Elovich	q _e (mg/g)	2.730	0.9724
	K _E (g/mg)	-0.029	

Table 6. Tetracycline adsorption capacity of several materials

Materials	Adsorption capacity, mg/g	Refs.
Unmodified activated carbon	2.08	(Toffoli De Oliveira & cs., 2025)
Modified activated carbon with Cu	6.87	(Toffoli De Oliveira & cs., 2025)
Granular activated carbon	17.02	(Li & cs., 2022)
Cctivated carbon from waste grape marc	6.56, 14.01, and 17.88 (300, 500, and 700°C)	(Sağlam & cs., 2024)
Sawdust-derived activated carbon	10.417	<i>This study</i>

3.3. Regeneration and reusability

Figure 8a shows that the removal efficiency of TC by SAC increases steadily with contact time, rising from about 34% at 30 min to approximately 72% at 360 min. The rapid initial uptake is attributed to the abundant available active sites, followed by a slower adsorption rate as these sites become progressively occupied and intraparticle diffusion becomes dominant. Figure 8b illustrates the reusability of SAC over five adsorption-desorption cycles. The removal efficiency slightly decreases from 71.77% in the first cycle to 65.19% after the fifth cycle, indicating a minor loss of active sites or pore blockage. Nevertheless, SAC maintains relatively stable performance, demonstrating excellent regeneration ability and potential for repeated use in TC removal.

**Figure 8. Removal efficiency of TC vs. time (a) and after 5 cycles (b) on SAC**

4. CONCLUSION

This study successfully demonstrates that sawdust biomass can be effectively converted into activated carbon (SAC) for the removal of tetracycline (TC) from aqueous solutions, thereby achieving the proposed research objective. The results confirm the initial hypothesis that biomass-derived activated carbon possesses sufficient porosity and surface functionality to adsorb antibiotic contaminants efficiently. SAC exhibited a micro-mesoporous structure with a relatively high surface area and abundant oxygen-containing groups, which contributed to its adsorption performance. pH strongly influenced the adsorption process, which followed pseudo-second-order kinetics, indicating a dominant chemisorption mechanism and a contribution from intraparticle diffusion. The Langmuir isotherm fits the equilibrium data, indicating that monolayer adsorption has a maximum capacity of 10.42 mg/g. SAC maintained stable performance over multiple regeneration cycles, demonstrating excellent reusability and structural stability. These findings suggest that sawdust-derived activated carbon is a low-cost, sustainable, and effective adsorbent for treating antibiotic-contaminated water, with potential applications in wastewater treatment systems, particularly in resource-limited settings. From a broader perspective, this work supports biomass valorization strategies and circular economy approaches. Future research should focus on enhancing adsorption capacity through chemical activation or composite formation, evaluating performance in real wastewater matrices, and scaling up the process for practical applications.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors gratefully acknowledge the financial support from Hanoi University of Mining and Geology under project code T26-19.

REFERENCES

- Amangelsin Y., Semenova Y., Dadar M., Aljofan M. & Björklund G. (2023). The impact of tetracycline pollution on the aquatic environment and removal strategies. *Antibiotics*. 12(3): 440.
- Behroozibakhsh A., Shahsavari S., Azizinezhad F., Miralinaghi M. & Samipoorgiri M. (2026). Green-synthesized $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}/\text{zeolite}$ nanocomposite for efficient tetracycline removal from real pharmaceutical wastewater. *Results in Chemistry*. 103272.
- Chen Y., Huang Y., Chen Y., Li Y., Sidikjan N., Lin N., Li Y., Guo X., Shen G. & Liu M. (2025). A systematic review of sources, occurrence, behavior and risks of global marine antibiotics. *npj Emerging Contaminants*. 1(1): 15.
- Dahmani K., Zaabar A., Brahmi A., Lounici H., Benabbas A., Belaadi A., Mukalazi H. & Ghernaout D. (2025). *Cistus albidus* L. cellulose-based bioadsorbent: An innovative eco-friendly method for removing Basic Fuchsin dye from water solutions and DFT mechanistic insights. *Results in Engineering*. 108562.
- Ghosh S., Dhole K., Tripathy M., Kumar R. & Sharma R. (2015). FTIR spectroscopy in the characterization of the mixture of nuclear grade cation and anion exchange resins. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 304(2): 917-923.
- Gomes M. P. (2024). The convergence of antibiotic contamination, resistance, and climate dynamics in freshwater ecosystems. *Water*. 16(18): 2606.
- Huang S., Yu J., Li C., Zhu Q., Zhang Y., Lichtfouse E. & Marmier N. (2022). The effect review of various biological, physical and chemical methods on the removal of antibiotics. *Water*. 14(19): 3138.
- Kargar R., Bazarganipour M., Khamirani M. J., Zilouei H. & Ehsani M. R. (2025). Removal of tetracycline from water using rice straw lignin activated carbon magnetized with NiFe_2O_4 . *Results in Chemistry*. 102524.

- Katibi K. K., Azis R. S., Shitu I. G., Ismail I., Aliyu M., Saat N. K., Osman N. H., Amusa A. A., Iwar R. T. & Umar A. M. (2026). The sustainable synthesis of functionalized magnetic carbon nanotube adsorbent derived from steel waste for high-efficiency sequestration of tetracycline: Optimization, kinetics, isotherms and regeneration performance. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*.
- Kurniasari A., Verdianto A., Pambudi Y. D. S. & Hudaya C. (2026). Influence of nitrogen gas flow rate on the physical properties of corncob activated carbon for lithium-ion capacitor electrodes. *AIMS Energy*. 14(1): 259-274.
- Li R., Sun W., Xia L., U Z., Sun X., Wang Z., Wang Y. & Deng X. (2022). Adsorption of toxic tetracycline, thiamphenicol and sulfamethoxazole by a granular activated carbon (GAC) under different conditions. *Molecules*. 27(22): 7980.
- Liu H., Zhang H., Dong X., Wu C. & Lichtfouse E. (2023). Removal of antibiotics from black water by a membrane filtration-visible light photocatalytic system. *Journal of water process engineering*. 53: 103605.
- Madhu J., Ramakrishnan V. M., Santhanam A., Natarajan M., Palanisamy B., Velauthapillai D., Chi N. T. L. & Pugazhendhi A. (2022). Comparison of three different structures of zeolites prepared by template-free hydrothermal method and its CO₂ adsorption properties. *Environmental Research*. 214: 113949.
- Nguyen T. T. H., Nguyen K., Vu M. C., Cao P. A., Han D. L., Dang M. Q., Dao D. K., Duong T. H. & Nguyen T. H. P. (2026). High adsorption capacity of Rhodamine B dye on bio-activated carbon derived from sugarcane bagasse. *Journal of Tropical Science and Engineering*. 1(1): 62-77.
- Rinawati R., Kiswandono A., Widiarto S., Kasih Y. & Hadi S. (2023). Study on Activated Carbon derived from Cassava Peels as Magnetic Solid of Dispersive Solid Phase Extraction Technique for Determination of Tetracycline. *Res J Chem Environ*. 27(3): 1-8.
- Sağlam S., Türk F. N. & Arslanoğlu H. (2024). Tetracycline (TC) removal from wastewater with activated carbon (AC) obtained from waste grape marc: activated carbon characterization and adsorption mechanism. *Environmental Science and Pollution Research*. 31(23): 33904-33923.
- Sengupta J. & Hussain C. M. (2024). Advanced graphene-based technologies for antibiotic removal from wastewater: A review (2016-2024). *C*. 10(4): 92.
- Shariffard H. & Hafezi B. (2025). Tetracycline removal from an aqueous solution using bimetallic-impregnated activated carbon synthesized via one-step dry-pyrolysis of hawthorn kernels. *Scientific reports*.
- Song J., Xi H., Gu X. & Xiong J. (2025). Study on the Adsorption of Tetracycline Hydrochloride in Water by Modified Highland Barley Straw Biochar. *Water*. 17(23): 3335.
- Toffoli de Oliveira J. I., Costa L. c. R. d. C., Dall Agnol G. & Feris L. A. (2025). Optimizing tetracycline removal through batch and continuous adsorption on modified activated carbon: a Bayesian perspective and advanced modeling analysis. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 64(3): 1700-1711.
- Tuan T. N., Hang N. T. T., Hao B. T. B. & Phuong N. T. H. (2025). Thermochemical activation of bagasse-derived carbon with HCl for methylene blue dye removal. *Journal of Military Science and Technology*. (IMBE): 108-114.
- Wang Y., Xu L., Wei F., Ding T., Zhang M. & Zhu R. (2022). Insights into the adsorption mechanism of tetracycline on hierarchically porous carbon and the effect of nanoporous geometry. *Chemical Engineering Journal*. 437: 135454.
- Yusmadi N. A. N., Azis R. S., Ismail I., Katibi K. K., Alhaji B. M., Elmahaishi M. F., Sani Y., Hongxu C. & Mahmood M. K. A. (2025). Structural, magnetic, and electromagnetic wave absorption properties of AC/CB-Fe₂O₃ nanocomposites in the Ku-Band. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 36(25): 1627.
- Zhang Q., Zheng D., Bai B., Ma Z. & Zong S. (2024). Insight into antibiotic removal by advanced oxidation processes (AOPs): Performance, mechanism, degradation pathways, and ecotoxicity assessment. *Chemical Engineering Journal*. 500: 157134.