

ISSN 1859-4581

Tap chí

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

*Science and Technology Journal
of Agriculture & Rural Development*

MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, VIETNAM

Tap chí Khoa học và Công nghệ

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

3+4

2018

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**
ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ MƯỜI TÁM

SỐ 330 + 331 NĂM 2018
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỶ

TỔNG BIÊN TẬP
PHẠM HÀ THÁI
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073

E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn
Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ
TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
290/GP - BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 03 tháng 6 năm 2016

Công ty cổ phần Khoa học và
công nghệ Hoàng Quốc Việt
Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt,
Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

Giá: 60.000đ

MỤC LỤC

- | | | |
|--------------------------|---|---------|
| <input type="checkbox"/> | NGUYỄN THỊ HỒNG HANH, NGUYỄN THỊ NINH, NGUYỄN BÍCH NGỌC. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên đất ở tỉnh Vĩnh Phúc | 5 - 13 |
| <input type="checkbox"/> | TRẦN XUÂN ĐỨC, NGUYỄN NGỌC NÔNG, PHAN THỊ THANH HUYỀN. Xây dựng bản đồ đơn vị đất đai phục vụ đánh giá tiềm năng đất sản xuất nông nghiệp huyện Hương Sơn, tỉnh Hà Tĩnh | 14- 21 |
| <input type="checkbox"/> | ĐỖ THỊ TÁM, TRẦN TRUNG SƠN, TRẦN TRỌNG PHƯƠNG, ĐỖ THỊ ĐỨC HẠNH. Nghiên cứu tác động của việc thực hiện Dự án tổ hợp trung tâm thương mại, công trình nhà phố Shop - house đến giá đất tại thành phố Thái Bình, tỉnh Thái Bình | 22-27 |
| <input type="checkbox"/> | LÊ TRỌNG YÊN, PHẠM THẾ TRỊNH, VŨ THỊ BÌNH, NGUYỄN VĂN DUNG. Đánh giá khả năng thích hợp đối với các loại sử dụng đất trồng cây Mắc Ca tại huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông | 28-37 |
| <input type="checkbox"/> | ĐỖ VĂN THÔNG, PHẠM TRỌNG THỊNH. Sự phụ thuộc của người dân vào tài nguyên đất ngập nước vùng U Minh Hạ và tính dễ tổn thương | 38-46 |
| <input type="checkbox"/> | HOÀNG PHƯƠNG ANH, HỒ THỊ LAM TRÀ. Đánh giá tác động của công tác tạo quỹ đất đến phát triển kinh tế, xã hội và môi trường thành phố Cao Bằng, tỉnh Cao Bằng | 47- 53 |
| <input type="checkbox"/> | PHẠM VĂN CƯỜNG, TĂNG THỊ HẠNH, PHAN THỊ HỒNG NHUNG. Ảnh hưởng của phân kali và silic đến tích lũy chất khô và năng suất của các giống lúa có kiểu gien khác nhau trong điều kiện nhiễm mặn | 54- 61 |
| <input type="checkbox"/> | TRẦN VĂN HÙNG, NGUYỄN QUỐC KHƯƠNG, TRẦN NGỌC HỮU, LÊ PHƯỚC TOÀN, NGUYỄN VĂN NGHĨA, NGÔ NGỌC HÙNG. Nghiên cứu hấp thu dinh dưỡng khoáng (N, P, K) của cây lúa vụ đông xuân và khả năng cung cấp dưỡng chất (N, P, K, Ca, Mg) từ đất phèn ở một số vùng đồng bằng sông Cửu Long | 62- 71 |
| <input type="checkbox"/> | ĐOÀN THỊ HỒNG CAM, ĐOÀN VĨNH PHÚC, LÊ QUÝ KHA, NGUYỄN DUY NĂNG. Ảnh hưởng của mật độ trồng, liều lượng phân đạm và lân đến sinh trưởng, sức chịu đựng và năng suất ngô lai tại tỉnh Long An và Đồng Tháp | 72- 81 |
| <input type="checkbox"/> | NGUYỄN THỊ KIM DUNG, NGUYỄN THỊ ĐÔNG, NGUYỄN BÁ THẮNG, TRẦN VĂN QUANG. Xác định liều lượng phân bón và mật độ cấy phù hợp đối với giống lúa lai ba dòng S9368 tại vùng đồng bằng sông Hồng | 82-88 |
| <input type="checkbox"/> | NGÔ THANH PHONG. Đánh giá hiệu quả của chế phẩm đạm sinh học <i>Burkholderia vietnamiensis</i> CT1 trên giống lúa cao sản OM4218 trồng trong chậu và ngoài đồng | 89- 96 |
| <input type="checkbox"/> | VŨ VĂN LONG, NGUYỄN VĂN QUÍ, CHÂU MINH KHÔI. Ảnh hưởng của luân canh cây trồng cạn trên nền đất trồng lúa ba vụ đến khả năng cung cấp lân của đất | 97- 101 |
| <input type="checkbox"/> | NGUYỄN THANH PHƯƠNG. Ảnh hưởng của thời vụ trồng sắn tới khả năng sinh trưởng phát triển, năng suất và hàm lượng tinh bột của giống sắn KM98-7 ở tỉnh Đắk Nông | 102-107 |
| <input type="checkbox"/> | LÂM NGỌC PHƯƠNG, LÊ VÕ THÙY NGÂN, NGÔ PHƯƠNG NGỌC. Ảnh hưởng của thidiazuron (TDZ) và naphthaleneacetic acid (NAA) đến khả năng nhân chồi và tạo rễ của cây cói (<i>Cyperus tegetiformis</i> Roxb.) <i>in vitro</i> | 108-112 |
| <input type="checkbox"/> | NGÔ THỊ LAM GIANG, PHAN NHÃ HÒA, PHAN HỮU HÙNG, TRƯƠNG THANH HÙNG, NGUYỄN QUANG THẠCH. Xác định giống nấm linh chi thích hợp cho nuôi trồng bán tự nhiên và thâm canh tại Lâm Đồng | 113-119 |
| <input type="checkbox"/> | BÙI XUÂN THẮNG, HỒ THỊ THU GIANG. Ảnh hưởng của hoạt chất Imidacloprid và Nitenpyram đến một số đặc điểm sinh học và dạng hình cánh của rầy nâu <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål) | 120-124 |

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**
ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ MƯỜI TÁM

SỐ 330 +331 NĂM 2018
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP
PHẠM HÀ THÁI
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073

E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn
Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ
TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
290/GP - BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 03 tháng 6 năm 2016

Công ty cổ phần Khoa học và
công nghệ Hoàng Quốc Việt
Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt,
Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

Giá: 60.000đ

- NGUYỄN THỊ TÌNH, NGUYỄN TIẾN DŨNG, NGUYỄN VĂN DUY, CHU THỨC ĐẠT, ĐÀO XUÂN THANH, NGÔ XUÂN BÌNH. Nhân giống *in vitro* loài lan hài bản địa (Hài Giáp – *Paphiopedilum malipoense* Chen & Z.H.Tsi) 125-131
- HOÀNG THỊ THAO, NGUYỄN TUẤN ĐIỆP, LÊ VĂN SƠN, CHU HOÀNG MẬU. Tách dòng và biểu hiện gen *VrPDF 1* từ cây đậu xanh 132-138
- NGUYỄN THỊ ANH THƯ, NGUYỄN VĂN CHUNG, HUỲNH THỊ LÊ DUNG, VŨ THỊ HƯỜNG, LÊ THỊ HỒNG THÚY, ĐOÀN THANH SƠN, NGUYỄN THỊ HẢI. Tối ưu hóa điều kiện trích ly hợp chất polyphenol từ hoa cúc trắng (*Chrysanthemum morifolium* R) 139-144
- NGUYỄN THỊ HẠNH, PHẠM ANH TUẤN, NGUYỄN XUÂN PHƯƠNG. Ảnh hưởng của nồng độ khí CO₂ đến tỷ lệ rụng quả trong quá trình bảo quản quả nho xanh Ninh Thuận (NH 01- 48) bằng phương pháp điều chỉnh khí (Controlled atmosphere – CA) 145-149
- ĐỖ VIẾT PHƯƠNG, LÊ HƯƠNG THỦY, ĐÀM SAO MAI, ĐẶNG THỊ SÁU, LÊ NGUYỄN ĐOAN DUY, PHẠM VĂN TẤN. Thu nhận enzyme xenlulaza từ *Trichoderma asperellum* QT5 phân lập được từ quả cà phê tại huyện Krôngbuk tỉnh Đắk Lắk, Việt Nam 150-159
- TÔN NỮ MINH NGUYỆT, PHAN THỊ KIỀU LINH, HÀ HUY KHOA, LÊ VĂN VIỆT MẮN. Sử dụng nấm men *Kluyveromyces marxianus* cố định trong gel alginat trong quá trình thủy phân và lên men đồng thời sinh khối bột thân chuối để thu nhận ethanol 160-167
- TRẦN HỒNG ANH, ĐỖ THỊ HỒNG THỊNH, HỒ THỊ LOAN, VÕ ĐÌNH QUANG. Định danh cây insulin Ấn Độ bằng đặc điểm hình thái và kỹ thuật sinh học phân tử 168-176
- NGUYỄN THỊ HỒNG MINH, VŨ THỊ HUYỀN TRANG. Nghiên cứu ảnh hưởng các điều kiện ngâm và ủ nảy mầm của gạo lứt tám Hải Hậu đến khả năng tổng hợp γ – aminobutyric axit (GABA) 177-182
- NGUYỄN THỊ MỸ HƯƠNG. Nghiên cứu sử dụng kết hợp enzym alcalaza và flavourzym để thủy phân phụ phẩm cá tra 183-191
- NGUYỄN ĐÌNH TỬ, LÂM HOÀNG QUỐC VIỆT. Xác định nguồn gốc nước dưới đất tầng plioxen dưới (n₂¹) khu vực đồng bằng sông Cửu Long bằng phương pháp thủy văn đồng vị 192-198
- NGUYỄN THÁI HÀ, NGUYỄN ĐĂNG TÍNH, NGUYỄN LƯƠNG BẰNG. Xây dựng bản đồ phân bố hạn khí tượng theo không gian, thời gian cho vùng duyên hải miền Trung sử dụng phương pháp vùng hạn không kế giáp (NCDA) 199-204
- NGUYỄN VĂN HÙNG, TRẦN THẾ THANH THỊ, NGUYỄN THỊ THANH THÙY. Đặc điểm sinh học sinh sản tôm mũ ni trắng *Thenus orientalis* (Lund, 1793) ở vùng biển Nam Trung bộ 205-211
- ĐỖ QUANG HUY, TRẦN VĂN DŨNG, VŨ TIẾN THỊNH. Mô hình hóa phân bố thích hợp cho loài chà vá chân nâu (*Pygathrix nemaeus*) 212-218
- HOÀNG LIÊN SƠN, VŨ DUY HÙNG. Mô hình liên kết theo nhóm hộ trồng rừng có chứng chỉ rừng bền vững (FSC): Nghiên cứu trường hợp tại Quảng Trị 219-228
- PHẠM VĂN DUẤN, NGUYỄN THANH HOÀN, NGUYỄN TRỌNG BÌNH, VŨ THỊ THÌN. Xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông bằng tư liệu viễn thám 229-238
- PHAN HOÀNG LINH, LẠI VĨNH CẨM, ĐỖ VĂN THANH, PHẠM ANH TUẤN. Đánh giá cảnh quan phục vụ xác lập không gian phát triển các vùng chuyên canh cây lâu năm tại hai huyện biên giới Việt – Lào thuộc tỉnh Kon Tum 239-245
- TRẦN QUANG BẢO, LÊ NGỌC HOÀN. Kiểm chứng khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS ở Việt Nam 246-253

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND RURA
DEVELOPMENT**
ISSN 1859 - 4581

THE EIGHTEENTH YEAR

No. 330 + 331 - 2018

Editor-in-Chief

PHAM HA THAI

Tel: 024.37711070

Deputy Editor-in-Chief

DUONG THANH HAI

Tel: 024.38345457

Head-office

No 10 Nguyenconghoan

Badinh - Hanoi - Vietnam

Tel: 024.37711072

Fax: 024.37711073

E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn

Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

Representative Office

135 Pasteur

Dist 3 - Hochiminh City

Tel/Fax: 028.38274089

Printing in Hoang Quoc Viet
technology and science joint stock
company

CONTENTS

- ❑ NGUYEN THI HONG HANH, NGUYEN THI NINH, NGUYEN BICH NGOC. Assessment of impacts of climate change to land resources in Vinh Phuc province 5 - 13
- ❑ TRAN XUAN DUC, NGUYEN NGOC NONG, PHAN THI THANH HUYEN. Mapping land unit for land potential evaluation of agricultural production in Huong Son district, Ha Tinh province 14- 21
- ❑ DO THI TAM, TRAN TRUNG SON, TRAN TRONG PHUONG, DO THI DUC HANH. Study on effects of land use planning to land prices in the project of the combination of trade center, house construction – shophouse in Thai Binh city, Thai Binh province 22-27
- ❑ LE TRONG YEN, PHAM THE TRINH, VU THI BINH, NGUYEN VAN DUNG. Assessment of land suitability for different types of shifting cultivation of macadamia trees in Tuy Duc district, Dak Nong province 28-37
- ❑ DO VAN THONG, PHAM TRONG THINH. Researching the people's dependence on wetland resource of U Minh Ha region and vulnerability 38-46
- ❑ HOANG PHUONG ANH, HO THI LAM TRA. Assessing the impact of land funds creation on socio – economic development and environment in Cao Bang city, Cao Bang province 47- 53
- ❑ PHAM VAN CUONG, TANG THI HANH, PHAN THI HONG NHUNG. Affection of potassium and siliceous fertilizer on dry matter accumulation and grain yield of different rice varieties under salinity condition 54- 61
- ❑ TRAN VAN HUNG, NGUYEN QUOC KHUONG, TRAN NGOC HUU, LE PHUOC TOAN, NGUYEN VAN NGHIA, NGO NGOC HUNG. Studying of mineral nutrients uptake (N, P, K) in rice from dry season and N, P, K, Ca, Mg supplying capabilities from acid sulfate soil in Me Kong delta 62- 71
- ❑ DOAN THI HONG CAM, DOAN VINH PHUC, LE QUY KHA, NGUYEN DUY NANG. Effect of plant density, doses of nitrogen and phosphorous fertilizer on growth, tolerance and yield of maize hybrids in Long An and Dong Thap province 72- 81
- ❑ NGUYEN THI KIM DUNG, NGUYEN THI DONG, NGUYEN BA THANG, TRAN VAN QUANG. Results of determination suitable of fertilizer quantity and transplanting density for three – line hybrid rice S9368 in Red river delta 82-88
- ❑ NGO THANH PHONG. Evaluating the effect of *Burkholderia vietnamiensis* CT1 bio – product on high yield rice OM4218 variety plants grown in pots and field 89- 96
- ❑ VU VAN LONG, NGUYEN VAN QUI, CHAU MINH KHOI. Effects of upland crop rotations on soil phosphorus supplying capacity in the triple rice cropping area in Hoa Binh district Bac Lieu province 97- 101
- ❑ NGUYEN THANH PHUONG. Effect of cassava cropping season on growth, development, yield and starch content of KM98-7 in Dak Nong province 102-107
- ❑ LAM NGOC PHUONG, LE VO THUY NGAN, NGO PHUONG NGOC. Effect of thidiazuron (TDZ) and naphthaleneacetic acid (NAA) on *Cyperus tegetiformis* shoot multiplication and rooting *in vitro* 108-112
- ❑ NGO THI LAM GIANG, PHAN NHA HOA, PHAN HUU HUNG, TRUONG THANH HUNG, NGUYEN QUANG THACH. Determination of variety of medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*, suitable for the semi – natural and intensive culturing conditions 113-119
- ❑ BUI XUAN THANG, HO THI THU GIANG. Effect of nitenpyram and imidacloprid on some biological characteristics and wing formation of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) 120-124

**VIETNAM JOURNAL OF
AGRICULTURE AND RURAL
DEVELOPMENT**
ISSN 1859 - 4581

THE EIGHTEENTH YEAR
No. 330 + 331 - 2018

Editor-in-Chief
PHAM HA THAI
Tel: 024.37711070
Deputy Editor-in-Chief
DUONG THANH HAI
Tel: 024.38345457

Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Badinh - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn
Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

Representative Office
135 Pasteur
Dist 3 - Hochiminh City
Tel/Fax: 028.38274089

Printing in Hoang Quoc Viet
technology and science
joint stock company

- ❑ NGUYEN THI TINH, NGUYEN TIEN DUNG, NGUYEN VAN DUY, CHU THUC DAT, DAO XUAN THANH, NGO XUAN BINH. *In vitro* micropropagation of wild slipper orchid (*Phaphiopedilum malipoense*)
- ❑ HOANG THI THAO, NGUYEN TUAN DIEP, LE VAN SON, CHU HOANG MAU. The cloning and expression of VrPDF1 gene from mungbean plants
- ❑ NGUYEN THI ANH THU, NGUYEN VAN CHUNG, HUYNH THI LE DUNG, VU THI HUONG, LE THI HONG THUY, DOAN THANH SON, NGUYEN THI HAI. Optimization of extraction conditions of polyphenol compound from *Chrysanthemum morifolium* R.
- ❑ NGUYEN THI HANH, PHAM ANH TUAN, NGUYEN XUAN PHUONG. Effects of carbon dioxide concentration on rate of shedding fruits in preservation of Ninh Thuan green grapes (NH 01 – 48) by controlled atmosphere (CA) method
- ❑ DO VIET PHUONG, LE HUONG THUY, DAM SAO MAI, DANG THI SAU, LE NGUYEN DOAN DUY, PHAM VAN TAN. Enzyme cellulase recovery from *Trichoderma asperellum* QT5 fertilized from coffee cultivation area in Vietnam
- ❑ TON NU MINH NGUYET, PHAN THI KIEU LINH, HA HUY KHOA, LE VAN VIET MAN. Using *Kluyveromyces marxianus* immobilized in alginate gel in the simultaneous saccharification and ethanol fermentation from banana stem meal
- ❑ TRAN HONG ANH, DO THI HONG THINH, HO THI LOAN, VO DINH QUANG. Identification insulin plant from India by morphological identification and molecular biology techniques
- ❑ NGUYEN THI HONG MINH, VU THI HUYEN TRANG. Effect of soaking and germinating conditions on γ - aminobutyric acid (GABA) content in Tam Hai Hau germinated brown rice
- ❑ NGUYEN THI MY HUONG. Using combination of alcalase and flavourzyme for hydrolysis of *Pangasius hypophthalmus* by - product
- ❑ NGUYEN DINH TU, LAM HOANG QUOC VIET. Determine the origin groundwater source of the lower - pliocene aquifer (n_2^1) in the Mekong delta by isotope hydrology method
- ❑ NGUYEN THAI HA, NGUYEN DANG TINH, NGUYEN LUONG BANG. Developing spatial temporal meteorological drought maps for Vietnam central coastal region using non - contiguous drought analysis (NCDA)
- ❑ NGUYEN VAN HUNG, TRAN THE THANH THI, NGUYEN THI THANH THUY. Reproductive biology of sand-lobster *Thenus orientalis* (Lund, 1793) from South - central coast of Vietnam
- ❑ DO QUANG HUY, TRAN VAN DUNG, VU TIEN THINH. Modelling the suitable distribution of red - shanked dous (*Pygathrix nemaeus*)
- ❑ HOANG LIEN SON, VU DUY HUNG. Partnership model of households by group of FSC certification: Case studies in Quang Tri
- ❑ PHAM VAN DUAN, NGUYEN THANH HOAN, NGUYEN TRONG BINH, VU THI THIN. Developing a model for wood volume estimation of natural evergreen broadleaf forest in Dak Nong province using remote sensing data
- ❑ PHAN HOANG LINH, LAI VINH CAM, DO VAN THANH, PHAM ANH TUAN. Landscape evaluation for determining cultivated space for development of perennial cropping area in two districts of Viet - Laos border in Kon Tum province
- ❑ TRAN QUANG BAO, LE NGOC HOAN. Validation of MODIS active fire detection products for Vietnam

XÂY DỰNG MÔ HÌNH XÁC ĐỊNH TRỮ LƯỢNG RỪNG GỖ TỰ NHIÊN LÁ RỘNG THƯỜNG XANH TẠI TỈNH ĐẮK NÔNG BẰNG TƯ LIỆU VIỄN THĂM

Phạm Văn Duẩn¹, Nguyễn Thanh Hoàn²,
Nguyễn Trọng Bình¹, Vũ Thị Thին¹

TÓM TẮT

Bản đồ trữ lượng rừng là công cụ quan trọng trong quản lý tài nguyên rừng và thực hiện các chính sách lâm nghiệp. Ảnh viễn thám quang học có thể cung cấp thông tin về cấu trúc bề mặt của tán rừng, về mật độ diệp lục tố,... Trong khi đó ảnh ra đa dải L có khả năng đâm xuyên qua tán rừng và phản xạ chủ yếu bởi thân và cành cây nên có thể cung cấp thông tin về trữ lượng dưới tán rừng. Ảnh ra đa có nhược điểm là có nhiều điểm ảnh (speckle noise). Để giảm ảnh hưởng của nhiễu điểm ảnh trên ảnh ra đa, nghiên cứu này sử dụng đơn vị tính toán là lô kiểm kê rừng trên kích thước cửa sổ của ảnh điểm 13 x 13 để xác định vùng đối tượng đồng nhất. Kết hợp 2 loại tư liệu LANDSAT-8 (ảnh quang học) và ALOS-2/PALSAR-2 (ảnh ra đa dải L) trên đơn vị đồng nhất là lô kiểm kê rừng, nghiên cứu này kỳ vọng sẽ đạt được độ chính xác tốt nhất có thể trong xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh. 214 ô tiêu chuẩn đã được sử dụng trong khu vực nghiên cứu trong đó lựa chọn ngẫu nhiên 143 ô để xây dựng mô hình tối ưu và 71 ô được dùng làm dữ liệu kiểm chứng. Kết quả thu được là mô hình tối ưu có sai số như sau: Sai số trung bình toàn phương (RMSE=28,7 m³/ha), sai số tuyệt đối (MAE=21,3 m³/ha), sai số tương đối (MAE%=24,2%) và sai số trung bình toàn phương tương đối (RMSE%=40,6%). Nghiên cứu này có thể áp dụng để xác định trữ lượng rừng tự nhiên lá rộng thường xanh ở các khu vực khác có điều kiện tương tự với tỉnh Đắk Nông.

Từ khóa: ALOS-2/PALSAR-2, LANDSAT-8, Đắk Nông, kiểm kê rừng, LRTX, trữ lượng rừng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bản đồ trữ lượng rừng rất cần thiết cho việc quản lý tài nguyên rừng và thực hiện các chính sách về rừng. Hiện nay, có hai phương pháp chính để lập bản đồ trữ lượng rừng: (1) Gán trữ lượng trung bình theo kiểu/trạng thái rừng; (2) dự đoán trữ lượng bằng các biến không gian liên tục. Phương pháp thứ nhất, còn được gọi là phương pháp “phân tầng và nhân”. Để thực hiện theo phương pháp này, đầu tiên tiến hành phân loại rừng thành các kiểu/trạng thái tương đối đồng nhất, trong một kiểu/trạng thái sử dụng các phép đo trên mặt đất để xác định giá trị trữ lượng trung bình và gán trữ lượng này cho tất cả các lô rừng của kiểu/trạng thái đó. Phương pháp này có ưu điểm là thực hiện đơn giản. Tuy nhiên, nó có một số hạn chế: (1) Chỉ có một giá trị trữ lượng cho một kiểu/trạng thái rừng; (2) không thể thực hiện nếu không có bản đồ ranh giới các kiểu/trạng thái rừng. Ở phương pháp thứ hai, đầu tiên sẽ thiết lập mối

quan hệ giữa trữ lượng rừng ở các ô đo đếm trên mặt đất với một hoặc nhiều biến không gian. Sau đó, sử dụng mối quan hệ thiết lập được để dự đoán trữ lượng cho toàn bộ khu vực. Biến không gian có thể từ: ảnh viễn thám, điều kiện địa hình, điều kiện khí hậu... với phương pháp này, trữ lượng của các lô rừng có sự biến đổi liên tục nên hạn chế được nhược điểm của phương pháp thứ nhất. Tuy nhiên, việc kết hợp cả hai phương pháp nêu trên để xác định trữ lượng rừng lại ít được quan tâm nghiên cứu.

Đắk Nông là tỉnh thuộc khu vực Tây Nguyên của Việt Nam có diện tích tự nhiên 651.561,5 ha, địa hình phức tạp, độ dốc cao (UBND tỉnh Đắk Nông, 2017). Năm 2014, tỉnh Đắk Nông thực hiện điều tra, kiểm kê rừng. Trong đó, đơn vị nhỏ nhất trong điều tra rừng là lô trạng thái, được xác định bằng khoanh vẽ trên ảnh vệ tinh độ phân giải cao (SPOT-5, SPOT-6), kết hợp điều tra mặt đất, do các cơ quan chuyên môn có kinh nghiệm thực hiện. Công tác kiểm kê rừng do chủ rừng thực hiện dưới sự trợ giúp, giám sát của chính quyền các cấp và sự tham gia, hỗ trợ về kỹ thuật của cơ quan điều tra rừng. Đơn vị nhỏ nhất trong kiểm kê rừng là lô kiểm kê, cũng là đơn vị nhỏ

¹ Trường Đại học Lâm nghiệp

² Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

nhất về mặt diện tích để xây dựng cơ sở dữ liệu, theo dõi và quản lý rừng hiện nay tại Việt Nam (Bộ NN&PTNT, 2012).

Theo kết quả kiểm kê rừng năm 2014, diện tích có rừng của Đắk Nông là 253.962,3 ha, trong đó diện tích rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh là: 165.824,6 ha, chiếm 65,3% diện tích rừng toàn tỉnh và phân bố ở tất cả các huyện/thị xã trong tỉnh nhưng tập trung nhiều nhất tại 3 huyện: Đắk G'Long, Tuy Đức và Cư Jút (UBND tỉnh Đắk Nông, 2015). Ngoài giá trị kinh tế, rừng Đắk Nông đặc biệt quan trọng với chức năng phòng hộ, bảo vệ nguồn nước, chống xói mòn cho toàn bộ hệ thống canh tác nông nghiệp, phòng hộ biên giới... Tuy nhiên, hiện trạng rừng Đắk Nông trong những năm qua bị suy giảm cả về số và chất lượng do nhu cầu đất trồng cây công nghiệp và phát triển kinh tế - xã hội. Thực trạng đó đặt ra vấn đề phải thắt chặt quản lý để giữ vững diện tích rừng hiện có kết hợp trồng thêm rừng trên diện tích đất quy hoạch cho mục đích lâm nghiệp. Để góp phần thực hiện tốt công tác này, bản đồ trữ lượng rừng cần phải liên tục được cập nhật theo định kỳ.

Nhiều tác giả đã sử dụng ảnh vệ tinh quang học như: SPOT, ASTER, QUICKBIRD, MODIS, AVHRR, LANDSAT... để ước lượng trữ lượng rừng (Lu, 2006; Luther et al., 2006; Fuchs et al., 2009; Song, 2013; Du et al., 2014...). Các kỹ thuật xử lý ảnh như: tính toán chỉ số thực vật, phân tích thành phần chính (PCA) thường được sử dụng để tạo ra các biến mới từ dữ liệu quang học.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là nhằm xây dựng mô hình tối ưu xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông với tư liệu sử dụng là ảnh vệ tinh ALOS-2/PALSAR-2, ảnh LANDSAT-8 kết hợp với ranh giới lô kiểm kê rừng. Quá đó, đánh giá khả năng sử dụng kết hợp hai loại tư liệu này với lô kiểm kê trong việc xác định trữ lượng của kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông.

2. TƯ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tư liệu nghiên cứu

Tư liệu chủ yếu được sử dụng trong nghiên cứu gồm:

(1) Mô hình số độ cao từ ảnh ASTER (GDEM).

(2) 6 cảnh ảnh ALOS-2/PALSAR-2 độ phân giải không gian 6,25 m, thời gian chụp từ 21/9/2014 đến 25/01/2015 đã được xử lý đến mức 2.1.

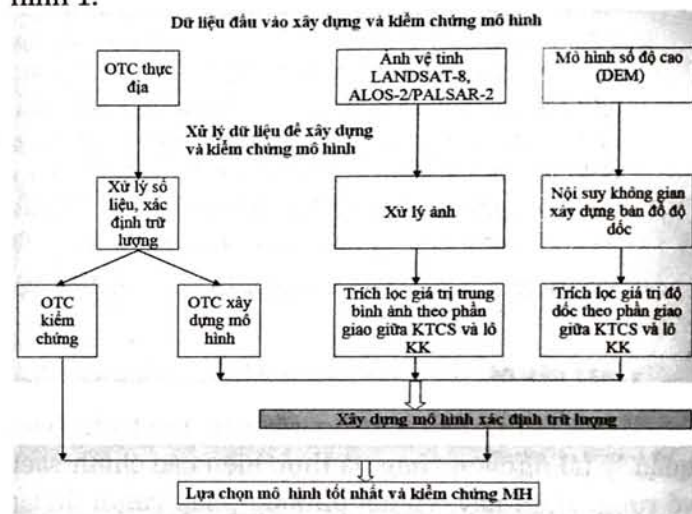
(3) 2 cảnh ảnh LANDSAT-8 độ phân giải không gian 15 m đối với kênh toàn sắc, 30 m đối với kênh đa phổ, chụp ngày 06/03/2015 đã được xử lý đến mức T1.

(4) Hệ thống 214 ô tiêu chuẩn rừng tự nhiên lá rộng thường xanh được nhóm tác giả điều tra trong giai đoạn từ tháng 10/2014 – đến tháng 3/2015 tại tỉnh Đắk Nông, thuộc dự án “Rà soát, điều chỉnh quy hoạch ba loại rừng tỉnh Đắk Nông”.

(5) Bản đồ kết quả kiểm kê rừng tỉnh Đắk Nông năm 2014, kế thừa từ dự án “Tổng điều tra, kiểm kê rừng toàn quốc”.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Toàn bộ quá trình nghiên cứu được minh họa tại hình 1.



Hình 1. Sơ đồ phương pháp xây dựng mô hình

2.2.1. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu ngoại nghiệp

Công tác thu thập số liệu ngoại nghiệp được thực hiện trên 214 ô tiêu chuẩn, diện tích OTC 1.000 m² (30 x 33,3 m). Tại mỗi ô tiêu chuẩn: (1) xác định vị trí tâm ô tiêu chuẩn bằng máy GPS với độ chính xác 3 m - 5 m; (2) đo chu vi thân cây ở vị trí 1,3 m của tất cả các cây gỗ có đường kính lớn hơn 6 cm bằng thước dây độ chính xác đến cm; (3) xác định chiều cao vút ngọn của tất cả các cây gỗ có đường kính lớn hơn 6 cm bằng thước đo chuyên dụng, độ chính xác đến dm.

Sử dụng biểu thể tích 2 nhân tố lập chung toàn quốc (Viện Điều tra Quy hoạch rừng, 1995) để xác định thể tích của từng cây cá lẻ, từ đó xác định tổng thể tích của các cây trong ô tiêu chuẩn và trữ lượng rừng tại vị trí các ô tiêu chuẩn.

Danh sách 214 ô tiêu chuẩn được phân ngẫu nhiên thành 2 phần: (1) lựa chọn ngẫu nhiên theo không gian 33,3% số ô tiêu chuẩn (71 OTC) sử dụng để kiểm chứng mô hình; (2) 66,7% số ô (143 OTC) còn lại được sử dụng để xây dựng mô hình.

2.2.2. Phương pháp xử lý và trích xuất thông tin từ ảnh vệ tinh

a. Phương pháp xử lý ảnh

- Chuyển các ảnh vệ tinh từ hệ tọa độ UTM sang hệ tọa độ VN2000: mỗi cảnh ảnh Landsat-8, việc chuyển đổi được thực hiện trên 7 kênh đa phổ (từ kênh 1 đến kênh 7) và kênh toàn sắc (kênh 8); mỗi ảnh Alos-2/Palsar-2, việc chuyển đổi được thực hiện trên 2 kênh HH và HV.

- Ảnh Landsat-8: Hiệu chỉnh ảnh hưởng của bóng địa hình bằng phương pháp Cosine hệ số C; trộn các kênh đa phổ với kênh toàn sắc để tạo ra các kênh đa phổ có độ phân giải không gian 15 m; xây dựng ảnh thành phần chính (PC) và ảnh chỉ số thực vật (NDVI) độ phân giải không gian 15 m.

- Ảnh Alos-2/Palsar-2: Chuyển giá trị số của ảnh (Digital Number-DN) về giá trị cường độ tán xạ ngược; chuyển ảnh cường độ tán xạ ngược kênh HH, HV về độ phân giải không gian 15 m bằng nội suy tuyến tính (Bi-linear) để phù hợp với độ phân giải ảnh Landsat-8.

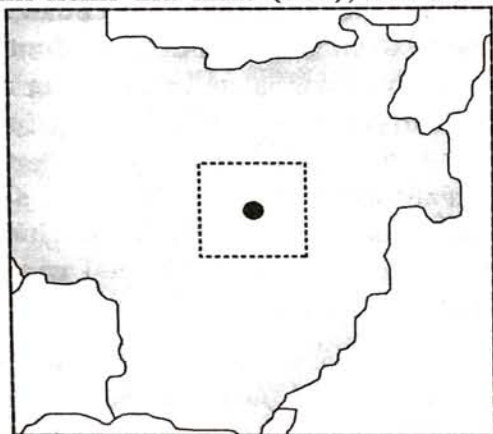
b. Phương pháp trích xuất thông tin từ ảnh

Sau quá trình xử lý, các ảnh được tạo ra để sử dụng trong nghiên cứu đều có độ phân giải không gian 15 m, gồm: ảnh chỉ số thực vật (NDVI), ảnh thành phần chính kênh thứ nhất (PC1), ảnh thành

phần chính kênh thứ hai (PC2) xây dựng từ ảnh LANDSAT-8; ảnh cường độ tán xạ ngược kênh HH và ảnh cường độ tán xạ ngược kênh HV xây dựng từ ảnh ALOS-2/PALSAR-2.

Căn cứ vào: diện tích OTC, độ phân giải không gian của ảnh vệ tinh, độ chính xác của xác định vị trí tâm ô tiêu chuẩn bằng máy GPS, độ chính xác hình học của ảnh vệ tinh... mà mỗi OTC sẽ gồm một số ảnh điểm trên ảnh. Theo kết quả nghiên cứu thực nghiệm của nhóm tác giả, giữa giá trị trung bình từng ảnh: NDVI, PC1, PC2, HH, HV theo kích thước cửa sổ (KTCS) lọc (3 x 3, 5 x 5, 7 x 7... 21 x 21) với trữ lượng rừng thực sự tồn tại mối quan hệ theo thống kê toán. Khi kết hợp 2 loại ảnh (ALOS-2/PALSAR-2 và LANDSAT-8) để xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại Đắk Nông, mô hình tốt nhất (cho sai số kiểm chứng nhỏ nhất) khi kích thước cửa sổ lọc ảnh là 13 x 13. Tuy nhiên, cách tiếp cận theo kích thước cửa sổ lọc ảnh có thể cho kết quả kém chính xác tại những khu vực tiếp giáp giữa các kiểu rừng khác nhau hoặc tiếp giáp giữa rừng với khu vực không có rừng.

Nhằm hạn chế nhược điểm của phương pháp lấy giá trị trên ảnh theo kích thước cửa sổ tại những vị trí biên, giảm ảnh hưởng của nhiễu điểm ảnh (speckle noise) trên ảnh ra đa, đồng thời vẫn lấy được giá trị đặc trưng trên ảnh đến từng điểm ảnh, qua đó làm tăng độ chính xác của mô hình xác định trữ lượng rừng, tác giả coi phần lô kiểm kê trên kích thước cửa sổ của ảnh điểm 13 x 13 là đơn vị đồng nhất. Từ đó, phương pháp trích xuất thông tin trên ảnh được thực hiện như minh họa tại hình 2.



—	Ranh giới theo cửa sổ lọc ảnh
----	Ranh giới ô tiêu chuẩn
—	Ranh giới lô kiểm kê
●	Vị trí tâm OTC
■	Khu vực lấy giá trị trên ảnh

Hình 2. Phương pháp trích xuất thông tin từ ảnh

Cụ thể việc lấy giá trị của điểm ảnh tại tâm OTC được thực hiện như sau: (1) tại vị trí mỗi OTC, tạo hình vuông có kích thước bằng kích thước cửa sổ lọc

ảnh (13 x 13), tâm hình vuông là tâm OTC (gọi là hình vuông kích thước cửa sổ lọc ảnh) và chia cắt hình vuông này bằng ranh giới lô kiểm kê; (2) phần

giao giữa lô kiểm kê chứa tâm OTC và hình vuông kích thước cửa sổ lọc ảnh là khu vực được lựa chọn để lấy giá trị trên ảnh (khu vực tô màu trên hình 2).

- Giá trị trung bình các điểm ảnh tại phần giao giữa lô kiểm kê chứa tâm OTC và hình vuông kích thước cửa sổ lọc ảnh (X_{TB}) được xác định theo công thức:

$$X_{TB} = (\sum_{i=1}^n K_i) / n \quad (2.1)$$

Trong đó: K_i : cấp độ xám của điểm ảnh thứ i tại một kênh trong khu vực lấy giá trị trên ảnh; n : số điểm ảnh trong khu vực lấy giá trị trên ảnh.

2.2.3. Phương pháp trích lọc các thông tin phi ảnh

Trong nghiên cứu, ngoài các chỉ tiêu trên ảnh, sử dụng thêm chỉ tiêu phi ảnh là giá trị độ dốc để xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng. Trong đó, mô hình độ dốc được xây dựng từ mô hình số độ cao (GDEM) đã được đưa về độ phân giải không gian 15 m bằng nội suy tuyến tính (Bi-linear). Giá trị độ dốc được trích xuất tương tự phương pháp lấy giá trị trên ảnh theo công thức (2.1).

2.2.4. Lựa chọn thuật toán xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng

Sử dụng phương pháp hồi quy để xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng cho đối tượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu với 4 dạng phương trình hồi quy tuyến tính đa biến, hồi quy đa phi tuyến tính cơ bản như sau:

$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_px_p$	(2.2)	$Y=b_0+b_1\ln(x_1)+b_2\ln(x_2)+\dots+b_p\ln(x_p)$	(2.3)
$\ln(Y)=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_px_p$	(2.4)	$\ln(Y)=b_0+b_1\ln(x_1)+b_2\ln(x_2)+\dots+b_p\ln(x_p)$	(2.5)

Trong đó: Y là trữ lượng rừng (biến phụ thuộc); x_i là giá trị trên ảnh hoặc phi ảnh trích xuất theo công thức 2.1 (biến độc lập); b_i là các hệ số của phương trình hồi quy.

2.2.5. Phương pháp xây dựng, xác định sai số của mô hình và lựa chọn mô hình tốt nhất

a. Phương pháp xây dựng mô hình

Xây dựng mô hình: Sử dụng tất cả các biến trên ảnh và phi ảnh để xây dựng mô hình và xác định sai số của mô hình theo 4 dạng hàm: (2.2), (2.3), (2.4) và (2.5) với thủ tục chọn biến được thực hiện theo phương pháp loại trừ dần (backward elimination)

trên phần mềm SPSS. Các phương trình đa biến xây dựng được phải đảm bảo yêu cầu: (1) phương trình tồn tại theo kiểm định F; (2) các hệ số b_i của phương trình tồn tại theo kiểm định t.

Xác định sai số của mô hình: sau khi xây dựng được mô hình tốt nhất cho từng dạng hàm, sai số của từng mô hình được xác định gồm: sai số tuyệt đối (MAE_{MH}), sai số tương đối ($MAE_{MH}(\%)$), sai số trung bình toàn phương ($RMSE_{MH}$), sai số trung bình toàn phương tương đối ($RMSE_{MH}(\%)$) được tính toán tương ứng theo các công thức: (2.6), (2.7), (2.8) và (2.9).

$$MAE_{MH} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (2.6)$$

$$MAE_{MH}(\%) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{100}{n} \sum_{j=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (2.7)$$

$$RMSE_{MH} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.8)$$

$$RMSE_{MH}(\%) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k 100 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right)^2} \quad (2.9)$$

Trong đó: n là số dữ liệu đánh giá của mỗi lần; y_i và \hat{y}_i là giá trị quan sát và dự đoán qua mô hình (y_i là trữ lượng rừng tại các OTC, \hat{y}_i là trữ lượng rừng dự đoán qua mô hình).

Lựa chọn mô hình tốt nhất: căn cứ vào sai số của các mô hình để chọn ra mô hình tốt nhất xác định trữ lượng rừng tại khu vực.

2.2.6. Phương pháp kiểm chứng mô hình xác định trữ lượng rừng

Sử dụng 33,3% số ô tiêu chuẩn (71 OTC) độc lập không tham gia xây dựng mô hình để kiểm chứng mô hình tối ưu. Sai số kiểm chứng mô hình gồm: Sai số kiểm chứng tuyệt đối (MAE_{KC}), sai số kiểm chứng tương đối ($MAE_{KC}(\%)$), sai số trung bình toàn phương kiểm chứng ($RMSE_{KC}$), sai số trung bình toàn phương tương đối kiểm chứng ($RMSE_{KC}(\%)$) được xác định tương tự theo các công thức (2.6), (2.7), (2.8) và (2.9).

Trong đó: n là số ô tiêu chuẩn sử dụng để kiểm chứng mô hình ($n=71$); $k=1$; y_i và \hat{y}_i là giá trị quan sát và dự đoán qua mô hình (y_i là trữ lượng rừng tại các OTC sử dụng để kiểm chứng mô hình, \hat{y}_i là trữ lượng rừng tại các ô tiêu chuẩn tương ứng dự đoán qua mô hình).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định trữ lượng rừng trên các ô tiêu chuẩn.

Kết quả thu thập số liệu, tính toán trữ lượng rừng tại vị trí các ô tiêu chuẩn và phân chia ô tiêu chuẩn để thăm dò mối quan hệ, xây dựng và kiểm chứng mô hình được thể hiện tại bảng 1.

Bảng 1. Thông tin chung về các OTC sử dụng trong nghiên cứu

Mục đích	Số OTC			M_{min} (m ³ /ha)	M_{max} (m ³ /ha)	M_{TB} (m ³ /ha)	
	Tổng	<100 (m ³ /ha)	100-200 (m ³ /ha)				>200 (m ³ /ha)
Tổng	214	86	98	30	11,8	301,6	123,3
Thăm dò mối quan hệ và xây dựng mô hình	143	57	66	20	11,8	290,8	123,8
Kiểm chứng mô hình	71	29	32	10	20,6	301,6	122,5

Trữ lượng rừng (M) tại vị trí các ô tiêu chuẩn điều tra dao động từ 11,8 đến 301,6 m³/ha. Trong đó, số OTC rừng nghèo (M<100 m³/ha) là 86 ô, số OTC rừng trung bình (M: 100-200 m³/ha) là 98 ô, số OTC rừng giàu (M>200 m³/ha) là 30 ô.

Trữ lượng rừng tại vị trí các ô tiêu chuẩn sử dụng để xây dựng mô hình dao động từ 11,8 đến 301,6 m³/ha. Trong đó, số OTC rừng nghèo là 57 ô, số OTC rừng trung bình là 66 ô, số OTC rừng giàu là 20 ô.

Trữ lượng rừng tại vị trí các ô tiêu chuẩn sử dụng để kiểm chứng mô hình dao động từ 20,6 m³/ha đến 290,8 m³/ha. Trong đó, số OTC rừng nghèo là 29 ô, số OTC rừng trung bình là 32 ô, số OTC rừng giàu là 10 ô.

Các OTC sử dụng để xây dựng, đánh giá sai số mô hình xác định trữ lượng cũng như các OTC sử dụng để kiểm chứng mô hình đại diện cho kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu do chúng phân bố trên toàn bộ khoảng trữ lượng của kiểu rừng này.

3.2. Kết quả xây dựng và tính toán sai số của các mô hình xác định trữ lượng

Từ các biến số đầu vào, với thủ tục chọn biến theo phương pháp loại trừ dần, xây dựng được 16 mô hình xác định trữ lượng. Các mô hình xác định trữ lượng rừng tối ưu theo 4 dạng hàm (2.2), (2.3), (2.4) và (2.5) được thể hiện tại bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng tối ưu theo 4 dạng hàm sử dụng

Dạng hàm	Biến số	b_i	Sig_{b_i}	b_0	F	r^2	$r^2_{điều chỉnh}$	MAE _{MH}	MAE _{MH} (%)	RMSE _{MH}	RMSE _{MH} (%)
(2.2)	HV(K) _{TB}	0,02656	0,00000	1.511,726	106,2	0,696	0,690	26,2	30,3	34,0	50,9
	PC1(K) _{TB}	0,09101	0,00000								
	DOC(K) _{TB}	3,09348	0,00003								
(2.3)	HV(K) _{TB}	945,82	0,00000	15.091,15	91,3	0,663	0,656	27,6	32,1	35,8	55,3
	PC1(K) _{TB}	591,29	0,00000								
	DOC(K) _{TB}	21,46	0,00013								
(2.4)	HV(K) _{TB}	0,00022	0,00000	10,19106	107,7	0,699	0,693	24,9	24,5	33,0	35,2
	PC(K) _{TB}	0,00096	0,00000								
	DOC(K) _{TB}	0,02024	0,00189								
(2.5)	HV(K) _{TB}	7,95398	0,00000	134,89	100,0	0,683	0,677	25,4	25,0	33,6	36,3
	PC1(K) _{TB}	6,30154	0,00000								
	DOC(K) _{TB}	0,13908	0,00395								

Trong bảng 2: giá trị HV(K)_{TB}, PC1(K)_{TB}, DOC(K)_{TB} lần lượt là giá trị trung bình trên ảnh HH, PC1 và mô hình số độ dốc tại phần giao giữa lô kiểm

kê chứa tâm OTC và hình vuông kích thước cửa sổ lọc ảnh 13x13; F là giá trị xác định sự tồn tại của phương trình theo kiểm định F; b_0 , b_i là các hệ số của

phương trình; Sig_{b_i} là giá trị xác định sự tồn tại của các hệ số b_i của phương trình ($Sig_{b_i} < 0,05$ thì hệ số b_i tồn tại); r^2 , r^2 điều chỉnh là hệ số xác định và hệ số xác định điều chỉnh của phương trình.

Kết quả tại bảng 2 cho thấy: Giá trị kiểm định F lớn hơn nhiều so với $F_{0,5}$, chứng tỏ các mô hình xác định trữ lượng tối ưu đều tồn tại. Các giá trị Sig_{b_i} đều nhỏ hơn 0,05 chứng tỏ các hệ số b_i đều tồn tại. Do đó, về mặt thống kê, khẳng định các mô hình xác định trữ lượng rừng nêu trên thực sự tồn tại.

Sai số xác định trữ lượng rừng của các mô hình tốt nhất theo dạng hàm biến động: MAE_{MH} : 24,9-27,6 m^3/ha , $MAE_{MH}(\%)$: 24,5-32,1%, $RMSE_{MH}$: 33,0-35,8 m^3/ha , $RMSE_{MH}(\%)$: 35,2-55,3%.

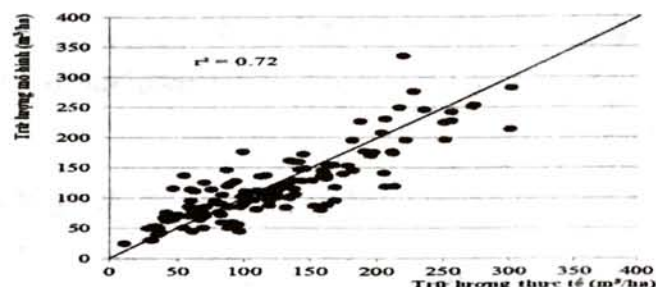
Căn cứ vào sai số của mô hình, lựa chọn mô hình tốt nhất theo dạng hàm (2.4) (mô hình tô đậm trên bảng 2) là mô hình tối ưu sử dụng để xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu.

3.3. Kết quả kiểm chứng mô hình xác định trữ lượng rừng tối ưu

Sử dụng các ô tiêu chuẩn độc lập không tham gia xây dựng mô hình (71 OTC) để chạy thử và kiểm chứng mô hình tối ưu lựa chọn được tại nội dung nghiên cứu 3.2. Sai số kiểm chứng của mô hình như sau: MAE_{KC} : 21,3 m^3/ha ; $MAE_{KC}(\%)$: 24,2%; $RMSE_{KC}$: 28,7 m^3/ha ; $RMSE_{KC}(\%)$: 40,6%.

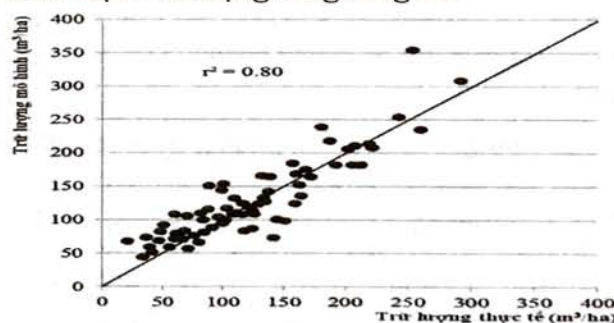
Chênh lệch giữa sai số tương đối của mô hình và kiểm chứng ($\Delta_{MAE(\%)}=0,3\%$); chênh lệch giữa sai số trung bình toàn phương tương đối của mô hình và kiểm chứng ($\Delta_{RMSE(\%)}=5,4\%$).

Biểu đồ mối quan hệ giữa: (1) trữ lượng tại vị trí các ô mẫu sử dụng để xây dựng mô hình và trữ lượng lý thuyết của mô hình; (2) trữ lượng tại vị trí các ô mẫu sử dụng để kiểm chứng mô hình và trữ lượng lý thuyết của mô hình tối ưu được thể hiện lần lượt tại hình 3 và 4.



Hình 3. Mối quan hệ giữa trữ lượng thực tế tại các ô mẫu sử dụng xây dựng mô hình và trữ lượng lý thuyết của mô hình tối ưu

Trên hình 3: là đám mây điểm thể hiện mối quan hệ giữa trữ lượng thực tế tại các ô mẫu sử dụng xây dựng mô hình và trữ lượng lý thuyết của mô hình xác định trữ lượng tối ưu. Trên hình 4: là đám mây điểm thể hiện mối quan hệ giữa trữ lượng thực tế tại các ô mẫu sử dụng kiểm chứng mô hình (không tham gia xây dựng mô hình) và trữ lượng lý thuyết xác định từ mô hình. Đường chéo trên cả 2 biểu đồ là đường thể hiện trữ lượng tại vị trí ô mẫu sử dụng xây dựng mô hình (hình 3) hoặc tại vị trí ô mẫu sử dụng để kiểm chứng mô hình (hình 4) bằng trữ lượng lý thuyết tính toán từ mô hình. Các điểm càng phân bố gần đường chéo thì giữa trữ lượng thực tế và trữ lượng xác định theo lý thuyết có chênh lệch càng nhỏ, nghĩa là mô hình xác định trữ lượng rừng càng tốt.



Hình 4. Mối quan hệ giữa trữ lượng thực tế tại các ô mẫu sử dụng kiểm chứng mô hình và trữ lượng lý thuyết của mô hình tối ưu

3.4. Thảo luận

Bảng 3. Kết quả tính toán sai số xác định trữ lượng rừng phân theo trạng thái rừng

Trạng thái rừng	MAE	MAE(%)	RMSE	RMSE(%)	MAE _{max}	MAE(%) _{max}
Nghèo	20,7	38,9	26,3	59,1	61,9	228,7
Trung bình	21,2	15,3	28,2	20,7	68,4	53,1
Giàu	23,4	9,8	36,1	14,7	101,8	40,3

Theo tiêu chí xác định và phân loại rừng tại Thông tư 34 (Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2009), kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu có thể phân thành 3 trạng thái rừng

chính sau: Rừng nghèo ($M \leq 100 m^3/ha$), rừng trung bình ($M: 100-200 m^3/ha$), rừng giàu ($M > 200 m^3/ha$). Đã phân chia các ô tiêu chuẩn kiểm chứng vào 3 trạng thái rừng căn cứ vào trữ lượng và sử dụng để

ình toán các giá trị sai số cho từng trạng thái rừng.
Kết quả tính toán được thể hiện tại bảng 3.

Kết quả tại bảng 3 cho thấy:

- Khi sử dụng mô hình để xác định trữ lượng rừng tại khu vực:

+ Sai số tuyệt đối (MAE) trung bình đến từng điểm ảnh tính cho từng trạng thái rừng có thể đạt được: rừng nghèo (20,7 m³/ha), rừng trung bình (21,2 m³/ha), rừng giàu (23,4 m³/ha). Sai số tuyệt đối lớn nhất (MAE_{max}), tính cho một vị trí cụ thể theo trạng thái: rừng nghèo (61,9 m³/ha), rừng trung bình (68,4 m³/ha), rừng giàu (101,8 m³/ha).

+ Sai số tương đối (MAE%) trung bình đến từng điểm ảnh tính cho từng trạng thái: rừng nghèo (38,9%), rừng trung bình (15,3%), rừng giàu (9,8%). Sai số tương đối lớn nhất (MAE(%)_{max}), tính cho một vị trí cụ thể theo trạng thái: rừng nghèo (228,7%), rừng trung bình (53,1%), rừng giàu (40,3%).

+ Sai số trung bình toàn phương (RMSE) theo trạng thái: rừng nghèo (26,3 m³/ha), rừng trung bình (28,2 m³/ha), rừng giàu (36,1 m³/ha).

+ Sai số trung bình toàn phương tương đối (RMSE%) theo trạng thái: rừng nghèo (59,1%), rừng trung bình (20,7%), rừng giàu (14,7%).

- Sai số tuyệt đối (MAE), sai số trung bình toàn phương (RMSE) tăng dần theo các trạng thái rừng từ nghèo, trung bình đến giàu. Trong khi đó, sai số tương đối (MAE%), sai số trung bình toàn phương tương đối (RMSE%) có xu hướng ngược lại, lớn nhất tại trạng thái rừng nghèo, tiếp theo đến rừng trung bình và nhỏ nhất ở trạng thái rừng giàu.

Trong mỗi trạng thái rừng: (1) tính phần trăm số điểm kiểm chứng có sai số tuyệt đối: <20 m³/ha, <40 m³/ha, <60 m³/ha và ≥80 m³/ha; (2) tính phần trăm số điểm kiểm chứng có sai số tương đối: <20%, <40%, <60% và ≥60%. Kết quả tính toán được thể hiện tại bảng 4.

Bảng 4. Phân bố phần trăm số điểm kiểm chứng theo ngưỡng giá trị sai số

Trạng thái rừng	Phân bố phần trăm số điểm kiểm chứng theo ngưỡng giá trị sai số (đơn vị tính: %)								
	Ngưỡng giá trị sai số tuyệt đối					Ngưỡng giá trị sai số tương đối			
	<20 (m ³ /ha)	<40 (m ³ /ha)	<60 (m ³ /ha)	<80 (m ³ /ha)	≥80 (m ³ /ha)	<20%	<40%	<60%	≥60%
Nghèo	58,6	82,8	96,6	100,0	0,0	41,4	65,5	79,3	20,7
Trung bình	56,3	84,4	96,9	100,0	0,0	68,8	93,8	100,0	0,0
Giàu	60,0	90,0	90,0	90,0	10,0	90,0	90,0	100,0	0,0

Kết quả tại bảng 4 cho thấy, khi kiểm chứng mô hình, chênh lệch giữa trữ lượng tính toán từ mô hình và trữ lượng thực tế (xác định trên OTC) tính cho một điểm ảnh, khi phân theo ngưỡng giá trị sai số, đạt được như sau:

Theo ngưỡng giá trị sai số tuyệt đối:

+ Trạng thái rừng nghèo có: 58,6% số điểm, trữ lượng khi xác định từ mô hình chênh lệch so với thực tế nhỏ hơn 20 m³/ha, 82,8% số điểm, trữ lượng khi xác định từ mô hình chênh lệch so với thực tế nhỏ hơn 40 m³/ha, 96,6% số điểm có chênh lệch trữ lượng giữa mô hình và thực tế nhỏ hơn 60 m³/ha, 100% số điểm có chênh lệch trữ lượng giữa kết quả tính từ mô hình so với thực tế nhỏ hơn 80 m³/ha (chênh lệch trữ lượng lớn nhất giữa kết quả xác định từ mô hình và thực tế tại một vị trí của trạng thái rừng nghèo là 61,9 m³/ha – bảng 3).

+ Trạng thái rừng trung bình có: 56,3% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và thực tế nhỏ hơn 20 m³/ha, 84,4% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và

thực tế nhỏ hơn 40 m³/ha, 96,9% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và thực tế nhỏ hơn 60 m³/ha, 100% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và thực tế nhỏ hơn 80 m³/ha (chênh lệch tại một vị trí lớn nhất với trạng thái rừng này là 68,4 m³/ha – bảng 3).

+ Trạng thái rừng giàu có: 60,0% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và thực tế nhỏ hơn 20 m³/ha, 90,0% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và thực tế nhỏ hơn 40 m³/ha, 10% số điểm có chênh lệch giữa mô hình và thực tế lớn hơn 80 m³/ha (chênh lệch lớn nhất tại một vị trí là: 101,8 m³/ha – bảng 3).

Theo ngưỡng giá trị sai số tương đối:

+ Nhỏ hơn 20% có: 41,4% số điểm rừng nghèo, 68,8% số điểm rừng trung bình và 90% số điểm rừng giàu đạt được theo ngưỡng sai số này.

+ Nhỏ hơn 40% có: 65,5% số điểm rừng nghèo, 93,8% số điểm rừng trung bình và 90% số điểm rừng giàu đạt được theo ngưỡng sai số này.

+ Nhỏ hơn 60% có: 79,3% số điểm rừng nghèo, 100% số điểm rừng trung bình và rừng giàu đạt được theo ngưỡng sai số này.

+ Vẫn còn 20,7% số điểm rừng nghèo cho sai số lớn hơn 60%. Đặc biệt với trạng thái rừng này mặc dù chênh lệch sai số tuyệt đối không lớn, nhưng sai số tương đối xác định trữ lượng rừng tính cho một điểm cụ thể mặc dù chiếm tỷ lệ nhỏ nhưng có thể lên đến 228,7%.

Với cùng loại ảnh và số liệu điều tra thực địa, khi sử dụng phương pháp trích xuất thông tin theo kích thước cửa sổ lọc, mô hình xác định trữ lượng rừng tốt nhất khi kích thước cửa sổ lọc ảnh là 13 x 13, cho sai số kiểm chứng: $RMSE=31,8 \text{ m}^3/\text{ha}$, $MAE=25,2 \text{ m}^3/\text{ha}$, $MAE\%=29,0\%$, $RMSE\%=48,0\%$ đều lớn hơn so với sai số của mô hình xác định trữ lượng rừng tối ưu của nghiên cứu này. Chứng tỏ, sử dụng đơn vị tính toán đồng nhất là lô kiểm kê rừng trên kích thước cửa sổ của ảnh điểm 13 x 13 đã làm giảm ảnh hưởng của nhiễu điểm ảnh trên ảnh ra đa dải L, giúp tăng độ chính xác của mô hình xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu.

Hiện nay, có hai phương pháp chính để lập bản đồ trữ lượng rừng: (1) dự đoán trữ lượng bằng các biến không gian liên tục; (2) gán trữ lượng trung bình theo trạng thái rừng/kiểu rừng. Trong điều kiện cụ thể tại tỉnh Đắk Nông, đối với kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, nếu không sử dụng ảnh vệ tinh, căn cứ vào bản đồ kết quả kiểm kê rừng, luôn có bản đồ ranh giới kiểu rừng nhưng không có bản đồ ranh giới các trạng thái rừng. Nguyên nhân là do kiểu rừng thường không thay đổi theo thời gian, nhưng trạng thái rừng phụ thuộc vào trữ lượng rừng nên luôn thay đổi theo thời gian, không có thông số về trữ lượng sẽ không biết được trạng thái rừng. Do đó, nếu sử dụng phương pháp thứ hai để xác định trữ lượng sẽ phải gán trữ lượng trung bình các ô tiêu chuẩn ($M_{TB}=123,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ – bảng 1) cho tất cả các vị trí trong kiểu rừng. Trong trường hợp này, sai số xác định trữ lượng đến từng điểm ảnh khi kiểm chứng thực tế trung bình có thể đạt đến: $MAE_{KC}=48,3 \text{ m}^3/\text{ha}$, $MAE_{KC}(\%)=58,7\%$, $RMSE_{KC}=59,9 \text{ m}^3/\text{ha}$, $RMSE_{KC}(\%)=97,7\%$. Rõ ràng, việc sử dụng ảnh vệ tinh để xác định trữ lượng rừng theo phương pháp thứ nhất (phương pháp sử dụng trong bài báo) đã cải thiện đáng kể sai số so với phương pháp thứ hai thường áp dụng tại Việt Nam.

Mặc dù chưa có công trình nào trên thế giới và ở Việt Nam nghiên cứu kết hợp 2 loại ảnh: ALOS-2/PALSAR-2 và LANDSAT-8 để xác định trữ lượng rừng. Song so với các nghiên cứu trên các loại ảnh có độ phân giải và bước sóng tương tự, cùng áp dụng phương pháp hồi quy đa biến như: Basuki et al. (2013), kết hợp ảnh ALOS PALSAR (ảnh thế hệ trước của ALOS-2/PALSAR-2 sử dụng trong nghiên cứu này) và LANDSAT-7 ETM (thế hệ trước của ảnh LANDSAT-8) để xác định sinh khối rừng cây họ Dầu (Dipterocarp) tại Indonesia các mô hình xác định sinh khối tốt nhất kết hợp từ 2 loại ảnh có sai số tương đối từ 18% đến 25%. Với cùng tư liệu ảnh như Basuki đã sử dụng, Attarchi và Gloaguen (2014), xác định sinh khối rừng tại Iran. Mô hình tốt nhất là sự kết hợp biến số từ 2 loại ảnh, có giá trị $r^2=0,76$. Songqiu et al (2014), kết hợp ảnh quang học WORLDVIEW-2 với ảnh ALOS PALSAR để xác định sinh khối trên mặt đất rừng tại Vườn Quốc gia Purple, Nam Kinh, Trung Quốc bằng phương pháp hồi quy tuyến tính đa biến. Mô hình tốt nhất có sai số tương đối đạt 17,1% là mô hình kết hợp của 2 loại ảnh nêu trên. Hamdan et al. (2014), kết hợp ảnh SPOT-5 và ALOS PALSAR để xác định trữ lượng rừng cây họ Dầu tại Malaysia. Mô hình tốt nhất có hệ số $r^2=0,80$. Jonathan et al (2013) kết hợp ảnh SPOT-5 và ALOS/PALSAR để xác định trữ lượng rừng tại Singapo. Mô hình tốt nhất cho sai số tương đối đạt 36%. Kết quả cho thấy, sai số khi kiểm chứng mô hình xác định trữ lượng rừng trong nghiên cứu nằm trong phạm vi sai số của các nghiên cứu trên thế giới trên tư liệu ảnh tương tự.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã lựa chọn được bộ tham số đầu vào tối ưu cho xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông từ việc kết hợp ảnh ALOS-2/PALSAR-2, ảnh LANDSAT-8 với bản đồ ranh giới lô kiểm kê rừng. Cụ thể, bộ tham số đầu vào tối ưu gồm giá trị tán xạ ngược kênh HV trên ảnh ALOS-2/PALSAR-2 kết hợp với giá trị kênh thành phần chính thứ nhất (PC1) trên ảnh LANDSAT-8 với khu vực lấy giá trị trên ảnh là phần giao giữa ranh giới lô kiểm kê rừng và kích thước cửa sổ của ảnh điểm 13 x 13.

Sử dụng kết hợp ảnh ALOS-2/PALSAR-2, LANDSAT-8 với phương pháp hồi quy đa biến để xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng tới từng điểm ảnh tại khu vực nghiên cứu, sai số của mô hình tối ưu

khí kiểm chứng thực tế đạt được như sau: MAE: 21,3 m³/ha, MAE(%): 24,2%, RMSE: 28,7 m³/ha, RMSE(%): 40,6%.

Sử dụng đơn vị tính toán đồng nhất là lô kiểm kê rừng trên kích thước cửa sổ của ảnh điểm 13x13 đã làm giảm ảnh hưởng của nhiễu điểm ảnh trên ảnh ra đa dải L, giúp tăng độ chính xác của mô hình xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu vực.

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu, tính riêng cho kiểu trạng thái rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, để xây dựng mô hình xác định trữ lượng trong tương lai cần có các điều kiện sau: (1) ảnh vệ tinh, (2) số liệu trữ lượng rừng điều tra từ hệ thống ô tiêu chuẩn tại mặt đất, (3) lớp bản đồ ranh giới lô kiểm kê rừng được cập nhật đến thời điểm tính toán.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam trong đề tài có mã số VAST01.05/16-17.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Attarchi, S. Richard Gloaguen (2014). *Improving the Estimation of Above Ground Biomass Using Dual Polarimetric PALSAR and ETM+ Data in the Hyrcanian Mountain Forest (Iran)*. Remote Sensing, No 6, pp 3693-3715.

2. Basuki, T. M. Andrew K. Skidmore, Yousif A. Hussin & Iris Van Duren (2013). *Estimating tropical forest biomass more accurately by integrating ALOS PALSAR and Landsat-7 ETM+ data*. International Journal of Remote Sensing, No 13, pp 4871 – 4888.

3. Bộ NN&PTNT (2009). *Thông tư 34/2009/TT-BNNPTNT ngày 10/6/2009 của Bộ Nông nghiệp và PTNT về tiêu chí xác định và phân loại rừng*.

4. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2012). *Quyết định 3183/QĐ-BNN-TCLN ngày 21/12/2012 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về việc hướng dẫn điều tra, kiểm kê rừng toàn quốc giai đoạn 2012-2015*.

5. Dobson, M. C. F. T. Ulaby, L. E. Pierce, T. L. Sharik, K. M. Bergen, J. Kellndorfer, J. R. Kendra, et al. (1995). *Estimation of forest Biomass Characteristics in Northern Michigan with SIR-C/XSAR Data*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, No 33, pp 877–894.

6. Du, L., T. Zhou, Z. Zou, X. Zhao, K. Huang, and H. Wu (2014). *Mapping Forest Biomass Using*

Remote Sensing and National Forest Inventory Data. Forests5: 1267–1283.

7. Fuchs, H., P. Magdon, C. Kleinn, and H. Flessa (2009). *Estimating Aboveground Carbon in a Catchment of the Siberian Forest Tundra: Combining Satellite Imagery and Field Inventory*. Remote Sensing of Environment113: 518–531.

8. Hamdan, O. M. R. Khairunnisa, A. A. Ammar, I. Mohd Hasmadi, H. Khali Aziz1 (2013). *Mangrove carbon stock assessment by optical satellite imagery*. Journal of Tropical Forest Science, No 25, pp 554–565.

9. Hamdan, O., I. Mohd Hasmadi, H. Khali Aziz1 (2014). *Combination of SPOT-5 and Alos Palsar images in estimating aboveground biomass of lowland Dipterocarp forest*. Earth and Environmental, No 18, pp 1-6.

10. Huang, Y. P., J. S. Chen (2013). *Advances in the Estimation of Forest Biomass Based on SAR Data*. Remote Sensing for Land and Resources, No 25, pp 7–13.

11. Jonathan, Y. G. Jukka Miettinen, Aik Song Chia, Ping Ting Chew, Soo Chin Liew (2013). *Biomass Estimation in Humid Tropical Forest Using a Combination of ALOS PALSAR and Spot 5 Satellite Imagery*. Asian Journal of Geoinformatics, No 4.

12. Kasischke, E. S., Melack, J. M. and Dobson, M. C. (1997). *The use of imaging radars for ecological applications – a review*. Remote Sensing of Environment, No 59, pp 141-156.

13. Lu, D. (2006). *The potential and challenge of remote sensing – based biomass estimation*. International Journal of Remote Sensing, No 27:7, pp 1297-1328.

14. Lu, D., Q. Chen, G. Wang, E. Moran, M. Batistella, M. Zhang, G. Vaglio Laurin, and D. Saah (2012). *Aboveground Forest Biomass Estimation with Landsat and LiDAR Data and Uncertainty Analysis of the Estimates*. International Journal of Forestry Research 2012: 16.

15. Luther, J. E., R. A. Fournier, D. E. Piercey, L. Guindon, and R. J. Hall (2006). *Biomass Mapping Using Forest Type and Structure Derived from Landsat TM Imagery*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation8: 173–187.

16. Song, C. (2013). *Optical Remote Sensing of Forest Leaf Area Index and Biomass*. Progress in Physical Geography, Vol. 37, No 1, pp 98–113.

17. Songqiu, D., Masato Katoh, Qingwei Guan, Na Yin, Mingyang Li (2014). *Estimating Forest Aboveground Biomass by Combining ALOS PALSAR and WorldView-2 Data: A Case Study at Purple Mountain National Park, Nanjing, China*. Remote Sens, No 6, pp 7878-7910.

18. UBND tỉnh Đắk Nông (2017). *Báo cáo kết quả rà soát, điều chỉnh quy hoạch ba loại rừng tỉnh Đắk Nông*.

19. UBND tỉnh Đắk Nông (2015). *Quyết định số 67/QĐ-UBND ngày 14/01/2015 của UBND tỉnh Đắk Nông về việc phê duyệt, công bố kết quả kiểm kê rừng tỉnh Đắk Nông*.

20. Viện Điều tra Quy hoạch rừng (1995). *Sổ tay điều tra quy hoạch rừng*. Nhà xuất bản Lâm nghiệp, Hà Nội.

DEVELOPING A MODEL FOR WOOD VOLUME ESTIMATION OF NATURAL EVERGREEN BROADLEAF FOREST IN DAK NONG PROVINCE USING REMOTE SENSING DATA

**Pham Van Duan, Nguyen Thanh Hoan,
Nguyen Trong Binh, Vu Thi Thin**

Summary

Forest wood volume map is an important tool for managing forest resources and implementing forestry policies. Optical remote sensing data can provide information about the surface structure of the forest canopy, chlorophyll density, etc. While radar image band L is capable of penetrating the forest canopy and is mainly reflected by the tree body and branches should be able to provide information on wood volume under forest canopy. One of the main disadvantages of radar image is speckle noise. To reduce the effect of speckle noise in radar images, this study used a statistical unit of forest inventory plot on the window size of 13x13 pixels as the homogeneous areas. Combining Landsat-8 image (optical data) and ALOS-2/PALSAR-2 (radar image band L) on homogeneous units of forest inventory plots is expected to get the best accuracy in wood volume estimation of natural evergreen broadleaf forest. 214 sample plots were used in this study, in which 143 sample plots were selected randomly for developing optimal model and 71 sample plots were used for validation. The errors in wood volume estimation using the optimal model are as following: RMSE = 28.7 m³/ha, absolute error (MAE) = 21.3 m³/ha, relative error (MAE%) = 24.2%, relative RMSE% = 40.6%. The result of this study could be applied to estimate wood volume of natural evergreen broadleaf forest for other regions with the similar conditions to Dak Nong province.

Keywords: *ALOS-2/PALSAR-2, LANDSAT-8, NFIS, Dak Nong province, natural evergreen broadleaf forest, wood volume.*

Người phản biện: TS. Lê Anh Hùng

Ngày nhận bài: 17/11/2017

Ngày thông qua phản biện: 18/12/2017

Ngày duyệt đăng: 25/12/2017