TÌNH TRẠNG KHAN HIẾM PHOTPHO VÀ SỰ CẦN THIẾT CỦA VIỆC TÁI SỬ DỤNG NGUỒN THẢI CHỨA PHOTPHO

A Review on the Coming Scarcity of Phosphorus Rocks and the Importance of Recycling Phosphorus Wastes

Đỗ Khắc Uẩn [1, 2], Đặng Kim Chi [2]

[1] *Department of Civil and Environmental Engineering, Sungkyunkwan University, Korea.*
[2] *Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*

TÓM TẮT

Quặng photphat là một nguồn tài nguyên không phục hồi được. Tổng trữ lượng quặng photphat trên thế giới ước tính khoảng 7355 triệu tấn (tính theo hàm lượng P_2O_5). Cho đến nay, tổng sản lượng quặng đã được khai thác là 1955 triệu tấn P_2O_5. Bằng phương pháp thống kê kết hợp với phương pháp bình phương tối thiểu đã dự đoán được thời gian khai thác đạt sản lượng cực đại là năm 2040 với sản lượng khai thác cực đại khoảng 64 triệu tấn P_2O_5/năm. Sau khoảng thời gian này, sản lượng khai thác sẽ suy giảm mạnh, sẽ gây ra nhiều áp lực đến giá thành và làm gia tăng sức ép đến toàn thế giới. Nguy cơ cạn kiệt nguồn tài nguyên này đang dần hiện ra, do vậy việc tái sử dụng các nguồn thải có chứa photpho có vai trò hết sức quan trọng nhằm góp phần làm giảm lượng photpho phải khai thác để sản xuất phân bón. Các nội dung trên được phân tích và đánh giá cụ thể trong bày báo tổng quan này, góp phần cung cấp những thông tin cảnh báo liên quan đến vấn đề an ninh lương thực cũng như ô nhiễm môi trường.

Từ khóa: Cạn kiệt tài nguyên, nước giải, phân bắc, quặng photphat, tái sử dụng, trữ lượng.

SUMMARY

Phosphate rock is a non-renewable resource. Total world phosphate rock reserves were estimated approximately at 7355 million tons as P_2O_5. Currently, total cumulative production of phosphate rock mined was about 1955 million tons as P_2O_5. Based on the statistical method and a least squares optimisation which estimates a production at peak of 64 million tons/year as P_2O_5 and a peak year of 2040. After this period, phosphorus production will decline in quality, pressurize on prices and increase international tensions. Current reserves could be depleted soon so recycling all wastes containing phosphorus is very important and imperative to reduce the need for mined phosphorus as artificial fertilizer. This review paper gave an analysis and assessment on the above issiues in detail to support the warnings related to the food security as well as environmental pollution.

Key words: Faeces, resource depletion, recycling, reserves, phosphate rocks, urine.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

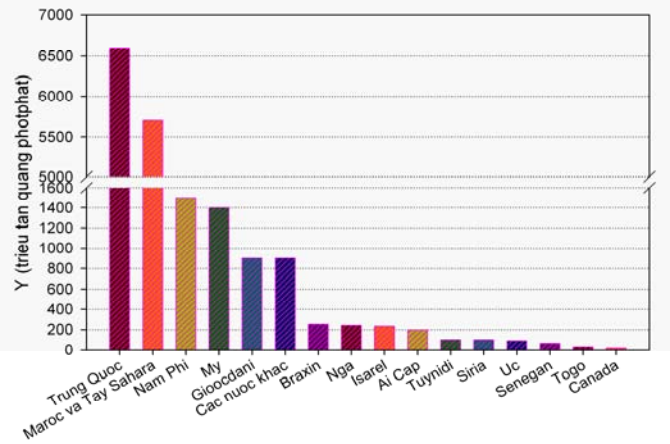
Photpho (P) là nguyên tố dinh dưỡng cần thiết cho tất cả sinh vật sống, trong đó gồm cả con người. Mặc dù là nguyên tố phổ biến thứ mười một trên trái đất, nhưng trong tự nhiên, photpho chỉ tồn tại ở dạng quặng photphat (Đặng Kim Chi, 1999). Tương tự như nguồn dầu mỏ, quặng photphat là nguồn tài nguyên không phục hồi được, thời gian để hình thành từ quá trình phong hóa phải mất từ 10 - 15 triệu năm (Stanley, 2001). Khoảng 90% quặng photphat trên toàn thế giới được dùng cho sản suất phân bón dùng cho nông nghiệp (EFMA, 2000). Tất cả các hệ thống nông nghiệp đều sử dụng phân bón sản xuất từ quặng photphat (phân lân), vì đây là một yếu tố quyết định đến năng suất mùa màng. Khoảng 10% còn lại dành cho các ngành công nghiệp khác như là bột giặt, chất tẩy rửa, phụ gia thức ăn gia súc, và các ứng dụng đặc biệt (ví dụ trong chế tạo vật liệu chống cháy) (EFMA, 2000; IFA,

2007). Nguồn tài nguyên này đang bị khai thác với tốc độ ngày càng tăng để đáp ứng nhu cầu sản xuất (IFA, 2007). Như vậy, tất yếu sẽ dẫn đến sự khan hiếm và cạn kiệt. Bên cạnh đó, photpho là một trong những chất dinh dưỡng chủ yếu gây ra hiện tượng phú dưỡng tại các nguồn nước mặt. Cho nên việc thu hồi, xử lý và tái sử dụng các nguồn thải chứa photpho, đặc biệt nguồn photpho từ chất thải của con người, đang là một vấn đề được quan tâm nghiên cứu trên thế giới (Steven, 1998; WHO, 2006).

Bài báo tổng quan này tiến hành phân tích và ước tính về khoảng thời gian toàn bộ nguồn tài nguyên không thay thế này sẽ bị cạn kiệt. Đồng thời đánh giá tầm quan trọng và sự cần thiết phải tái sử dụng các nguồn thải có chứa photpho nhằm góp phần giảm bớt lượng quặng khai thác và giảm ô nhiễm môi trường do photpho gây ra.

2. PHÂN TÍCH DỰ ĐOÁN THỜI GIAN CẠN KIỆT NGUỒN PHOTPHO TỰ NHIÊN

Hiện nay, hơn 30 nước trên thế giới có ngành công nghiệp khai thác và chế biến quặng photphat cho mục đích thương mại (Buckingham and Jasinski, 2006). Trữ lượng quặng photphat thường phụ thuộc vào khu vực địa lý, trong 12 nước đứng đầu (Hình 1) đã cung cấp 91% tổng lượng photpho (Jasinski, 2008). Chỉ tính riêng ba nước Trung Quốc, Mỹ và Maroc đã cung cấp hai phần ba tổng sản lượng photphat trên toàn cầu. Ngoài ra, trữ lượng quặng photphat của Trung Quốc được ước tính là chiếm đến 36% tổng trữ lượng trên thế giới và Maroc chiếm đến 31% (Jasinski, 2006; Déry and Anderson, 2007).



Hình 1. Trữ lượng quặng photphat còn lại trên toàn thế giới (Jasinski, 2008)

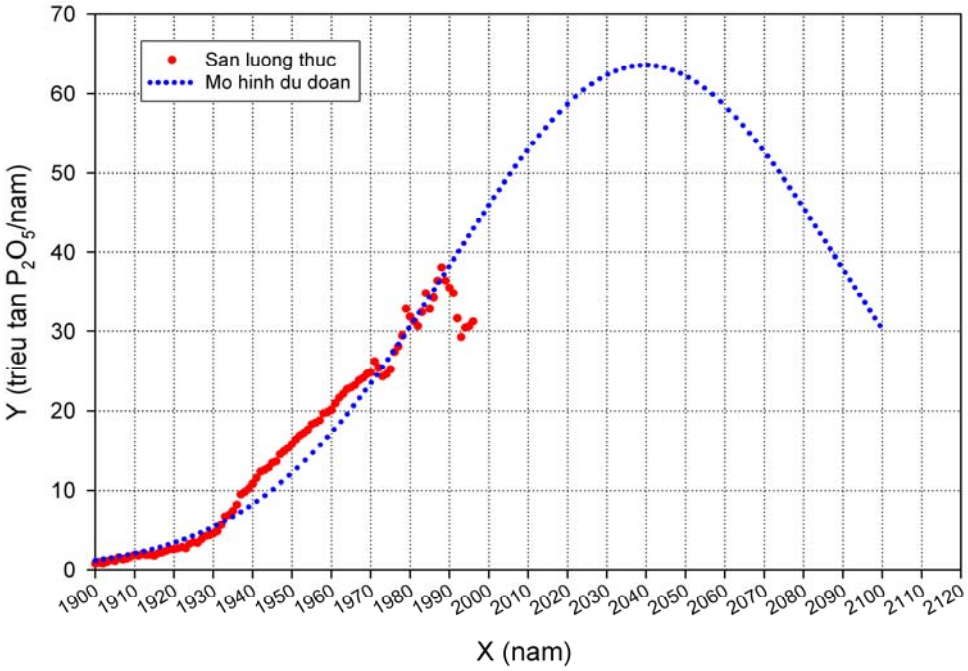
Ghi chú: Y – Trữ lượng quặng photphat, (triệu tấn quặng photphat).

Trong đánh giá khả năng khai thác tài nguyên, giai đoạn quan trọng không phải khi 100% tổng trữ lượng bị khai thác hết, mà vấn đề quan trọng là khi 50% trữ lượng tài nguyên vẫn nằm trong lòng đất (Déry and Anderson, 2007). Do nguồn tài nguyên không tái tạo, cho nên sau khi khai thác đến một mức độ nào đó chắc chắn sản lượng khai thác sẽ đạt đến ngưỡng cực đại. Sau giai đoạn này, sản lượng khai thác sẽ suy giảm nhanh và khoảng cách giữa nhu cầu sử dụng và khả năng cung cấp sẽ tăng lên nhanh. Lúc đó sẽ gây ra sức ép đến giá thành và làm gia tăng sức ép đến toàn thế giới (Campbell, 1997).

Việc đánh giá và phân tích về sản lượng khai thác quặng photphat cực đại phải dựa vào trữ lượng quặng còn lại trên thế giới (trữ lượng ước tính khoảng 5400

triệu tấn P_2O_5) (Jasinski, 2008) và tổng sản lượng quặng đã khai thác tích lũy từ năm 1900 đến năm 2007 (tổng cộng khoảng 1955 triệu tấn P_2O_5). Trong đó, khoảng 1775 triệu tấn P_2O_5 đã được sử dụng làm phân bón. (EFMA, 2000; Buckingham and Jasinski, 2006; Jasinski, 2007, 2008,). Do bón phân nên hàm lượng P_2O_5 trên lớp đất mặt (dày khoảng 10 cm) tại các vùng đất trồng trọt trên thế giới tăng lên. Một phần tư lượng P_2O_5 đã khai thác (khoảng 488 triệu tấn) đã bị quá trình rửa trôi vào các nguồn nước mặt (đại dương, ao hồ nước, sông suối) hoặc được chôn lấp trong các bãi rác (IFA, 2007).

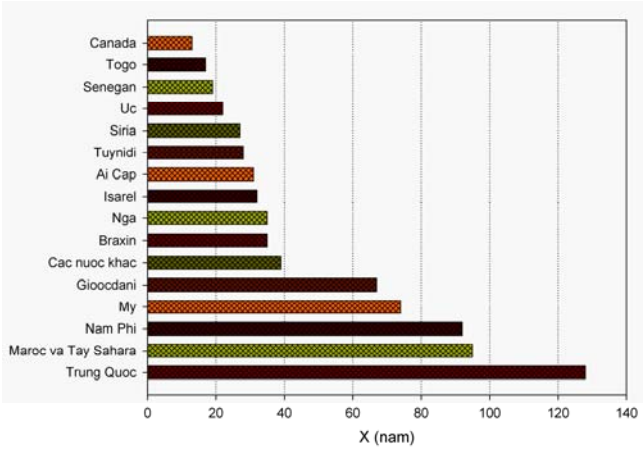
Bằng phương pháp thống kê và hàm phân bố chuẩn, có thể xác lập được đường cong mô hình dự đoán về thời gian và sản lượng khai thác, với tổng trữ lượng quặng photphat được tính bằng lượng quặng đã đã khai thác cộng với trữ lượng quặng hiện nay, ước tính là 7355 triệu tấn P_2O_5. Từ hàm phân bố chuẩn, sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu dễ dàng xác định được kết quả sản lượng cực đại là 64 triệu tấn P_2O_5/năm và thời gian cực đại là năm 2040 (hình 2) (Jasinski, 2006, 2008). Tuy nhiên, thời gian diễn biến trong thực tế có thể thay đổi do chi phí sản xuất (chẳng hạn giá thành của nguyên liệu thô), khả năng đáp ứng của nhà sản xuất cũng như nhu cầu của người sử dụng.



Hình 2. Sản lượng quặng photphat đã được khai thác (từ năm 1900-2000) và đường cong dự đoán kho□ng th□i gian khai thác cực đ□i (Jasinski, 2008)

Ghi chú: Y – Sản lượng khai thác quặng photphat trên toàn thế giới, triệu tấn P_2O_5/năm); X - thời gian (năm)

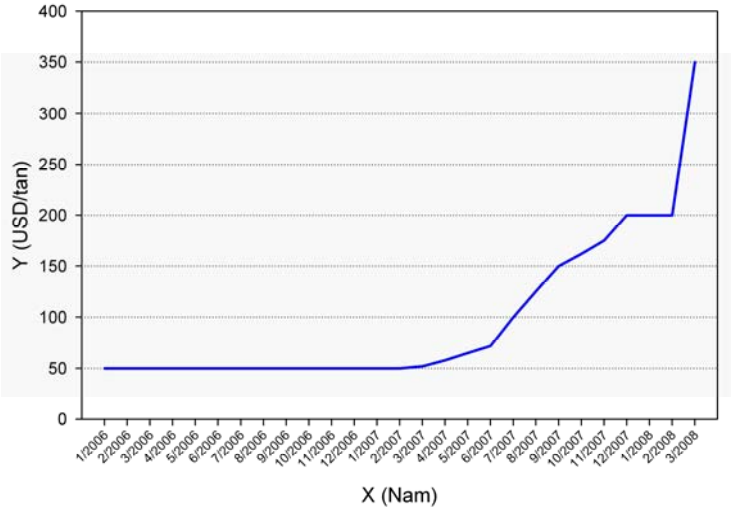
Từ mô hình dự đoán và trữ lượng thực quặng photphat hiện có trên thế giới, nguy cơ cạn kiệt nguồn tài nguyên này đang hiển hiện. Với kịch bản tốc độ khai thác hàng năm tăng 2% được thể hiện trên hình 3 (Jasinski, 2008), có thể thấy rõ rằng chỉ sau khoảng 20 năm nữa, nhiều nước có nguồn tài nguyên này sẽ bị cạn kiệt (Ví dụ Canada, Togo, Senegan), đối với nước có trữ lượng quặng photphat cao nhất thế giới (Trung Quốc), thì thời gian cạn kiệt ước tính cũng chỉ trên 125 năm nữa.



Hình 3. Thời gian trữ lượng quặng photphat sẽ bị khai thác hết (Jasinski, 2008)

Ghi chú: X - thời gian (năm)

Thực tế cũng đã có những quan điểm khác về vấn đề cạn kiệt nguồn tài nguyên này. Theo đó, khi nào xuất hiện xu thế khan hiếm hoặc cạn kiệt nguồn tài nguyên, thì cũng sẽ xuất hiện những cải tiến hoặc đầu tư đổi mới về công nghệ để làm tăng và cải thiện hiệu suất của quá trình khai thác và tinh chế (Stewart et al, 2005). Hay nói cách khác, cho dù chất lượng hoặc trữ lượng quặng photpho thấp, thì với những công nghệ tiên tiến sau này hoàn toàn có khả năng thu được thành phần photpho theo yêu cầu. Một hướng đánh giá khác cũng đã xuất hiện, tuy không phủ nhận về sự cạn kiệt của trữ lượng quặng photphat, nhưng họ cho rằng đây là vấn đề còn lâu mới xảy ra (Caveny, 2006).



Hình 4. Giá thành quặng photphat đã tăng 700% chỉ sau 14 tháng (Minemakers, 2008)

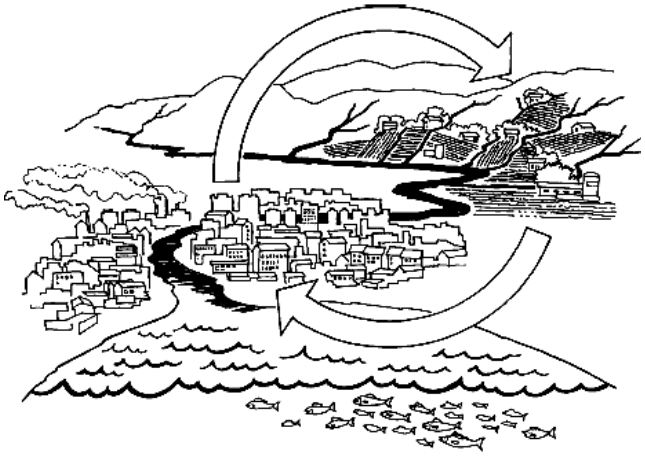
Ghi chú: Y - Giá thành (USD/tấn P_2O_5); X - thời gian (năm)

Tuy nhiên, những quan điểm trên không làm thay đổi được xu thế chung. Hiện nay, dù nhu cầu sử dụng photpho đang giảm dần ở các khu vực đã phát triển như Tây Âu, nhưng xét trên toàn thế giới, nhu cầu về photpho vẫn đang tăng lên trên. Đặc biệt ở những nước nền kinh tế đang tăng trưởng nhanh như Trung Quốc và Ấn Độ, là những nơi có nhu cầu sử dụng phân bón ngày càng nhiều (EFMA 2000; IFA, 2007). Giá thành khai thác quặng photphat cũng đang tăng lên do sự suy giảm về chất lượng (hàm lượng P_2O_5 trong quặng photphat đang giảm dần) (Déry and Anderson, 2007). Ngoài ra, do thành phần của các kim loại nặng có trong quặng như Cadimi (Cd) ngày càng cao làm tăng chi phí tinh chế và chi phí quản lý môi trường cũng ngày càng tăng (Steen, 1998). Đến nay, giá thành của quặng photphat đã tăng lên 700%, từ 50 USD/tấn lên đến 350 USD/tấn chỉ trong 14 tháng (từ tháng 1/2007 đến tháng 3/2008), thể hiện trên hình 4 (Minemakers, 2008).

3. TẦM QUAN TRỌNG CỦA VIỆC TÁI SỬ DỤNG NGUỒN THẢI CHỨA PHOTPHO

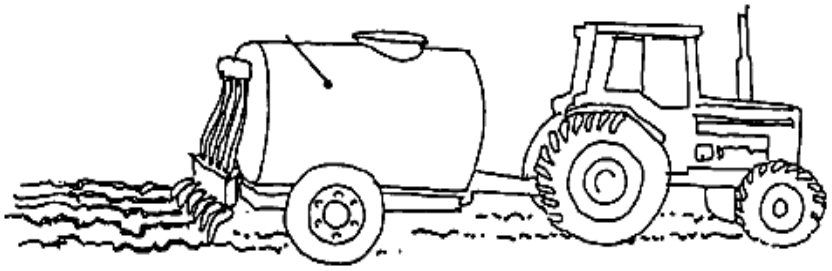
Như đã đề cập ở trên, nguồn quặng photphat và nguồn dầu mỏ đều là các nguồn tài nguyên không phục hồi được, nhưng giữa chúng có sự khác biệt lớn, đó là dầu mỏ có thể thay thế được bằng các dạng năng lượng khác (như là năng lượng gió, mặt trời, nhiên liệu sinh học, năng lượng hạt nhân,…) khi nó trở nên quá khan hiếm. Trong khi đó không có sự thay thế đối với photpho trong sản xuất lương thực (Steen, 1998). Bởi vì photpho không thể điều chế hoặc tổng hợp được. Nếu thiếu photpho, chúng ta không thể sản xuất ra lương thực (Driver, 1998). Sự khác biệt lớn thứ hai là dầu mỏ không còn giá trị sử dụng sau khi đã bị đốt cháy. Trong khi đó photpho là một nguyên tố mà có thể thu hồi được sau khi sử dụng và có thể được tái sử dụng kể cả trong điều kiện hạn chế về kinh tế và kỹ thuật (Driver, 1998).

Với giá thành cao của quặng photphat như hiện nay đã tạo ra một động lực làm thay đổi cách quản lý, tạo thuận lợi cho xu hướng chấp nhận thu hồi photpho bằng các phương pháp thích hợp nhằm góp phần quản lý photpho theo phương pháp bền vững, hợp lý và kéo dài thời gian sử dụng của photpho (Hình 5).



Hình 5. Tuần hoàn chất thải (phân và nước tiểu) dùng để cải tạo và cung cấp chất dinh dưỡng cho đất, giảm tải lượng thải gây ô nhiễm môi trường (Steven et al., 1998)

Hơn 50% dân số thế giới hiện nay đang sống ở các đô thị và trong khoảng 50 năm tới, có đến 90% dân số mới dự tính cũng sẽ cư trú tại các đô thị và sẽ tạo ra một lượng chất thải rất lớn (WHO, 2006). Chất thải của con người (nước tiểu và phân) là một nguồn chứa photpho có thể thu hồi được. Nước tiểu có chứa các chất dinh dưỡng (P, N, K) ở một tỷ lệ nhất định và có giá trị sử dụng cho cây trồng. Một người trưởng thành, hàng năm thải ra 400 lít nước tiểu, trong đó có 4 kg N, 0,4 kg P và 0,9 kg K (Jonsson, 1997). Các chất dinh dưỡng này đều ở dạng dễ hấp thụ đối với cây trồng. Ưu điểm quan trọng là trong nước tiểu chứa hàm lượng kim loại nặng thấp hơn trong phân bón hóa học rất nhiều (Jonsson et al., 1997). Tương tự, hàng năm mỗi người sẽ thải ra 25 - 50 kg phân, trong đó chứa tối đa 0,55 kg N, 0,18 kg P và 0,37 kg K (Jonsson, 1997). Mặc dù phân người có hàm lượng dinh dưỡng thấp hơn nước tiểu. Nhưng sau khi được xử lý (ủ kỹ) và được bổ sung các chất hữu cơ trong quá trình chế biến thì có thể nâng cao khả năng cải tạo lý tính đất của phân người (thường gọi là phân bắc) như khả năng giữ nước, giữ nhiệt, tăng độ xốp của đất, tăng độ mùn cho đất. Kết hợp với các nguồn hữu cơ khác như thực phẩm thải, giá trị của photpho trong nước tiểu và phân có thể thay thế được cho nhu cầu sử dụng phân lân. Theo ước tính, năm 2000, dân số thế giới đã thải ra 3 triệu tấn photpho tính từ nước tiểu và phân (Smil, 2000). Cũng cần lưu ý thêm là trong phân bắc và nước tiểu có tỷ lệ Na^+ đáng kể nên vấn đề chế biến, gia tăng chất hữu cơ, hạn chế tác hại của Na^+ là hết sức quan trọng. Na^+ trong phân khi đưa vào đất có thể làm tăng độ phân tán và làm đất mất kết cấu.



Hình 6. Nước tiểu chứa trong các bồn, định kỳ mang đi tưới cho đồng ruộng (Steven et al., 1998)

Nhà tiêu sinh thái là một ví dụ điển hình về việc thu gom chất thải của con người để tạo ra phân bón hữu cơ và có giá trị sử dụng cao để tuần hoàn nitơ, photpho, kali và các nguyên tố dinh dưỡng khác có trong nước tiểu và phân quay trở lại môi trường thay vì đi vào nguồn nước ngầm và nước thải (Hình 6) (Steven et al., 1998). Khi chất thải được thu hồi tại nguồn, thì tải lượng dinh dưỡng thải đi vào các hệ thống xử lý nước thải sẽ giảm đáng kể, tức là giảm tiêu tốn năng lượng và chi phí xử lý, thậm chí có thể không cần sử dụng đến công đoạn xử lý bậc ba (xử lý dinh dưỡng) (WHO, 2006).

4. KẾT LUẬN

Vấn đề thay đổi khí hậu và cạn kiệt nguồn nước sạch trên toàn cầu là những bài học cần thiết cho công tác quản lý nói chung. Vấn đề quản lý cũng cần phải được áp dụng đối với nguồn photpho trên thế giới. Dựa vào những phân tích và dự đoán được khoảng thời gian trữ lượng nguồn tài nguyên photpho sẽ cạn kiệt, cụ thể trong

vòng một thế kỷ tới, thì sự thiếu hụt và khủng hoảng về nguồn photpho có thể sẽ dẫn đến kết quả làm tăng giá thực phẩm, thiếu phân bón cho nông nghiệp, thậm chí sẽ xuất hiện những xung đột và tranh chấp về đất đai ở những khu vực biên giới có nguồn tài nguyên này.

Như vậy, việc quản lý hiệu quả quá trình khai thác, chế biến, sử dụng cũng như tái sử dụng nguồn tài nguyên photpho cần phải được nghiên cứu và áp dụng nhằm đảm bảo cho nông dân trên toàn thế giới có đủ lượng phân bón để sản xuất và cung cấp lương thực cho nhân loại. Giải pháp nhà tiêu sinh thái được khuyến cáo để thu hồi và tái sinh các chất dinh dưỡng có trong nước tiểu và phân người. Do loại chất thải này có ở mọi cộng đồng dân cư (không giống như quặng photphat, chỉ có ở một số nước), nên nó có thể đóng vai trò quan trọng đối với việc tái tạo nguồn photpho, một yếu tố có liên quan chặt chẽ đến vấn đề an ninh lương thực của thế giới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Buckingham, D.A and Jasinski, S.M. (2006). Phosphate Rock Statistics, Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States. Data Series 140 US Geological Survey, pp. 68-72.

Campbell, C.J. (1997). Better understanding urged for rapidly depleting reserves. Oil & Gas Journal; Apr 7, 95: 14-19.

Caveny, R. (2006). Global Oil Production About To Peak? A Recurring Myth,.World Watch Magazine, 19 (1): 13-15.

Déry, P. and Anderson, B. (2007). Peak phosphorus. Energy Bulletin. pp. 1-3.

Driver, J., (1998). Phosphates recovery for recycling from sewage and animal waste. Phosphorus and Potassium, 216: 17-21.

Đặng Kim Chi (1999). Hóa học môi trường. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr. 93-94.

EFMA (2000). Phosphorus: Essential Element for Food Production. European Fertilizer Manufacturers Association, Brussels. pp. 56-58.

IFA (2007). International Fertilizer Supply and Demand. International Fertilizer Industry Association, Australian Fertilizer Industry Conference, August 2007.

Jasinski, S.M. (2006). Phosphate Rock, Statistics and Information. US Geological Survey, pp. 127-128.

Jasinski, S.M. (2007). Phosphate Rock, Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey, pp. 112-114.

Jasinski, S.M. (2008). Phosphate Rock, Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey, pp. 124-126.

Jonsson, H. (1997). Assessment of sanitation systems and reuse of urine: Ecological alternatives in sanitation. Water Resources, 9: 23-29.

Jonsson, H., Stenstrom, T.A., Svensson, J. and Sundin, A. (1997). Source separated urine - nutrient and heavy metal content, water saving and faecal contamination. Water Science and Technology, 35(9): 145-152.

Minemakers L. (2008). Rock phosphate price rockets to US$200/ton. ASX and Press Release Perth. Western Australia, pp. 15-16.

Smil, V. (2000). Phosphorus in the Environment: Natural Flows and Human Interferences Annual. Review of Energy and the Environment, 25: 53-88.

Stanley E.M. (2001). Fundamentals of Environmental Chemistry. 2nd ed., Lewis Publishers London, p. 656-658.

Steen, I. (1998). Phosphorus availability in the 21st Century: Mananagement of a non-renewable resource. Phosphorus and Potassium, 217: 25-31.

Steven, A.E., Jean, G., Dave R., Ron S., Mayling S.H., Jorge V. and Uno W. (1998). Ecological Sanitation. Department for Natural Resources and the Environment, Sida, S-105 25 Stockholm, Sweden, pp. 4-14.

Stewart, W., Hammond, L. and Kauwenbergh, S.J.V. (2005). Phosphorus as a Natural Resource. Soil Science Society of America, Madison. p. 3-21.

WHO (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture. World Health Organisation, pp. 32-36.