

Nghiên cứu sử dụng bùn đỏ làm nguyên liệu thay thế đất sét trong sản xuất gạch lát nền và ngói lợp

Nguyễn Hữu Tài ^{1*}, Nguyễn Văn Trung ², Ngô Hùng Cường ², Nguyễn Thị Lệ Quyên ²

¹ Phân Viện Vật liệu xây dựng miền Nam – Viện Vật liệu xây dựng

² Trung tâm Gốm Sứ và Thủy Tinh – Viện Vật liệu xây dựng

TỪ KHOÁ

Bùn đỏ
Đùn dẻo
Gạch lát nền
Ngói nung

TÓM TẮT

Trong công nghiệp sản xuất nhôm, hoạt động chính bao gồm sản xuất oxit Al_2O_3 (alumina) từ quặng bauxit. Trên thực tế, quy trình Bayer là quy trình được sử dụng để sản xuất alumina đã tạo ra một lượng lớn chất thải nguy hại được gọi là bùn đỏ. Trong số các giải pháp thay thế được đề xuất coi bùn đỏ là sản phẩm phụ hữu ích, việc kết hợp bùn đỏ vào sản xuất gạch lát nền và ngói nung cho phép một lượng lớn được sử dụng làm sản phẩm vật liệu xây dựng. Một số công trình đã nghiên cứu phương án thay thế nhưng chỉ giới hạn ở việc phối trộn đất sét với bùn đỏ để sản xuất gạch xây nung. Trong nghiên cứu này đã đưa ra phương án gia công sử dụng bùn đỏ và đất sét để sản xuất gạch lát nền và ngói nung bằng phương pháp đùn dẻo. Phối liệu bùn đỏ và đất sét đều được gia công trước khi tạo hình sản phẩm mộc và được nung ở 850 °C, 950 °C và 1050 °C. Kết quả chỉ ra rằng bùn đỏ, đất sét sau khi gia công chế biến, tạo hình và nung ở nhiệt độ 1050°C đạt các chỉ tiêu theo TCVN 7483:2005.

KEYWORDS

Red mud
Plastic extrusion
Floor tiles
Roof tiles

ABSTRACT

In the aluminum manufacturing industry, the main activity includes the production of Al_2O_3 oxide (alumina) from bauxite ore. In fact, the Bayer process was the only one used to produce alumina that produced large amounts of a hazardous waste known as red mud. Among the proposed alternatives that consider red mud as a useful by-product, the incorporation of red mud into the production of floor tiles and roof tiles allows a large amount to be used as a building material product. Some works have studied the alternative but limited to mixing clay with red mud to produce fired ceramics. In this study, a processing method using red mud and clay was proposed to produce floor tiles and roof tiles by plastic extrusion method. The red mud and clay mixes are all processed before shaping the joinery and fired at 850°C, 950°C and 1050°C. The results show that red mud and clay after processing, shaping and firing at 1050 °C meet the criteria according to TCVN 7483:2005.

1. Giới thiệu

Bùn đỏ là chất thải rắn có tính kiềm mạnh được thải ra trong quá trình công nghiệp sản xuất nhôm [1]. Màu của cặn bauxit là màu đỏ vì chứa nhiều oxit sắt (III), chiếm khoảng 20 % đến 40 % khối lượng của nó [2]. Tính chất này giải thích tên thông thường của nó, bùn đỏ (RM) [3]. Đối với 1 tấn nhôm được sản xuất thải ra khoảng 1,5 tấn RM [4]. Theo thống kê, trữ lượng RM toàn cầu đã đạt gần 4 tỷ tấn vào năm 2015 [5], cùng với sản lượng tăng hàng năm khoảng 150 triệu tấn [6,7]. Hiện nay, trên thế giới chưa có nước nào xử lý triệt để được vấn đề bùn đỏ. Cách phổ biến thường làm là chôn lấp trong hồ chứa bùn đỏ. Tuy nhiên, cách xử lý này chiếm diện tích đất lớn để chôn lấp và tiềm ẩn nguy cơ vỡ hồ gây hậu quả khôn lường. Do đó, đây là đề tài đã và đang thu hút các nhà nghiên cứu trên thế giới nhằm góp phần phát triển ngành công nghiệp chế biến và khai thác Bauxite theo hướng phát

triển bền vững.

Với độ kiềm cao và hàm lượng các nguyên tố phóng xạ dạng vết và các nguyên tố có khả năng gây hại (PHE), RM gây ra các vấn đề môi trường nghiêm trọng, chẳng hạn như ô nhiễm nước mặt và nước ngầm [8-11]. RM cũng gây ô nhiễm không khí, vì các hạt mịn của nó dễ bị gió phân tán [12,13]. Việc lưu trữ lớn RM đòi hỏi phải có tiền đề xây dựng và quản lý các đập thải bùn đỏ, cũng như dẫn đến các vấn đề môi trường nghiêm trọng, chẳng hạn như rò rỉ bùn đỏ do hư hỏng đường ống, rửa trôi dung dịch kiềm từ hàng rào hồ chứa, vỡ đập chứa [14].

Chìa khóa để giải quyết các vấn đề môi trường do RM gây ra là phát triển các công nghệ có thể chuyển RM thành tài nguyên thứ cấp và tiêu thụ một lượng lớn RM hoặc các bãi lưu ký được thiết kế để lưu trữ lâu dài [6,15]. Belviso và cộng sự tổng hợp thành công zeolit từ tính ở nhiệt độ thấp với tro bay và RM được sử dụng làm nguồn nhôm [16,17]. Hiện tại, việc xử lý và sử dụng RM tập trung vào thu hồi kim

*Liên hệ tác giả: taivibm@gmail.com

Nhận ngày 08/10/2021, sửa xong ngày 25/10/2021, chấp nhận đăng 04/11/2021

loại và sản xuất chất hấp phụ, gốm sứ, gạch, phụ gia bê tông và vật liệu nền đường [18-24].

Việt Nam là nước có trữ lượng quặng bauxit thuộc vào loại lớn trên thế giới, ước tính khoảng 5,5 tỷ tấn, chủ yếu tập trung ở khu vực Tây Nguyên. Đặc biệt ở tỉnh Đắk Nông, trữ lượng quặng bauxit lên tới 3,4 tỷ tấn. Dây chuyền sản xuất nhôm hydroxit đầu tiên ở nước ta được Công ty Hóa chất cơ bản Miền Nam đưa vào hoạt động tại nhà máy Hóa chất Tân Bình (COPHATA), TP. Hồ Chí Minh. Hiện nay, dự án khai thác và chế biến quặng bauxit Tân Rai (Lâm Đồng) và Nhân Cơ (Đắk Nông) đang được triển khai. Theo báo cáo quy hoạch phân vùng thăm dò khai thác chế biến, sử dụng quặng bauxit giai đoạn 2007-2015 và tầm nhìn đến 2025 của Tập đoàn Than và Khoáng sản Việt Nam (TKV), thì mỗi năm Việt Nam sẽ sản xuất từ 6,0 đến 8,5 triệu tấn nhôm oxit và 0,2 đến 0,4 triệu tấn nhôm kim loại. Tại Tây Nguyên sẽ xây dựng khoảng 6 nhà máy nhôm oxit và 01 nhà máy điện phân nhôm. Báo cáo đánh giá tác động môi trường cho thấy: dự án Nhân Cơ có công suất 600 nghìn tấn alumin/năm sẽ thải ra lượng bùn đỏ khô khoảng gần 570 nghìn tấn khô/năm, cộng với dung dịch bám theo bùn đỏ là khoảng 610 nghìn tấn/năm; dự án Tân Rai theo tính toán sẽ thải ra lượng bùn đỏ khô khoảng 637 nghìn tấn/năm và dung dịch bám theo bùn đỏ ước tính là gần 688 nghìn tấn/năm. Hằng năm, hai nhà máy alumin ở Tây Nguyên thải ra lượng bùn đỏ khô khoảng 1,2 triệu tấn. Như vậy, cần phải có những hồ chứa bùn đỏ có dung tích rất lớn ở khu vực Tây Nguyên; sự an toàn của các hồ chứa phé thải bùn đỏ này cũng như ảnh hưởng lâu dài của nó đến môi trường, nguồn nước, hệ sinh thái của khu vực xung quanh đang nhận được sự quan tâm đặc biệt của các nhà khoa học và người dân.

Sự không đồng nhất về mặt hóa học của đất sét góp phần vào việc kết hợp bùn đỏ để sản xuất gốm sứ. Hơn nữa, bùn đỏ có hàm lượng sắt và natri cao cũng như canxi và các oxit dễ chảy khác có các lợi thế kỹ thuật liên quan đến việc kết hợp bùn đỏ trong các sản phẩm gốm sứ, đặc biệt là quá trình nung [27]. Những đặc điểm này của bùn đỏ đã thúc đẩy các nghiên cứu về gốm sứ sử dụng 100 % bùn đỏ [25], [26], [27], [28]. Xu và cộng sự [28] đã chế tạo bốn loại bùn đỏ nung ở nhiệt độ 1140 °C sử dụng cho bề mặt bên trong và bên ngoài của các tòa nhà. Theo Pontikes et al [26] 100 % bùn đỏ thể hiện hoạt động vừa phải khi được nung trong không khí ở nhiệt độ 1050 °C. Moya và cộng sự [25] báo cáo rằng quá trình nung gốm bùn đỏ phải diễn ra ở 1200 °C để tạo ra độ co ngót cao nhất và độ hút nước tối thiểu. Các công trình báo cáo về gốm đất sét kết hợp với bùn đỏ cho thấy những thay đổi đáng kể trong các đặc tính kỹ thuật [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35]. Đối với Pérez-Villarejo và cộng sự [31] phát hiện tỷ lệ tối ưu của bùn đỏ trong sản xuất gạch đất sét nung là 50 % trọng lượng. Trong trường hợp này, nhiệt độ nung tối ưu là 950°C trong 1 giờ với kết quả là gạch có cường độ nén cao hơn đất sét. He và cộng sự [32] kết hợp lên đến 80 % bùn đỏ với một loại đất sét địa phương của Trung Quốc và thu được loại gốm tốt nhất khi kết hợp với 20 % trọng lượng bùn đỏ và nung ở 1050 °C trong 2 giờ. Họ chỉ ra rằng cường độ nén của gốm tăng lên khi lượng bùn đỏ lên đến 40 % trọng lượng và giảm xuống khi tăng bùn đỏ vượt quá 40% trọng lượng. Điều

này được hình thành là do hình thành pha thủy tinh khi nung. Ribeiro và cộng sự [34] kết hợp tới 60 % trọng lượng bùn đỏ với một loại đất sét màu vàng Brazil và báo cáo khả năng co ngót tuyến tính, độ hút nước và độ bền uốn bị suy giảm sau khi nung ở 900 °C. Scribot và cộng sự [35] phát hiện ra rằng việc bổ sung tới 30 % trọng lượng bùn đỏ biến tính vào gốm đất sét nung ở 1015 °C cho phép sản xuất các sản phẩm chấp nhận được như gạch lát. Người ta có thể suy ra từ các công trình nói trên rằng có thể sản xuất gốm từ bùn đỏ với các đặc tính mong muốn để sản xuất vật liệu xây dựng, miễn là quá trình nung được tiến hành ở 1050 °C. Hơn nữa, các đặc tính của gốm đất sét kết hợp với khoảng 40-50% bùn đỏ và nung ở nhiệt độ tối thiểu là 950 °C cho kết quả tối ưu.

Thực tế cho thấy đặc tính của gốm sứ dụng bùn đỏ không chỉ phụ thuộc vào lượng kết hợp mà còn phụ thuộc vào từng loại đất sét và nhiệt độ nung. Đề tài này đã nghiên cứu sự kết hợp riêng biệt của một loại bùn đỏ Tân Rai với hai loại đất sét khác nhau. Nguồn đất sét được lấy ở Việt Nam và gốm được nung ở nhiệt độ phù hợp với sự kết hợp riêng biệt lên đến 70 % bùn đỏ. Các kết quả này đóng vai trò hỗ trợ kỹ thuật cho các ứng dụng lần đầu tiên của gốm từ bùn đỏ được khảo sát trong sản xuất gạch lát nền và ngói nung cho xây dựng.

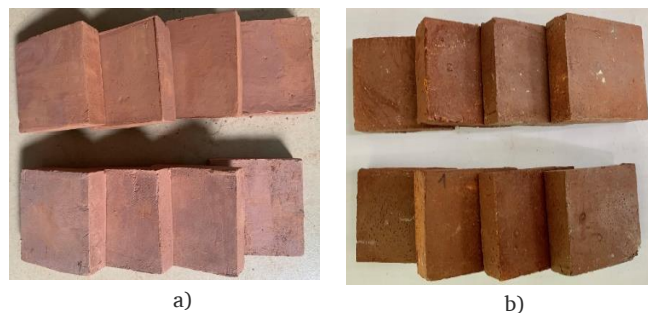
2. Nguyên liệu và phương pháp

Nguyên liệu thô được sử dụng là bùn đỏ và hai loại đất sét khác nhau. Bùn đỏ được lấy từ bãi thải nhà máy Alumin Tân Rai, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam. Hai loại đất sét được lấy từ hai địa điểm khác nhau. Một loại đất sét được lấy từ tỉnh Lâm Đồng (LD), Việt Nam. Loại đất sét LD có độ dẻo tương đối thấp hơn mức mong muốn để sản xuất gạch lát nền và ngói nung. Loại đất sét khác lấy từ tỉnh Đồng Nai (ĐN), Việt Nam. Loại đất sét ĐN này có độ dẻo cao hơn, thuận lợi hơn cho việc sản xuất gạch lát nền và ngói nung. Các nguyên liệu thô được sấy khô trong tủ sấy ở 110 °C trong 24 giờ. Để khảo sát phối liệu phù hợp cho sản xuất gạch lát nền và ngói nung, đề tài đưa ra các tỷ lệ các bài phối liệu như Bảng 1.

Bảng 1. Tỷ lệ hai loại đất sét và bùn đỏ của các bài phối liệu.

Bài phối liệu	Đất LD (%)	Đất ĐN (%)	Bùn đỏ (%)	Nước (%)
ĐC1	60		0	40
LD1	42		18	40
LD2	36		24	40
LD3	30		30	40
LD4	24		36	40
ĐC2		60	0	40
ĐN1		42	18	40
ĐN2		36	24	40
ĐN3		30	30	40
ĐN4		24	36	40

Để tạo được các mẫu phối liệu đồng nhất, các phối liệu ở Bảng 2 được cân định lượng từng mẻ riêng biệt. Các bài phối liệu như ở Bảng 2 được đem nghiền trong máy nghiền bi đến khi qua hết sàng 0,6 mm. Sau khi nghiền các hồ phối liệu được giảm độ ẩm về $\leq 21\%$. Các phối liệu sau khi giảm độ ẩm được tạo hình bằng phương pháp dẻo thành các viên mộc kích thước 50x50x10 mm. Các viên mộc tiếp tục được đem sấy đến độ ẩm viên mộc $\leq 1\%$, sau đó đem nung các viên mộc này ở các nhiệt độ 950 °C, 1000 °C và 1050 °C trong 120 phút, với tốc độ nâng nhiệt 20 °C/phút. Để đánh giá tính khả thi về mặt kỹ thuật khi sử dụng bùn đỏ làm nguyên liệu trong sản xuất gạch lát nền và ngói nung, các thử nghiệm đã được thực hiện để xác định độ hút nước, độ bền uốn, độ chịu mài mòn sâu, hệ số giãn nở nhiệt dài, thời gian xuyên nước phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 7483:2005 và TCVN 1452:2004. Dựa vào các kết quả kỹ thuật trên, việc sử dụng kết hợp đất sét bùn đỏ để chế tạo mẫu phẩm bằng phương pháp tạo hình dẻo, được minh họa trong Hình 1.



Hình 1. Mẫu thử nghiệm sử dụng 50% bùn đỏ: (a) Mẫu mộc; (b) Mẫu nung ở 1050°C.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tính chất nguyên liệu

Bảng 2 trình bày thành phần hóa học của nguyên liệu. Kết quả thực tế xác minh rằng, loại đất sét LĐ và loại đất sét ĐN có tỷ lệ SiO_2/Al_2O_3 đại diện cho một thông số biểu thị của hàm lượng kaolinit và thạch anh trong đất sét. Đất sét LĐ và ĐN có tỷ lệ lần lượt là 3,28 và 3,93. Tỷ lệ gần hơn 1,18 cho thấy lượng kaolinit cao hơn và hàm lượng thạch anh thấp hơn. Thạch anh được coi là thành phần chính trong nguyên liệu đất sét và là nguyên nhân trực tiếp gây ra các phản ứng trong quá trình nung. Một điểm đáng chú ý khác liên quan đến mất khối lượng khi nung (LoI) của hai loại đất sét LĐ và ĐN có thể dẫn đến sự gia tăng độ co ngót và độ xốp của sản phẩm cuối cùng. Bùn đỏ bao gồm hỗn hợp các oxit Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 và Na_2O là hàm lượng chính nhưng cũng có CaO với số lượng đáng kể. Tuy nhiên, số lượng của mỗi

Bảng 3. Độ ẩm tạo hình của các phối liệu đất sét - bùn đỏ.

Bài phối liệu	ĐC1	LĐ1	LĐ2	LĐ3	LĐ4	ĐC2	ĐN1	ĐN2	ĐN3	ĐN4
Độ ẩm phối liệu (%)	19,93	20,6	20,67	20,73	20,76	20,23	20,6	20,64	20,69	20,75

oxit phụ thuộc vào bauxit ban đầu được sử dụng cho quá trình Bayer cũng như quá trình được thực hiện như thế nào.

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần hóa.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả		
			Bùn đỏ Tân Rai	Đất sét LĐ	Đất sét ĐN
1	MKN	%	12,28	6,09	4,76
2	SiO_2	%	6,42	62,74	72,08
3	Fe_2O_3	%	54,74	6,54	1,62
4	Al_2O_3	%	13,54	19,12	18,33
5	CaO	%	3,15	0,41	0,01
6	MgO	%	0,00	0,75	0,30
7	SO_3	%	0,36	0,00	-
8	K_2O	%	0,02	2,87	2,23
9	Na_2O	%	3,16	0,10	0,32
10	TiO_2	%	4,34	0,44	-

3.2. Ảnh hưởng của bùn đỏ đến khả năng tạo hình

Công nghệ đùn dẻo sản xuất gạch lát sàn và ngói nung, khi phối trộn bùn đỏ có độ dẻo kém vào đất có thể làm giảm lực kết dính của đất. Điều này làm thay đổi độ dẻo tạo hình của phối liệu, nhóm đề tài khảo sát mức ảnh hưởng khả năng ảnh hưởng của chúng đến độ dẻo thông qua lực kết dính, cụ thể như sau:

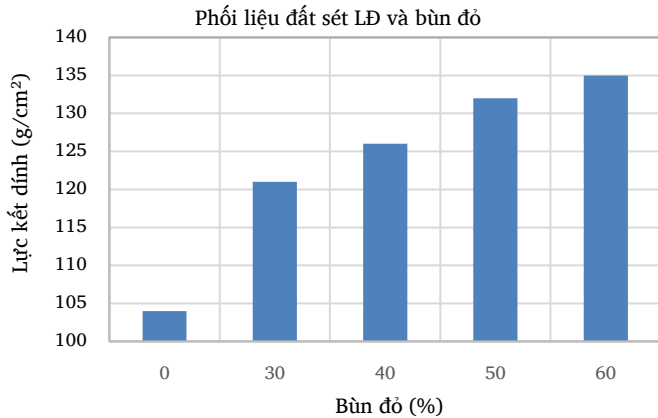
Các mẫu trong Bảng 2 được nghiền theo từng mẻ trong máy nghiền bi bằng phương pháp ướt, sao cho phối liệu qua hết sàng 0,6 mm được hồ phối liệu. Các hồ phối liệu sau khi nghiền được giảm độ ẩm về $\leq 21\%$ đánh dấu từng mẫu, dùng vải ẩm phủ kín lại và để như vậy khoảng 48 giờ. Các mẫu sau đó được đem xác định độ ẩm tạo hình theo TCVN 4345 đã xác định được các kết quả như Bảng 3.

Từ số liệu ở Bảng 3 cho thấy độ ẩm tạo hình của các mẫu không thay đổi nhiều theo phần trăm lượng bùn đỏ đưa vào phối liệu. Các phối liệu trong Bảng 3 tiếp tục được đem đi tạo hình để xác định lực kết dính ướt theo khuôn hình số 8. Lực kết dính ướt của phối liệu được xác định như sau:

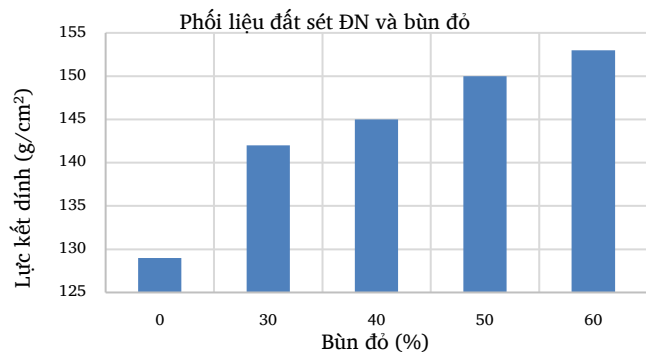
Lấy khoảng 150 g mỗi mẫu thử đã được chuẩn bị ở Bảng 4 cho vào khuôn tạo mẫu hình số 8. Khi tạo hình, dùng búa gỗ đập nhẹ cho đất lèn chặt vào khuôn. Sau đó dùng dao con miết phẳng hai mặt mẫu, lấy mẫu ra khỏi khuôn nổi để trên một tấm kính phẳng sau đó đưa ngay mẫu vào máy kéo để thử. Mẫu được đưa nhẹ nhàng vào bộ phận cặp mẫu hình số 8 của máy. Sau khi đã cặp mẫu ngay ngắn, điều chỉnh lại thẳng bằng, rồi mở khoá cho bi chì rơi vào thùng gia trọng với tốc độ rơi đều đều là 100 g/giây cho đến khi mẫu bị kéo đứt, cân thùng có chì gia trọng. Kết quả lực kết dính ướt của các bài phối liệu được thể hiện cụ thể ở Bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của bùn đỏ đến lực kết dính ướt của phối liệu.

Tên bài phối liệu	ĐC1	LĐ1	LĐ2	LĐ3	LĐ4	ĐC2	ĐN1	ĐN2	ĐN3	ĐN4
Đất sét (%)	100	70	60	50	40	100	70	60	50	40
Bùn đỏ (%)	0	30	40	50	60	0	30	40	50	60
Lực kết dính (g/cm^2)	104	121	126	132	135	129	142	145	150	153



Hình 2. Ảnh hưởng của bùn đỏ đến lực kết dính ướt trong phối liệu.



Hình 3. Ảnh hưởng của bùn đỏ đến lực kết dính ướt trong phối liệu.

Nhận xét: Để tạo hình dẻo dễ dàng và đảm bảo chất lượng một thông thường lực kết dính ướt phải đạt được $\geq 120 g/cm^2$. Việc khảo sát bài phối liệu ở Bảng 4 với 2 loại đất sét khác nhau và tỷ lệ cấp phối bùn đỏ khác nhau.

Kết quả kéo ướt thể hiện ở Hình 2 cho thấy, lượng bùn đỏ đưa vào bài phối liệu ảnh hưởng lớn đến lực kéo ướt của phối liệu. Tuy nhiên đất sét là nguyên liệu tạo lực kết dính cho phối liệu, nhưng bản thân loại đất sét Lâm Đồng (LĐ) có lực kết dính ướt nhỏ ($104 g/cm^2$). Do vậy đất sét LĐ cho thấy sự hạn chế của nó khi sử dụng vào bài phối liệu để tạo hình dẻo. Nếu sử dụng 100% đất sét LĐ sẽ khó tạo hình gạch mộc. Nhưng trong phối liệu với lượng bùn đỏ từ 40 đến 70% thì lực kéo ướt ở Bảng 4 cho thấy, mẫu có lực kết dính tăng theo tỷ lệ thuận với lượng bùn đỏ cho vào. Điều này cho thấy khi phối trộn đất sét với bùn đỏ có chứa lượng kiềm ($pH=10-12$) đã tạo thành chất kết dính làm tăng lực kết dính của phối liệu. Như vậy, việc phối trộn bùn đỏ vào đất đến 50 % vẫn đảm bảo việc tạo hình dẻo được.

Kết quả kéo ướt thể hiện ở Hình 3 cho thấy, lượng bùn đỏ đưa vào bài phối liệu ảnh hưởng đến lực kéo ướt của phối liệu nhưng không ảnh hưởng nhiều như đất sét LĐ. Bản thân loại đất sét Đồng Nai (ĐN) có lực kết dính ướt thuận lợi cho việc tạo hình ($129 g/cm^2$), do đó đất sét ĐN sử dụng tốt vào bài phối liệu để tạo hình dẻo. Ở Bảng 4 cho thấy, mẫu có lực kết dính tăng theo tỷ lệ thuận với lượng bùn đỏ cho vào. Điều này cho thấy khi phối trộn đất sét với bùn đỏ có chứa lượng kiềm ($pH=10-12$) đã tạo thành chất kết dính làm tăng lực kết dính của phối liệu. Như vậy việc phối trộn bùn đỏ vào đất đến 50% vẫn đảm bảo việc tạo hình dẻo được.

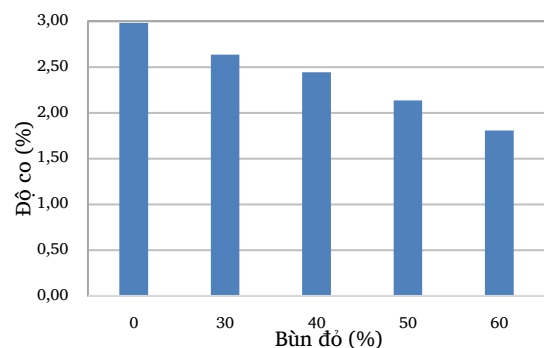
Theo những kết quả của hai phối liệu đất sét Lâm Đồng - Bùn đỏ và đất sét Đồng Nai - Bùn đỏ cho thấy, đất sét Đồng Nai - Bùn đỏ có lực kết dính đáp ứng được tốt hơn việc sản xuất gạch lát nền và ngói nung. Do vậy, phối liệu đất Đồng Nai - Bùn đỏ được lựa chọn làm phối liệu để thực hiện nghiên cứu tiếp.

3.3. Ảnh hưởng của bùn đỏ đến co sấy

Các bài liệu sử dụng đất Đồng Nai - Bùn đỏ trong Bảng 1 được nghiền phối trộn, ủ trong khoảng thời gian lớn hơn 48 giờ sau đó đem đi tạo hình bằng các khuôn có kích thước $50 \times 50 \times 15$ mm và kích thước $50 \times 50 \times 30$ mm. Đánh dấu các mẫu vừa tạo hình đồng thời xác định kích thước mẫu ướt, sau đó thực hiện quá trình sấy mẫu đến khối lượng không đổi. Để nguội các mẫu trong bình hút ẩm, xác định kích thước mẫu sau sấy. Kết quả của các mẫu được thể hiện trong Bảng 5 và Hình 4.

Bảng 5. Bảng độ co sấy của bài phối liệu đất Đồng Nai - Bùn đỏ.

Tên bài phối liệu	ĐC2	ĐN1	ĐN2	ĐN3	ĐN4
Đất sét Đồng Nai (%)	100	70	60	50	40
Bùn đỏ (%)	0	30	40	50	60
Co sấy (%)	2,98	2,63	2,44	2,13	1,81

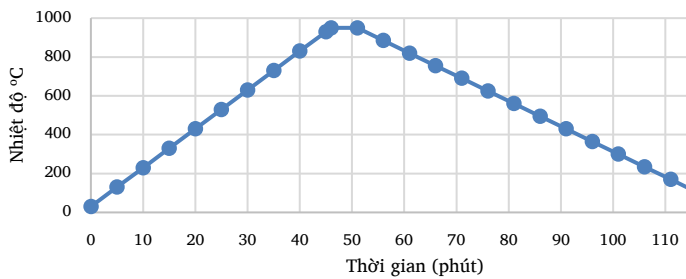


Hình 4. Biểu đồ quan hệ độ co sấy của phối liệu đất Đồng Nai - Bùn đỏ.

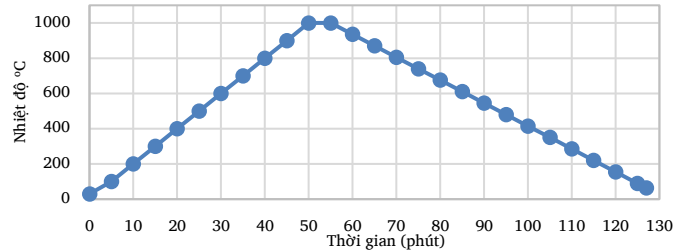
Nhận xét: Như các kết quả thể hiện ở Bảng 5 và Hình 4 cho thấy khi lượng bùn đò trong phối liệu tăng thì độ co sấy giảm đi, điều này cho thấy độ co của phối liệu thay đổi phụ thuộc nhiều vào lượng bùn đò.

3.4. Khảo sát ảnh hưởng của bùn đò đến tính chất cơ lý của sản phẩm

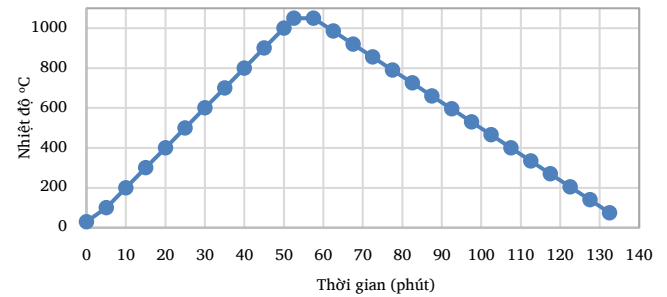
Để khảo sát một số tính chất cơ lý của phối liệu đất Đồng Nai – Bùn đò, nhóm đề tài đã tham khảo các tài liệu và vận dụng những kinh nghiệm thực tế để xây dựng nhiệt độ nung sản phẩm như sau: Tốc độ nâng nhiệt là 20°C/phút. Thời gian lưu tại nhiệt độ khoảng 5 phút. Các mẫu trong Bảng 5 sau khi sấy khô, tiếp tục được nung trong lò nung thí nghiệm theo đường cong nung Hình 5, 6, 7.



Hình 5. Đường cong nung mẫu ở nhiệt độ 950 °C.



Hình 6. Đường cong nung mẫu ở nhiệt độ 1000°C.

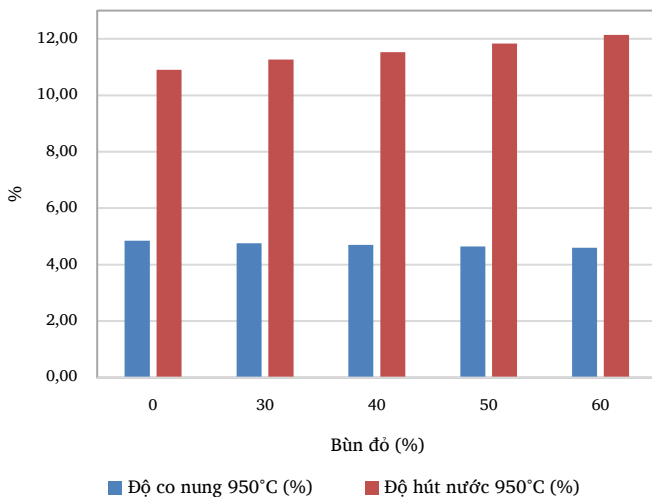


Hình 7. Đường cong nung mẫu ở nhiệt độ 1050 °C.

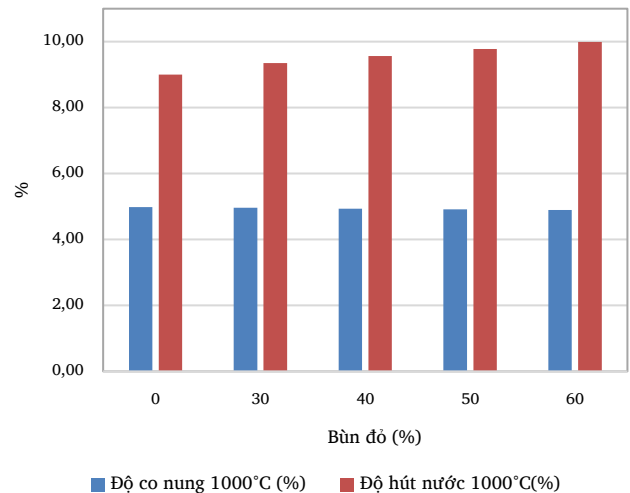
Kết quả xác định về một số tính chất cơ lý của các bài phối liệu được thể hiện cụ thể từ Bảng 6 và các Hình 8, 9, 10.

Bảng 6. Kết quả một số tính chất cơ lý của mẫu phối liệu.

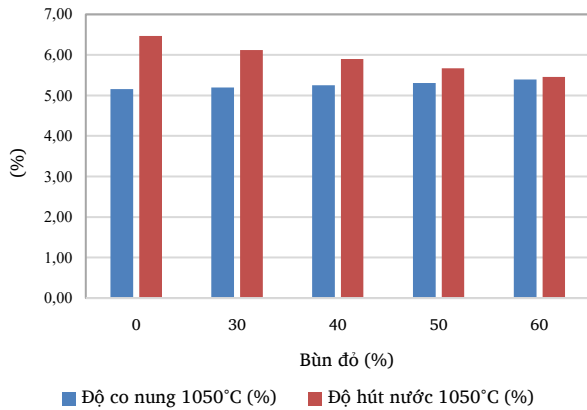
Chỉ tiêu		ĐC2	ĐN1	ĐN2	ĐN3	ĐN4
Độ co nung (%)	Nhiệt độ nung 950°C	4,85	4,76	4,70	4,65	4,60
Độ hút nước (%)		10,90	11,26	11,53	11,83	12,14
Độ co nung (%)	Nhiệt độ nung 1000°C	4,98	4,96	4,93	4,91	4,89
Độ hút nước (%)		9,00	9,35	9,56	9,78	9,99
Độ co nung (%)	Nhiệt độ nung 1050°C	5,16	5,20	5,25	5,31	5,39
Độ hút nước (%)		6,47	6,12	5,90	5,67	5,46



Hình 8. Quan hệ bùn đò với độ co nung và độ hút nước của phối liệu.



Hình 9. Quan hệ bùn đò với độ co nung và độ hút nước của phối liệu.



Hình 10. Quan hệ bùn đỏ với độ co nung và độ hút nước của phối liệu.

Nhận xét: Theo kết quả từ Bảng 6 và các biểu đồ từ Hình 8 đến Hình 10, khi nung ở nhiệt độ 950 °C, 1000 °C, 1050 °C trong lò nung thí nghiệm cho thấy:

- Ở 950°C phối liệu đất Đồng Nai – Bùn đỏ cho thấy, khi hàm lượng bùn đỏ tăng lên thì độ co nung giảm (từ 4,85 % đến 4,60 %) và độ hút nước tăng (từ 10,9 0% đến 12,14 %). Điều này cho thấy rằng bùn đỏ làm giảm độ co và làm tăng độ hút nước khi nung ở nhiệt độ này.

- Ở 1000°C phối liệu đất Đồng Nai – Bùn đỏ cho thấy, khi hàm lượng bùn đỏ tăng lên thì độ co nung giảm (từ 4,98 % đến 4,89 %) và độ hút nước tăng (từ 9,0 % đến 9,99 %). Điều này cho thấy rằng phối liệu nung ở nhiệt độ 1000 °C đã cải thiện các tính chất cơ lý tốt hơn phối liệu được nung ở 950 °C.

- Ở 1050°C phối liệu đất Đồng Nai – Bùn đỏ cho thấy, khi hàm lượng bùn đỏ tăng lên thì độ co nung tăng (từ 5,16 % đến 5,39 %) và độ hút nước giảm (từ 6,47 % xuống 5,46 %). Điều này cho thấy rằng bùn đỏ làm tăng độ co và làm giảm độ hút nước khi nung ở nhiệt độ này. Vậy phối liệu nung ở nhiệt độ 1050 °C đã cải thiện các tính chất cơ lý tốt hơn phối liệu được nung ở 950 °C và 1000 °C.

Do gạch gồm ốp lát dùng dèo và ngói nung có các yêu cầu các tính chất khác nhau, nhưng về cơ bản các tính chất được đưa ra trên cho thấy rằng phối liệu đất và bùn đỏ phù hợp với việc sản xuất bằng phương pháp đùn dèo gạch lát nền và ngói nung.

Với các kết quả đã khảo sát trên, nhóm đề tài đã quyết định lựa chọn lựa chọn phối liệu với tỷ lệ đất Đồng Nai 50 % - Bùn đỏ 50 % và nung ở nhiệt độ cao nhất 1050 °C để thực hiện nghiên cứu tiếp.

3.5. Chế tạo gạch lát nền và ngói nung

Cân định lượng phối liệu bao gồm đất Đồng Nai và bùn đỏ, gia công đến kích thước ≤ 3cm, cho vào máy nghiền bi sứ và bổ sung nước. Phối liệu được nghiền trong máy nghiền bi với thời gian khoảng 3 giờ, sao cho phối liệu qua hết sàng kích thước lỗ ≤ 0,6 mm được hồ phối liệu. Hồ phối liệu được đưa đến máy lọc khung bản, khi hồ phối liệu qua máy lọc khung bản độ ẩm phối liệu ≤ 21 %.

Phối liệu sau khi qua máy lọc khung bản được đem tạo hình thành các viên gạch mộc và viên ngói mộc. Đem các viên mộc này đưa vào lò nung thanh lăn trong phòng thí nghiệm theo đường cong nung đã được thiết lập như Hình 7. Các kết quả thử nghiệm sản phẩm được thể hiện trong Hình 11 và Bảng 7.



a) Gạch lát nền

b) Ngói lợp

Hình 11. Sản phẩm sau nung sử dụng 50 % bùn đỏ.

Bảng 7. Các tính chất của sản phẩm gạch lát nền và ngói nung.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	GẠCH LÁT NỀN		
1.1	Độ hút nước	%	5,5
1.2	Độ bền uốn	N/mm ²	21,5
1.3	Độ chịu mài mòn sâu	mm ³	356
1.4	Hệ số giãn nở nhiệt dài	10 ⁻⁶ /°C	7,5
2	NGÓI NUNG		
2.1	Độ hút nước	%	5,7
2.2	Khối lượng một mét vuông ngói lợp bão hòa nước	Kg	51,6
2.3	Thời gian xuyên nước	Giờ	2,3

4 . Kết luận

Từ những kết quả đã nghiên cứu trên cho thấy sử dụng 50% bùn đỏ trong phối liệu có đủ đặc tính thích hợp sử dụng làm nguyên liệu trong sản xuất gạch lát nền và ngói nung. Nhưng đặc tính này có liên quan đến kích thước hạt và thành phần hóa của phối liệu.

Dựa vào thực tế cho thấy, bùn đỏ có khả năng tương thích hóa học khi so sánh với các loại đất sét thông thường. Ngoài ra, bùn đỏ còn cung cấp hàm lượng oxit chảy cao góp phần vào sự hình thành pha lỏng thông qua quá trình giảm nhiệt độ nóng chảy có lợi cho quá trình nung.

Ảnh hưởng đến các đặc tính được đánh giá khi phối hợp các tỷ lệ khác nhau của bùn đỏ để sản xuất các sản phẩm gạch lát nền và ngói nung đã được xác định. Mặc dù độ co ngót của sản phẩm tăng, nhưng bùn đỏ có thể đáp ứng được cho việc sử dụng làm phối liệu để sản xuất gạch lát nền và ngói nung.

Các đặc tính được phân tích cần được đánh giá cẩn thận và không phải là giá trị tuyệt đối, vì có nhiều biến số trong quá trình này có thể bị thay đổi nhằm mục đích ứng dụng tốt nhất bùn đỏ trong sản xuất sản phẩm gạch lát nền và ngói nung.

Ứng dụng khả thi sử dụng phối liệu đất sét với bùn đỏ lần đầu tiên được chứng minh bằng phương pháp sản xuất thực tế gạch lát nền và ngói nung. Do đó, ứng dụng này khẳng định tiềm năng thực tế cho việc phối hợp bùn đỏ và các loại đất sét địa phương riêng biệt tại Việt Nam, đặc biệt là đất sét Đồng Nai để sản xuất gạch lát nền và ngói nung. Điều này sẽ góp phần không chỉ vào việc giảm chi phí nguyên liệu thô mà còn cho sự phát triển bền vững, vì nó sẽ thể hiện việc sử dụng hợp lý lượng chất thải bùn đỏ khổng lồ do sản xuất nhôm ở Việt Nam tạo ra.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Kirwan, L.J.; Hartshorn, A.; Mcmonagle, J.B.; Fleming, L.; Funnell, D. *Chemistry of bauxite residue neutralisation and aspects to implementation*. Int. J. Miner. Process. 2013, 119, 40–50.
- [2]. Evans, K.; Nordheim, E.; Tsesmelis, K. *Bauxite residue management*. In *Light Metals*; Springer: Cham, Switzerland, 2012; pp. 61–66.
- [3]. Tsakiridis, P.E.; Agatzini-Leonardou, S.; Oustadakis, P. *Red mud addition in the raw meal for the production of portland cement clinker*. J. Hazard. Mater. 2004, 116, 103–110.
- [4]. Power, G.; Gräfe, M.; Klauber, C. *Bauxite residue issues: I. Current management, disposal and storage practices*. Hydrometallurgy 2011, 108, 33–45.
- [5]. Wang, W.; Pranolo, Y.; Chu, Y.C. *Recovery of scandium from synthetic red mud leach solutions by solvent extraction with D2EHPA*. Sep. Purif. Technol. 2013, 108, 96–102.
- [6]. Evans, K. The history, challenges, and new developments in the management and use of bauxite residue. J. Sustain. Metall. 2016, 2, 316–331.
- [7]. Cusack, P.B.; Healy, M.G.; Ryan, P.C.; Burke, I.T.; O' Donoghue, L.M.T.; Ujaczki, É.; Courtney, R. Enhancement of bauxite residue as a low-cost adsorbent for phosphorus in aqueous solution, using seawater and gypsum treatments. J. Clean. Prod. 2018, 179, 217–224.
- [8]. Mukiza, E.; Zhang, L.L.; Liu, X.; Zhang, N. Utilization of red mud in road base and subgrade materials: A review. Resour. Conserv. Recycl. 2019, 141, 187–199.
- [9]. Altundo ğan, H.S.; Altundo ğan, S.; Tümen, F.; Bildik, M. Arsenic removal from aqueous solutions by adsorption on red mud. Waste Manag. 2000, 20, 761–767.
- [10]. Mayes, W.M.; Burke, I.T.; Gomes, H.I.; Anton, Á.D.; Molnár, M.; Feigl, V.; Ujaczki, É. Advances in understanding environmental risks of red mud after the Ajka spill, Hungary. J. Sustain. Metall. 2016, 2, 332–343.
- [11]. Lyu, F.; Gao, J.; Sun, N.; Liu, R.; Sun, X.; Cao, X.; Wang, L.; Sun, W. Utilisation of propyl gallate as a novel selective collector for diaspore flotation. Miner. Eng. 2019, 131, 66–72.
- [12]. Balomenos, E.; Giannopoulou, I.; Panias, D.; Paspaliaris, I.; Perry, K.; Boufounos, D. Efficient and Complete Exploitation of the Bauxite Residue (Red Mud) Produced in the Bayer Process. In Proceedings of the European Metallurgical Conference, Düsseldorf, Germany, 23–26 June 2011.
- [13]. András, G.; Nóra, K.; Beatrix, T.; Ágnes, R.; András, H.; Kornélia, I.; Ilona, N.K.; Dorottya, C.M.; Ádám, T.; Aladár, C. The red mud accident in ajka (hungary): Characterization and potential health effects of fugitive dust. Environ. Sci. Technol. 2011, 45, 1608–1615.
- [14]. Liang, G.; Chen, W.; Nguyen, A.V.; Nguyen, T.A.H. Red mud carbonation using carbon dioxide: Effects of carbonate and calcium ions on goethite surface properties and settling. J. Colloid Interface Sci. 2018, 517, 230–238.
- [15]. James, J.P.; Tobias, H.; Andrei, G.; Tkaczyk, A.H.; Yiannis, P.; Anna, B.R. Identifying hotspots of environmental impact in the development of novel inorganic polymer paving blocks from bauxite residue. Resour. Conserv. Recycl. 2018, 138, 87–98.
- [16]. Belviso, C.; Agostinelli, E.; Belviso, S.; Cavalcante, F.; Pascucci, S.; Peddis, D.; Varvaro, G.; Fiore, S. Synthesis of magnetic zeolite at low temperature using a waste material mixture: Fly ash and red mud. Microporous Mesoporous Mater. 2015, 202, 208–216.
- [17]. Belviso, C.; Kharchenko, A.; Agostinelli, E.; Cavalcante, F.; Peddis, D.; Varvaro, G.; Yaacoub, N.; Mintova, S. Red mud as aluminium source for the synthesis of magnetic zeolite. icroporous Mesoporous Mater. 2018, 270, 24–29.
- [18]. Hua, Y.; Heal, K.V.; Frieslhanl, W. The use of red mud as an immobiliser for metal/metalloid-contaminated soil: A review. J. Hazard. Mater. 2017, 325, 17–30.
- [19]. Liu, S.; Guan, X.; Zhang, S.; Xu, C.; Li, H.; Zhang, J. Sintering red mud based imitative ceramic bricks with CO2 emissions below zero. Mater. Lett. 2017, 191, 222–224.
- [20]. Ujaczki, E.; Zimmermann, Y.; Gasser, C.; Molnár, M.; Feigl, V.; Lenz, M. Red mud as secondary source for critical raw materials—extraction study. J. Chem. Technol. Biotechnol. 2017, 92, 2835–2844.
- [21]. Rai, S.; Wasewar, K.L.; Agnihotri, A. Treatment of alumina refinery waste (red mud) through neutralization techniques: A review. Waste Manag. Res. 2017, 35, 563–580.
- [22]. Guo, T.; Yang, H.; Liu, Q.; Gu, H.; Wang, N.; Yu, W.; Dai, Y. Adsorptive removal of phosphate from aqueous solutions using different types of red mud. Water Sci. Technol. 2018.
- [23]. Guan, Q.; Sun, W.; Hu, Y.; Yin, Z.; Zhang, C.; Guan, C.; Zhu, X.; Ahmed Khoso, S. Simultaneous control of particle size and morphology of α -CaSO₄·1/2H₂O with organic additives. J. Am. Ceram. Soc. 2019, 102, 2440–2450.
- [24]. Zhang, Y.; Hu, Y.; Sun, N.; Khoso, S.A.; Wang, L.; Sun, W. A novel precipitant for separating lithium from magnesium in high Mg/Li ratio brine. Hydrometallurgy 2019, 187, 125–133.
- [25]. Moya JS, Morales F, Garcia VA. Ceramic use of red mud from alumina plants. Bol Soc Esp Ceram 1987;26(1):21–9.
- [26]. Pontikes Y, Rathossi C, Nikoloulos P, Angelopoulos GN, Jayaseelan DD, Lee WE. Effect of firing temperature and on sintering of ceramics made from Bayer process bauxite residue. Ceram Int 2009;35:401–7.
- [27]. Alam S, Das SK, Rao BH. Characterization of coarse fraction of red mud as a civil engineering construction material. J Clean Prod 2017;168:679–91.
- [28]. Xu X, Song J, Li Y, Wu J, Liu X, Zhang C. The microstructure and properties of ceramic tiles from solid wastes of Bayer red muds. Constr Build Mater 2019;212:266–74.
- [29]. Knight JC, Wagh AS, Reid WA. The mechanical properties of ceramics from bauxite waste. J Mater Sci 1986;21(6):2179–84.
- [30]. Filippo PAS, Usai G. The recycling of red mud from the Bayer process. Part 1. Production of masonry bricks at a firing temperature of 950 ° C. Ziegelindustrie Int 1988;41(2-3):67–79.
- [31]. Pérez-Villarejo L, Corpás-Iglesias FA, Martínez-Martínez S, Artiaga R, Pascual-Cosp J. Manufacturing new ceramic material from clay and red mud derived from the aluminium industry. Constr Build Mater 2012;35:656–65.

- [32]. He HT, Yue QY, Qi YF, Gao BY, Zhao YQ, Yu H, et al. The effect of incorporation of red mud on the properties of clay ceramic bodies. *Appl Clay Sci* 2012;70:67–73.
- [33]. Babisk MP, Altoé TP, Lopes HJU, Prado US, Gadioli MC, Monteiro SN, et al. Properties of clay ceramic incorporated with red mud. *Mater Sci Forum* 2014;798-799:509–13.
- [34]. Ribeiro LS, Babisk MP, Prado US, Monteiro SN, Vieira CMF. Incorporation of in natura and calcined red muds into clay ceramic. *Mater Res* 2015;18 supl.2:279–82.
- [35]. Scribot C, Maherzi W, Benzerzour M, Mamindy-Pajany Y, Abriak NE. A laboratory-scale experimental investigation on the reuse of a modified red mud in ceramic materials production. *Constr Build Mater* 2018;163:21–31.