

PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG MỘT SỐ NGUYÊN TỐ TRONG SỮA TƯƠI VINAMILK BẰNG KỸ THUẬT HUỖNH QUANG TIA X PHẢN XẠ TOÀN PHẦN (TXRF)

Nguyễn Thị Minh Sang¹

Lê Đoàn Đình Đức¹

Trương Văn Minh²

Trần Ngọc Trúc Thy^{1,3}

Huỳnh Thị Thanh Nhân^{1,4}

¹Trường Đại học Đà Lạt

²Trường Đại học Đồng Nai

³Trường THCS và THPT Đồng Đa

⁴Trường THCS và THPT Xuân Trường

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Minh Sang – Email: sangntm@dlu.edu.vn

(Ngày nhận bài: 6/2/2026, ngày nhận bài chỉnh sửa: 6/3/2026, ngày duyệt đăng: 24/3/2026)

TÓM TẮT

Sữa là nguồn dinh dưỡng quan trọng không chỉ đối với trẻ em mà còn với cả người trưởng thành. Sữa bổ sung nhiều loại khoáng chất, vitamin và các nguyên tố vi lượng thiết yếu cho con người. Tuy nhiên, nếu nguồn thức ăn cung cấp cho bò sữa kém chất lượng thì trong sữa sẽ có các nguyên tố nguy hại cho người tiêu dùng. Trong nghiên cứu này, sữa tươi của Công ty Cổ phần Sữa Việt Nam (Vinamilk) được dùng để nghiên cứu, phương pháp huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF) được sử dụng để phân tích định tính và định lượng các nguyên tố trong mẫu sữa. Kết quả đã xác định được mười một nguyên tố gồm: Photpho (P), Kali (K), Canxi (Ca), Sắt (Fe), Kẽm (Zn), Brom (Br), Stronti (Sr), Ytri (Y), Chì (Pb), Đồng (Cu), Mangan (Mn) trong đó K và Ca là hai nguyên tố đa lượng có hàm lượng cao nhất trong các mẫu sữa (hàm lượng K từ 781 mg/l đến 934 mg/l, Ca từ 423 mg/l đến 456 mg/l); các nguyên tố vi lượng có hàm lượng nằm trong giới hạn an toàn theo tiêu chuẩn Codex (do Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO) xây dựng) và tiêu chuẩn Việt Nam.

Từ khóa: Nguyên tố đa lượng; nguyên tố vi lượng; sữa tươi; tiêu chuẩn Codex; tiêu chuẩn Việt Nam; TXRF

1. Giới thiệu

Sữa và sản phẩm từ sữa là những thực phẩm có giá trị dinh dưỡng cao, có nhiều chất đạm, chất béo, vitamin, Ca, P, vitamin B2, B12, D, ... giúp phát triển khung xương, tăng cường miễn dịch, tốt cho hệ tiêu hóa, giúp cơ thể phát triển khỏe mạnh [1]. Nhu cầu sữa và các sản phẩm từ sữa trên thế giới ngày càng tăng, đạt quy mô lớn nhờ gia tăng dân số cũng như thu nhập bình quân tăng và xu hướng chú trọng dinh dưỡng. Tỷ lệ tăng trưởng kép (CAGR: Compound Annual Growth Rate) của sữa hằng năm khoảng 4,4% (2025-2034) [2]. Sản lượng và tiêu thụ sữa toàn cầu năm 2023 đạt khoảng

782 triệu tấn, với mức tiêu thụ bình quân 119,1 kg/người/năm, trong đó sữa bò chiếm khoảng 81% sản lượng [2].

Tại Việt Nam, mức tiêu thụ sữa bình quân đầu người khoảng 27-28 lít/năm, vẫn thấp hơn so với các nước trong khu vực như Thái Lan (35 lít), Singapore (45 lít). Vì thế, thị trường Việt Nam vẫn còn tiềm năng phát triển rất lớn, dự báo tăng trưởng 7-8% mỗi năm [3].

Ngoài những lợi ích về mặt dinh dưỡng cho con người thì sữa cũng là loại thực phẩm dễ bị nhiễm các hóa chất độc hại và kim loại nặng từ môi trường nuôi bò hoặc trong quy trình sản xuất. Các nguyên tố độc hại có thể xâm nhập vào

chuỗi thức ăn thông qua ô nhiễm từ đất, phân bón, thuốc trừ sâu, nước, không khí, thức ăn chăn nuôi, tích tụ trong sữa và gây ra những rủi ro nghiêm trọng cho sức khỏe người tiêu dùng [4]. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng có một số kim loại nặng trong sữa, như dư lượng chì, cadmium và thủy ngân trong sữa là mối quan ngại đặc biệt vì sữa được trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ tiêu thụ rất nhiều [5-8] nên việc xác định mức độ các kim loại nặng này trong sữa là rất cần thiết.

Việc kiểm soát hàm lượng các nguyên tố thiết yếu cũng như các tác nhân độc hại trong sữa là một yêu cầu cần thiết nhằm đảm bảo an toàn thực phẩm và bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Thông thường, để phân tích các nguyên tố trong sữa cũng như các thực phẩm khác, người ta thường dùng phương pháp ICP-MS, ICP-OES, và AAS [9]. Các phương pháp này thường đòi hỏi xử lý mẫu phức tạp bằng hóa chất.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thực hiện nhằm xác định thành phần nguyên tố trong sữa để đánh giá giá trị dinh dưỡng cũng như nguy cơ ô nhiễm kim loại nặng. Các nguyên tố thường được phân tích bao gồm các nguyên tố đa lượng như Ca, K và P, cùng với các nguyên tố vi lượng và kim loại nặng như Fe, Zn, Cu, Mn, và Pb. Chẳng hạn, Birghila và cộng sự đã sử dụng phương pháp ICP-AES để xác định các nguyên tố Ca, K, Fe, Zn, Cu và Mn trong sữa bò thu thập tại Constanta (Romania), qua đó cho thấy sự biến thiên đáng kể về hàm lượng các nguyên tố tùy thuộc vào điều kiện môi trường và nguồn thức ăn của bò sữa [10]. Tương tự, Meshref và cộng sự đã phân tích các nguyên tố vi lượng và kim loại nặng như Fe, Zn, Cu, Mn, Pb và Cd trong sữa và các sản phẩm từ sữa tại Beni-Suef (Ai Cập), kết quả cho thấy hàm lượng các nguyên tố này

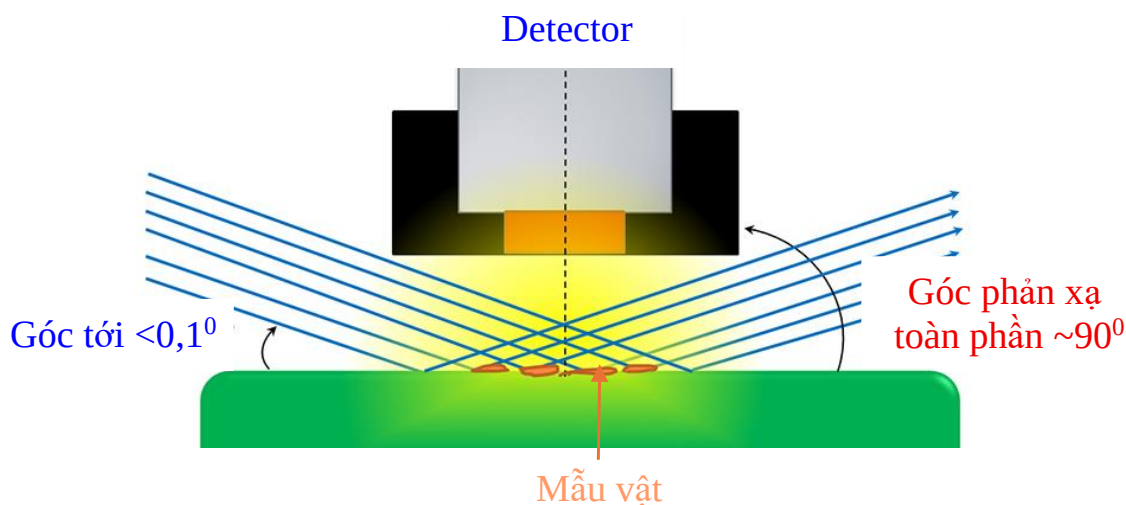
có thể thay đổi đáng kể giữa các loại sản phẩm sữa khác nhau [11].

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu đã khảo sát sự hiện diện của kim loại nặng trong sữa và các sản phẩm từ sữa nhằm đánh giá nguy cơ đối với sức khỏe người tiêu dùng. Chẳng hạn, Điền và cộng sự đã báo cáo sự hiện diện của các kim loại nặng như Pb và Cd trong sữa và sản phẩm sữa dành cho trẻ em tại một số khu vực ở Hà Nội [4]. Bên cạnh các phương pháp phân tích như ICP-MS, ICP-OES và AAS, kỹ thuật TXRF cũng được sử dụng trong phân tích thành phần nguyên tố của nhiều loại mẫu thực phẩm nhờ ưu điểm chuẩn bị mẫu đơn giản, khả năng phân tích đồng thời nhiều nguyên tố và ngưỡng phát hiện thấp đến mức ppb [12]. Trong nghiên cứu này, kỹ thuật TXRF được áp dụng để xác định hàm lượng các nguyên tố trong các mẫu sữa tươi Vinamilk nhằm đánh giá thành phần nguyên tố và góp phần cung cấp thêm dữ liệu về hàm lượng nguyên tố trong sữa tiêu thụ tại Việt Nam.

2. Thực nghiệm

2.1. Thiết bị

Thực nghiệm được tiến hành trên hệ đo TXRF loại S2 PICOFOX™ [13] được trang bị tại Trường Đại học Đà Lạt, là hệ thống phân tích bán tự động, phân tích định tính và định lượng nhiều nguyên tố từ Al đến Uran (U). Cấu tạo chính của hệ gồm: ống phát tia X (bia Molypden, năng lượng phát 17,5 keV), làm việc ở điều kiện điện áp 50 kV, dòng điện 800 μ A; bộ lọc đơn năng là tinh thể đa lớp làm bằng kim loại đồng; detector thu nhận tia X là detector bán dẫn Silic loại SDD. Trong kỹ thuật TXRF, góc chiếu được yêu cầu nhỏ cỡ $0,1^\circ$ để thu được toàn bộ chùm tia phản xạ lên detector. Hình 1 mô tả cách bố trí mẫu và detector trong phương pháp TXRF.



Hình 1: Bố trí hình học mẫu và detector của hệ TXRF

2.2. Mẫu sữa dùng trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, sữa tươi nguyên chất của thương hiệu Vinamilk với các loại: không đường, ít đường, có

đường được lựa chọn làm đối tượng nghiên cứu. Kí hiệu các mẫu sữa được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Tên sữa và kí hiệu mẫu sữa dùng trong phân tích

STT	Tên sữa	Kí hiệu mẫu
1	Vinamilk không đường	VN 1
2	Vinamilk ít đường	VN 2
3	Vinamilk có đường	VN 3

Sữa tươi tiệt trùng được chế biến chủ yếu từ sữa tươi nguyên liệu, xử lý nhiệt độ 135⁰C đến 150⁰C trong thời gian ngắn 2-5 giây nhằm loại bỏ vi khuẩn đảm bảo sử dụng trong thời gian từ 6-12 tháng [14]. Vinamilk sử dụng nguồn sữa từ các trang trại nuôi bò với quy trình sản xuất khép kín, với mạng lưới các trang trại trải dài khắp Việt Nam, có hệ thống trang trại đạt chuẩn Global G.A.P lớn nhất châu Á. Vinamilk sở hữu quy mô sản xuất và nuôi bò sữa hàng đầu Việt Nam, với hệ thống khoảng 15 trang trại (bao gồm Mộc Châu Milk) và tổng đàn bò hơn 140.000 con (tính đến đầu năm 2025),

cùng hơn 75 trạm thu mua sữa nguyên liệu [15].

2.3. Chuẩn bị mẫu dùng trong phân tích

Trước khi dùng sữa làm mẫu phân tích, sữa tươi trong bao bì đóng gói (hình 2a) được lắc đều để đảm bảo đồng nhất. Dùng pipet hút lấy 0,9 ml sữa tươi cho vào ống polypropylene (hình 2b). Tiếp theo, lấy và thêm vào mẫu 0,1 ml dung dịch chuẩn nội Galium (Ga) nồng độ 10 ppm để được dung dịch có nồng độ Ga là 1 ppm. Quy trình chuẩn bị mẫu dạng lỏng khi đo đã được áp dụng rộng rãi trong phân tích các mẫu thực phẩm như sữa và đồ uống bằng kỹ thuật TXRF [16].



a)

b)

Hình 2: Mẫu sữa và dung dịch chuẩn nội Ga đựng trong ống polypropylene

Để tạo được bề mặt mẫu đồng đều, cần giữ đứng pipet, nhỏ khoảng 10 μL dung dịch sữa đã có chuẩn nội Ga lên đĩa mang mẫu (hình 3), chú ý đảm bảo đường

kính giọt mẫu không vượt quá 10 mm, sau đó sấy mẫu ở 25°C đến khi mẫu khô hoàn toàn.

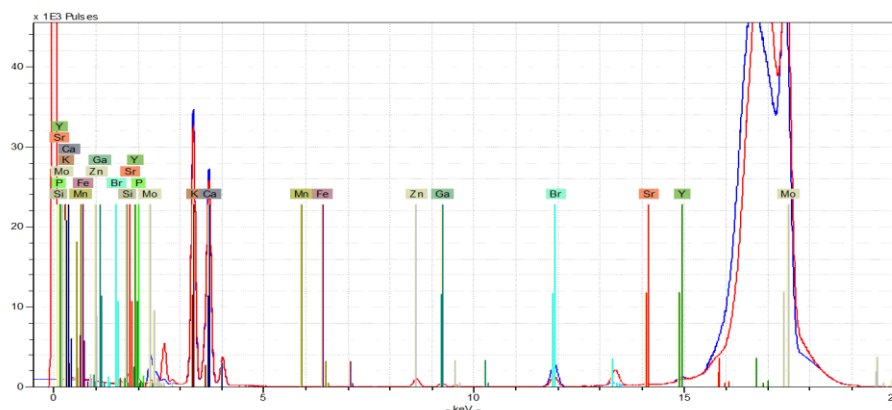


Hình 3: Các mẫu được sấy ở 25 °C

3. Kết quả và thảo luận

Để đảm bảo tính thống kê, mỗi loại sữa được phân tích mười mẫu, như vậy tổng số mẫu cần phân tích là 30 mẫu. Sữa trong nghiên cứu được mua từ các lô sản xuất trong tháng 10 năm 2025. Các mẫu

được đo trên hệ TXRF S2 PICOFOXTM, thời gian đo mỗi mẫu 10 phút, sử dụng mẫu Mn và mẫu Kraff để hiệu chỉnh phổ và đánh giá định lượng. Hình 4 là phổ huỳnh quang tia X tiêu biểu thu được từ phân tích sữa.



Hình 4: Phổ huỳnh quang TXRF của mẫu sữa

Kết quả hàm lượng các nguyên tố phân tích từ sữa với 30 mẫu cho ba loại sữa được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2: Kết quả phân tích hàm lượng (mg/L) các nguyên tố trong các mẫu sữa Vinamilk

Stt	Nguyên tố	Mẫu					
		VN 1		VN 2		VN 3	
		Hàm lượng	Sai số hàm lượng ($\pm\Delta$)	Hàm lượng	Sai số hàm lượng ($\pm\Delta$)	Hàm lượng	Sai số hàm lượng ($\pm\Delta$)
1	P	61,431	1,901	79,980	1,997	36,076	1,756
	K	804,675	8,734	933,854	9,138	781,234	9,242
3	Ca	430,164	4,729	455,918	4,535	423,294	5,065
4	Fe	0,195	0,014	0,261	0,014	0,271	0,017
5	Zn	3,089	0,047	2,667	0,038	2,783	0,046
6	Br	3,709	0,051	3,824	0,047	5,998	0,083
7	Sr	0,234	0,012	0,209	0,011	0,171	0,014
8	Y	0,971	0,026	1,125	0,027	1,230	0,035
9	Pb	--	--	0,016	0,007	0,019	0,008
10	Cu	0,027	0,007	0,030	0,006	0,048	0,008
11	Mn	--	--	--	--	0,095	0,016

Ghi chú: --: hàm lượng nguyên tố dưới ngưỡng phát hiện.

Kết quả phân tích cho thấy, K và Ca là hai nguyên tố đa lượng có hàm lượng cao nhất: hàm lượng K trong mẫu trong khoảng từ 781 mg/l đến 934 mg/l, hàm lượng Ca trong mẫu từ 423 mg/l đến 456 mg/l. Đây là các nguyên tố đa lượng đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp dinh dưỡng, hỗ trợ phát triển xương và duy trì các chức năng sinh lý của cơ thể [16]. Tuy nhiên, giá trị đo được thấp hơn hàm lượng trung bình trong sữa bò tươi được tổng hợp, trong đó hàm lượng K trung bình từ 1440 ÷ 1780 mg/l và hàm lượng Ca từ 1070 ÷ 1330 mg/l. Sự khác biệt này có thể liên quan đến đặc điểm của sữa tiết trùng công nghiệp so với sữa tươi, bao gồm quá trình chế biến và thành phần nguyên liệu.

P là nguyên tố đóng vai trò thiết yếu trong cơ thể người, P xây dựng hệ xương chắc khỏe, trong đó sữa cũng như các sản phẩm từ sữa là nguồn cung cấp P quan trọng trong khẩu phần ăn, chiếm khoảng 30-45% tổng lượng P hấp thụ hằng ngày.

Tuy nhiên, hàm lượng P trong sữa tươi hàm lượng P trong sữa tươi Vinamilk dao động trong khoảng 36 ÷ 79 mg/l, thấp hơn khoảng 20 lần so với hàm lượng ghi nhận trong các mẫu sữa tại Constanta, Romania [17].

Kết quả phân tích cho thấy, bên cạnh các nguyên tố đa lượng, các mẫu sữa còn chứa các hàm lượng các nguyên tố vi lượng Zn: 2,667 ÷ 3,089 mg/l, Fe: 0,195 ÷ 0,271 mg/l, Cu: 0,027 ÷ 0,048 mg/l và Mn: 0,095 mg/l. Hàm lượng Zn cao hơn mẫu sữa bò tại Constanta (0,98 mg/l) [17]. Tuy nhiên lại thấp hơn nhiều trong mẫu sữa bò tươi và sản phẩm từ sữa tại Beni-Suef, Ai Cập (2,73 ÷ 18,32 mg/l) [18]. Zn là nguyên tố vi lượng cần thiết cho cơ thể, thiếu hụt Zn trong chế độ ăn uống hàng ngày có thể ảnh hưởng đến tăng trưởng và làm suy giảm hệ miễn dịch của cơ thể.

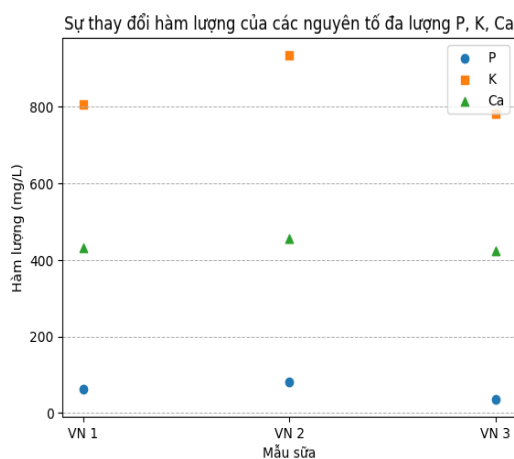
Tương tự như vậy, hàm lượng Fe cũng cao trong mẫu sữa được thu thập tại Constanta (0,72 mg/l) [17]. Tuy nhiên lại

thấp hơn nhiều trong mẫu sữa bò tươi và sản phẩm từ sữa tại Beni-Suef, Ai Cập ($2,9 \div 45,6$ mg/l) [18]. Fe là thành phần chính của hemoglobin, vận chuyển oxy từ phổi đến các tế bào và myoglobin.

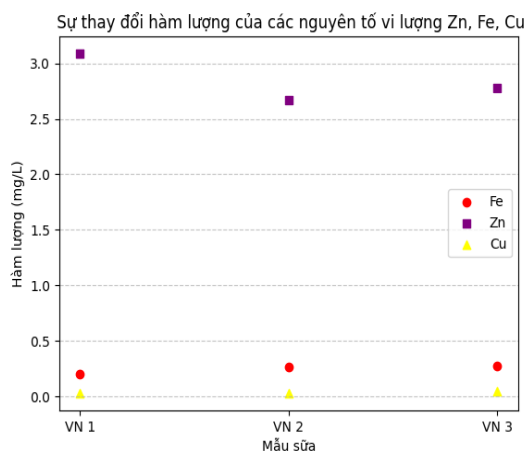
Cu là nguyên tố vi lượng tham gia vào quá trình tạo máu, chuyển hóa sắt và hình thành mô liên kết, chống oxy hóa và bảo vệ hệ thần kinh. Hàm lượng Cu trong mẫu thấp hơn mẫu sữa được thu thập tại Constanta (0,17 mg/l) [17].

Mn là thành phần của nhiều enzyme liên quan đến chuyển hóa carbohydrate, lipid và protein góp phần vào phát triển xương và bảo vệ tế bào khỏi stress oxy hóa. Hàm lượng Mn xấp xỉ hàm lượng mẫu sữa tại được thu thập tại Constanta (0,08 mg/l) [17].

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy,



nếu thêm đường vào sữa tươi (sữa ít đường và sữa có đường) thì làm cho hàm lượng các nguyên tố trong sữa giảm, đặc biệt là các nguyên tố đa lượng. Sự thay đổi hàm lượng của một số nguyên tố trong các mẫu sữa được thể hiện ở biểu đồ hình 5. Hàm lượng đo được từ các mẫu cho thấy các nguyên tố đa lượng P, Ca và K đạt giá trị cao nhất ở mẫu ít đường (VN 2) và có xu hướng giảm ở mẫu có đường (VN 3). Ngược lại, các nguyên tố vi lượng Fe và Cu tăng dần theo mức bổ sung đường, trong khi Zn biến thiên không theo quy luật tuyến tính. Việc tăng hàm lượng của một số nguyên tố vi lượng trong mẫu sữa có đường là do các nguyên tố này có từ lượng đường thêm vào.



Hình 5: Biểu đồ biểu diễn sự thay đổi hàm lượng của một số nguyên tố trong các mẫu sữa Vinamilk

Bên cạnh các nguyên tố đa lượng và vi lượng cần thiết cho cơ thể, trong mẫu sữa phân tích có sự hiện diện của các nguyên tố Br: $3,709 \div 5,998$ mg/l, Sr: $0,170 \div 0,234$ mg/l, Y: $0,971 \div 1,230$ mg/l, và Pb: $0,016 \div 0,019$ mg/l. Tuy nhiên, sự hiện diện của các kim loại nặng như Pb cần được kiểm soát chặt chẽ do chúng có khả năng tích lũy trong cơ thể và gây ảnh

hưởng đến hệ thần kinh, đặc biệt ở trẻ em. Trong nghiên cứu này, hàm lượng Pb trong các mẫu sữa đều nằm dưới giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn Codex và quy chuẩn Việt Nam. Hàm lượng Pb trong các mẫu sữa phân tích từ 0,016 đến 0,019 mg/l, thấp hơn giới hạn tối đa cho phép đối với sữa dạng lỏng là 0,02 mg/l theo tiêu chuẩn Codex CXS 193-1995

[19], cũng như Quy chuẩn Việt Nam QCVN 8-2:2011/BYT [20]. Do đó, hàm lượng Pb trong các mẫu sữa nghiên cứu nằm trong giới hạn an toàn theo các tiêu chuẩn hiện hành.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, hàm lượng các nguyên tố trong sữa Vinamilk đã được xác định bằng kỹ thuật huỳnh quang tia X phản xạ toàn phần (TXRF). Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng các nguyên tố đa lượng thấp hơn so với một số sữa tươi trên thế giới.

Tuy nhiên, các nguyên tố vi lượng có lợi khá tương đồng về mặt định tính với các loại sữa đã nghiên cứu trước đây. So sánh định lượng với các nghiên cứu trước cho thấy hàm lượng Zn, Fe, Cu và Mn trong sữa Vinamilk có sự khác biệt nhất định so với sữa bò tại một số khu vực như Constanta (Romania) và Beni-Suef (Ai Cập), tuy nhiên vẫn đảm bảo vai trò dinh dưỡng và an toàn cho người

tiêu dùng.

Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng việc bổ sung đường vào sữa có ảnh hưởng đến hàm lượng các nguyên tố, đặc biệt là làm giảm hàm lượng các nguyên tố đa lượng như K, Ca và P, trong khi một số nguyên tố vi lượng như Fe và Cu có xu hướng tăng. Điều này cho thấy thành phần nguyên tố trong sữa có thể bị tác động bởi quá trình chế biến và bổ sung phụ gia.

Ngoài các nguyên tố thiết yếu, một số nguyên tố không thiết yếu (bất lợi cho sự phát triển của cơ thể) như Br, Sr và Y cũng được phát hiện trong các mẫu sữa với hàm lượng rất thấp, dưới mức cho phép theo chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn của FAO. Trên cơ sở đánh giá thành phần nguyên tố, sữa Vinamilk đáp ứng yêu cầu về giá trị dinh dưỡng và an toàn thực phẩm, phù hợp để sử dụng thường xuyên như một nguồn thực phẩm bổ sung trong khẩu phần ăn hằng ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Y tế – Viện Dinh Dưỡng Quốc Gia, “Khuyến nghị sử dụng sữa và chế phẩm sữa cho người Việt Nam,” Hà Nội, Việt Nam, 2016.
- [2] OECD/FAO, *OECD-FAO Agricultural Outlook 2025–2034*. Paris & Rome: OECD Publishing và Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025.
- [3] T. Hoàng, “Tiêu thụ sữa tại Việt Nam vẫn thấp hơn một số nước Đông Nam Á,” Đầu tư online. <https://baodautu.vn/tieu-thu-sua-tai-viet-nam-van-thap-hon-mot-so-nuoc-dong-nam-a-d349951.html> (ngày truy cập: 30/01/2026).
- [4] N. Đ. Diên, N. M. Phương và N. V. Chuyên, “Thực trạng nhiễm kim loại nặng trong sữa và sản phẩm từ sữa cho trẻ em tại một số quận/huyện ở Hà Nội năm 2023,” *Tạp chí Y học Việt Nam*, T. 532, S. 1B, tr. 71–75, 2023.
- [5] R. Caggiano, S. Sabia, M. D’Emilio, M. Macchiato, A. Anastasio, M. Ragosta, S. Paino, “Metal levels in fodder, milk, dairy products, and tissues sampled in ovine farms of Southern Italy,” *Environmental Research*, vol. 99, no. 1, pp. 48–57, 2005.
- [6] P. Licata, D. Trombetta, M. Cristani, F. Giofre, D. Martino, M. Calo, F. Naccari, “Levels of “toxic” and “essential” metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy,” *Environment International*, vol. 30, no. 1, pp. 1–6, 2004.
- [7] M. Tajkarimi, M. A. Faghih, H. Poursoltani, A. S. Nejad, A. A. Motallebi, H.

- Mahdavi, “Lead residue levels in raw milk from different regions of Iran,” *Food Control*, vol. 19, no. 5, pp. 495–498, 2008.
- [8] N. Zheng, Q. Wang, X. Zhang, D. Zheng, Z. Zhang, S. Zhang, “Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao city, China,” *Science of the Total Environment*, vol. 387, no.1-3, pp. 96–104, 2007.
- [9] S. Hasanvand, Z. Hashami, M. Zarei, S. Merati, M. Bashiry, R. Nag, “Is the milk we drink safe from elevated concentrations of prioritised heavy metals/metalloids? - A global systematic review and meta-analysis followed by a cursory risk assessment reporting,” *Science of the Total Environment*, vol. 948, 175011, 2024.
- [10] S. Birghila, S. Dobrinas, G. Stanciu, A. Soceanu, “Determination of major and minor elements in milk through ICP-AES,” *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 7, no. 6, pp. 805–808, 2008. <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>.
- [11] A. M. S. Meshref, W. A. Moselhy, N. E.-H. Y. Hassan, “Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products,” *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 8, no. 4, pp. 381–388, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11694-014-9200-6>.
- [12] R. Klockenkämper, A. von Bohlen, *Total Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods* (2nd ed.). Wiley, Hoboken, USA, 2015.
- [13] S2 PICOFOX™, *TXRF spectrometer element analysis user manual*. Bruker, 2018.
- [14] Bộ Y tế, “Thông tư ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 5-1:2017/BYT đối với các sản phẩm sữa dạng lỏng,” Hà Nội, Việt Nam, 2017.
- [15] D. Quang, “Vinamilk (VNM) nâng mức đầu tư cho trang trại bò sữa tại Lào lên hơn 2.100 tỷ đồng,” *Tạp chí Công Thương*. <https://tapchicongthuong.vn/vinamilk--vnm--nang-muc-dau-tu-cho-trang-trai-bo-sua-tai-lao-len-hon-2-100-ty-dong-132241.htm>. Ngày truy cập: 30/01/2026.
- [16] Š. Zamberlin, N. Antunac, J. Havranek, and D. Samaržija, “Mineral elements in milk and dairy products,” *Mljekarstvo*, vol. 62, no. 2, pp. 111–125, 2012.
- [17] S. Birghila, S. Dobrinas, G. Stanciu, and A. Soceanu, “Determination of major and minor elements in milk through ICP-AES,” *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 7, no. 6, pp. 805-808, 2008.
- [18] A. M. S. Meshref, W. A. Moselhy, and N. E.-H. Y. Hassan, “Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products,” *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 8, no. 4, pp. 381-388, 2014.
- [19] Codex Alimentarius Commission, “General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CXS 193-1995),” FAO & WHO, adopted 1995, 2025.
- [20] *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm ban hành kèm theo Thông tư số 02/2011/TT-BYT ngày 13/01/2011 của Bộ trưởng Bộ Y tế*, QCVN 8-2:2011/BYT, 2011.

**ANALYSIS OF ELEMENTAL CONCENTRATIONS IN FRESH MILK
USING TOTAL REFLECTION X-RAY FLUORESCENCE (TXRF)**

Nguyen Thi Minh Sang¹

Le Doan Dinh Duc¹

Truong Van Minh²

Tran Ngoc Truc Thy^{1,3}

Huynh Thi Thanh Nhan^{1,4}

¹Dalat University

²Dong Nai University

³Dong Da Secondary and High School

⁴Xuan Truong Secondary and High School

*Corresponding author: Nguyen Thi Minh Sang – Email: sangntm@dlu.edu.vn

(Received: 6/2/2026, Revised: 6/3/2026, Accepted for publication: 24/3/2026)

ABSTRACT

Milk is an important source of nutrition for both children and adults, providing many essential minerals, vitamins, and trace elements. However, if the feed provided to dairy cows is of poor quality, the milk may contain elements harmful to consumers. In this study, fresh milk from Vietnam Dairy Products Joint Stock Company (Vinamilk) was investigated using Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) for the qualitative and quantitative analysis of its elemental composition. The results identified eleven elements: Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Iron (Fe), Zinc (Zn), Bromine (Br), Strontium (Sr), Yttrium (Y), Lead (Pb), Copper (Cu), and Manganese (Mn). Of these, K and Ca were the two macronutrients with the highest concentrations in the milk samples (K ranging from 781 mg/L to 934 mg/L, and Ca from 423 mg/L to 456 mg/L); the trace elements had concentrations within safe limits according to the Codex Alimentarius (developed by the Food and Agriculture Organization (FAO)) and the National technical regulations on food safety in Vietnam.

Keywords: *Macronutrients; trace elements; fresh milk; Codex Alimentarius; National technical regulations on food safety in Vietnam; TXRF*