



DOI:10.22144/ctu.jos.2026.126

HIỆU QUẢ CỦA PHƯƠNG PHÁP SLAKES TRONG ĐÁNH GIÁ ĐỘ BỀN KẾT CẤU ĐẤT NÔNG NGHIỆP Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Minh Phương*, Lê Nguyên Ngọc Ngân, Nguyễn Ngọc Anh, Trần Văn Dũng và Trần Huỳnh Khanh

Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): nmphuong@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 08/09/2025

Sửa bài (Revised): 22/10/2025

Duyệt đăng (Accepted): 04/04/2026

Title: Effectiveness of the SLAKES in assessing structural stability of agricultural soil

Author(s): Nguyen Minh Phuong*, Le Nguyen Ngoc Ngan, Nguyen Ngoc Anh, Tran Van Dung and Tran Huynh Khanh

Affiliation(s): College of Agriculture, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của SLAKES, trong việc xác định và đánh giá độ bền kết cấu của đất nông nghiệp. Kết quả đánh giá cho thấy, trên hai nhóm đất được khảo sát, chỉ số Slakes có mối tương quan thuận rất chặt chẽ với chỉ số SI (Stability index) – chỉ số độ bền kết cấu đất, được xác định bằng phương pháp rây khô – ướt. Bên cạnh đó, khi đối sánh chỉ số Slakes với các chỉ số chất lượng đất khác như pH, EC, thành phần cơ giới, dung trọng và độ xốp, phương pháp SLAKES thể hiện tiềm năng phân ảnh sự thay đổi chất lượng đất giữa các mô hình canh tác, trong đó sự biến động về chất lượng đất chủ yếu liên quan đến tác động của các biện pháp quản lý đất và đặc điểm thổ nhưỡng tại các địa điểm nghiên cứu. Nhìn chung, phương pháp xác định độ bền kết cấu đất trên ứng dụng SLAKES có tiềm năng trở thành một giải pháp thay thế hiệu quả về chi phí, thời gian và thiết bị đơn giản so với phương pháp truyền thống hiện đang được sử dụng, góp phần đánh giá nhanh chất lượng đất.

Từ khóa: Biện pháp canh tác, chất lượng đất, đất lúa, đất vườn, kết cấu đất

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the effectiveness of SLAKES, an analytical method that also serves as the name of a smartphone application, in determining and assessing the structural stability of agricultural soils. The results showed that, for the two soil groups investigated, the Slakes index exhibited a strong positive correlation with the Structural Index (SI)—an indicator of soil aggregate stability determined by the dry-wet sieving method. Furthermore, when comparing the SLAKES index with other soil quality parameters such as pH, electrical conductivity (EC), particle size distribution, bulk density, and porosity, the SLAKES method demonstrated high sensitivity in detecting variations in soil quality across different farming systems. The observed differences in soil quality were mainly associated with the effects of land management practices and the inherent soil properties at the study sites. Overall, the SLAKES-based method for determining soil aggregate stability shows potential as a cost-effective, time-efficient, and equipment-simplified alternative to traditional laboratory methods currently in use, thereby contributing to rapid soil quality assessment.

Keywords: Farming practices, orchard soils, paddy rice soil, soil aggregates, soil quality

1. GIỚI THIỆU

Độ bền kết cấu đất thể hiện tính ổn định của các đơn vị cấu trúc đất dưới tác động của các lực cơ học (mưa, tưới, áp lực của cơ giới hóa,...) gây biến dạng hay phá hủy cấu trúc đất (Amézqueta, 1999). Tính ổn định của cấu trúc đất có ảnh hưởng chi phối đến hàng loạt các tiến trình/phản ứng hóa học và sinh học xảy ra trong môi trường đất nông nghiệp và có tác động đến hệ sinh thái (Fajardo et al., 2016). Cấu trúc đất không ổn định làm cho đất dễ bị nén chặt, cản trở sự phát triển của rễ, ảnh hưởng đến chế độ nhiệt, nước và không khí trong đất, do đó làm giảm sức sản xuất của tầng đất mặt (Licida et al., 2024).

Các nghiên cứu về tác động của suy thoái đất đến sản xuất nông nghiệp ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) (Phượng và ctv., 2009; Giương và ctv., 2010; Viễn và ctv., 2013; Thương và ctv., 2018, Nguyen et al., 2024) cho thấy suy thoái đất ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng và năng suất cây trồng trong các hệ thống canh tác lúa ba vụ, trên các ruộng lúa bị mất tầng đất mặt, trên vườn cây ăn trái có tuổi liếp lâu năm,... Có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến sự gia tăng vấn đề suy thoái đất, trong đó các nguyên nhân liên quan đến kỹ thuật canh tác, sử dụng quá mức hóa chất bảo vệ thực vật, và quản lý dinh dưỡng đất chưa phù hợp,... là những nguyên nhân chủ yếu gây suy thoái đất do tác động của con người trong quá trình khai thác, sử dụng và quản lý đất nông nghiệp (Thy & Giương, 2020).

Việc giám sát chất lượng đất là công tác đặc biệt quan trọng giúp các nhà khoa học, nhà quản lý, và bản thân người nông dân hiểu được các tác động tiêu cực hay tích cực mà cách thức quản lý đất đang được áp dụng ảnh hưởng đến độ phì nhiêu đất, sức sản xuất, cũng như tính đa dạng sinh học của hệ sinh thái nông nghiệp. Hơn thế nữa, việc giám sát chất lượng đất cũng là cơ sở quan trọng giúp xác định các giải pháp quản lý phù hợp nhằm phục hồi và bảo tồn nguồn tài nguyên đất và nước để duy trì sản xuất nông nghiệp hiệu quả và bền vững. Một loạt các công cụ và chỉ số chất lượng đất đã và đang được sử dụng để đánh giá sức khỏe đất phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững. Đối với chất lượng đất vật lý, chỉ số độ bền kết cấu đất là một thông số quan trọng phản ánh chất lượng đất và sức sản xuất của đất nông nghiệp (Bedolla-Rivera et al., 2023).

Ở ĐBSCL, phương pháp được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu đánh giá độ bền kết cấu đất (Linh & Khoa, 2006; Linh và ctv., 2008; Phượng và ctv., 2009; Khoa & Tí, 2013) là phương pháp rây khô và ướt (dry and wet sieving), thể hiện tính bền

của cấu trúc đất qua chỉ số MWD (mean weight diameter) - Đường kính trung bình theo khối lượng của kết cấu đất (De Leenheer & De Boodt, 1954). Nguyên lý của phương pháp này khá trực quan và cơ bản, tuy nhiên yêu cầu phải có các thiết bị chuyên dụng (như hệ thống mô phỏng tác động của mưa, hệ thống rây trong điều kiện khô và rây lắc trong môi trường nước, tủ sấy,...) và thời gian phân tích dài nên khá hạn chế khi áp dụng để đánh giá về tính bền của đất trên phạm vi rộng như vùng hay quốc gia.

SLAKES (Fajardo et al., 2016) là một phương pháp để xác định độ bền cấu trúc đất dựa trên mức độ phân rã của các kết cấu đất trong môi trường nước. Phương pháp này được phát triển thành một ứng dụng di động cùng tên nhằm mở rộng khả năng tiếp cận để định lượng độ bền kết cấu đất một cách nhanh chóng. Ứng dụng SLAKES yêu cầu khá đơn giản về kỹ thuật phân tích, thời gian phân tích, cũng như trang thiết bị cần thiết (đĩa petri, điện thoại thông minh và chân đựng cố định điện thoại). Kết quả định lượng về độ bền của kết cấu đất được thể hiện sau khoảng 10 phút quét hình ảnh về sự thay đổi diện tích của các kết cấu đất khô trong môi trường nước. Phương pháp này được áp dụng và đánh giá trong các nghiên cứu của Flynn et al. (2020), Bagnall & Morgan (2021), Rieke et al. (2022), Adetsu et al. (2024).

Nhu cầu về phương pháp xác định độ bền kết cấu đất nhanh, chính xác, dễ áp dụng và đơn giản về dụng cụ sử dụng như SLAKES trong đánh giá chất lượng đất vật lý là rất lớn. Tuy nhiên, hiệu quả và khả năng áp dụng của phương pháp này chưa được đánh giá đầy đủ cho điều kiện đất ở ĐBSCL. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của phương pháp SLAKES trong việc xác định độ bền kết cấu nông nghiệp ở ĐBSCL.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Các phương pháp xác định độ bền kết cấu đất được sử dụng để đánh giá chất lượng đất nông nghiệp, cụ thể: phương pháp rây khô-ướt (Verplancke, 2001) và phương pháp SLAKES (Fajardo et al., 2016).

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu của đề tài là đánh giá hiệu quả của phương pháp SLAKES trong biểu thị độ bền kết cấu đất nông nghiệp ở ĐBSCL, cụ thể là đất phù sa và đất phèn trên địa bàn thành phố Cần Thơ với các mô hình canh tác khác nhau: chuyên canh lúa và vườn cây ăn trái.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Khảo sát và thu thập mẫu đất

Mẫu đất trên 2 mô hình canh tác được khảo sát và thu mẫu: chuyên canh lúa 2 vụ ở xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên, thành phố Cần Thơ (huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang cũ) và vườn canh tác mít ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành, thành phố Cần Thơ (huyện Châu Thành, tỉnh Hậu Giang cũ). Trên mỗi mô hình canh tác, tiến hành thu mẫu trên 6 ruộng/vườn khác nhau, tương ứng với 6 lặp lại/mô hình canh tác.

Tại các vị trí (ruộng/vườn) khảo sát, thực hiện thu mẫu đất xáo trộn đại diện và mẫu đất nguyên thủy, không xáo trộn để phân tích các đặc tính vật lý và hóa học đất như: pH, EC, hàm lượng chất hữu cơ, thành phần cơ giới, dung trọng, độ xốp, tính bền cấu trúc đất. Mẫu đất được thu ở tầng canh tác với độ sâu thu mẫu 0-20 cm. Đối với mẫu không xáo trộn, thu 3 mẫu ring, là các ống kim loại hình trụ có thể tích ~ 100 cm³, ở các vị trí khác nhau trên mỗi ruộng để phân tích dung trọng đất. Đối với mẫu xáo trộn, sử dụng len/khoan lấy mẫu thu ở 5 vị trí khác nhau theo đường chéo gốc trên ruộng/vườn, sau đó trộn

đều lại thành 1 mẫu đại diện. Mẫu đất xáo trộn được để khô không khí, sau đó nghiền qua rây 0,5 mm, 2 mm và 8 mm để phân tích các chỉ tiêu về pH, EC, hàm lượng chất hữu cơ, thành phần cơ giới, và độ bền kết cấu đất.

2.3.2. Phương pháp phân tích đất

Các đặc tính vật lý và hóa học đất được phân tích theo các quy trình và trang thiết bị được sử dụng tại phòng thí nghiệm Vật lý đất và Hóa học đất, Khoa Khoa học đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ (Bảng 1).

2.3.3. Xử lý và phân tích số liệu

Số liệu được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsof Excel. Các phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm SPSS v.20. Trong đó, sự khác biệt giữa trung bình của các đặc tính đất trên 2 nhóm đất khảo sát được thực hiện với phương pháp kiểm định Mann Whitney-U ở mức ý nghĩa 5%. Mối liên hệ giữa 2 phương pháp xác định tính bền cấu trúc đất và các chỉ số chất lượng đất được đánh giá thông qua phân tích tương quan tuyến tính Pearson ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 1. Các phương pháp phân tích đất

Đặc tính đất	Tóm tắt phương pháp phân tích	Nguồn tài liệu
Thành phần cơ giới	Được phân tích dựa theo phương pháp rây và hệ thống hút Robinson trên cơ sở định luật Stokes. Nhóm sa cấu được xác định và phân loại theo hệ thống phân loại của USDA/Soil Taxonomy.	Gee & Bauder (1986)
Dung trọng	Xác định bằng cách tính trọng lượng đất khô kiệt chứa trong ống kim loại hình trụ có thể tích ~ 100 cm ³	Grossman & Reinsch (2002)
Độ xốp	Được xác định dựa trên dung trọng và tỷ trọng, với công thức: Độ xốp, % = (1 – dung trọng/tỷ trọng) *100 Sử dụng giá trị tỷ trọng tiêu chuẩn thế giới cho đất khoáng là 2,65 g/cm ³	
Độ bền kết cấu đất	- Phương pháp rây khô- ướt: Xác định sự thay đổi đường kính trung bình theo khối lượng của các kết cấu đất ở 2 trạng thái khô và ướt.	Verplancke (2001)
	- Phương pháp SLAKES: Sử dụng các kết cấu đất có kích thước hạt đậu, và quét ảnh các kết cấu khô khi chúng phân rã trong môi trường nước, sau đó đánh giá bằng cách sử dụng các hệ số Gompertz chụp lại các kết cấu đất phân tán trong nước theo thời gian. Độ bền kết tập đất được xác định theo phương pháp SLAKES dựa trên nguyên lý đo mức độ vỡ, rã của các kết cấu đất khi tiếp xúc với nước và được thực hiện trên ứng dụng SLAKES. Ứng dụng này sử dụng xử lý ảnh theo thời gian (time-lapse image analysis) để tính toán chỉ số độ bền tương đối (Relative Aggregate	Fajardo et al. (2016)

Đặc tính đất	Tóm tắt phương pháp phân tích	Nguồn tài liệu
	Stability Index – RASI hay Slakes index), thể hiện khả năng chống phân rã của kết tập đất. Giá trị chỉ số Slakes dao động từ 0 (rất yếu) đến 1 (rất bền)	
pH _{H2O}	Trích bằng nước với tỷ lệ 1:2,5, đo bằng pH kế	Buurman et al. (1996)
EC	Trích bằng nước với tỷ lệ 1:2,5, đo bằng EC kế	Buurman et al. (1996)
Chất hữu cơ (%)	Oxy hóa cacbon hữu cơ bằng K ₂ Cr ₂ O ₇ trong môi trường H ₂ SO ₄ đậm đặc. Lượng K ₂ Cr ₂ O ₇ dư thừa được chuẩn độ bằng dung dịch FeSO ₄ 0,5N. Hàm lượng chất hữu cơ được chuyển đổi từ cacbon hữu cơ sử dụng hệ số Van Bemmelen = 1,724.	Walkley & Black (1934)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng đất của 2 mô hình canh tác khảo sát

Kết quả khảo sát và đánh giá các chỉ số chất lượng đất trên 2 mô hình canh tác (chuyên canh lúa và vườn cây ăn trái) (Bảng 2 và Bảng 3) cho thấy chất lượng đất có sự thay đổi rõ rệt dưới tác động của quá trình canh tác, các biện pháp quản lý đất, cũng như đặc tính thổ nhưỡng ở khu vực khảo sát. Cụ thể, các chỉ số chất lượng đất như pH, EC, sa cáu, dung trọng, độ xốp có sự khác biệt ý nghĩa ở 2 nhóm đất khảo sát.

Về chất lượng đất hóa học (Bảng 2), kết quả phân tích độ chua của đất (thể hiện qua chỉ số pH_{H2O}) cho thấy đất phèn canh tác lúa ở xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên có độ pH ở mức rất chua (giá trị pH_{H2O} trung bình = 4,5) khác biệt ý nghĩa thống kê so với đất phù sa canh tác mít ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành có độ pH ở mức chua (pH_{H2O} = 5,02) (theo thang đánh giá của Washington State University - Tree Fruit Research & Extension Center, as cited in Sallato et al., 2019). Sự khác biệt về pH đất trên 2 mô hình canh tác khảo sát chủ yếu được quyết định bởi tính chất của loại đất và biện pháp quản lý đất trên 2 mô hình canh tác cây trồng khác nhau. Theo kết quả đánh giá và phân loại đất của Dũng (2024), đất canh tác lúa 2 vụ trên địa bàn xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên chủ yếu thuộc nhóm đất phèn tiềm tàng nông và phèn hoạt động, tiến trình phèn hoá trên nhóm đất phèn tiềm tàng nông dẫn đến sự gia tăng nồng độ ion H⁺ và các cation gây chua khác như Al³⁺, Fe²⁺ làm cho pH đất giảm thấp. Ngoài ra, mô hình chuyên canh lúa cũng có thể ảnh hưởng đến pH đất do sự sản sinh và tích lũy của các axit hữu cơ - sản phẩm của quá trình phân hủy vật liệu hữu cơ (rom, rạ) trong điều kiện ngập nước thường xuyên (Chính và ctv., 2000). Trong khi đó, đất vườn canh tác mít trên địa bàn xã

Phú Hữu và xã Châu Thành thuộc nhóm đất phù sa không phèn và đất phèn tiềm tàng sâu nên độ chua hiện tại của đất vườn khảo sát chủ yếu liên quan đến biện pháp quản lý và sử dụng phân bón trong quá trình canh tác.

Bên cạnh đó, độ dẫn điện (EC) của đất phèn canh tác lúa ở xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên là 1,04 mS/cm cao hơn và có sự khác biệt ý nghĩa so với đất phù sa canh tác mít ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành (0,19 mS/cm). Đất ở các khu vực khảo sát không bị tình trạng xâm nhiễm mặn ở thời điểm khảo sát, do vậy sự khác biệt về EC đất chủ yếu liên quan đến ảnh hưởng của pH thấp lên nồng độ các ion Fe²⁺ và Al³⁺ hòa tan cao trong dung dịch đất (Brady & Weil, 2008) trên nhóm đất phèn canh tác lúa so với nhóm đất phù sa canh tác mít. Hơn nữa, trong hệ thống đất ngập nước thường xuyên như canh tác lúa, các quá trình khử giải phóng Fe²⁺, Mn²⁺, NH₄⁺ và các anion hòa tan, làm gia tăng tổng lượng ion trong dung dịch đất và do đó làm tăng độ dẫn điện, EC (Ponnamperuma, 1972; Patrick & Jugsujinda, 1992). Ngoài ra, đối với đất phèn, việc giải phóng các ion như SO₄²⁻ và Al³⁺ trong quá trình phèn hóa cũng góp phần gia tăng EC đất (Hùng và ctv., 2019).

Tuy nhiên, kết quả phân tích hàm lượng chất hữu cơ trên đất lúa xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên đạt cao hơn (8,39 %) nhưng chưa thể hiện sự khác biệt ý nghĩa thống kê so với hàm lượng chất hữu cơ trong đất vườn ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành (5,41%). Nhìn chung, đất nông nghiệp ở hai mô hình khảo sát trên địa bàn thành phố Cần Thơ có hàm lượng CHC ở ngưỡng phù hợp đối với canh tác và chưa thể hiện trở ngại về chỉ số chất lượng này. Sự tích lũy cao CHC trong đất ở mô hình chuyên canh lúa chủ yếu liên quan đến khả năng phân hủy vật liệu hữu cơ của vi sinh vật trong điều kiện ngập nước thường thấp hơn rất nhiều so với đất liếp thoáng khí (Khoa, 2008).

Bảng 2. Chỉ số chất lượng đất hóa học của các mẫu đất thu thập trên 2 mô hình canh tác (chuyên canh lúa ở xã Vĩnh Thuận Đông, xã Xà Phiên và vườn canh tác mít ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành ở thành phố Cần Thơ

Chỉ số chất lượng đất hóa học	pH _{H2O} (1:2,5)	EC (1:2,5), mS/cm	CHC, %
Đất chuyên canh lúa	4,50b	1,04a	8,39
Đất vườn canh tác mít	5,02a	0,19b	5,41
Ý nghĩa (p < 0,05)	*	*	ns

Ghi chú: Các chữ cái theo sau số trung bình của mỗi nhóm đất khảo sát cho biết sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép kiểm định Mann Whitney-U.

Bảng 3. Chỉ số chất lượng đất vật lý của các mẫu đất thu thập trên 2 mô hình canh tác (chuyên canh lúa ở xã Vĩnh Thuận Đông, xã Xà Phiên và vườn canh tác mít ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành ở thành phố Cần Thơ

Chỉ số chất lượng đất vật lý	Thành phần cơ giới			Dung trọng g/cm ³	Độ xốp %
	Cát, %	Thịt, %	Sét, %		
Đất chuyên canh lúa	0,4	36,5b	63,1a	0,94b	61,1a
Đất vườn canh tác mít	0,4	47,9a	51,7b	1,19a	50,5b
Ý nghĩa	ns	*	*	*	*

Ghi chú: Các chữ cái theo sau số trung bình của mỗi nhóm đất khảo sát cho biết sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép kiểm định Mann Whitney-U.

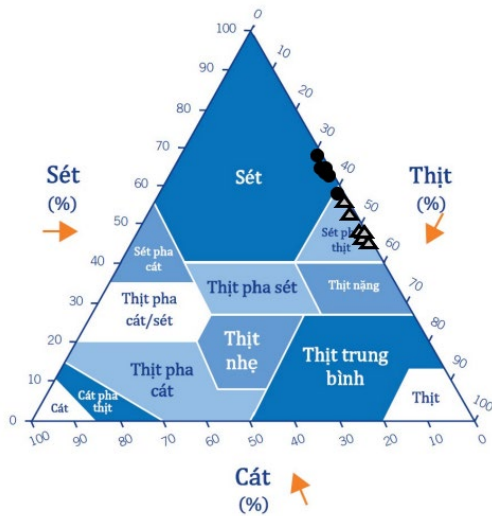
Về chất lượng đất vật lý (Bảng 3), kết quả phân tích và đánh giá dung trọng cho thấy đất ruộng canh tác lúa có giá trị dung trọng trung bình = 0,94 ± 0,1g/cm³, thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đất vườn canh tác mít (1,19 ± 0,1 g/cm³). Sự khác biệt về dung trọng đất ở 2 nhóm đất khảo sát chủ yếu liên quan đến môi trường đất và mức độ phát triển đất dưới tác động của kiểu sử dụng đất và biện pháp quản lý đất trong quá trình canh tác. Nghiên cứu cho thấy đất lúa ngập nước ở ĐBSCL thường có độ thuận thực thấp (Khoa, 2008) và đất kém phát triển so với đất vườn thoáng khí. Bên cạnh đó, hàm lượng CHC cao trong đất lúa kết hợp với biện pháp quản lý đất như cày ướn và chôn vùi tàn dư xác bã thực vật ở vụ trước, làm đất nhào xốp dẫn đến dung trọng đất ở tầng canh tác khá thấp.

Độ xốp đất chuyên canh lúa ở xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên có giá trị trung bình khoảng 61,1%, cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với độ xốp tầng canh tác của đất vườn canh tác mít ở xã Phú Hữu và xã Châu Thành (50,5%). Vì độ xốp được xác định trên cơ sở dung trọng và tỷ trọng đất (Bảng 1), nên các yếu tố có ảnh hưởng đến dung trọng như đã đề cập ở trên cũng tác động đến độ xốp đất. Kết quả phân tích độ xốp đất trên 2 nhóm đất khảo sát ở trong ngưỡng phù hợp đối với canh tác cây trồng, nhưng cũng cho thấy xu hướng giảm thấp trên đất vườn so với đất lúa, điều này có thể do: hàm lượng chất hữu cơ thường thấp trên đất vườn, làm giảm khả năng hình thành các kết cấu đất bền và thiếu sự xen kẽ ướn – khô định kỳ, nên các khe rỗng

tự nhiên trong đất không được tái tạo; cũng như các tác động của biện pháp canh tác không phù hợp trong quản lý mặt liếp, dinh dưỡng và tưới tiêu. Do vậy, độ xốp đất vườn có khuynh hướng giảm dần theo thời gian, có thể làm đất bị chai cứng, nên dễ dẫn đến sự suy giảm về khả năng thoát nước, trao đổi khí và hoạt động của vi sinh vật trong đất (Nguyen et al., 2024), nếu không có các biện pháp cải thiện phù hợp.

Đối với thành phần cơ giới, theo hệ thống phân loại nhóm sa cấu của USDA/Soil Taxonomy (Soil Survey Staffs, 1998), các mẫu đất lúa khảo sát trên địa bàn xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phiên chủ yếu thuộc sa cấu sét, có 1 mẫu khảo sát có sa cấu sét pha thịt; trong khi đó các mẫu khảo sát thu trên đất vườn canh tác mít trên địa bàn xã Phú Hữu và xã Châu Thành đều thuộc sa cấu sét pha thịt (Bảng 2 và Hình 1). Kết quả phân tích thống kê về tỷ lệ các cấp hạt sét, thịt, cát giữa 2 nhóm đất trên mô hình canh tác lúa và vườn mít cũng cho thấy sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa tỷ lệ cấp hạt sét và cấp hạt thịt. Cấp hạt cát trên các mẫu khảo sát đều có tỷ lệ rất thấp (< 1%) và không khác biệt thống kê. Sự khác nhau về thành phần cơ giới (đặc biệt là tỷ lệ cấp hạt sét và cát) của các nhóm đất trên khu vực khảo sát chủ yếu phản ánh kết quả của tiến trình bồi đắp phù sa và khoảng cách địa lý của các khu vực khảo sát so với các hệ thống sông ngòi chính trong quá trình hình thành đất ở ĐBSCL (Post & Sloane, 2024; Douglas Partners, 2025). Sa cấu mịn của đất khảo sát cho thấy đất có khả năng giữ nước cao, khả năng

giữ chất dinh dưỡng tốt, chứa nhiều keo nên có dung tích hấp thu tốt, ít bị rửa trôi.



Hình 1. Định danh nhóm sa cấu theo Tam giác sa cấu USDA/Soil Taxonomy

(Nguồn: Soil Survey Staffs, 1996)

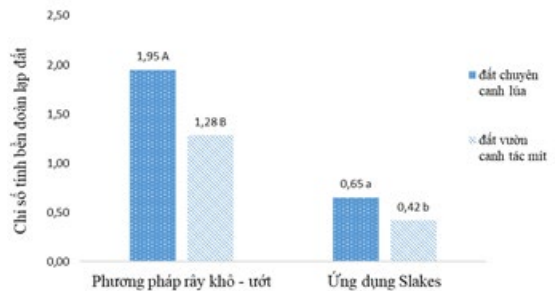
Ghi chú: hình tròn biểu diễn sa cấu của các mẫu đất lúa thu thập trên địa bàn xã Vĩnh Thuận Đông và xã Xà Phên, và hình tam giác là sa cấu của các mẫu đất vườn mít thu thập trên địa bàn xã Phú Hữu và xã Châu Thành, thành phố Cần Thơ.

3.2. Độ bền kết cấu đất và hiệu quả của phương pháp SLAKES

Cấu trúc đất là đặc tính đất liên quan đến khả năng của đất trong việc hỗ trợ các quá trình thiết yếu đối với sức khỏe và năng suất của cây trồng, động vật và cả hệ sinh thái. Dexter (1988) cho rằng cấu trúc đất tốt là cấu trúc mà các cấp độ kết cấu đất phát triển tốt và ổn định trước tác động của nước và lực cơ học bên ngoài. Kết quả phân tích tính bền kết cấu 2 nhóm đất khảo sát theo phương pháp rây khô-ướt cho thấy chỉ số độ bền kết cấu đất (SI – Stability Index) ở đất chuyên canh tác lúa dao động từ 1,78 đến 2,29 và đất vườn canh tác mít dao động từ 1,13 đến 1,66. Phân tích thống kê cho thấy đất chuyên canh lúa có độ bền kết cấu trung bình = 1,95 cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với đất vườn canh tác mít (SI = 1,28) (Hình 2). Sự khác biệt này có thể liên quan đến sự biến động về hàm lượng chất hữu cơ và biện pháp quản lý đất khác nhau trên 2 mô hình canh tác.

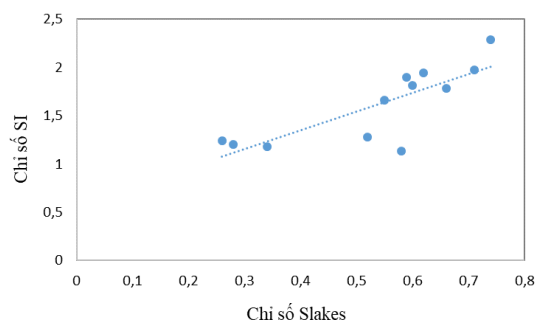
Tương tự, sử dụng ứng dụng SLAKES để xác định độ bền kết cấu đất, thông qua chỉ số Slakes, cũng cho thấy đất canh tác lúa có chỉ số Slakes dao động trong khoảng từ 0,59 đến 0,74, trong khi đất

vườn canh tác mít có chỉ số Slakes dao động trong khoảng từ 0,26 đến 0,58. Kết quả phân tích thống kê cũng cho thấy chỉ số Slakes trung bình của nhóm đất ruộng chuyên canh lúa cao hơn (0,65) và khác biệt ý nghĩa thống kê so với đất vườn canh tác mít (chỉ số Slakes = 0,42) (Hình 2).



Hình 2. Độ bền kết cấu đất được xác định bởi phương pháp rây khô-ướt và ứng dụng Slakes

Kết quả phân tích tương quan giữa chỉ số độ bền kết cấu đất xác định bằng phương pháp rây khô-ướt (SI) và phương pháp Slakes (chỉ số Slakes) cho thấy 2 phương pháp này có mối tương quan thuận rất chặt chẽ ($r = 0,802^{**}$) (Hình 3). Điều này cho thấy phương pháp rây khô-ướt (SI) và SLAKES (chỉ số Slakes) có sự tương đồng với nhau trong đánh giá sự thay đổi về độ bền kết cấu đất của hai nhóm đất khảo sát. Sự thay đổi về chất lượng đất vật lý – độ bền kết cấu đất có thể bị tác động bởi kiểu sử dụng đất (chuyên canh lúa và cây ăn trái) như biện pháp quản lý đất, sử dụng phân bón, tưới tiêu,... và biến động về tính chất tự nhiên của các nhóm đất khảo sát (đất phù sa và đất phèn), cũng như hàm lượng chất hữu cơ trong đất.



Hình 3. Mối liên hệ giữa các chỉ số độ bền kết cấu đất được xác định bởi phương pháp rây khô-ướt và ứng dụng SLAKES

Bên cạnh đó, khi đối sánh chỉ số Slakes với các chỉ số chất lượng đất khác như pH, EC, sa cấu, dung trọng và độ xốp đất (Bảng 2 và 3), kết quả phân tích thống kê cho thấy giá trị trung bình của các chỉ số này giữa hai nhóm đất khảo sát khác biệt ý nghĩa (p

< 0,05), phản ánh sự biến đổi của trạng thái chất lượng đất của 2 nhóm đất khảo sát. Vì vậy, chỉ số độ bền kết cấu đất xác định bởi phương pháp Slakes có thể được xem có tiềm năng trong việc phát hiện sự thay đổi chất lượng vật lý đất, tuy nhiên độ nhạy của phương pháp cần được kiểm chứng thêm trong các nghiên cứu mở rộng với điều kiện môi trường khác nhau.

Các kết quả trên bước đầu cho thấy tiềm năng của việc sử dụng ứng dụng SLAKES trên điện thoại thông minh trong đánh giá độ bền kết cấu đất nông nghiệp ở ĐBSCL. Kết quả này cũng tương đồng với các nghiên cứu của Farjado et al. (2016), Flynn et al. (2020), Rieke et al. (2022) về hiệu quả của phương pháp SLAKES trong việc xác định sự thay đổi độ bền kết cấu đất trên các loại đất khác nhau.

4. KẾT LUẬN

Kết quả khảo sát, phân tích và đánh giá các chỉ số chất lượng đất trên 2 mô hình canh tác khác nhau (chuyên canh lúa và cây ăn trái) trên địa bàn thành phố Cần Thơ, cho thấy chất lượng đất có sự thay đổi rõ rệt dưới tác động của quá trình canh tác, các biện pháp quản lý đất, cũng như đặc tính thổ nhưỡng ở từng khu vực khảo sát. Cụ thể, các chỉ số chất lượng đất cho thấy có sự thay đổi rõ rệt trên 2 mô hình canh tác khảo sát bao gồm: pH, EC, sa cấu, dung trọng, độ xốp và độ bền kết cấu đất. Tuy nhiên, do cỡ mẫu nhỏ, cần có thêm các nghiên cứu với quy mô lớn hơn để xác nhận và mở rộng kết luận này cho điều kiện đất ở Đồng bằng sông Cửu Long.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Adetsu, D. V., Arthur, E., Fu, Y., Cornelis, W., & Lamandé, M. (2024). Exploratory assessment of the SLAKES method to characterize aggregate stability across diverse soil types. *Soil Science Society of America Journal*, 88, 1086–1099. <https://doi.org/10.1002/saj2.20674>

Amézketa, E. (1999). Soil aggregate stability: A review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14(2–3), 83–151. https://doi.org/10.1300/J064v14n02_08

Bagnall, D. K., & Morgan, C. L. S. (2021). SLAKES and 3D scans characterize management effects on soil structure in farm fields. *Soil & Tillage Research*, 208, 104893. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104893>

Bedolla-Rivera, H. I., Negrete-Rodríguez, M. D. L. L. X., Gámez-Vázquez, F. P., Álvarez-Bernal, D., & Conde-Barajas, E. (2023). Analyzing the impact of intensive agriculture on soil quality: A systematic review and global meta-analysis of quality indexes. *Agronomy*, 13,

Độ bền kết cấu đất, chỉ số SI theo phương pháp rây khô – ướt và chỉ số Slakes của ứng dụng SLAKES có mối tương quan thuận rất chặt chẽ với nhau. Bước đầu, kết quả nghiên cứu này cho thấy tiềm năng của việc áp dụng phương pháp định lượng mức độ phân rã của các kết cấu đất khô, trên ứng dụng SLAKES, trong đánh giá độ bền kết cấu đất nông nghiệp. SLAKES có thể cung cấp một giải pháp thay thế hiệu quả về chi phí, thời gian và trang thiết bị cần thiết so với phương pháp rây khô – ướt hiện đang sử dụng trong đánh giá độ bền kết cấu đất. Tuy nhiên, hiệu quả của SLAKES cần được kiểm tra và đánh giá với số lượng mẫu đất nhiều và đa dạng hơn.

Độ bền kết cấu đất là một trong những thông số rất quan trọng để chỉ ra chất lượng đất và sức sản xuất của đất. Cần xây dựng bảng phân cấp độ bền kết cấu đất nông nghiệp để có cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp cụ thể nhằm cải thiện hay tăng cường chất lượng vật lý đất, đồng thời hỗ trợ việc khai thác, quản lý và sử dụng bền vững tài nguyên đất nông nghiệp. Cần đánh giá đầy đủ hiệu quả của phương pháp Slakes trong xác định độ bền kết cấu đất cho các nhóm đất chính khác ở Đồng bằng sông Cửu Long để có cơ sở áp dụng trong đánh giá và phân cấp độ bền kết cấu đất chung cho đất vùng ĐBSCL.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là kết quả của đề tài cấp cơ sở được tài trợ bởi Đại học Cần Thơ, mã số: T2024-111.

2166.

<https://doi.org/10.3390/agronomy13082166>

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils (14th ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Buurman, P., van Lagen, B., & Velthorst, E. J. (Eds.). (1996). *Manual for soil and water analysis* (314 pp.). Leiden, Netherlands: Backhuys Publishers.

Chính, T. V., Hà, C. V., Hải, Đ. N., Mùa, H. V., Thành, N. H., & Thành, N. X. (2000). *Giáo trình Thổ nhưỡng học*. Bộ môn Khoa học đất. Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội

De Leenheer, L., & De Boodt, M. (1954). Discussion on the aggregate analysis of soils by wet sieving. In *Transactions of the Fifth International Congress of Soil Science*, 2, 111–117.

Dexter, A. R. (1988). Advances in characterization of soil structure. *Soil and Tillage Research*, 11(3–4), 199–238. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(88\)90002-5](https://doi.org/10.1016/0167-1987(88)90002-5)

- Douglas Partners. (2025). *Engineering properties of alluvial soils*. Retrieved July 7th, 2025, from <https://www.douglaspartners.com.au/knowledge-sharing/properties-of-alluvial-soils>
- Dũng, T. V. (2024). Đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp nâng cao độ phì nhiêu đất phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững tỉnh Hậu Giang. *Báo cáo tổng hợp kết quả dự án xây dựng bản đồ nông hóa thổ nhưỡng phục vụ định hướng vùng sản xuất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang*. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang.
- Fajardo, M., McBratney, A. B., Field, D., & Minasny, B. (2016). Soil slaking assessment using image recognition. *Soil and Tillage*, 163, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.05.018>
- Flynn, K. D., Bagnall, D. K., & Morgan, C. L. S. (2020). Evaluation of SLAKES, a smartphone application for quantifying aggregate stability, in high-clay soils. *Soil Science Society of America Journal*, 84, 345–353. <https://doi.org/10.1002/saj2.20012>
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis. In A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods* (pp. 383–411). American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c15>
- Grossman, R. B., & Reinsch, T. G. (2002). Bulk density and linear extensibility. In J. H. Dane & G. C. Topp (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Physical Methods (Part 4, pp. 201–228)*. Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c9>
- Guong, V. T., Viễn, D. M., Nguyễn, H. Đ., Đông, N. M. (2010). *Cải thiện độ phì nhiêu đất và năng suất lúa canh tác ba vụ trong đê bao tại Đồng bằng sông Cửu Long*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Hùng, T. V., Dang, L. V., Hưng, N. N., & Dũng, T. V. (2019). Ảnh hưởng thời gian khô và ngập đến khả năng phóng thích độ chua và hàm lượng Fe²⁺, Al³⁺, SO₄²⁻ trong đất phèn hoạt động. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 55 (CĐ Môi trường), 117-123. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2019.119>
- Khoa, L. V. (2008). *Physical soil fertility evaluation and production of two crops (rice-cash crop) in typical rain-fed areas in Soc Trang province, Vietnam*. Final report of a ministry project.
- Khoa, L. V., & Tí, N. V. B. (2013). Phân cấp độ bền và các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền cấu trúc đất của nhóm đất phù sa vùng Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 26, 219-226.
- Licida, M. G., Paul, D. H., Kenneth, W. L. (2024). Effects of soil structure complexity to root growth of plants with contrasting root architecture, *Soil and Tillage Research*, 238, 106023. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106023>.
- Linh, T. B., & Khoa, L. V. (2006). Hiện trạng độ phì vật lý của đất thâm canh lúa ở xã Long Khánh - Cai Lậy - Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 6, 111-117.
- Linh, T. B., Guong, V. T., Phuong, N. M. (2008). Hiệu quả của phân hữu cơ trong cải thiện dung trọng và độ bền đoàn lạp của đất ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 10, 145-150.
- Nguyen, N. K., Nguyen, P. M., Chau, T. T. A., Do, L. T., Nguyen, H. T. T., Tran, D. N. H., Le, X. T., Robotjazi, J., Lasar, H. G. W., Morton, L. W., Demyan, M. S., Tran, H., & Teciment, H. B. (2024). Long-term changes in soil biological activity and other properties of raised beds in longan orchards. *PeerJ*, 12, e18396. <https://doi.org/10.7717/peerj.18396>
- Patrick, W. H., & Jugsujinda, A. (1992). Sequential reduction and oxidation of inorganic nitrogen, manganese, and iron in flooded soil. *Soil Science Society of America Journal*, 56, 1071–1073. <https://doi.org/10.2136/sssaj1992.03615995005600040011x>
- Phuong, N. M., Guong, V. T., Khoa, L. V., & Verplancke, H. (2009). Sự nén dẽ của đất canh tác lúa ba vụ ở đồng bằng sông Cửu Long và hiệu quả của luân canh trong cải thiện độ bền đoàn lạp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 11a, 194-199.
- Ponnamperuma, F. N. (1972). The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, 24, 29–96. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60633-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60633-1)
- Post, J. L., & Sloane, R. L. (2024). The nature of clay soils from the Mekong Delta, An Giang Province, South Vietnam. *Clays and Clay Minerals*. <https://doi.org/10.1017/S0009855824000076>
- Rieke, E. L., Bagnall, D. K., Morgan, C. L. S., Flynn, K. D., Howe, J. A., Greub, K. L. H., Mac Bean, G.,... & Honeycutt, C. W. (2022). Evaluation of aggregate stability methods for soil health. *Geoderma*, 428, 116156. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116156>
- Sallato, R., Bjorneberg, D. L., Westermann, D. T., & Brown, J. (2019). *Soil recommended ranges for Washington tree fruit production*. Washington State University Tree Fruit Research & Extension Center. <https://treefruit.wsu.edu/orchard-management/soils-nutrition/soil-recommended-ranges-for-washington-tree-fruit-production>

- Soil Survey Staff. (1998). *Keys to Soil Taxonomy* (8th ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Thương, B. T., Linh, T. B., Phương, N. M., Thư, T. A., & Thanh, N. N. (2018). Đánh giá sự bạc màu đất vườn trồng cam sành dựa trên hình thái, đặc tính lý, hóa đất tại huyện Tam Bình, tỉnh Vĩnh Long. *Khoa học công nghệ nông nghiệp Việt Nam*, 10(95), 106-113
- Thy, C. T. A., & Gương, V. T. (2020). Sự bạc màu đất Đồng bằng sông Cửu Long - Biện pháp quản lý. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 56 (CĐ Khoa học đất), 201-208.
<https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2020.086>
- Verplancke, H. (2001). *Soil physical analysis manual*. International Center for Eremology, Ghent University, Belgium.
- Viễn, D. M., Gương, V. T., & Linh, T. B. (2013). Sự sụt giảm năng suất và hiệu quả phân hữu cơ trong cải thiện năng suất và độ phì nhiêu đất lúa ba vụ. *Tạp chí Khoa học Đất Việt Nam*, 41, 28-32.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38.
<https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>