

Ứng dụng phân tích đa tiêu chí mờ kết hợp GIS xây dựng bản đồ chất lượng dinh dưỡng đất cho hoạt động canh tác hồ tiêu

Nguyễn Thanh Trúc¹, Nguyễn Thị Thảo Sương², Nguyễn Hoàng Anh^{2,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Hoạt động sản xuất nông nghiệp gia tăng sẽ đi kèm với sự suy giảm chất lượng đất đặc biệt là các chất dinh dưỡng sẵn có như đạm (N), lân (P) và kali (K). Do đó, việc lập kế hoạch sản xuất cây trồng phải tính đến hàm lượng dinh dưỡng sẵn có của từng loại đất và sự phân bố theo không gian của các chất dinh dưỡng này. Đồng thời cũng tính đến nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng ở từng giai đoạn phát triển của chúng. Tuy nhiên, rất khó có thể dự đoán mức độ sẵn có của chất dinh dưỡng và nhu cầu cần thiết của cây trồng vì sự không chắc chắn của dữ liệu và sự phức tạp của các quá trình tự nhiên, trong khi đó nông dân lại có xu hướng bổ cập phân hóa học dựa theo kinh nghiệm. Vì thế, cần thiết xây dựng một công cụ hỗ trợ quyết định việc bổ cập liều lượng thích hợp chất dinh dưỡng cho cây trồng tương ứng với hiện trạng sẵn có của chúng trong đất, nhằm tiết kiệm chi phí trong canh tác nông nghiệp và hạn chế các tổn dư gây hại cho môi trường gây ra do sử dụng quá mức lượng hóa chất bảo vệ thực vật. Trong bài báo này, các bản đồ về phân vùng mức độ chất dinh dưỡng N, P, K cho hoạt động canh tác hồ tiêu được tạo ra cho từng giai đoạn sinh trưởng của hồ tiêu. Các bản đồ này được phát triển dựa trên việc kết hợp phân tích đa tiêu chí và giải thuật logic mờ (Fuzzy Logic) cùng phương pháp GIS. Dữ liệu bản đồ về lượng chất dinh dưỡng trong đất được sử dụng làm đầu vào cho hệ thống. Các bản đồ phân vùng mức độ chất dinh dưỡng này sẽ tạo cơ sở cho việc lập kế hoạch chăm sóc hồ tiêu cụ thể theo từng giai đoạn phát triển và trên từng phân vùng mức độ dinh dưỡng của khu vực canh tác.

Từ khoá: phân tích đa tiêu chí, logic mờ (fuzzy logic), bản đồ phân vùng, hồ tiêu, chất dinh dưỡng, NPK, GIS

GIỚI THIỆU

Từ lâu hồ tiêu được biết tới là loài cây công nghiệp có đóng góp cao vào sự phát triển kinh tế của nước ta. Vì vậy, những năm gần đây diện tích hồ tiêu tăng lên nhanh chóng, hiện tượng canh tác “đầu vào cao” đã và đang diễn ra gây tiềm ẩn nhiều rủi ro mà biểu hiện thực tế là tình trạng vụ mùa không ổn định, dễ bùng phát các hiện tượng bệnh hại nguy hiểm làm xáo trộn chu kỳ kinh doanh hồ tiêu và năng suất hồ tiêu trở nên không ổn định giữa các năm. Hiện tượng canh tác nông nghiệp “đầu vào cao” biểu hiện cụ thể ở việc bổ sung một cách không kiểm soát các loại phân hóa học khác nhau nhằm tăng năng suất cây trồng, việc này đã gây ra nhiều tác động tiêu cực không chỉ gây lãng phí về mặt kinh tế mà còn làm suy thoái chất lượng đất và gây ô nhiễm môi trường^{1,2}.

Trên thực tế, việc sử dụng các liều lượng phân bón hóa học đa phần phụ thuộc vào kinh nghiệm của người nông dân. Điều này dễ gây ra hiện tượng mất cân bằng trong việc bổ sung chất dinh dưỡng cho cây trồng bởi tùy thuộc vào lượng dinh dưỡng sẵn có trong môi trường đất mà nhu cầu cần thêm và liều lượng bao nhiêu sẽ có thể được xác định, lượng dinh dưỡng tự

nhiên có sẵn phụ thuộc vào đặc tính của từng loại đất khác nhau. Ngoài ra, lượng dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng còn tùy thuộc vào giai đoạn phát triển của cây, người nông dân cần phải bổ sung một lượng N, P, K thích hợp để cây tiêu phát triển một cách tối ưu tương ứng với giai đoạn sinh trưởng của chúng để đạt được năng suất cao nhất. Do đó, việc khảo sát lượng sẵn có trong môi trường đất và nhu cầu phân bón cho từng giai đoạn phát triển của cây trồng đóng vai trò then chốt trong quá trình ra quyết định về liều lượng thích hợp của phân bón hóa học sử dụng.

Do tính phức tạp của dữ liệu đầu vào, cùng với tính chất dữ liệu đa dạng như ảnh, số, chuỗi... và chất lượng dữ liệu thiếu độ tin cậy, chứa đựng nhiều sai sót vì rất khó có thể đo đạc một cách đầy đủ và chính xác cũng như không thể tránh khỏi những sai sót trong quá trình nhập liệu và thao tác lưu trữ; cho nên cần phải trải qua một quá trình phân tích và tính toán phức tạp mới cho ra những thông tin khái quát hỗ trợ cho nhà quản lý, dẫn đến nhu cầu xây dựng những công cụ tự động hỗ trợ cho việc quản lý tài nguyên đất là hết sức cần thiết.

Các công cụ và phương pháp nhằm mục đích hỗ trợ trong việc ra quyết định cho một vấn đề cụ thể ngày

¹Viện Môi Trường và Tài Nguyên – Đại học Quốc gia TP.HCM, Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa – Đại học Quốc gia TP.HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Hoàng Anh, Trường Đại học Bách khoa – Đại học Quốc gia TP.HCM, Việt Nam

Email: hoanganhnguyen@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 06-8-2021
- Ngày chấp nhận: 02-10-2021
- Ngày đăng: 07-11-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5i2.631



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Trúc N T, Sương N T T, Anh N H. **Ứng dụng phân tích đa tiêu chí mờ kết hợp GIS xây dựng bản đồ chất lượng dinh dưỡng đất cho hoạt động canh tác hồ tiêu.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):408-416.

ngày đã được phát triển và được áp dụng khá phổ biến. Phân tích quyết định đa tiêu chí (MCDA) là một phương pháp hiệu quả được áp dụng trong nghiên cứu này để đánh giá tính phù hợp của chất dinh dưỡng tại từng địa điểm. Phương pháp này tính toán đến các thông số hoặc số liệu kể cả định tính và định lượng và kết hợp chúng để đưa ra kết quả cuối cùng³. Mặt khác, GIS là công nghệ tiên tiến và có nhiều ưu điểm nổi bật, như tính trực quan, sinh động và đặc biệt ưu thế trong việc xử lý dữ liệu không gian. Vì vậy, hầu hết các công cụ hỗ trợ quản lý sử dụng đất hiện nay đều dựa trên công nghệ này. Tuy nhiên, việc tiếp cận để xây dựng những sản phẩm chuyên để hầu hết chỉ dựa vào kỹ thuật chồng lớp có sẵn trên GIS để xuất bản đồ kết quả; việc này đơn giản chỉ là việc ‘lập trình lại’ các tiêu chí dùng để đánh giá, cho nên hầu như chưa thể khắc phục được các nhược điểm do sự thiếu sót và do lỗi đo đạc dữ liệu mang lại. Để cải thiện tình trạng này, cần thiết phải mở rộng nghiên cứu các lý thuyết tính toán và suy luận nhằm làm cho công cụ trở nên ‘thông minh’ hơn, từ đó hỗ trợ tốt hơn cho nhà quản lý.

Giải thuật logic mờ (fuzzy logic) đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới đặc biệt trong lĩnh vực nông nghiệp. Phương pháp này có thể đưa ra các quyết định trong điều kiện thông tin không chính xác, không chắc chắn và không đầy đủ. Các nghiên cứu ngày nay ứng dụng Fuzzy Logic trong nhiều lĩnh vực, chẳng hạn trong đánh giá độ phì nhiêu của đất⁴, xây dựng hệ hỗ trợ ra quyết định cho việc sử dụng phân bón⁵, Tuy nhiên, Fuzzy Logic chưa được áp dụng rộng rãi trong công tác tích hợp dữ liệu xây dựng các dạng bản đồ phân vùng ở Việt Nam. Mặc dù vậy, cũng đã có một số nghiên cứu liên quan đến sử dụng Fuzzy Logic trong lĩnh vực viễn thám^{6,7} và các lĩnh vực ra quyết định vận hành các hệ thống thủy lợi⁸,...

Trong nghiên cứu này, fuzzy logic được áp dụng để tính toán và phân vùng mức độ liều lượng dinh dưỡng trong môi trường đất và đánh giá mức độ phù hợp để cung cấp cho hồ tiêu tương ứng với 3 giai đoạn phát triển của hồ tiêu, gồm: giai đoạn 1 là trồng mới, giai đoạn 2 là kiến thiết cơ bản và giai đoạn 3 là hồ tiêu bắt đầu kinh doanh; từ đó để xuất quy trình xây dựng một công cụ hỗ trợ ra quyết định trong việc xác định liều lượng phân bón thích hợp có tích hợp bộ điều khiển mờ.

Mục tiêu của nghiên cứu này là tạo ra bộ bản đồ phân vùng lượng chất dinh dưỡng N, P, K sẵn có trong môi trường đất và mức độ thích hợp của chúng cho từng giai đoạn phát triển hồ tiêu. Phương pháp phân tích quyết định đa tiêu chí dựa trên bộ điều khiển mờ được nhúng vào môi trường GIS, phần mềm ArcGIS phiên bản 10.4, đã được áp dụng trong quá trình xây

dựng các bản đồ này. Nghiên cứu này có thể hỗ trợ nông dân trong việc tối ưu hóa liều lượng phân bón sử dụng bằng cách thêm vào lượng vừa đủ tương ứng với hiện trạng phát triển của cây trồng và hiện trạng dinh dưỡng đang có sẵn trong đất, góp phần gia tăng khả năng sử dụng bền vững các chất dinh dưỡng trong môi trường đất và tiết kiệm chi phí trong canh tác hồ tiêu.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu

Huyện Trảng Bom (Hình 1) thuộc tỉnh Đồng Nai, miền nam Việt Nam. Là khu vực địa hình trung du. Địa hình ở Trảng Bom tương đối bằng phẳng với hơn 85% diện tích có độ dốc từ 0° đến 8°, địa hình có xu hướng thấp dần từ bắc xuống nam. Vùng này nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo. Nhiệt độ trung bình năm từ 25 - 26°C, lượng mưa trung bình khoảng 1.800 - 2.000 mm/năm. Khí hậu chia làm hai mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10 và mùa khô từ tháng 11 đến tháng 3 hoặc tháng 4 năm sau. Đất ở Trảng Bom gồm 5 nhóm chính: Đất đỏ (Ferralsols), đất đen (Luvisols), đất gley, Đất xám (Acrisols) và đất tầng mỏng (Leptosols). Các chất dinh dưỡng và mùn trong đất đỏ, đất đen – những khu vực tập trung cao diện tích trồng hồ tiêu – tương đối cao ngoại trừ kali. Điều kiện tự nhiên nơi này rất thích hợp cho việc phát triển nông nghiệp kể cả canh tác cây trồng lâu năm và hàng năm. Do có nhiều điều kiện thuận lợi nên Trảng Bom có diện tích đất nông nghiệp lớn, chiếm 67,9% (năm 2018) tổng diện tích đất của huyện.

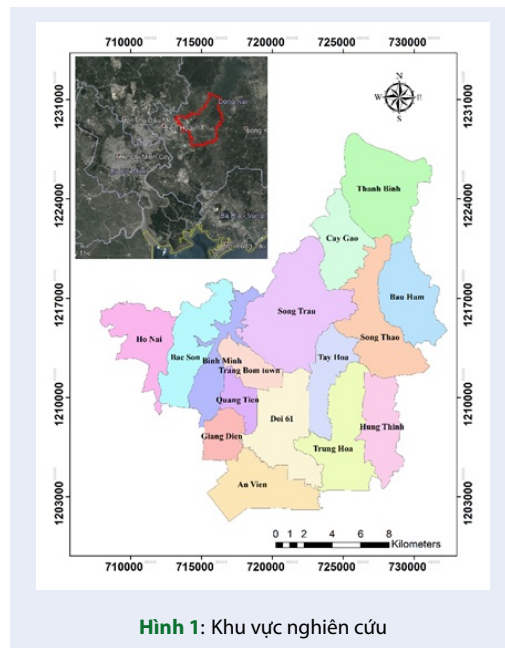
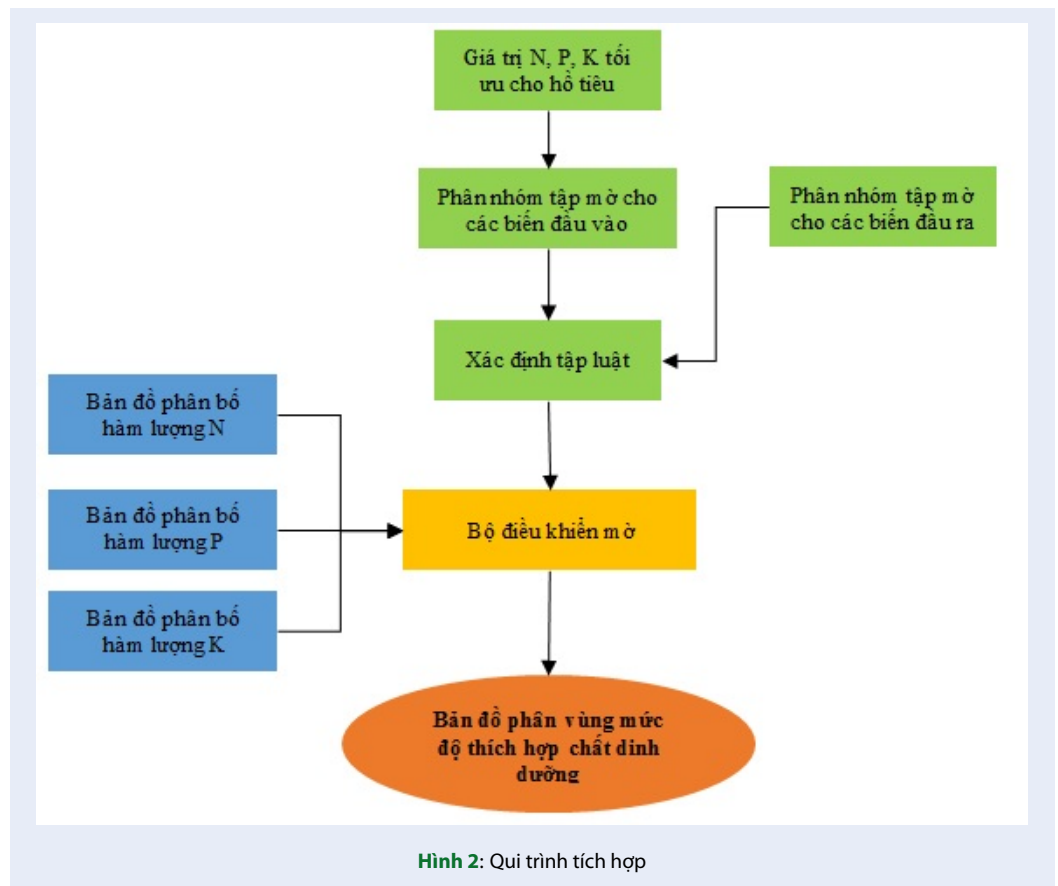
Dữ liệu đầu vào và quy trình tích hợp

Việc xây dựng bản đồ phân vùng mức độ thích hợp chất dinh dưỡng cho cây hồ tiêu dựa trên việc kế thừa và thống kê các số liệu từ các nghiên cứu trước đây về lượng chất dinh dưỡng N, P, K cần thiết cho sự phát triển của cây hồ tiêu ở từng giai đoạn phát triển. Các yếu tố được chọn để phân tích cùng với dữ liệu đi kèm bao gồm bản đồ thổ nhưỡng, tỷ lệ 1:50.000, cùng với số liệu về hàm lượng chất dinh dưỡng N, P, K của mỗi loại đất tại khu vực nghiên cứu. Dữ liệu bản đồ được chuẩn hóa theo hệ tọa độ VN2000 và lưu trữ theo định dạng của phần mềm ArcGIS. Quy trình tích hợp các dữ liệu bản đồ được thể hiện ở Hình 2.

Phương pháp thực hiện

Phương pháp xử lý số liệu

Nghiên cứu đã kế thừa và thu thập các số liệu từ các nghiên cứu trước đây về lượng chất dinh dưỡng N, P, K trong môi trường đất vùng nghiên cứu và lượng cần



thiết cho sự phát triển của hồ tiêu trong từng giai đoạn phát triển. Các số liệu và thông tin được xử lý, thống kê và phân ngưỡng và đưa vào dữ liệu thuộc tính của các lớp dữ liệu GIS.

Phương pháp lập trình, ngôn ngữ R

Phương pháp lập trình được thực hiện trên ngôn ngữ lập trình R để xây dựng hàm thành viên cho các biến N, P, K và biến đầu ra xác định sự thích hợp của hàm lượng N, P, K trong đất cho sự phát triển của hồ tiêu.

Giải thuật Logic mờ (Fuzzy Logic)

Fuzzy Logic được phát triển từ lý thuyết tập mờ để thực hiện lập luận một cách xấp xỉ thay vì lập luận chính xác theo logic cổ điển. Logic mờ có thể được coi là một ứng dụng của lý thuyết tập mờ để xử lý các giá trị trong thế giới thực cho các bài toán phức tạp⁹. Một hệ Fuzzy có thể bao gồm nhiều tập mờ (fuzzy set). Tập mờ là một tập hợp mà mỗi phần tử cơ bản x của nó được gán thêm một giá trị thực $\mu_A(x)$ nằm trong khoảng $[0,1]$ để biểu thị độ phụ thuộc của phần tử đó vào tập đã cho. Khi độ phụ thuộc bằng 0 thì phần tử cơ bản đó không thuộc tập đã cho, ngược lại nếu bằng

1 thì phần tử thuộc tập hợp với xác suất 100%. Vì thế, tập mờ là tập hợp các cặp $(x, \mu_A(x))$.

Bước đầu tiên trong việc thành lập Fuzzy Logic là xây dựng hàm thành viên tập mờ và toán tử của tập mờ. Có hai phương pháp xây dựng hàm thành viên tập mờ thường dùng là phương pháp trực quan và phương pháp chuyên gia. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng phương pháp trực quan làm nền tảng để định nghĩa các hàm thành viên.

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích dữ liệu và xác định các biến, phân chia cấp độ thích hợp dinh dưỡng cho sự phát triển của hồ tiêu. Thời gian phát triển cây hồ tiêu được xác định dựa trên phân tích các kết quả nghiên cứu của Wahid P và Site D, và Ann^{10,11} kết hợp với tham khảo tài liệu tập huấn về sản xuất hồ tiêu bền vững của Việt Nam¹². Theo đó, mức độ hấp thu dinh dưỡng N, P và K trong các bộ phận của hồ tiêu tùy thuộc vào các giai đoạn sinh trưởng của hồ tiêu, gồm 3 giai đoạn sinh trưởng chủ yếu:

- Giai đoạn 1 (18 tháng đầu sau khi trồng), tương ứng với thời kỳ sinh trưởng ban đầu của cây tiêu.

- Giai đoạn 2 (18 đến 26 tháng), tương ứng với thời kỳ sinh trưởng và bắt đầu phát triển quả, đây là giai đoạn quan trọng nhất để quyết định mức sản lượng của hạt tiêu đen.

- Giai đoạn 3 (28 tháng trở đi), tương ứng với thời kỳ sản lượng cao, đây là giai đoạn cây tiêu cho năng suất thu hoạch cao nhất.

Trên cơ sở đó, đầu vào của tập dữ liệu được xác định bao gồm lượng N, P, K cần cung cấp cho cây tiêu trong từng giai đoạn phát triển (Bảng 1). Thông qua hệ thống suy luận mờ, các thông số được điều chỉnh để phù hợp với việc xây dựng bộ bản đồ phân vùng. Các chất dinh dưỡng N, P, K được nhóm lại thành ba mức độ thích hợp cho dinh dưỡng cho hồ tiêu là thấp, trung bình và cao (Bảng 1).

Đầu ra của hệ thống suy luận mờ là một tập mờ tổng hợp (được ký hiệu là u) chứa các biến ngôn ngữ xác định mức độ thích hợp của lượng N, P, K trong đất cho nhu cầu của hồ tiêu. Với biến u nêu trên, ta có các tập mờ phân chia mức độ thích hợp dinh dưỡng sẵn có cho việc trồng hồ tiêu như sau: không thích hợp: $u(KTH)$, tương đối thích hợp: $u(TDTH)$, thích hợp: $u(TH)$, rất thích hợp: $u(RTH)$.

Quá trình suy luận logic mờ liên quan đến các chức năng thành viên, toán tử logic mờ và các quy tắc "IF-THEN". Quy luật thông thường trong một mô hình logic mờ có dạng sau:

IF Input 1 = x AND Input 2 = y , THEN Output is $z = ax + by + c$

Ở đây, chúng ta coi cấp độ đầu ra z là hằng số ($a = b = 0$).

Bảng 1: Hàm lượng NPK (%) cần thiết cho mỗi giai đoạn phát triển của hồ tiêu

Chất dinh dưỡng	Giá trị biến mờ		
	Thấp (L)	Trung bình (M)	Cao (H)
Giai đoạn 1 (18 tháng đầu)			
N	<16	16-36	>36
P	<15	15-35	>35
K	<31	31-51	>51
Giai đoạn 2 (18 – 26 tháng)			
N	<25	25-45	>45
P	<40	40-60	>60
K	<41	41-61	>61
Giai đoạn 3 (từ 28 tháng trở đi)			
N	<14	14-34	>34
P	<15	15-35	>35
K	<40	40-60	>60

Dựa trên các phân nhóm của các giá trị ở các biến đầu vào (N, P, K), thông qua các hàm thành viên và các biến đầu ra (không thích hợp, tương đối thích hợp, thích hợp, rất thích hợp), các quy luật về mức độ thích hợp dinh dưỡng được xây dựng. Quy luật cho nghiên cứu này tuân theo quy tắc Mamdani, gồm có 27 trường hợp được liệt kê trong Bảng 2.

Các phạm vi dinh dưỡng N, P, K trong mỗi giai đoạn phát triển của hồ tiêu như được nêu ở Bảng 1 đã được chuyển đổi thành các tập mờ tương đương với các hàm liên thuộc riêng lẻ được gán và được mô tả trong Hình 3.

Phương pháp GIS

Phương pháp GIS được sử dụng để tạo ra các bản đồ nền dựa trên giá trị của các lớp dữ liệu N, P, K và thành lập bộ bản đồ Fuzzy về mức độ thích hợp của hàm lượng các chất dinh dưỡng sẵn có trong môi trường đất cho sinh trưởng của hồ tiêu ở các giai đoạn phát triển.

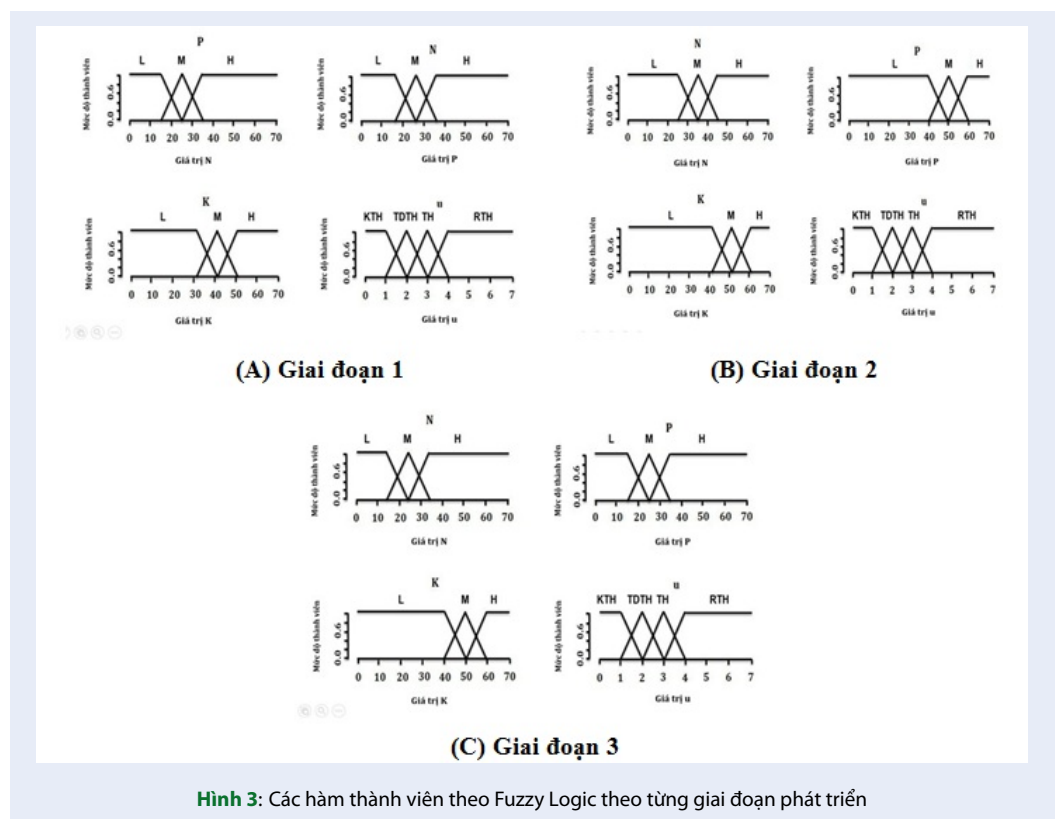
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tích hợp các lớp dữ liệu trên cơ sở áp dụng bộ điều khiển Fuzzy Logic đã tạo nên bộ bản đồ đánh giá chất lượng môi trường đất cho từng giai đoạn phát triển của cây tiêu như thể hiện trên Hình 4.

Kết quả cho thấy, ở giai đoạn đầu phát triển của hồ tiêu (Hình 4 A), phần lớn diện tích đất thuộc mức

Bảng 2: Bộ quy luật Fuzzy Logic để dự đoán sự thích hợp của N, P, K

Trường hợp	Dữ liệu đầu vào			Đầu ra	Trường hợp	Dữ liệu đầu vào			Đầu ra
	N	P	K	u		N	P	K	u
1	H	H	H	RTH	15	M	H	M	TH
2	H	L	L	KTH	16	M	H	H	RTH
3	H	L	H	TH	17	M	L	H	TDTH
4	H	H	L	TH	18	M	H	L	TDTH
5	H	H	M	RTH	19	L	L	L	KTH
6	H	M	M	TH	20	L	H	H	TH
7	H	M	H	RTH	21	L	H	L	TDTH
8	H	M	L	TDTH	22	L	L	H	TDTH
9	H	L	M	TDTH	23	L	M	M	TDTH
10	M	M	M	TH	24	L	M	L	KTH
11	M	L	L	KTH	25	L	L	M	KTH
12	M	L	M	TDTH	26	L	H	M	TDTH
13	M	M	L	TDTH	27	L	M	H	TDTH
14	M	M	H	TH					



Hình 3: Các hàm thành viên theo Fuzzy Logic theo từng giai đoạn phát triển

rất thích hợp cho canh tác hồ tiêu (khoảng 70% diện tích huyện Trảng Bom) chủ yếu phân bố trên các loại đất thuộc nhóm đất đen và nhóm đất đỏ vàng, đây là những nhóm đất có đặc điểm và tính chất đất thích hợp cho canh tác cây lâu năm đặc biệt là hồ tiêu. Diện tích đất được đánh giá tương đối thích hợp để canh tác hồ tiêu chiếm 14%, thuộc 3 loại đất còn lại của vùng là đất xám điển hình, đất xám vàng và đất gley. Còn lại 16% là diện tích đất không thích hợp, tập trung ở các loại đất xám gley, đất xám cơ giới nhẹ và đất tầng nông chua. Trong nghiên cứu của Phạm Quang Khanh¹³ về hệ thống đất trong nông nghiệp vùng Đông Nam Bộ cũng cho thấy rằng phần lớn diện tích đất ở huyện Trảng Bom là đất đen và đất đỏ. Hai loại đất này có độ phì nhiêu khá cao (mùn tổng số 2-4%, lân tổng số 0,1-0,4%), viên hạt toi xốp, khả năng giữ nước và phân tốt, thích hợp với khá nhiều loại cây trồng đặc biệt là cây lâu năm có giá trị kinh tế cao như hồ tiêu, cao su, cà phê và cây ăn quả.

Đối với giai đoạn phát triển tiếp theo (Hình 4 B), hàm lượng chất dinh dưỡng của vùng không còn đáp ứng cho sự sinh trưởng và phát triển cho cây hồ tiêu. Với hơn 73% diện tích vùng nghiên cứu chỉ đạt mức tương đối thích hợp và những khu vực này chủ yếu thuộc nhóm đất đen và đất đỏ. Vì giai đoạn 2 cần bổ sung một lượng N, P, K gần như gấp đôi so với giai đoạn 1, đây là giai đoạn cần thiết để cây bổ sung một lượng lớn chất dinh dưỡng cho quá trình ra hoa và kết quả¹¹. Đối với giai đoạn 3, mức độ phù hợp dinh dưỡng của đất toàn huyện Trảng Bom cho canh tác hồ tiêu phân bố khá phức tạp. Nhìn chung chủ yếu là các loại đất thuộc mức độ rất thích hợp và không thích hợp, các khu vực đất có đánh giá thích hợp và tương đối thích hợp chỉ chiếm một phần nhỏ và phân bố khá rải rác trên toàn khu vực. Diện tích phân bố mức độ đánh giá đất thích nghi của huyện được thể hiện qua Hình 4(C).

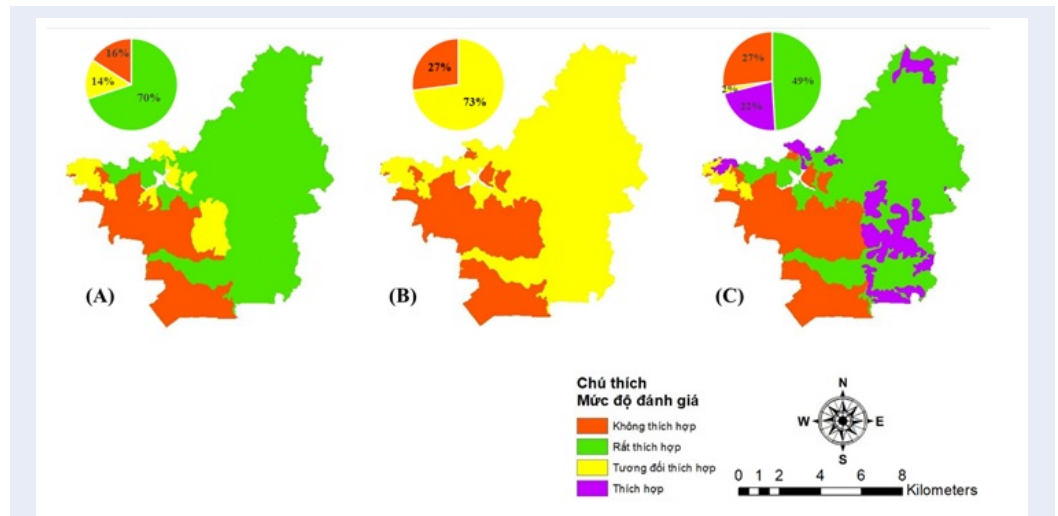
Để cây tiêu phát triển tối ưu cần bổ cập một lượng phân bón N, P, K thích hợp trên những khu vực có mức đánh giá không thích hợp và tương đối thích hợp để nâng chất lượng đất lên mức rất thích hợp giúp cây tiêu có đầy đủ lượng chất dinh dưỡng để sinh trưởng và phát triển, chuẩn bị bước vào thời kỳ cho năng suất trong giai đoạn tiếp theo.

Mỗi loại đất khác nhau sẽ có những đặc tính và thành phần chất dinh dưỡng khác nhau, trên nền tảng hàm lượng N, P, K sẵn có trong nền đất tự nhiên của huyện Trảng Bom kết hợp với dữ liệu N, P, K cần thiết để cây tiêu phát triển tối ưu nhất trong từng thời kỳ, bộ bản đồ đánh giá mức độ thích hợp dinh dưỡng được thành lập. Thông tin cung cấp từ bộ bản đồ này sẽ giúp định vị được vị trí và phạm vi phân bố của hàm lượng dinh dưỡng trong đất, từ đó có thể tiến hành

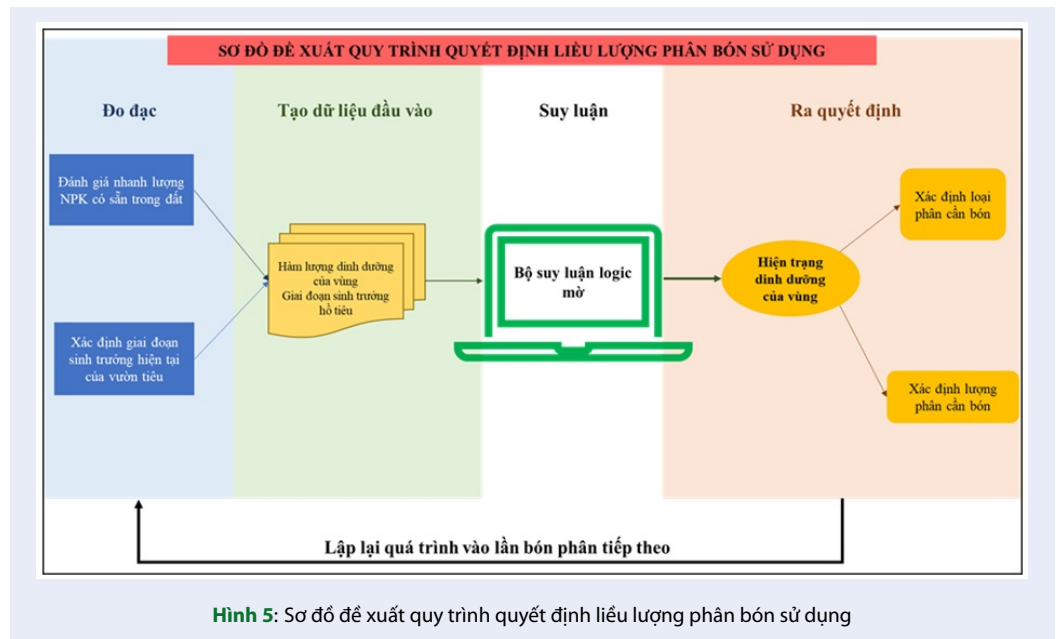
tính toán và đề xuất lượng phân bón N, P, K cần thiết để bổ cập cho từng loại đất trồng tiêu. Trường hợp điển hình trong nghiên cứu này cho thấy, lượng N, P, K cần thiết bổ cập thêm cho canh tác hồ tiêu ở từng giai đoạn được xác định. Lượng bổ cập được tính toán bằng cách lấy lượng N, P, K vừa đủ giúp cây tiêu phát triển tối ưu nhất ở mỗi giai đoạn trừ đi lượng N, P, K có sẵn trong đất. Việc này sẽ giúp cây tiêu có đủ chất dinh dưỡng cần thiết để cho năng suất cao nhất và giúp người nông dân huyện Trảng Bom tiết kiệm chi phí đầu tư cho phân bón. Ngoài ra, lượng bổ cập đề xuất trên còn giúp giảm thiểu các chất hóa học tồn dư gây ra trong quá trình canh tác gây ô nhiễm môi trường đất.

Với bài toán mà nghiên cứu đặt ra, có nhiều phương pháp thực hiện và áp dụng. Trong đó, phương pháp căn bản nhất là áp dụng kỹ thuật chống lớp dữ liệu không gian đơn thuần. Tuy nhiên, phương pháp này đơn giản chỉ là việc 'lập trình lại' những kết quả có sẵn, do đó không thể suy luận ra các trường hợp chưa được các chuyên gia xác định. Mặt khác, các phép tính toán trên một vài giá trị rời rạc của các tham số đầu vào cũng như kết quả đầu ra cũng dẫn đến kết quả thiếu chính xác. Với đặc trưng ứng dụng để suy diễn dựa vào một tập luật không đầy đủ cho sẵn trên nền các giá trị tham số thực tế nhập nhằng và thiếu chính xác, logic mờ là kỹ thuật tri thức hứa hẹn nhất để giải quyết bài toán của đề tài. Cách tiếp cận của hệ thống suy luận mờ gắn với ngôn ngữ tự nhiên. Điều này làm hạn chế việc bỏ sót thông tin từ dữ liệu đầu vào.

Trên nền tảng kết quả thành lập bộ bản đồ đánh giá mức độ phù hợp dinh dưỡng cho canh tác hồ tiêu tại huyện Trảng Bom, nhóm tác giả đề xuất quy trình chung thực hiện cho công tác đánh giá chất lượng môi trường đất và xác định liều lượng hóa chất bảo vệ thực vật hợp lý để có thể đạt được năng suất sản lượng tối đa nhưng vẫn đảm bảo duy trì và bảo vệ chất lượng môi trường đất. Quy trình này có thể được mở rộng áp dụng cho bất kỳ một loại hóa chất nào, ví dụ các hóa chất diệt côn trùng gây bệnh hại trên cây trồng (tuy nhiên phải có nghiên cứu đánh giá hàm lượng và loại chất tồn dư trong môi trường đất). Sơ đồ quy trình được thể hiện ở Hình 5. Theo đó, trước khi tiến hành bổ cập hóa chất vào môi trường đất, nông dân nên tiến hành đánh giá nhanh mức độ sẵn có trong môi trường đất của lượng hóa chất mình cần bổ cập. Tiếp đến, đưa thông tin về lượng hóa chất này so sánh với bộ bản đồ mức độ phù hợp, sau đó tiến hành đánh giá và định lượng liều lượng phù hợp cần bổ cập thêm cho khu vực canh tác.



Hình 4: Bản đồ phân vùng thích hợp NPK cho hoạt động canh tác hồ tiêu theo logic mờ (A) Giai đoạn 1; (B) Giai đoạn 2; (C) Giai đoạn 3



Hình 5: Sơ đồ đề xuất quy trình quyết định liều lượng phân bón sử dụng

KẾT LUẬN

Việc sử dụng phân bón không có kế hoạch và không bổ cập liều lượng chất dinh dưỡng thích hợp có thể làm ảnh hưởng đến mức độ ổn định về năng suất của hồ tiêu và gây suy thoái chất lượng môi trường đất.

Nghiên cứu này đã xây dựng được bộ bản đồ phân vùng mức độ phù hợp chất lượng đất cho các giai đoạn canh tác hồ tiêu tại huyện Trảng Bom, tỉnh Đồng Nai dựa trên 3 chỉ tiêu N, P và K. Đây là kết quả của sự ứng dụng phối hợp của phân tích quyết định đa tiêu chí,

giải thuật logic mờ và GIS cùng với việc thiết lập quy trình tích hợp các nguồn dữ liệu. Quy trình tích hợp này có thể áp dụng tại các vùng khác nhau và có thể áp dụng cho những loại thuốc bảo vệ thực vật khác. Bằng việc dựa trên các cơ sở khoa học về quá trình tự nhiên và sự tích lũy của các chất hóa học trong môi trường đất, cùng với sự vận dụng các hệ thống có thể hỗ trợ đưa ra những quyết định đúng đắn trong canh tác nông nghiệp, nhà quản lý và người nông dân có thể trực tiếp đánh giá và theo dõi hiện trạng chất lượng đất canh tác của mình, xem xét xác định liều lượng

sử dụng phù hợp các loại hóa chất trong nông nghiệp một cách khoa học và bền vững. Việc áp dụng thông tin cung cấp từ bộ bản đồ phân vùng môi trường đất sẽ phục vụ cho công tác nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng và sẽ hỗ trợ công tác quản lý và giám sát nông nghiệp ở khu vực hiệu quả và bền vững.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “Ứng dụng phân tích đa tiêu chí mờ kết hợp GIS xây dựng bản đồ chất lượng dinh dưỡng đất cho hoạt động canh tác hồ tiêu”.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Tác giả Nguyễn Thanh Trúc, Nguyễn Thị Thảo Sương và Nguyễn Hoàng Anh cùng thực hiện tất cả các bước và quy trình xây dựng kết quả của nghiên cứu này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số B2019-24-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Weinbaum SA, Johnson RS, DeJong TMJH. Causes and consequences of overfertilization in orchards. 1992;2(1):112b-21; Available from: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.2.1.112b>.
2. Rahman M, Lee S-H, Ji HC, Kabir AH, Jones CS, Lee K-WJloms. Importance of mineral nutrition for mitigating aluminum toxicity in plants on acidic soils: current status and opportunities. 2018;19(10):3073; PMID: 30297682. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms19103073>.
3. Byomkesh T, Hipel K, Vanloon G. Using multi-criteria decision analysis for assessing sustainability of agricultural systems.

Sustainable Development. 2018;26; Available from: <https://doi.org/10.1002/sd.1848>.

4. Ogunleye GO, Fashoto SG, Mashwama P, Arekete SA, Olaniyan OM, Omodunbi BA. Fuzzy Logic Tool to Forecast Soil Fertility in Nigeria. The Scientific World Journal. 2018;2018:3170816; PMID: 30410427. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/3170816>.
5. Hartono A, Barus B, Tejo R, Rostiana O, Manohara D, Wahyuno D, editors. Smart farming on pepper for fertilizers recommendation in Bangka Belitung. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2020: IOP Publishing; Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012049>.
6. Thi TVN, Nguyen HA. Application of GIS and remote sensing to build up a map of environmental geological suitability for residential buildings on Thi Vai river basin. Journal Science Technology Development Journal-Science of The Earth Environment. 2019;3(1):1-11; Available from: <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v3i1.485>.
7. Le HT, Sinh MD. Phát hiện và phân loại vết dầu trên ảnh Envisat Asar bằng phương pháp lọc thích nghi và ứng dụng Fuzzy logic. Petrovietnam Journal. 2014;5:49-55;
8. Ngô NT. Áp dụng phương pháp lý thuyết tập mờ (Fuzzy set theory) đánh giá hiệu quả quản lý tưới của các mô hình quản lý công trình thủy lợi liên xã: Luận văn thạc sĩ Chuyên ngành Kỹ thuật tài nguyên nước: 60-58-02-12. Hà Nội: Trường Đại học Thủy Lợi; 2014;
9. Klir GJ, St. Clair U, Yuan B. Fuzzy set theory: foundations and applications: Prentice-Hall, Inc.; 1997;
10. Wahid P, Sitepu D. Current status and future prospect of pepper development in Indonesia: Food and Agriculture Organization Regional Office for Asia and the Pacific; 1987;
11. Ann YC. Determination of nutrient uptake characteristic of black pepper (*Piper nigrum* L.). J Journal of Agricultural Science Technology B. 2012;2(10B):1091;
12. Trung tâm Khuyến nông Quốc gia. Kỹ thuật sản xuất hồ tiêu bền vững. Dang Ba Dan, Bui Xuan Phong, Luu Thi Hong Hanh, Nguyen Quang Ngoc, Nguyen Viet Khoa, Nguyen Mai Oanh, editors: Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn; 2018;
13. Khanh PQ. Đất và các hệ thống sử dụng đất trong nông nghiệp vùng Đông Nam Bộ Viện Khoa học kỹ thuật Nông nghiệp Việt Nam: Viện Khoa học kỹ thuật Nông nghiệp Việt Nam; 1994;.

Site nutrient suitability mapping for potential Pepper cultivation with the application of spatial fuzzy multi-criteria decision analysis and GIS

Nguyen Thanh Truc¹, Nguyen Thi Thao Suong², Nguyen Hoang Anh^{2,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Increasing demand of agricultural production will occur in the next decades but the available nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) are major limiting factors since they are non-renewable. Sustainable cultivation methods require optimal use of resources while achieving high yields at the same time. Crop production planning must therefore take into account the different regional availability and spatial distribution of these nutrients. It also considers the nutritional needs of plants at each stage of their growth. However, high precision predictions in agricultural planning are not feasible because of uncertainties in data and the complexity of the processes, farmers tend to apply chemical fertilizer based on experience. Decision support systems based on fuzzy methods are therefore a convenient approach to deal with uncertainties in crop planning and resources management. In this paper, maps for the yield potential of pepper are generated in dependence on growth stage specific demands for nutrients. The maps are developed based on the combination of multicriteria analysis and Fuzzy Logic algorithm and GIS method for visualization. GIS soil nutrients data were used as the inputs into the system. The resulting maps constitute a sound basis for regional and site specific production planning of pepper.

Key words: multi-criteria analysis, fuzzy logic, zoning map, black pepper, nutrients, NPK, GIS

¹Institute for Environment and Resources, VNUHCM, Vietnam

²Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM, Vietnam

Correspondence

Nguyen Hoang Anh, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM, Vietnam

Email: hoanganhnguyen@hcmut.edu.vn

History

- Received: 06-8-2021
- Accepted: 02-10-2021
- Published: 07-11-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5i2.631



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Truc N T, Suong N T T, Anh N H. Site nutrient suitability mapping for potential Pepper cultivation with the application of spatial fuzzy multi-criteria decision analysis and GIS. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):408-416.