



# NHÀ TIÊU SINH THÁI

NHÀ XUẤT BẢN Y HỌC, 1999

# **Sida**

**Cơ Quan Hợp Tác Phát Triển Quốc Tế Thụy Điển**

**Stockholm**

**1998**

# **NHÀ TIÊU SINH THÁI**

**Steven A Ersey**

**Jean Gough**

**Dave Rapaport**

**Ron Sawyer**

**Mayling Simpson-Hébert**

**Jorge Vargas**

**Uno Winblad (biên tập)**

**NHÀ XUẤT BẢN Y HỌC**

**1999**

Dịch từ nguyên tác tiếng Anh : ***Ecological Sanitation*** với sự cho phép của tổ chức Sida và các tác giả.

Chúng tôi chân thành cảm ơn dự án Sida-Sanres và cá nhân ông Uno Winblad đã giúp đỡ tài chính và tinh thần để xuất bản bản tiếng Việt của tập sách này.

We want to extend our sincere thanks to Sida- Sanres and Mr. Uno Winblad for financial and mental support to publish the Vietnamese edition of this book.

*Chịu trách nhiệm xuất bản*

**Hoàng Trọng Quang**

*Biên tập*

**Nguyễn Huy Nga**

*Dịch sang tiếng Việt và trình bày*

**Dương Trọng Phi**

*Bạn đọc có thể tìm đọc nguyên tác cũng như bản tiếng Việt của tập sách này tại trang web: [www.gwpforum.org](http://www.gwpforum.org) (vào mục Publications và chọn Ecological Sanitation).*

In 1000 cuốn khổ 16x24 tại xưởng in Trần Phú, 34 Trần Phú, Nha Trang.

Giấy phép xuất bản số : 102/04/XB-QLXB cấp ngày 05/01/1999.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 12 năm 1999.

# LỜI CẢM ƠN

(Của các tác giả)

Tập sách này là kết quả của một nỗ lực tập thể, tập thể đó bao gồm một số đồng nghiệp mà ở trang bìa không nêu tên. Chúng tôi muốn nhân cơ hội này bày tỏ lòng biết ơn với tất cả những đồng nghiệp trong và ngoài mạng lưới Sanres đã giúp hình thành tập sách này.

Xin đặc biệt cảm ơn các thành viên của các hội thảo của Sanres và những người đã góp sức vào sự phát triển của khái niệm nhà tiêu sinh thái. Những người đã đóng vai trò then chốt trong thực tế, những người chịu trách nhiệm triển khai các dự án nhà tiêu sinh thái tại các cộng đồng trên khắp thế giới. Đó là : César Anorve, George Anna Clark và Josefina Mena ở Mexico, là Armando Caceres và Kajsa de Asturian ở Guatemala, là Herberth Aparicio, Elton Membreno, Miguel Santamaria và Enrique Siliézar ở El Salvador, là Edgar Flores ở Ecuador, là Petra Forsstrom ở Bolivia, là David del Porto ở Hoa Kỳ, là Jember Teferra và Worede Yohannes ở Ethiopia, là Fuad Izadinia và Thabo Ramokgopa ở Nam Phi, là Paul Calvert ở Ấn Độ, là Nguyễn Huy Nga, Bùi Trọng Chiến và Dương Trọng Phi ở Việt Nam, là Pan Shunchang, Wang Junqi, Xiao Jun ở Trung Quốc và Matsui ở Nhật.

Chúng tôi cũng xin gửi lời cảm tạ đến các chính phủ và các cơ quan quốc tế đã hỗ trợ và thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu, các dự án thí điểm, các hội thảo chuyên môn. Đó là quý Ông, Bà : Per Engebak, Hans Spruijt, Mirjam Fernandes và Vathinee Jitjaturent thuộc Unicef, Dennis Warner ở WHO, là ngài Nguyễn Văn Thường ở Bộ Y Tế Việt Nam, Su Juxiang, Dong Jicheng và Xu Guihua ở Bộ Y Tế Trung Quốc.

Tập sách này cũng đã nhận được sự đóng góp ý kiến trong quá trình biên soạn và hiệu đính bởi các ông : David Addiss, Ingvar Andersson, Eric Arrhenius, Sten Ebbersten, Bengt Johansson, Les Roberts, Christine Moe, Janusz Niemczynowicz, Gufran Sterky và Lennart Wohlgemuth: Chúng tôi cũng xin cảm ơn ông Eric Dudley, Anh Quốc vì những giúp đỡ trong bước đầu viết nên tập sách này.

Cuối cùng, chúng tôi xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính chung của tổ chức Sida và sự đóng góp trên nhiều khía cạnh khác của WHO, Unicef, Bộ Y Tế các nước El Salvador, Việt Nam và Trung Quốc.

# MỤC LỤC

---

LỜI CẢM ƠN

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU

1. MỞ ĐẦU	1
1.1 Những thách thức.	1
1.2 Viễn cảnh.	4
1.3 Các tiêu chuẩn.	6
1.4 Nội dung chủ yếu của tập sách này.	8
2. THANH LỌC VÀ TUẦN HOÀN.	9
2.1 Thanh lọc: Tác nhân gây bệnh bị tiêu diệt như thế nào?	9
2.2 Tuần hoàn: dưỡng chất được trở lại với đất như thế nào?	15
NHÀ TIÊU SINH THÁI: THỰC HÀNH CŨ VÀ Ý NIỆM MỚI	22
3.1 Hệ thống nhà tiêu dựa vào sự khử nước.	22
2.2 Hệ thống nhà tiêu dựa vào sự phân hủy ( ủ hỗn hợp) .	34
4. LÀM CHO NHÀ TIÊU SINH THÁI HOẠT ĐỘNG ĐƯỢC.	46
4.1 Những điều cần lưu ý.	46
4.2 Những đặc trưng về thiết kế và quản lý của nhà tiêu sinh thái.	53
4.3 Nước xám.	61
4.4 Lựa chọn mô hình nhà tiêu sinh thái.	63
4.5 Thúc đẩy và hỗ trợ cho gia đình và cộng đồng.	64
5. NHÌN VỀ TƯƠNG LAI.	76
5.1 Viễn cảnh.	76
5.2 Những lợi thế của nhà tiêu sinh thái.	78
6. GHI CHÚ VÀ TÀI LIỆU THAM KHẢO.	86

---

# LỜI GIỚI THIỆU

*(Của Vụ Trưởng Vụ Tài Nguyên Thiên Nhiên và Môi Trường  
Thụy Điển )*

Hai kỹ thuật vệ sinh môi trường thông dụng nhất hiện nay là nhà tiêu chìm và nhà tiêu dội nước. Các hệ thống thải và xử lý phân dựa vào nước thông thường đã tỏ ra không thích hợp để giải quyết nhu cầu vệ sinh môi trường tại các quốc gia đang phát triển. Các hệ thống này quá tốn kém nên không thể phù hợp cho mọi người, nó chỉ có thể áp dụng cho những khu vực có mức sống trung lưu và khá giả. Gần 90% nước thải từ các đô thị ở các quốc gia đang phát triển được thải bỏ mà không được xử lý, chúng làm ô nhiễm sông ngòi, ao hồ và các vùng ven biển. Nhà tiêu chìm cũng có nhiều mặt hạn chế, nhất là đối với những vùng có mật độ dân cư đông đúc, nó là một nguy cơ nghiêm trọng gây ô nhiễm nước ngầm.

Người ta dự đoán rằng trong vòng 20 năm tới sẽ có thêm 2 tỷ người sống tại các vùng thành thị, phần lớn tại các nước đang phát triển, cần có các điều kiện vệ sinh an toàn. Hơn nữa, nhiều thị trấn và thành phố đang phát triển nhanh chóng trên những vùng đất khô hạn hoặc bán khô hạn nơi mà sự thiếu nước đang làm cạn kiệt dần trữ lượng các nguồn nước hiện có.

Trong tình hình an ninh thực phẩm bấp bênh, sự màu mỡ của đất đang suy giảm, giá cả phân bón gia tăng thì nhu cầu sử dụng các chất dinh dưỡng, đặc biệt là nước tiểu của con người, có nhiều nitơ, photphat, cho nông nghiệp sẽ làm tăng sản lượng và giảm bớt nhu cầu phân bón. Hiển nhiên đó là một thách thức lớn lao, nó đòi hỏi chúng ta phải suy gẫm lại, phải nâng cao tình trạng vệ sinh môi trường và tìm kiếm những giải pháp, kỹ thuật và phương pháp mới. Tập sách này đề xuất cho chúng ta một giải pháp thanh trừ phân, thông thường được gọi là "nhà tiêu sinh thái". Đề xuất này căn cứ một giải pháp dựa trên hệ thống sinh thái, ở đó nước tiểu và phân người được xem là nguồn tài nguyên quý cần phải được tái sử dụng. Nó cũng cho thấy rằng nhà tiêu sinh thái không phải là cái gì chưa được thử nghiệm. Đến nay đã có hàng trăm ngàn nhà tiêu khử nước và ủ hỗn hợp đang được sử dụng trên khắp thế giới, phần lớn ở vùng nông thôn và các cộng đồng nhỏ. Điều mà chúng ta cần phải làm là phát triển trên quy mô rộng lớn các ứng dụng khái niệm nhà tiêu sinh thái cho vùng thành thị ở những quốc gia phát triển và đang phát triển.

Tập sách này được viết dựa trên các nghiên cứu và các chương trình phát triển do Sida tài trợ, chúng tôi hy vọng rằng nó sẽ đóng góp thêm tư liệu cho nhu cầu cấp bách hiện nay là phải xem xét lại về công tác vệ sinh môi trường.

Stockholm, tháng 6 năm 1998

**Johan Holmberg**

# LỜI GIỚI THIỆU.

(Của Thứ Trưởng Bộ Y Tế Việt Nam).

Vệ Sinh Môi Trường nói chung, giải quyết phân hợp vệ sinh nói riêng là một rào chắn cơ bản và hữu hiệu để phòng tránh các bệnh có nguồn gốc từ phân. Chính vì vậy, công tác này được chính phủ và ngành Y Tế nước ta hết sức coi trọng. Trong những năm ở thập kỷ 60, 70 và đầu 80, ngành Y Tế đã liên tiếp phát động phong trào *Dứt Điểm Ba Công Trình Vệ Sinh* trên toàn quốc. Hàng triệu nhà tiêu hai ngăn hợp vệ sinh đã được xây dựng trong giai đoạn đó. Hiện nay, việc phát triển nhà tiêu hợp vệ sinh là một trong những trọng tâm của Chương Trình Quốc Gia Về Nước Sạch Và Vệ Sinh Môi Trường.

Tuy vậy, cho đến nay tỷ lệ số hộ có nhà tiêu hợp vệ sinh, đặc biệt ở khu vực nông thôn nước ta hãy còn thấp, chưa đáp ứng được yêu cầu bảo vệ sức khỏe nhân dân. Tình hình thực tế đòi hỏi chúng ta phải nỗ lực hơn nữa để đạt về số lượng cũng như chất lượng công trình vệ sinh nhằm bảo vệ sức khỏe con người và bảo vệ môi trường sống.

Trong những năm gần đây, khái niệm về cách tiếp cận sinh thái trong giải quyết phân người được nhiều nước quan tâm. Việc xử lý phân không những đáp ứng được yêu cầu tiêu diệt tác nhân gây bệnh có trong đó mà còn phải bảo vệ một môi trường sống bền vững. Tập sách Nhà Tiêu Sinh Thái này là một trong những cố gắng của những nhà khoa học tiên phong, nhằm góp phần gợi lên những ý niệm từ kinh nghiệm kỹ thuật, quản lý, triển khai và vận động xã hội về các kiểu nhà tiêu theo hướng vệ-sinh sinh-thái của các nước trên thế.

Đúng như lời các tác giả đã nói trong sách, đó là những “ý niệm mới” từ những “thực hành cũ” mà nhà tiêu hai ngăn của Việt Nam là một điển hình. Mô hình Nhà Tiêu Hai Ngăn Việt Nam được các tác giả lấy làm ví dụ đầu tiên trong Chương 3 và được nhắc đến nhiều lần trong sách như một giải pháp kỹ thuật sinh thái môi trường. Nhà Tiêu Hai Ngăn là thành quả lao động sáng tạo đáng tự hào của nhân dân ta.

Tôi hân hạnh được giới thiệu tập sách này với tất cả cán bộ trong hệ Y Tế Dự Phòng và tất cả các độc giả có quan tâm đến công tác Vệ Sinh Môi Trường và mong rằng nó sẽ góp thêm tư liệu bổ ích trong công tác.

Hà Nội ngày 15/ 11/1999.

**Nguyễn Văn Thường**

© Bản quyền thuộc Cơ Quan Hợp Tác Phát Triển Quốc Tế Thụy Điển  
*Xuất bản :*

Phòng Tài Nguyên Thiên Nhiên và Môi Trường,  
Sida, S-105 25, Stockholm, Thụy Điển.

*Ấn bản này có sẵn tại:*

Sida/Svensk Specialdistribution

Finspangsgatan 51

S-163 53 Spanga, Sweden

Tel : +46 8 795 23 44

E. mail: [order@special.lagerhus.se](mailto:order@special.lagerhus.se)

*Điều phối/ Biên tập:*

Uno Winblad.

*Biên tập bản sao :*

Sheila Jones.

*Hình vẽ minh họa:*

Hans Martensson (1.2, 1.3, 2.3 - 2.7, 3.3 – 3.10, 3.15, 3.17 – 5.4)

Kjell Tortensson (3.1, 3.2, 3.11, 3.12)

Uno Winblad (1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 3.13, 3.16)

*Trình bày và tranh bì:*

Uno Winblad.

*Trình bày và đánh máy nội dung bản tiếng Anh*

Anders Rolf, Kitmaster AB

Cho phép trích , dịch, tóm tắt, in lại một phần hay tất cả tài liệu này miễn phí nhưng không được bán hoặc dùng trong các mục đích có liên quan đến thương mại. Vui lòng báo cho chúng tôi nếu muốn lấy nguồn tài liệu trong sách này theo địa chỉ:

Esrey S. &CTV, Ecological Sanitation, Sida, Stockholm,1998.

Tập sách này là kết quả của một nghiên cứu theo yêu cầu của Sida nhưng quan điểm trình bày trong sách thuộc trách nhiệm của các tác giả.

Xuất bản lần thứ IISBN 91 586 76 12 0 (của bản tiếng Anh)

## CÁC TÁC GIẢ

### **STEVEN A ESREY**

#### **Chuyên viên dòch teà hoïc dinh döông**

Chuyên nghiên cứu so sánh tác động của các giải pháp nước và vệ sinh môi trường đến sức khoẻ trên phạm vi toàn cầu.

Hiện đang làm việc cho Unicef, New York, USA.

[sesrey@igc.apc.org](mailto:sesrey@igc.apc.org)

### **JEAN GOUGH**

#### **Kỹ sư thanh lọc môi trường**

Chuyên triển khai các chương trình về nước và vệ sinh môi trường tại Trung Mỹ.

Hiện đang làm việc cho Unicef, El Salvador.

[jgough@hqfaus01.unicef.org](mailto:jgough@hqfaus01.unicef.org)

### **DAVE RAPAPORT**

#### **Nhà hoạt động xã hội và môi trường**

Chuyên trách các dự án vệ sinh môi trường tại khu vực Nam Thái Bình Dương cho Tổ Chức Hòa Bình Xanh và Trung Tâm Phát Triển Sạch.

Hiện đang làm việc cho VPIRG, một tổ chức phi chính phủ tại Vermont, USA.

[vpirg@together.net](mailto:vpirg@together.net)

### **RON SAWYER**

*Nhà khoa học xã hội.*

Chuyên phát triển dự án về năng lực của UNDP và khởi xướng phương pháp PHAST của WHO/UNDP/ Ngân Hàng Thế Giới. Hiện đang làm việc trong nhóm cố vấn quốc tế SARAR Transformacion SC, Tepoztlan, Mexico.

[rsawyer@laneta.apc.org](mailto:rsawyer@laneta.apc.org)

### **MAYLING SIMPSON-HÉBERT**

*Nhà nhân loại học*

Chuyên về tác xúc tiến vệ sinh môi trường toàn cầu, bao gồm việc biên soạn các tài liệu xúc tiến vệ sinh môi trường cho WHO/ WSSCC/Sida

Hiện đang là một cố vấn quốc tế về công tác xúc tiến vệ sinh và sức khoẻ. Colorado, USA.

[phebert@cmn.net](mailto:phebert@cmn.net)

### **JORGE VARGAS**

*Nhà kinh tế-xã hội học.*

Chuyên triển khai các chương trình nhà ở tại Costa Rica.

Hiện đang là nghiên cứu sinh PhD, Costa Rica và USA.

[jvcaam@sol.racsca.co.cr](mailto:jvcaam@sol.racsca.co.cr)

### **UNO WINBLAD**

*Kiến trúc sư về kiến trúc đô thị.*

Chuyên về các chương trình Nghiên Cứu Và Phát Triển về hệ thống VSMT cho khu vực đô thị tại các nước đang phát triển.

Hiện là cố vấn quốc tế trong nhóm WKAB, Stockholm, Thụy Điển.

[uno.win@wkab.se](mailto:uno.win@wkab.se)

# 1.

## MỞ ĐẦU

### 1.1 Những thách thức

Ngày nay tại nhiều thành phố, thị trấn và nhiều khu vực nông thôn trên thế giới, người ta đang sống và nuôi nấng con cái trong những môi trường bị ô nhiễm nặng nề. Khu vực thành thị và vùng lân cận nằm trong số những nơi sinh sống bị ô nhiễm tồi tệ và đây rẫy bệnh tật trên thế giới. Phần lớn sự ô nhiễm đó, dẫn đến tỷ lệ bệnh tật cao, suy dinh dưỡng và tử vong, là do thiếu nhà tiêu và do các dịch vụ vệ sinh chưa thích đáng.

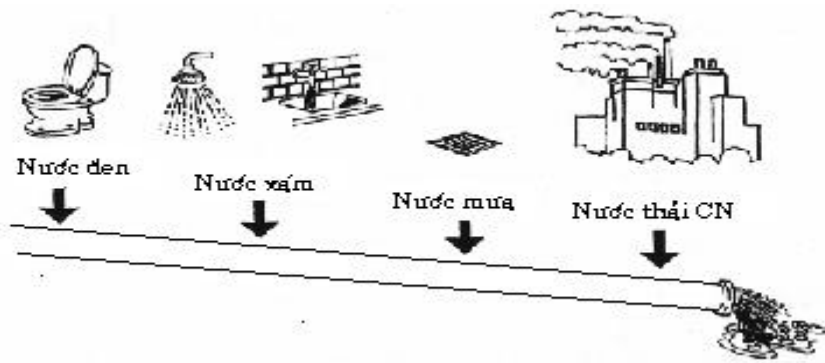
Nguyên nhân gây nên sự thiếu thốn hoặc không thỏa đáng của các dịch vụ có thể bao gồm nhiều yếu tố: nguồn tài chính thiếu thốn, thiếu nước, không có đất, các điều kiện địa chất đất khó khăn, năng lực hạn chế. Khi thành phố mở rộng và dân số gia tăng, tình hình này sẽ trở nên tồi tệ hơn và khi đó nhu cầu phải có một hệ thống nhà tiêu bền vững và phù hợp khả năng tài chính sẽ còn trở nên bức xúc hơn nữa.

Các kỹ thuật vệ sinh môi trường đang được áp dụng hiện nay thuộc về một trong hai kiểu chung sau đây : “*Dội và tháo bỏ*” hoặc “*Thả và lưu giữ*” (Sau đây sẽ gọi tắt là “*dội & tháo*” và “*thả & lưu*”). Từ hơn một trăm năm qua nhà tiêu dội & tháo được xem là một kỹ thuật hợp lý, đặc biệt đối với vùng thành thị. Ở những quốc gia đang phát triển, với sự giúp đỡ tài chính của quốc tế, nhiều chính quyền địa phương đã cố gắng làm theo mô hình này. Đối với những nơi không thể tiếp cận với kiểu dội & tháo thì cách lựa chọn thông thường là mô hình thả & lưu, thường là kiểu nhà tiêu chìm, ở đó chất thải của con người được chứa và lưu giữ. Kiểu thả & lưu thường được xem là biện pháp tạm thời, thấp kém hơn kiểu dội và tháo.

Hầu hết các thành phố ở thế giới thứ ba không đủ các nguồn lực cần thiết như nước, tiền và nhân lực để thực hiện hệ thống dội & tháo. Đến năm 2010 nhiều thành phố sẽ phải đối mặt với sự thiếu nước trầm trọng, nó đe dọa sức khoẻ và đời sống của các cư dân ở đó. Nhìn chung trên toàn cầu đang có 80 quốc gia với khoảng 40% dân số thế giới đang phải chịu đựng sự thiếu nước trong một thời đoạn nào đó trong năm<sup>(1)</sup>. Sự thiếu nước cấp thời xảy ra vào cuối thập kỷ này ở nhiều nước thuộc châu Phi, Trung Đông, Bắc Trung Quốc, một số khu vực ở Ấn Độ, Mexico, Tây Hoa Kỳ, Đông Bắc Brazil và các nước cộng hòa Xô Viết ở Trung Á. Chỉ riêng tại Trung Quốc đã có 300 đô thị đang bị thiếu nước nghiêm trọng<sup>(2)</sup>. Các giải pháp dội và tháo có thể hoạt động tốt và đạt được mức độ tiêu diệt các tác nhân gây bệnh. Tuy nhiên, tại Thế Giới Thứ Ba, nước cống hầu như luôn luôn được thải trực tiếp vào môi trường mà không được xử lý<sup>(3)</sup>.

### Khung 1.1 Giải Pháp Dội-Và-Tháo

Mỗi một người trong một năm thải ra chừng 400 – 500 lít nước tiểu và 50 lít phân, số này được dội đi bằng 15000 lít nước sạch. Qua hệ thống cống dẫn, nước thải từ nhà tắm, nhà bếp, máy giặt (thường được gọi là *nước xám*) được trộn chung vào. Số lượng này có thể đến 15.000 – 30.000 lít cho mỗi đầu người hàng năm. Khi chúng đi xuống cống thành phố thì chúng lại được cộng thêm một lượng nước mưa từ đường phố, mái nhà và thường lại thêm nước thải ô nhiễm nặng của các nhà máy.



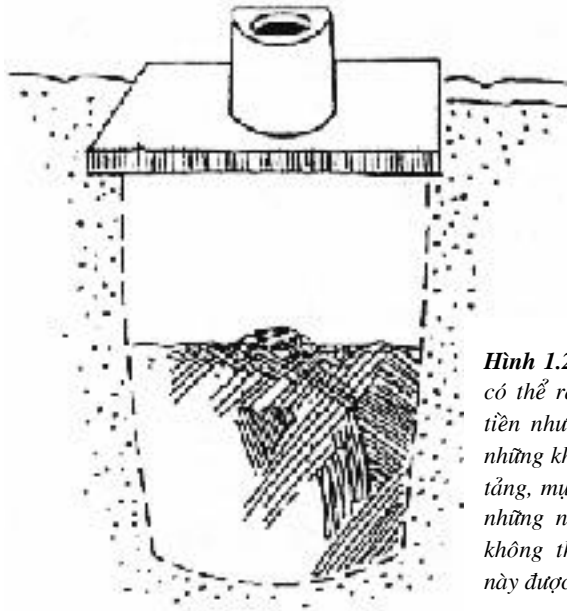
*Hình 1.1* Trong hệ thống dội & tháo một lượng tương đối nhỏ các chất nguy hiểm từ phân người đã làm nhiễm bẩn một số lượng nước khổng lồ. Trong hầu hết trường hợp nước cống hỗn hợp được tháo bỏ vào nguồn nước bề mặt mà không xử lý gì.

Như vậy, dần dần từng bước của quá trình dội & tháo, sự nhiễm bẩn càng gia tăng : thành phần thật sự ô nhiễm là 50 lít nước-phân đã được người ta để cho nó gây nhiễm cho không chỉ là nước tiểu gần như vô hại mà còn gây nhiễm cho một lượng nước sạch khổng lồ dùng để dội và một lượng nước xám tương đương hoặc lớn hơn thế nữa. Từ cuối hệ thống này người ta sẽ đặt một nhà máy xử lý, nhưng thật ra hầu hết đều không có : trên 90% nước cống ở các nước thuộc Thế Giới Thứ Ba đều hoàn toàn không xử lý, còn ở Châu Mỹ La Tinh con số đó là 98% <sup>(5)</sup>. Nếu việc xử lý được thực hiện thì nó chỉ tách nước ra khỏi những gì mà con

Nhìn chung trên toàn cầu, nước thải từ các hệ thống thu nhận các chất thải đi theo nước là thành phần chính gây ô nhiễm nước, góp phần tạo nên hiện tượng quá dưỡng cho nguồn nước, sinh ra hoa tảo độc (thủy triều đỏ) và ảnh hưởng bất lợi cho ngành du lịch ở vài vùng ven biển <sup>(4)</sup>. Mặc dù những hệ thống như vậy được đại đa số người dân chấp nhận nhưng chúng không phải đơn giản và đòi hỏi phải có đủ kỹ năng kỹ thuật và năng lực điều hành mà những điều đó không sẵn có tại nhiều đô thị ở Thế Giới Thứ Ba.

**Khung 1.2 Giải pháp thả-và-lưu.**

**Hệ thống nhà tiêu thông dụng nhất trên thế giới, nhà tiêu chìm, dựa trên nguyên tắc thả và lưu giữ chất thải của con người.**



*Hình 1.2 Các hệ thống thả và lưu có thể rất đơn sơ và tương đối rẻ tiền nhưng có nhiều trở ngại. Tại những khu vực đông dân, đất có đá tảng, mực nước ngầm quá nông và những nơi ngập lụt thường kỳ thì không thể nào áp dụng kỹ thuật này được.*

**Kỹ thuật thả và lưu đòi hỏi phải có đất, một khoảng không gian thích hợp, loại đất có thể đào được, mực nước ngầm phải thấp dưới mặt đất và không bao giờ bị ngập lụt. Nó không cần nước dội, kỹ thuật đơn giản và có thể dùng nhiều loại vật liệu để làm sạch hậu môn sau khi đi tiêu (giấy, các vật rắn hoặc nước). Điểm bất lợi là nó làm nhiễm bẩn đất và nước ngầm, có mùi hôi, sinh ruồi, hố bị sập, làm yếu nền móng các toà nhà kế cận và có thể bị ngập khi mưa lớn. Mặc dù nhà tiêu đơn giản có thể rất rẻ tiền nhưng kiểu cải tiến của nó. VIP. thì đắt hơn.**

Phần lớn sự phát triển thành thị đang diễn ra tại những vùng định cư không chính thức, ở đó chính quyền thành phố chưa sẵn sàng hoặc không thể cung cấp hoặc các dịch vụ như nước máy, cống thải phân, cống thoát nước và thu gom rác. Việc xử lý nước cống thải cho có hiệu quả rất tốn kém đến nỗi hiếm khi thực hiện được, nhất là ở những trung tâm đô thị đang phát triển nhanh chóng ở các quốc gia đang phát triển, hậu quả là các hộ gia đình có thu nhập thấp chỉ có thể dựa vào một loại nào đó trong kỹ thuật nhà tiêu thả và lưu để giải quyết nhu cầu của họ.

Mặc dù các kỹ thuật thả và lưu có thể phòng tránh ô nhiễm đối với một vài nơi nhưng ở khu vực thành thị thì thường chúng không thể thực hiện được vì thiếu chỗ để đào những hố sâu, các điều kiện về nước ngầm và đất không cho phép, làm yếu nền móng của các nhà bên cạnh và có mùi hôi.

Hơn nữa, ở những nơi trên thế giới nhiều tài liệu đã ghi nhận rằng các chất dinh dưỡng và tác nhân gây bệnh thối ra từ các nhà tiêu thối rữa, nhà tiêu chìm và nhà tiêu tự hoại là nguyên nhân gây ô nhiễm nước ngầm và nước bề mặt ở gần đó<sup>(6)</sup>.

Các nhà lãnh đạo và các cộng đồng đang phải đối diện với 2 cách chọn lựa: hoặc mở rộng các giải pháp thanh trừ phân hiện hành với tất cả những hạn chế và yếu kém của chúng, hoặc tìm kiếm một giải pháp hoàn toàn mới. Các giải pháp nhà tiêu hiện hành không thể tồn tại hoặc không thể áp dụng được cho tuyệt đại bộ phận nhân dân, chúng cũng không mang lại cho con người một giải pháp nhằm tiến tới một xã hội bền vững. Cuốn sách này muốn bàn cách tìm kiếm một giải pháp cho những khó khăn này.

## 1.2 Viễn cảnh

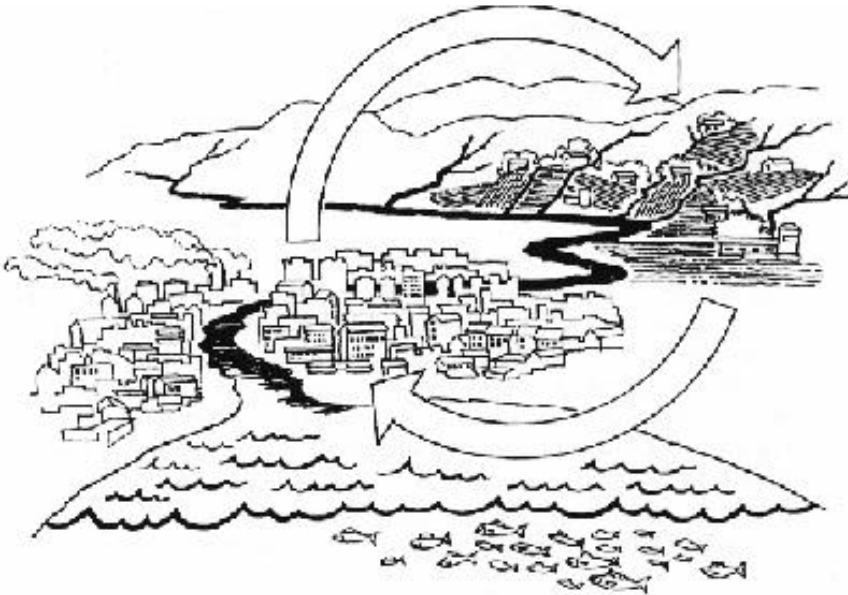
Giải pháp vệ sinh môi trường mà chúng tôi khảo sát trong tập sách này dựa trên 3 chỉ tiêu cơ bản: làm cho chất thải con người trở nên an toàn, ngăn ngừa ô nhiễm hơn là ra sức không chế sau khi đã làm ô nhiễm, sử dụng chất thải của con người đã được thanh lọc an toàn cho các mục đích nông nghiệp. Giải pháp này có thể được gọi là “thanh lọc và tái sử dụng”.

Chúng tôi gọi giải pháp này là “**nhà tiêu sinh thái**” hoặc gọi tắt là **eco-san**, đó là một chu trình- một hệ thống khép kín bền vững (xem hình 1.3). Phân và nước tiểu được xử lý tại chỗ và sau đó nếu cần, thì xử lý lại ở tại một nơi khác cho đến khi chúng hoàn toàn không có sinh vật gây bệnh (xem phần 2.1.3). Các chất dinh dưỡng có trong chất thải lúc đó sẽ được tái sử dụng trong nông nghiệp.

Điều cơ bản là làm cho chất thải con người an toàn trước khi được thu hồi và tái sử dụng. Thông thường nước tiểu sạch khuẩn và phần lớn giá trị phân bón của chất bài tiết của con người nằm trong nước tiểu (xem chương 2). Trong tập sách này chúng tôi sẽ bàn đến cách để thu lại tài nguyên nước tiểu, đó là phân cách, phân tách và ủ hỗn hợp (xem phần 4.2.1). **Phân cách** là khi nước tiểu được tách dẫn đi khỏi phân từ đầu, không trộn chung với phân. **Phân tách** là khi nước tiểu và phân được trộn chung với nhau rồi sau đó mới được phân tách ra. **Ủ hỗn hợp** là khi nước tiểu và phân được để lẫn với nhau, ủ cùng với nhau và được thu hồi cùng với nhau.

Chính phân người chứ không phải nước tiểu mới là nguyên nhân lan truyền phần lớn các loại bệnh từ chất bài tiết của con người. Vậy cần phải có phương pháp làm sạch phân người. Trong sách này sẽ làm đến hai phương pháp: khử nước và phân

hủy. Việc khử nước, hoặc làm khô phân sẽ dễ dàng hơn nếu ta không trộn nó chung với nước tiểu và nước. Khi phân phân hủy, những sinh thể khác nhau có trong phân sẽ chết và bị phân hủy thành các hợp phần nhỏ hơn. Dù là với phương pháp nào đi nữa thì chỉ đến lúc các vi trùng, trứng giun sán và các sinh thể có hại khác đều được làm cho trở nên vô hại thì phân mới có thể thu hồi và sử dụng an toàn. (Thuật ngữ “khử nước” và “phân hủy” ở đây chỉ đơn giản muốn nói về điều kiện nào thì chiếm ưu thế mà thôi, xem phần 4.2.2).



**Hình 1.3 Nhà tiêu sinh thái bắt chước thiên nhiên bằng cách để phân và nước tiểu của con người đã được xử lý quay trở lại đất. Thay vì làm ô nhiễm môi trường, phân và nước tiểu sẽ cải tạo cơ cấu đất và cung cấp dinh dưỡng cho đất.**

Đặc điểm mấu chốt của nhà tiêu sinh thái là phòng ngừa ô nhiễm và bệnh tật gây ra do chất bài tiết của con người, xử lý các chất đó như là một nguồn tài nguyên chứ không phải là chất thải bỏ, thu hồi và làm tuần hoàn các dưỡng chất. Trong thế giới tự nhiên, các chất thải từ con người và động vật đóng vai trò cơ bản trong việc làm cho đất màu mỡ và cung cấp cho đất dưỡng chất có giá trị cho cây cối. Thế mà các giải pháp nhà tiêu bấy lâu nay lại không coi trọng các dưỡng chất này, bỏ chúng đi và phá vỡ vòng tuần hoàn

Tiêu chuẩn cần nhất để đạt được một cảnh quan mới thật đơn giản nhưng để đạt được thì chúng ta cần thay đổi cách suy nghĩ về nhà tiêu. Những khó khăn phải vượt qua được nêu lên trong tập sách này là nhằm đi đến việc đề xuất một hệ thống nhà tiêu mà nó sẽ góp phần xây dựng nên cảnh quan mới đó, bao gồm cả những điều ép buộc (chương 4) và những thuận tiện (chương 5).

### 1.3 Các tiêu chuẩn

Vệ sinh môi trường là yếu tố chủ yếu quyết định tính công bằng trong xã hội và khả năng mà xã hội chịu đựng chính nó. Nếu chúng ta không vượt qua được những thách thức đã nói trên thì khi làm thỏa mãn nhu cầu của thế hệ hiện tại chúng ta sẽ làm cản trở các thế hệ tiếp theo. Vậy thì các giải pháp vệ sinh môi trường phải quan tâm đến việc thu hồi tài nguyên chứ không chỉ quan tâm đến việc thải bỏ. Cũng tương tự như vậy, sẽ không thể có sự công bằng chừng nào một nửa dân số thế giới vẫn chưa có công trình vệ sinh cơ bản.

Một hệ thống vệ sinh môi trường góp phần định hướng đến những mục tiêu này (công bằng và xã hội bền vững) phải đạt hoặc ít ra phải nhằm để đạt các chỉ tiêu sau đây:

1. **Phòng bệnh:** một số hệ thống nhà tiêu phải có khả năng phá hủy hoặc cô lập tác nhân gây bệnh trong phân.
2. **Chi trả được:** một hệ thống nhà tiêu phải có giá thành sao cho người nghèo nhất trên thế giới có thể làm được.
3. **Bảo vệ môi trường:** Một hệ thống nhà tiêu phải phòng ngừa ô nhiễm, trả lại dưỡng chất cho đất, bảo toàn các nguồn nước.
4. **Chấp nhận được:** một hệ thống nhà tiêu không được ảnh hưởng đến mỹ quan và phù hợp với các giá trị xã hội văn hóa.
5. **Đơn giản:** Một hệ thống nhà tiêu phải đủ vững chắc sao cho với khả năng kỹ thuật, bộ khung hành chính và nguồn kinh tế giới hạn của địa phương cũng có thể thực hiện công việc bảo trì được

Để thực hiện thành công vệ sinh môi trường sinh thái như mong đợi và đạt được các chỉ tiêu này cần phải hiểu và xem vệ sinh môi trường như là một hệ thống. Khi thiết kế và vận hành hệ thống nhà tiêu chúng ta cần phải quan tâm đến tất cả các hợp phần của hệ thống này chứ không chỉ chú ý đến một hoặc hai thành phần. Các thành phần chính của hệ thống này là tự nhiên, xã hội, tiến trình và thiết bị (xem hình 1.4)

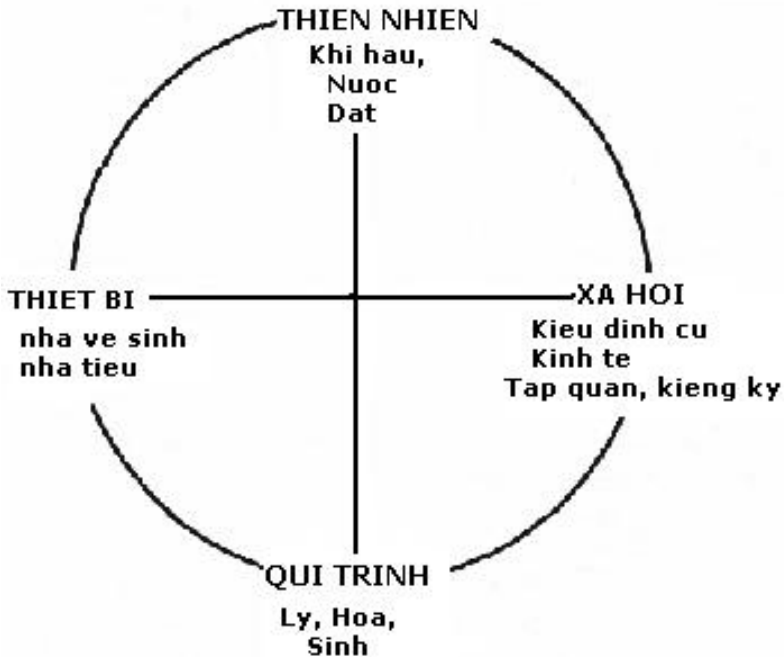
**Thiên nhiên :** những yếu tố có thể thay đổi đáng kể nhất là khí hậu, độ ẩm, nhiệt độ, nước (số lượng sẵn có mực nước ngầm) và đất (tính ổn định, tính thấm nước, có thể đào được không).

**Xã hội:** bao gồm mô hình định cư (tập trung hay phân tán, gia tăng chậm hay nhanh), nhận thức (kỵ hay không kỵ phân), tập quán (rửa hay chùi), lòng tin và những điều kiêng kỵ có liên quan đến phân người cũng như tình hình kinh tế cộng đồng

**Qui trình:** ở đây muốn nói về các quá trình vật lý, hóa học, sinh học và nhờ đó mà phân người trở nên một sản phẩm không có nguy hại, không ghê tởm và hữu

dụng. Trong sách này chúng tôi thảo luận về hai tiến trình như vậy: khử nước và phân hủy.

**Thiết bị:** ở đây muốn nói đến các cấu trúc được xây dựng một cách đặc biệt để đi tiêu, đi tiểu. Nhiều tài liệu về vệ sinh môi trường chỉ chú ý đến thiết bị mà không chú ý đến mối liên hệ của nó với các thành phần khác của hệ thống vệ sinh môi trường.



**Hình 1.4:** Vệ sinh môi trường là một hệ thống, ở đó các hợp phần chính là: thiên nhiên, xã hội, tiến trình và thiết bị. Tất cả phải được quan tâm cùng với nhau.

Những nguyên tắc cơ bản của nhà tiêu sinh thái không phải là những gì mới lạ. Trong nhiều nền văn hoá, hệ thống vệ sinh môi trường dựa trên các nguyên tắc sinh thái học đã được sử dụng hàng trăm năm qua. Các hệ thống vệ sinh sinh thái hiện vẫn còn được sử dụng rộng rãi ở những vùng thuộc Đông và Đông Nam Châu Á. Tại các nước phương tây các giải pháp này đã bị ruồng bỏ khi kiểu dội và tháo trở nên mẩu mực. Tuy nhiên trong những năm gần đây người ta đã bắt đầu chú ý trở lại về nhà tiêu sinh thái.

## 1.4 Nội dung chủ yếu của sách.

Có gì mới trong cuốn sách này? - Có 3 điều chủ yếu:

- 1/ Nó liên kết các thiết bị vệ sinh với vệ sinh môi trường thành một hệ thống. Cuốn sách xem xét một cách nghiêm túc những thuận tiện và nhược điểm của các kỹ thuật vệ sinh môi trường khác nhau dưới những điều kiện văn hóa và thực tế khác nhau.
- 2/ Nó hệ thống hóa thực nghiệm từ nhiều nơi khác nhau trên thế giới thành một giải pháp chặt chẽ duy nhất và đạt các tiêu chuẩn về vệ sinh sinh thái. Bằng cách làm nổi bật lên các nguyên tắc phổ thông cơ bản tập sách này sẽ cung cấp một hướng nhận thức mới về nhiều sáng kiến rải rác vệ sinh môi trường
- 3/ Nó mô tả cách triển khai những hệ thống như vậy và những điều cần quan tâm khi phát triển và hoàn thành các giải pháp vệ sinh sinh thái.

Tập sách này không phải là một sổ tay về kỹ thuật hay sách lược mặc dù nó đề cập đến các vấn đề kỹ thuật lẫn sách lược. Đúng hơn là nó bàn luận về một giải pháp hiện có. Khái niệm vệ sinh môi trường sinh thái đặc biệt phù hợp với thành phố, nơi mà nguồn nước, không gian và nguồn tài chính hiếm hoi. Chúng ta không nên xem nó như là một biện pháp cấp 2, chỉ dùng cho người nghèo. Các giải pháp nhà tiêu sinh thái hiện có sẵn có thể đáp ứng được các điều kiện kinh tế xã hội ở mọi cấp độ như sẽ nói trong chương 3.

Sách này viết cho những ai muốn chia sẻ lòng nhiệt tình muốn khám phá ra những phương sách mới nhằm giải quyết các vấn đề vệ sinh môi trường đô thị. Đó là các cấp chính quyền muốn cung cấp các dịch vụ đô thị chất lượng cao nhưng ngân sách lại không đủ so với nhu cầu cứ tăng lên mãi.

Người dân và những nhà lãnh đạo cộng đồng đang tìm cách cải thiện điều kiện sống thông qua những tổ chức địa phương, bằng sự nhận thức về môi trường và sự quản lý chặt chẽ hơn.

- Các nhà thầu tư nhân đang tìm kiếm ý tưởng có thể thương mại hóa được.
- Các cơ quan quốc tế đang chủ trương thực hiện, can thiệp bền vững về mặt tài chính lẫn môi trường.
- Sinh viên, kỹ sư, thực tập sinh muốn thử nghiệm và/hoặc phát triển nhà tiêu sinh thái.

## 2.

# THANH LỌC VÀ TUẦN HOÀN

### 2.1 Thanh lọc : tác nhân gây bệnh bị tiêu diệt bằng cách nào:

Một chỉ tiêu đầu tiên và quan trọng nhất của nhà tiêu sinh thái và của tất cả các giải pháp nhà tiêu là chúng phải trở thành một rào chắn ngăn cản sự lan truyền các bệnh gây ra bởi các sinh thể có hại (tác nhân gây bệnh) trong chất thải con người. Trong chương này chúng tôi sẽ bàn luận về mối tương quan giữa vệ sinh môi trường với bệnh tật và những cách tiêu diệt các tác nhân gây bệnh. Kết luận của chúng tôi là các phương pháp khô, đặc biệt là các phương pháp dựa trên sự khử nước, dường như tiêu diệt các tác nhân gây bệnh hiệu quả hơn là các phương pháp được dùng phổ biến khác. Điều này đặc biệt đúng đối với các tác nhân sống lâu nhất.

#### 2.1.1 Vệ sinh môi trường và bệnh tật

Phân người có chứa vi khuẩn, trứng giun sán và các sinh thể khác (sinh vật). Sinh vật gây bệnh được gọi là tác nhân gây bệnh. Một số sinh vật sống bám vào con người được gọi là ký sinh trùng. Phần lớn loại này có trong phân người. Nước tiểu thường không có vi trùng và chỉ thể hiện nguy cơ trong một số trường hợp đặc biệt<sup>(1)</sup>. Tác nhân gây bệnh thường tìm thấy trong nước tiểu đa phần là vi trùng thương hàn, phó thương hàn và sán máng. Nước tiểu là nguồn lây truyền chủ yếu của sán máng. Phân mới là nguồn lây truyền chủ yếu của bệnh thương hàn và phó thương hàn, ngay cả trường hợp nó có mặt trong nước tiểu. Ký sinh trùng trong phân người có thể gây ra nhiều loại bệnh khác nhau bao gồm các bệnh tiêu chảy và suy dinh dưỡng. Chậm tăng trưởng, thiếu sắt, thiếu vitamin A và thiếu các chất dinh dưỡng cũng xảy ra với những ảnh hưởng đôi khi kéo dài cả đời. Không phải tất cả các vi trùng và ký sinh trùng có thể gây chết người nhưng tình trạng suy yếu liên tục do bệnh tật và suy dinh dưỡng có thể làm cho người ta mắc những bệnh tiếp theo hoặc có sức khỏe yếu kém và chết vì những nguyên nhân khác.

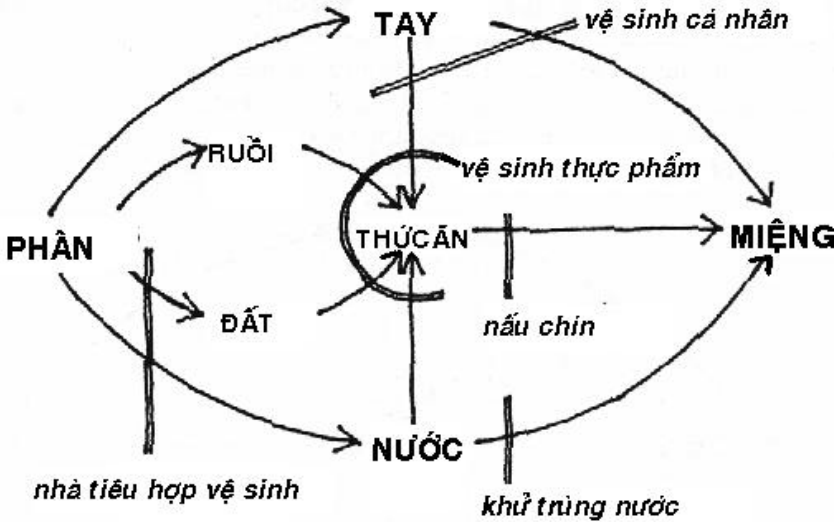
Trong phân người có bốn nhóm sinh vật có liên quan đến con người: vi khuẩn, virus, đơn bào và giun sán. Các sinh vật này một khi được phóng thích ra có thể:

- Gây nhiễm ngay.
- Cần một thời gian bên ngoài vật chủ để trở thành thể gây nhiễm.
- Cần một vật chủ trung gian trước khi thành thể gây nhiễm.

Vi khuẩn và virus có thể gây nhiễm ngay sau khi được thải ra ngoài cơ thể. Đơn bào được phóng thích theo phân ở dạng kén và có thể gây nhiễm ngay hoặc cần

một thời gian ở bên ngoài cơ thể. Trứng giun sán mà phần lớn đề kháng với điều kiện môi trường, cần một thời gian ở bên ngoài cơ thể. Một vài ký sinh trùng như sán máng cũng cần phải có một ký chủ trung gian trước khi có thể gây nhiễm.

Một khi con người thải ra tác nhân gây bệnh mà chúng không được giam nhốt lại hoặc không được tiêu diệt thì môi trường sẽ bị ô nhiễm. Khi phân người đã tiếp xúc với môi trường rộng lớn hơn (xem hình 2.1) thì chúng có thể làm nhiễm bẩn tay (quần áo, vật dụng), nước (nước uống, nước chế biến thức ăn, nước giải khát và các loại nước khác), ruộng vườn (rau và sân vườn) và ruồi (kể cả ruồi nhà, nhặng, gia súc, ốc sên).



Hình 2.1 Sơ đồ tóm tắt những đường lây chính của bệnh tiêu chảy: do tác nhân gây bệnh trong phân làm nhiễm bẩn tay, ruồi, vườn ruộng, thức ăn, thức uống ôi được nuốt vào bụng một cách tình cờ.

Con người có thể bị phơi nhiễm với các vi sinh vật gây bệnh và ký sinh trùng một cách trực tiếp qua những đường lây này hoặc thông qua thực phẩm

Môi trường ô nhiễm đặt con người trước nguy cơ phơi nhiễm với các tác nhân gây bệnh, từ đó dẫn đến nhiễm bệnh và phát bệnh. Những người nhiễm bệnh mới lại đào thải tác nhân ra môi trường và lặp lại chu trình nhiễm bệnh - gây nhiễm.

Sự lan truyền tác nhân gây bệnh có thể được hạn chế hoặc ngăn chặn bằng cách dùng những rào cản để ngăn ngừa chúng di chuyển từ nơi này sang nơi khác. Ví dụ từ đất sang tay, thức ăn và/hoặc nước (hình 2.2). Rào chắn đầu tiên sẽ ngăn ngừa phân không cho đến tay, ruồi, thức ăn, nước uống; nó sẽ ngăn chặn được sự lan truyền tác nhân.

Tuy nhiên nếu tác nhân gây bệnh đã đến được tay, thực phẩm... thì phải dựa vào các rào chắn thứ hai (rửa tay, nấu chín thức ăn) để ngăn chặn sự lây nhiễm. Trong

chương này chúng tôi sẽ chứng tỏ rằng nhà tiêu khô dựa trên nguyên lý vệ sinh sinh thái có thể là một rào chắn thứ nhất hữu hiệu.

Một khi phân đã ra ngoài cơ thể và trước khi tiếp cận được với các môi trường lớn hơn thì có một số cách có thể ngăn ngừa sự lan truyền tác nhân gây bệnh. Giải pháp truyền thống là dội nước cho phân trôi đi (dội và tháo) hoặc lưu giữ lại trong một hố sâu (thả và lưu) như đã bàn trong chương 1.

Những cách giải quyết phân này làm cho chúng ta tin rằng sự ô nhiễm môi trường đã bị ngăn chặn. Tuy nhiên, điều này không đúng vì theo thời gian phân trong hố có thể thấm vào ngược ngầm hoặc có thể bị rửa trôi theo những trận mưa lũ. Trong hệ thống dội và tháo nước thì nước cống có thể được xử lý thích đáng và làm cho nó trở nên an toàn trước khi được tháo bỏ, nhưng trong hầu hết các trường hợp chúng hoàn toàn không được xử lý gì cả hoặc chỉ xử lý một phần<sup>(2)</sup>. Cả hai cách này đều làm ô nhiễm phía hạ lưu sông.

Một cách khác để làm phá vỡ vòng lẩn quẩn này là chữa bệnh cho người mắc bệnh. Ví dụ, cho trẻ bị tiêu chảy uống ORS hay kháng sinh. Thông thường bệnh sẽ được chữa khỏi hoặc tự khỏi. Tuy nhiên người bị nhiễm sẽ thải tác nhân gây bệnh ra môi trường cho đến khi việc điều trị đạt được hiệu quả và đối với một số bệnh thì việc đào thải tác nhân gây bệnh có thể tiếp tục ngay cả khi đã hết các triệu chứng. Sự phát triển nhanh chóng các vi khuẩn kháng thuốc càng làm rõ sự cần thiết phải phòng bệnh hơn chữa bệnh<sup>(3)</sup>.

Để phá vỡ vòng lẩn quẩn nhiễm và tái nhiễm đó chúng ta phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa ngay tại nơi đầu tiên của vấn đề: phải giữ tác nhân gây bệnh ngay tại nơi đầu tiên, không cho nó tiếp cận với môi trường. Con người đào thải ra các tác nhân gây bệnh trong một giai đoạn nào đó từ vài ngày đến vài tuần, thậm chí vài tháng. Tại một vài cộng đồng một bộ phận lớn người dân sẽ thải ra những tác nhân gây bệnh khác nhau trong cùng một giai đoạn. Chúng ta phải tìm cách phá hủy các tác nhân được đào thải này hoặc ngăn chặn chúng không cho chúng tiếp cận với môi trường. Có hai cách: hoặc giữ các tác nhân gây bệnh lại trong những vật chứa an toàn hoặc tiêu diệt chúng một cách nhanh chóng. Trong thực tế chúng ta cần một sự kết hợp hai yếu tố: lưu giữ an toàn và phá hủy nhanh chóng.

### **2.1.2 Tác nhân gây bệnh chết ra sao**

Một lượng lớn tác nhân gây bệnh hoặc trứng ký sinh trùng được đào thải theo phân mỗi lần có đến hàng ngàn, thậm chí hàng triệu. Tuy thế sau khi được đào thải ra môi trường tất cả chúng sẽ chết đi dần hoặc không thể gây bệnh được nữa. Một số vi sinh vật còn sống và có khả năng gây bệnh cao hơn các vi sinh vật khác.

Thời gian cần cho tất cả các sinh vật trong cùng một type chết đi thường được gọi là thời gian tồn tại. Thời gian này tùy thuộc vào mỗi tác nhân. Hai trường hợp ngoại lệ là *1/Salmonella* và vài vi khuẩn khác, chúng có thể tạm thời gia tăng số

lượng khi ra ngoài cơ thể, 2/ trứng của những giun sán ký sinh ở bước phát triển. Trứng giun phần lớn không tăng sinh nhưng chúng có thời gian tồn tại dài hơn các tác nhân gây bệnh khác.

Tùy theo tính chất và mức độ, một số yếu tố môi trường (xem bảng 2.1) sẽ có thể làm tăng hoặc giảm thời gian tồn tại của các tác nhân gây bệnh. Các yếu tố có ảnh hưởng quan trọng đến thời gian tồn tại là: nhiệt độ, ẩm độ, dinh dưỡng, các vi sinh khác, ánh sáng và pH. Từng yếu tố có thể thay đổi một cách tự nhiên (theo mùa ẩm, mùa khô) hoặc nhân tạo (như thêm vôi). Như vậy nghĩa là thời gian tồn tại của các tác nhân gây bệnh có thể dài hơn hoặc ngắn hơn thời gian tồn tại trung bình. Nhìn chung, dưới những điều kiện tự nhiên nếu càng có nhiều tác nhân gây bệnh thì thời gian cho tất cả chúng đều chết càng dài.

**Bảng 2.1 Những yếu tố môi trường có ảnh hưởng đến thời gian tồn tại của các tác nhân gây bệnh<sup>(4)</sup>**

Yếu tố môi trường	Ảnh hưởng
Nhiệt độ	Tăng khi nhiệt độ tăng
Ẩm độ	Giảm khi độ ẩm tăng
Dưỡng chất (chất hữu cơ)	Giảm khi dưỡng chất tăng
Vi sinh vật (gồm cả các tác nhân gây bệnh)	Giảm khi số lượng tăng
Ánh sáng	Tăng khi được chiếu nắng
pH	Tăng khi pH tăng

Mỗi một điều kiện môi trường đều có những khoảng dao động trong đó sự sinh tồn của các tác nhân được thuận lợi. Khi con người hoặc tự nhiên làm biến đổi các điều kiện thì thời gian tồn tại của chúng cũng thay đổi. Ví dụ, khi nhiệt độ tăng thì các vi sinh vật sẽ chết ở mức độ nhanh hơn; 99% coliform phân (loài vi khuẩn hiện diện nhiều trong phân) trong đất sẽ chết sau khoảng hai tuần vào mùa hè (mùa nóng) và khoảng 3 tuần vào mùa đông (mùa lạnh). Nhiệt độ trên 60°C sẽ làm chết gần như tức thì các tác nhân gây bệnh thải ra theo phân. Nhiệt độ trong khoảng 50-60°C làm cho các vi khuẩn ngừng tăng trưởng và chết sau vài phút; thường là trong vòng 30 phút hoặc ít hơn đối với hầu hết các tác nhân. Những nhiệt độ như vậy có thể đạt được bằng những cách khác nhau (ví dụ như ủ hỗn hợp ở nhiệt độ cao). Bằng cách thay đổi vài yếu tố cùng một lúc có thể làm thời gian tồn tại của các tác nhân gây bệnh càng ngắn hơn. Chẳng hạn như chúng ta đồng thời làm giảm độ ẩm và tăng nhiệt độ thì sẽ rút ngắn thời gian tồn tại của tác nhân gây bệnh nhanh hơn là chỉ tác động một yếu tố.

Tất cả các tác nhân gây bệnh đều chịu ảnh hưởng bởi các điều kiện môi trường này. Tuy nhiên, chúng có thời gian tồn tại khác nhau tùy theo phương pháp thanh trừ phân<sup>(5)</sup>.

**Bảng 2.2 Thời gian tồn tại của các tác nhân gây bệnh (tính bằng ngày) theo những điều kiện xử lý khác nhau<sup>(4)</sup>**

Điều kiện	Vi khuẩn	Virus	Đơn bào*	Giun sán**
Đất	400	175	10	nhiều tháng
Hoa màu	50	60	không rõ	không rõ
Phân bắc, phân, cặn bùn (20-30°C)	90	100	30	nhiều tháng
Ủ hỗn hợp (kỵ khí ở nhiệt độ thường)	60	60	30	nhiều tháng
Ủ nhiệt độ cao (50-60°C trong nhiều ngày)	7	7	7	7
Ao ổn định nước thải	20	20	20	20

\* Không kể *Cryp trosporidium parvum*.

\*\* Chủ yếu là giun đũa ; các trứng giun khác chết nhanh hơn

Vi khuẩn, virus và động vật nguyên sinh thường tồn tại trong nhiều tháng, đôi khi ít hơn (xem bảng 2.2). Trứng giun sán sống trong nhiều tháng, đặc biệt giun đũa có thể tồn tại trong nhiều năm. Xét về phương pháp tiêu diệt các tác nhân gây bệnh thì cách ủ nhiệt độ cao là cách tốt nhất để tiêu diệt nhanh chóng hầu hết các tác nhân. Trong thực tế khó có thể đạt được các điều kiện như mong muốn vì một vài phần tử của đồng phân ủ có thể không đạt được nhiệt độ cần thiết. Điều đó có nghĩa là một số tác nhân có thể tồn tại. Ao hồ ổn định chất thải có hiệu quả trong việc tiêu diệt nguyên sinh động vật và giun sán, nhưng vi khuẩn và virus có thể tồn tại trong nước sau xử lý.

Nói chung, người ta cho rằng nếu các tác nhân có sức đề kháng cao nhất bị tiêu diệt thì tất cả các tác nhân khác sẽ bị tiêu diệt. Hai tác nhân gây bệnh đạt được tiêu chuẩn này (phân bố rộng và sức chịu đựng cao) là *Ascaris lumbricoides* (giun đũa) và *Cryptosporidium parvum* (một loại ký sinh trùng nguyên sinh gây tiêu chảy). *A. lumbricoides* được phát hiện trên khắp thế giới. Người ta ước tính có khoảng 20% dân số thế giới bị nhiễm<sup>(6)</sup>. Tỷ lệ mắc *C. parvum* thì khó ước lượng hơn nhưng người ta đã phân lập được chúng trong các mẫu phân từ hơn 50 quốc gia trên thế giới<sup>(7)</sup>. Cả hai tác nhân này gây nhiễm cho trẻ em nhiều hơn người

lớn. Việc nhiễm hai loại ký sinh trùng trên sẽ dẫn đến tình trạng suy dinh dưỡng và trong trường hợp nghiêm trọng có thể dẫn đến tử vong.

Kén *Cryptosporidium parvum*, một dạng rất khó bị phân hủy, chúng có thể tồn tại dai dẳng hơn *Ascaris* ngay cả trong những đợt biến về môi trường chẳng hạn như đông lạnh, nhiệt độ cao, xử lý nước bằng clo hay ozone<sup>(8)</sup>.

Tuy nhiên, cách làm khô có thể tiêu diệt *C. parvum*. Thử nghiệm chứng minh rằng ở nhiệt độ phòng chỉ hai giờ làm khô không khí thì 97% kén đã bị chết. Sau 4 giờ thì tất cả các kén đều bị tiêu diệt<sup>(9)</sup>.

Thời gian tồn tại của *Ascaris* có thể rất lâu, nhưng nó thay đổi đáng kể theo các điều kiện. Tỷ lệ chết của trứng *Ascaris* trong đất tăng lên theo độ khô và mức độ chiếu nắng. Trong đất pha cát được chiếu nắng trứng *Ascaris* chết trong vòng 2 tuần. Trong các loại đất ẩm mát dưới bóng râm trứng *Ascaris* có thể tồn tại vài năm. Sau nhiều tuần trong đất thối hoặc có nhiều chất mùn, 95% trứng *Ascaris* vẫn còn sống (có thể gây nhiễm). Trứng giun nằm dưới một lớp đất mỏng sống lâu hơn khi nằm trên bề mặt.

Người ta đã thực hiện một số nghiên cứu khác nhau về sự tồn tại của trứng *Ascaris* trong các hệ thống xử lý khác nhau và thấy rằng phương pháp hiệu quả nhất để tiêu diệt trứng giun đũa là làm khô và làm nóng. Ví dụ ở Guatemala 50% dân số bị nhiễm *Ascaris*, có hàng ngàn trứng trong mỗi gam phân trong các nhà tiêu Lafs (xem chương 3.1.2 để biết thêm về Lafs). Việc lưu giữ và khử trùng trong bể phân làm giảm số lượng trứng xuống đến số không sau thời gian 6 tháng sấy khô bằng mặt trời.

Qui trình xử lý ổn định hóa bùn cống thông thường (phân hủy ở 20-25°C không có oxy) không hiệu quả lắm trong việc tiêu diệt trứng *Ascaris* nhưng việc sử dụng lớp nền bùn thì có hiệu quả chắc chắn<sup>(11)</sup>.

### **2.1.3 Tiêu diệt tác nhân gây bệnh từng bước một:**

Các phương pháp ủ phân khô tiêu diệt các tác nhân gây bệnh có hiệu quả hơn các phương pháp ướt (dội và tháo). Sự phối hợp các yếu tố : độ ẩm thấp, ít chất dinh dưỡng và chất hữu cơ, pH cao làm cho sự tiêu diệt tác nhân xảy ra nhanh nhất. Phương pháp hiệu quả nhất để tiêu diệt các tác nhân gây bệnh có lẽ là khử nước.

Các phương pháp ướt giải quyết phân như dội và tháo, không có hiệu quả lắm trong việc tiêu diệt các tác nhân gây bệnh. Nước thải là một môi trường lý tưởng cho các tác nhân gây bệnh sinh tồn bởi vì xét ở nhiều khía cạnh nó giống như điều kiện trong đường ruột: rất giàu chất hữu cơ và dinh dưỡng, cũng ẩm ướt và kỵ khí. Có một điểm khác biệt là nhiệt độ, nhiệt độ của nước thải và nước trong quá trình xử lý của nhà máy thường thấp hơn 37°C. Việc sử dụng nước thải không chỉ làm tăng sự sống sót của các tác nhân gây bệnh mà còn làm tăng tỷ lệ mắc bệnh ở

người khi dùng để tưới hoa màu hoặc đổ ra các nguồn nước trước khi được xử lý triệt để.

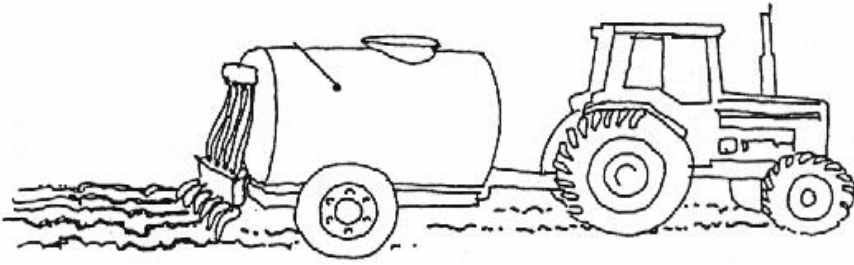
Trên lý thuyết việc tiêu diệt các tác nhân gây bệnh khá đơn giản, nhưng thực tế nó thường đòi hỏi phải được lưu tâm cẩn thận qua nhiều bước. Chúng tôi đề nghị qui trình 4 bước sau đây nhằm làm cho trở nên an toàn khi tiếp xúc và tái sử dụng.

- Giữ cho thể tích khối phân nhỏ bằng cách tách riêng nước tiểu và không đổ thêm nước vào đó (không dội nước).
- Tránh phát tán phân có chứa tác nhân gây bệnh bằng cách lưu giữ nó trong một thiết bị bảo đảm cho đến khi trở nên an toàn để tái sử dụng.
- Giảm thể tích và khối lượng của khối phân bằng cách làm bốc hơi nước và/hoặc phân hủy để cho việc tồn trữ, vận chuyển và xử lý trở nên dễ dàng hơn
- Làm cho tác nhân gây bệnh trở nên vô hại bằng cách thanh lọc: xử lý bước đầu tại chỗ (khử nước/ phân hủy/ lưu giữ), xử lý lần thứ hai tại chỗ hoặc tại nơi khác (khử nước thêm, ủ nhiệt độ cao, thêm vôi để tăng pH) và nếu cần thì xử lý lần thứ ba (đất).

## 2.2 Tuần hoàn: dưỡng chất được trở lại với đất như thế nào?

Vệ sinh sinh thái xem các chất bài tiết của con người như một tài nguyên cần được tái sinh hơn là một chất thải cần phải vứt bỏ. Việc sử dụng phân và nước tiểu của con người để làm phân bón đã được áp dụng rộng rãi tại nhiều nơi trên thế giới. Người Trung Quốc đã biết ủ phân người và phân gia súc từ vài ngàn năm trước<sup>(12)</sup>, còn người Nhật từ thế kỷ 12 đã tái sử dụng phân và nước tiểu trong nông nghiệp<sup>(13)</sup>. Tại Thụy Điển nơi mà kỹ thuật tách nước tiểu đã được áp dụng, người nông dân được trả tiền để thu gom nước tiểu trong các bồn chứa ngầm và sau đó cũng với các thiết bị cơ giới, họ dùng nó để tưới cho hoa màu.

Ý tưởng cho rằng chất bài tiết của con người là một thứ chất thải, là vô dụng là một quan niệm sai lầm của thời nay. Nó là nguồn gốc dẫn đến giải pháp xử lý gây ô nhiễm hiện nay, nhất là biện pháp dội và tháo. Trong thiên nhiên không có cái gì là chất thải cả. Tất cả sản phẩm của một sinh vật này được dùng làm nguyên liệu cho sinh vật khác. Quay vòng phân và nước tiểu của con người đã được thanh lọc bằng cách trả nó lại cho đất chính là cách phục hồi chu trình của các vật liệu xây dựng sự sống mà lâu nay chu trình đó đã bị phá vỡ bởi các cách xử lý phân hiện hành của chúng ta.



**Hình 2.3** Trong các dự án R&D (nghiên cứu và phát triển) hiện nay ở Thụy Điển nước tiểu được chứa trong các bồn đặt tại chỗ, định kỳ nông dân đến thu gom và mang đi tưới cho đồng ruộng bằng xe cơ giới.

Có nhiều lý do phải tái chế các chất dinh dưỡng trong các chất bài tiết. Việc tái chế sẽ ngăn ngừa sự ô nhiễm trực tiếp gây ra do nước cống được đổ vào hoặc thấm vào các nguồn nước và các hệ sinh thái. Điều lợi thứ hai của việc tái sử dụng chất bài tiết là nó trả lại dưỡng chất cho đất và cây, giảm nhu cầu phân bón hóa học. Nó phục hồi các sinh vật có lợi tốt cho đất để bảo vệ cây cối và luôn luôn có sẵn tại bất cứ nơi đâu có con người sinh sống.

Các dưỡng chất thu hồi từ các chất thải của con người có thể làm tăng sản lượng trong nghề làm vườn cũng như làm ruộng, ở thành thị cũng như ở nông thôn. Một bộ phận đông đảo người thành phố hiện đang dựa vào thực phẩm do chính họ làm ra<sup>(14)</sup>. Ngay cả những nơi không thể làm vườn và những nơi không thể vận chuyển chất thải con người đã được xử lý đến vùng đất nông nghiệp xa xôi thì cũng dùng nó để khôi phục những khu đất phi nông nghiệp đã bị thoái biến sinh học để tạo nên những công viên và không gian xanh.

Nhằm mục đích tái sử dụng chất thải của con người, tại một số quốc gia người ta đã phát triển một số kiểu nhà tiêu ủ hỗn hợp khác nhau. Sản phẩm thu được là một chất mùn, một chất điều hòa đất có giá trị như ng nhiều dưỡng chất đã bị mất đi trong quá trình ủ. Như đã bàn luận trong chương đầu, cách hiệu quả nhất để thu hồi các chất dinh dưỡng trong chất thải là thu nước tiểu và phân riêng biệt bằng cách sử dụng một bộ tiêu xỏm hoặc bộ tiêu bệt được thiết kế đặc biệt để dẫn nước tiểu vào một vật chứa riêng.

### **Khung 2.1 Trồng rau ở thành phố Mexico**

Để đối phó với tình trạng lạm phát nhanh chóng, nạn thất nghiệp cao và thiếu dinh dưỡng tại thành phố Mexico, Anadeges (một tổ chức phi chính phủ, NGO) đã hoàn thiện một phương pháp trồng rau trong hộp sử dụng nước tiểu con người làm phân bón. Dự án được phát động tại thành phố Mexico năm 1988 và hiện nay có 1200 hộ dân thành phố đang tham gia. Kỹ thuật này đã được lựa chọn và làm cho phù hợp tình hình địa phương như: không có đất để làm mảnh vườn ra theo hình thức thông thường, các thành viên không đủ khả năng để đầu tư vào việc mua sắm các hộp chứa và phân bón, hoặc thỏa mãn nhu cầu hộp chứa đất trong rau bằng vật liệu nhẹ để trồng trực tiếp trên sân thượng.

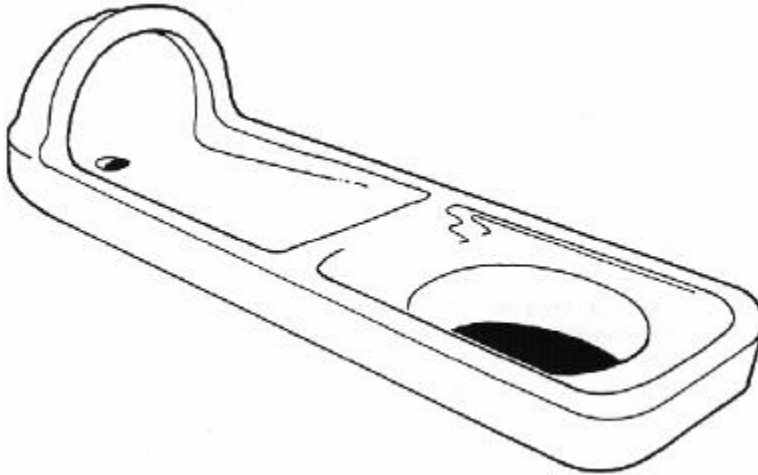
Rau được trồng các vật chứa (tốt nhất là dùng các thùng bằng nhựa được lấp đầy lá cây rụng hoặc cỏ và phủ lên mặt một lớp đất dày 3-5cm). Lớp đất này làm bằng lớp đất nằm dưới đáy của các thùng trồng rau năm trước, nó đã được ủ và trở nên giàu chất mùn, cộng thêm rác đã được phân hủy bởi giun đất. Tùy theo loại cây được trồng mà người ta làm một lỗ thoát nước cách đáy thùng từ 5-10cm sao cho luôn có một lượng dự trữ thường xuyên nước và phân. Nước tiểu được chứa trong 3 tuần rồi pha với nước theo tỷ lệ 1/10 và tưới vào cái hộp trồng rau đó.

Vấn đề làm sao có không gian đủ để trồng cây cho củ hoặc rau lá lớn đã được giải quyết bằng cách dùng các vỏ xe ô tô phế liệu. Trung tâm thực nghiệm Anadeges ở Mexico hiện đang thử một kiểu máy cắt các vỏ xe và lật mặt trong ra ngoài để tạo nên các vật chứa có miệng rộng để phù hợp cho các loại hoa màu kiểu này.

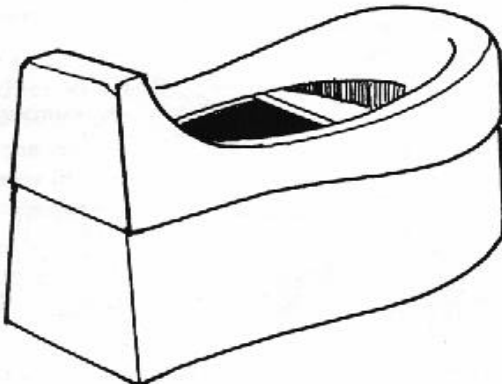
Sau nhiều năm nghiên cứu đến nay người ta đã rút ra một số kết luận rõ ràng từ hình thức sản xuất rau ít tốn kém này như sau:

- Cây được bón bằng nước tiểu mọc nhanh hơn, sum xuê và mạnh hơn cây trồng theo kỹ thuật canh tác thông thường và cần ít nước hơn.
- Các cây cho lá ăn được (như rau Bi-na (spinach), cải ngọt Thụy sĩ, rau mùi tây cũng như cây tay tiên (nopal)- một cây họ xương rồng rất phổ biến) đã phát triển tốt một cách đặc biệt. Lá to và có màu xanh lục đậm.
- Vài loại cây cho trái mọc khỏe và cho nhiều trái đặc biệt là ớt, loại gia vị cơ bản trong bữa ăn người Mexico, mặc dù chúng ít cay hơn bình thường.
- Những cây cho trái khác như cà chua, cà xanh, bí, đậu, cải bông, dưa chuột tăng trưởng tốt trong suốt các giai đoạn đầu nhưng cho năng suất kém hơn.
- Tất cả loại cây phát triển tốt trong các giai đoạn đầu và cho thấy có tính kháng bệnh và côn trùng một cách đáng kể.

Anadeges bán cho mỗi gia đình một bộ dụng cụ gồm 10 hộp trồng rau, 3 lớp xe đã cắt và lật mặt, nhiều loại hạt giống và một kg giun đất (*Eisenia foetida*) để phân hủy rác bếp. Vào khoảng 80% chi phí cho bộ này được chi trả bởi một khoảng vốn vay quay vòng. Chỉ sau vài tháng, họ đã bán lại cho Anadeges 2 kg giun đất, giá trị cao hơn số nợ của họ và như vậy họ có thể trả lại vốn vay lần nữa.



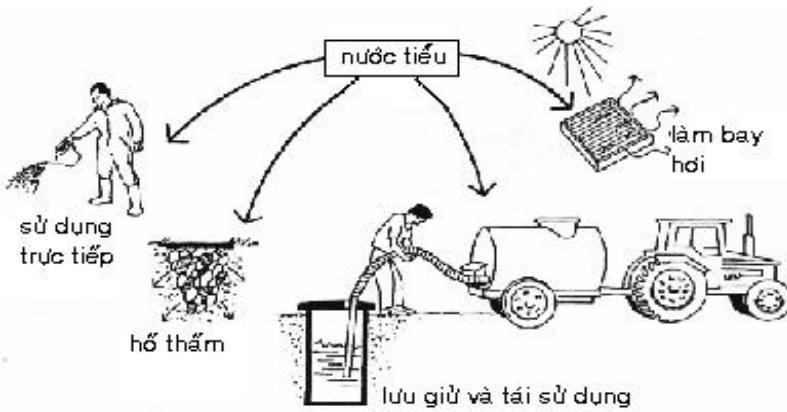
Hình 2.4 Bộ tiêu tách nước tiểu bằng sứ được phát triển bởi dự án Sanres tại Trung quốc năm 1997, nay được sản xuất tại một nhà máy gần Bắc Kinh, giá bán tương đương với 10USD.



Hình 2.5 Bộ tiêu tách nước tiểu bằng phíp, được phát triển bởi dự án Sanres tại Mexico năm 1994.

### 2.2.1 Nước tiểu

Phần lớn dưỡng chất cho cây từ chất bài tiết của con người là nằm trong nước tiểu. Một người lớn mỗi năm bài tiết 400lít nước tiểu, trong đó có 4kg nitơ, 0,4kg Phosphor và 0,9kg kali<sup>(15)</sup>. Đáng nói là chúng nằm dưới dạng dễ được cây hấp thu: nitơ dưới dạng urê, phosphor dưới dạng super phosphat và kali dạng ion. Tổng lượng dưỡng chất trong nước tiểu xem ra phù hợp cho canh tác hơn khi so với các loại phân bón hóa học. Tại Thụy Điển hàng năm tổng lượng N, P, K trong nước tiểu được thải ra tương đương với 15-20% số lượng phân bón đã sử dụng năm 1993<sup>(16)</sup>. Ưu điểm quan trọng là trong nước tiểu hàm lượng kim loại nặng thấp hơn phân bón hóa học rất nhiều<sup>(17)</sup>.



**Hình 2.6 Những cách xử lý/ sử dụng nước tiểu từ nhà tiêu tách nước tiểu.**

Khi thu hồi nước tiểu làm phân bón cần phải chứa trong vật dụng sao cho không bị thất thoát nitơ vào trong không khí, nghiên cứu ở Thụy Điển cho thấy phần lớn nitơ trong nước tiểu lúc ban đầu ở dạng urê sau đó nhanh chóng chuyển thành amoniac trong quá trình lưu trữ vật chứa. Tuy vậy có thể hạn chế sự bay hơi amoniac đến mức tối thiểu. Trong một vật chứa có nắp đậy ngăn sự bay hơi<sup>(18)</sup>.

Nước tiểu được người trong hộ dùng làm phân bón hay có thể được thu thập bởi một người khác, người này tổ chức thu gom nước tiểu từ nhiều hộ và bán cho nông dân. Khi tưới nước tiểu trên mặt đất thì có thể không cần pha loãng. Nếu dùng nó tưới vào cây thì phải pha loãng với 2-5 lần nước để tránh làm hại cây. Nơi nào người ta không thích dùng nước tiểu thì có thể cho nó chảy vào một nền bay hơi hoặc làm bốc hơi đến khi gia đình đó nhận ra giá trị của phân bón nước tiểu.

Ở Thụy Điển người ta đang phát triển những thực nghiệm về thu hồi dưỡng chất từ nước tiểu của các nhà tiêu tách nước tiểu. Hiện đã có nhiều kiểu nhà tiêu tách nước tiểu được sản xuất và bán trên thị trường. Phần lớn các loại nhà tiêu này là kiểu nhỏ được thiết kế cho từng gia đình nhưng dần dần họ dùng cho cả một cụm

gia đình và một số căn hộ cũng như dùng trong cơ quan. (một vài ví dụ sẽ được trình bày trong chương 3, phần 3.1.3, 3.2.1 và 3.2.2).

Hiện nay một số cơ quan nghiên cứu ở Thụy Điển đang phối hợp với nhau để nghiên cứu về kỹ thuật tách và tái sử dụng nước tiểu. Trong dự án đó nước tiểu được thu thập từ các nhà tiêu tách nước tiểu ở hai khu nhà ở. Nước tiểu tại mỗi khu nhà ở được chứa trong những cái bồn trước khi được xe tải chở đi đến một nông trại ở phía nam Stockholm. Ở đó nó được lưu trữ thêm 6 tháng nữa trong các vật chứa kín trước khi dùng để tưới bón hoa màu. Mục tiêu trên hết của dự án này là hoàn thiện hệ thống tái sử dụng các dưỡng chất có ích cho nông nghiệp. Nguy cơ truyền bệnh, tác động môi trường, giá trị nông nghiệp và các vấn đề khác về kỹ thuật, kinh tế, xã hội đều được xem xét. Trong số những kết quả của nghiên cứu này, người ta thấy rằng phần lớn các dưỡng chất trong nước tiểu không bị thất thoát trong quá trình thu thập và lưu trữ, ngoài ra các tác dụng phân bón của nước tiểu gần như cũng tốt ngang với phân bón hoá học với cùng số lượng<sup>(19)</sup>.

### **2.2.2 Phân**

Phân người gồm những chất hữu cơ không tiêu hóa được như chất xơ được cấu tạo bởi hydro cacbon. Mỗi người mỗi năm thải ra từ 25-50kg phân, trong đó có chứa tối đa 0,55 kg nitơ, 0,18kg phốt pho và 0,37kg kali<sup>(15)</sup>. Mặc dù phân người có chứa ít dưỡng chất hơn nước tiểu nhưng nó là một chất điều hòa cho đất có giá trị. Sau khi các tác nhân gây bệnh đã bị phá hủy qua quá trình khử nước và/ hoặc ủ hỗn hợp (xem chương 2.1.3) thì phân hoại vô hại có thể cho trực tiếp vào đất để làm tăng hàm lượng chất hữu cơ, cải thiện khả năng ngậm nước của đất và gia tăng dưỡng chất trong đất. Chất mùn sau quá trình ủ hỗn hợp cũng giúp cho sự duy trì quần thể sinh vật có lợi của đất, chúng giúp bảo vệ cây trồng tránh khỏi những bệnh có nguồn gốc từ đất.

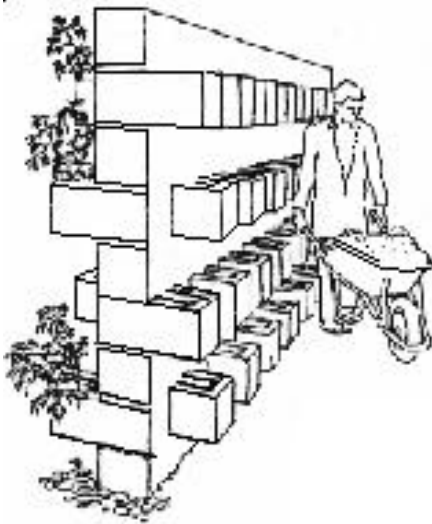
Hình thức tái sử dụng phân đơn giản nhất là từng hộ gia đình có thể sử dụng nó bón cho khu vườn hoặc cánh đồng của chính họ. Đối với vùng thành thị thì không phải mọi nhà sẽ có đất để trồng trọt, hoặc muốn dùng loại phân bón này không phải thiếu đất thì không thể sản xuất thực phẩm được. Ta đã biết một ví dụ ở thành phố Mexico trong phần 2.1, trong khung 2.2 sau đây là một điển hình khác ở Bostawa về “vườn đứng”.

### Khung 2.2 Vườn đứng ở Gaborone, Botswana.

Tiến sĩ Gus Nilsson, một nhà làm vườn người Thụy Điển đã sống ở Botswana từ năm 1967 đã phát triển một hệ thống vườn từ các hộp chứa đất cho những vùng khô. Vườn đứng là những bức tường xây bằng các hộp rỗng bằng xi măng, chứa đất.

Khi xây tường một vài hộp được quay ngang  $90^\circ$ , các hộp rỗng nhô ra có đáy và có lỗ để rút nước. Phần lõi của bức tường lấp đầy bằng vữa non. Các hộp nhô ra được lấp đầy bằng một lớp phân ở dưới, một lớp cát bên trên. Các hộp chứa có thể được sắp xếp nhiều cách khác nhau và có thể làm tường rau một mặt hay hai mặt. Ở vùng nhiệt đới các bức tường này có thể quay về bất cứ hướng nào và không cần cách nhau xa (1,2-1,5m).

Trên bốn bức tường quay quanh trang trại thí điểm ở Gaborone, Botswana có 2000 hộp rau (xem hình 5.3). Các thùng để chứa nước mưa cũng có thể dùng làm tường kiểu này được.



**Hình 2.7** Tại Botswana, Tiến sĩ Gus Nilsson đã phát triển một hệ thống vườn dành cho vùng khí hậu nhiệt đới khô ráo, đó là những bức tường xây bằng các hộp chứa (xem thêm hình 5.3).

Một số loại rau, củ và hoa được trồng trong các hộp đó. Tiến sĩ Gus Nilsson có thể sản xuất 2kg khoai tây trong mỗi hộp, bốn lần trong một năm. Giá bán lẻ của khoai tây sản xuất trên  $1\text{m}^2$  của vườn đứng này trong 1 năm suýt soát bằng chi phí để xây  $1\text{m}^2$  tường, do vậy mà chi phí có thể nhanh chóng được thu hồi và sau đó sẽ sinh lợi.

*Winblad, U. (1992): The productive homestead, báo cáo gửi Sida, Stockholm.*

### 3.

## NHÀ TIÊU SINH THÁI:

## THỰC HÀNH CŨ VÀ Ý NIỆM MỚI

Mục đích của chương này là để làm sáng tỏ thêm nhà tiêu sinh thái sẽ trông như thế nào trong thực tiễn và để chứng minh khả năng thích ứng của khái niệm này. Chúng tôi sẽ đưa ra một số ví dụ, cả cũ lẫn mới. Với chừng mực nào đó mỗi ví dụ sẽ đáp ứng những tiêu chuẩn đề ra ở chương 1: phòng bệnh, bảo vệ môi trường, quay vòng chất dinh dưỡng, chấp nhận được, chi trả được và đơn giản. Tất cả các mẫu nêu ở đây đều có khả năng phòng bệnh, bảo vệ môi trường và bảo tồn nước. Trong đa số trường hợp nhờ sự đa dạng của các loại hình nhà tiêu sinh thái đã có khiến ta có thể tìm ra một loại hình chấp nhận được về mặt văn hóa. Tính khả thi có ý nghĩa tương đối; trong các loại hình được mô tả ở đây thì một số khá phức tạp và đắt tiền, một số khác lại đơn giản và rẻ tiền, thường có sự trái ngược về giá thành và sự vận hành: giá thấp thì tốn nhiều công sức và chăm sóc hệ thống vệ sinh còn giá cao thì công sức và sự chăm sóc bớt đi.

Những mẫu sau đây được thiết kế dựa vào hai tiến trình chủ yếu để tiêu diệt các mầm bệnh: khử nước và phân hủy. Sự phân biệt giữa tiến trình và thiết bị (xem chương 1.3) rất quan trọng. Một số thiết bị nhà tiêu minh họa ở đây có thể dùng cho cả hai tiến trình khử nước và phân hủy. Tiến trình nào sẽ xảy ra là phụ thuộc vào những gì mà ta cho vào trong nhà tiêu. Việc chọn lựa và sử dụng các kiểu nhà tiêu sẽ được nói kỹ ở phần 4.2.2

### 3.1 Hệ thống nhà tiêu dựa vào sự khử nước.

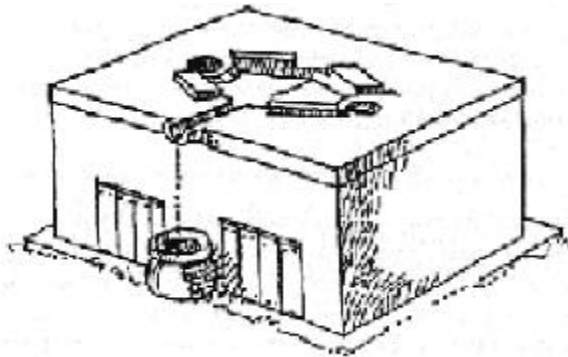
Một vật gọi là được khử nước nghĩa là tất cả nước được tách ra. Trong nhà tiêu .khử nước, những chất trong hố tiêu được làm khô bằng sức nóng, thông gió và bằng cách cho thêm các chất liệu khô. Độ ẩm phải được đưa xuống dưới 25% càng nhanh càng tốt. Ở mức độ này mầm bệnh sẽ được tiêu diệt nhanh, không mùi và ruồi không sinh sản được.

Việc sử dụng các thiết bị đặc biệt (như bệ tiêu bột, bệ tiêu xổm) để đưa nước tiểu vào chỗ chứa riêng khiến cho phân được khử nước khá dễ dàng. (Xem hình 2.4, 3.2 và 4.3). Như đã nói ở trước, vì nước tiểu chứa nhiều chất dinh dưỡng nhưng thường không có mầm bệnh nên nó có thể được sử dụng làm phân bón trực tiếp, không cần xử lý thêm. Việc khử nước ra khỏi phân sẽ rất khó khăn nếu không tách nước tiểu đi nơi khác, trừ phi ở nơi có khí hậu rất khô như minh họa dưới đây ở Ecuador.

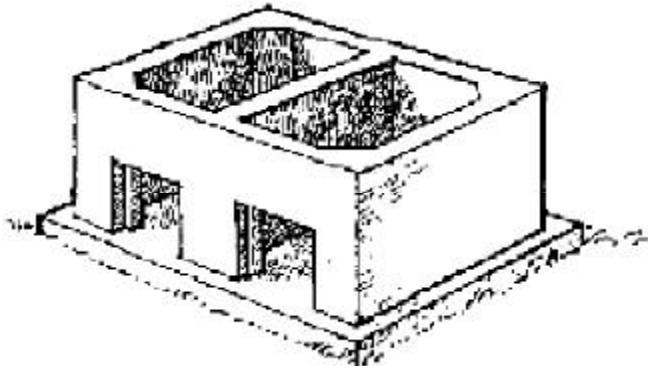
### 3.1.1 Nhà tiêu khử nước hai ngăn ở Việt Nam.

Một kiểu mẫu cổ điển của nhà tiêu sinh thái dựa vào sự khử nước là nhà tiêu 2 ngăn ở Việt Nam. Nó được sử dụng rộng rãi ở miền Bắc Việt Nam và từ hơn 20 năm qua, khái niệm này cũng đã được ứng dụng ở Trung Mỹ, Mêhicô và Thụy Điển (Xem 3.1.2 và 3.1.3)

Ở miền Bắc Việt Nam người ta thường có thói quen bón cho đồng lúa bằng phân tươi. Vì đó là một thói quen nguy hiểm nên vào năm 1956 các cơ quan y tế đã bắt đầu chiến dịch xây dựng nhà tiêu khô hai ngăn. Cùng với chiến dịch đó là các chương trình giáo dục y tế thường xuyên và lâu dài. Mục đích của nhà tiêu mới này là tiêu diệt mầm bệnh trước khi phân được rải ở ngoài đồng.



**Hình 3.1** Bể chứa phân của nhà tiêu hai ngăn ở Việt Nam. Mỗi ngăn là  $0,8 \times 0,8 \times 0,5$  mét. Hình cũng cho thấy 2 cửa có kích thước  $0,3 \times 0,3$ m để lấy phân đã khử nước ra.



**Hình 3.2** Bể chứa phân của hình 3.1 có một bộ ngồi để tách riêng nước tiểu, một bình đựng nước tiểu, các nắp đậy của hai cửa dùng để lấy phân đã hoại ra, lỗ tiêu không dùng được đậy lại bằng đá và gắn kín bằng bùn hay hồ vữa.

Nhà tiêu Việt Nam gồm có 2 ngăn, mỗi ngăn có thể tích khoảng  $0,3\text{m}^3$ .

Nhà tiêu được làm trên đất với các bể phân được đặt trên nền cứng bằng bê tông, gạch hay đất sét. Nền phải cao hơn mặt đất ít nhất 10cm để nước mưa không tràn vào. Nhà tiêu thường đặt ở cuối vườn, đôi khi gần chuồng heo.

Bể chứa phân được dựng lên bằng một bể tiêu có 2 lỗ tiêu, chỗ để chân và một rãnh nước tiểu. Cả 2 lỗ tiêu phải có nắp đậy kín (không vẽ ở hình 3.2). Ở phía sau có 2 cửa, mỗi bể 30 x30 cm để lấy phân đã khử nước ra. Những cửa này được gắn kín lại cho đến khi phải lấy phân của một trong 2 bể ra.

Người ta đi tiêu vào một trong hai ngăn. Trước khi bể được dùng lần đầu người ta phải phủ nền bằng một lớp đất mịn. Mục đích của lớp đất này là hút chất ẩm từ phân và để phân không dính vào nền. Sau mỗi lần đi tiêu người ta rắc 2 chén tro lên phân. Tro hút ẩm, khử mùi hôi và làm cho phân ít thu hút ruồi.

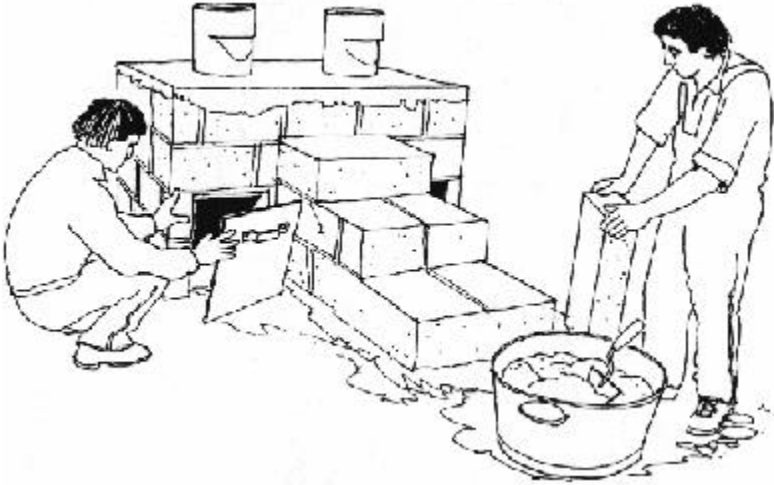
Nước tiểu chảy qua rãnh ở bề ngoài vào vật chứa phía sau nhà tiêu. Giấy chùi hậu môn sẽ bỏ vào thùng hay hủ rồi đốt đi. Như vậy trong hầm chỉ có phân, tro và đất. Như thế những chất này sẽ tương đối khô, chắc. Vật chứa nước tiểu có thể là một cái hủ trống hoặc có thêm một ít nước. Nước tiểu được dùng làm phân bón (Xem hình 2.2.1)

Ngăn thứ nhất có thể dùng khoảng 2 tháng đối với gia đình có 5 đến 10 người. Khi ngăn đã đầy lên 2/3, người nhà sẽ san bằng chất trong hầm bằng một cái que. Sau đó sẽ lấp đầy bể lên tận miệng hầm bằng đất khô rồi gắn nắp lại. Cả hai cửa đều trám kín bằng vôi, hồ hay đất sét. Bể bên kia sẽ được dùng. Hai tháng sau nữa khi bể thứ hai sắp đầy, người ta sẽ mở và lấy phân bể thứ nhất. Phân đã được tách khử nước giờ đây sẽ không có mùi và được dùng làm phân bón.

*Ở Việt Nam, việc sử dụng kiểu nhà tiêu này còn phức tạp. (Xem phần 4.1.2: Thiếu giáo dục vệ sinh và huấn luyện) Chắc chắn rằng hệ thống này sẽ hoạt động tốt nếu được sử dụng một cách thích hợp. Tuy nhiên thời gian ủ khô trong 2 tháng thì tương đối ngắn để có thể tiêu diệt toàn bộ mầm bệnh. Vấn đề thực sự ở miền Bắc Việt Nam là một số nông dân có khuynh hướng lấy phân bất cứ lúc nào họ cần phân bón, chẳng cần biết đến thời gian ủ. Cần một thời gian dài để phá vỡ thói quen đó và ở Việt Nam cũng cần phải tiếp tục tăng cường giáo dục vệ sinh cho đến khi việc dùng phân tươi làm phân bón được chấm dứt. (Xem phần 4.1.2).*

### **3.1.2 Nhà tiêu khử nước hai ngăn ở Trung Mỹ và Mêhicô.**

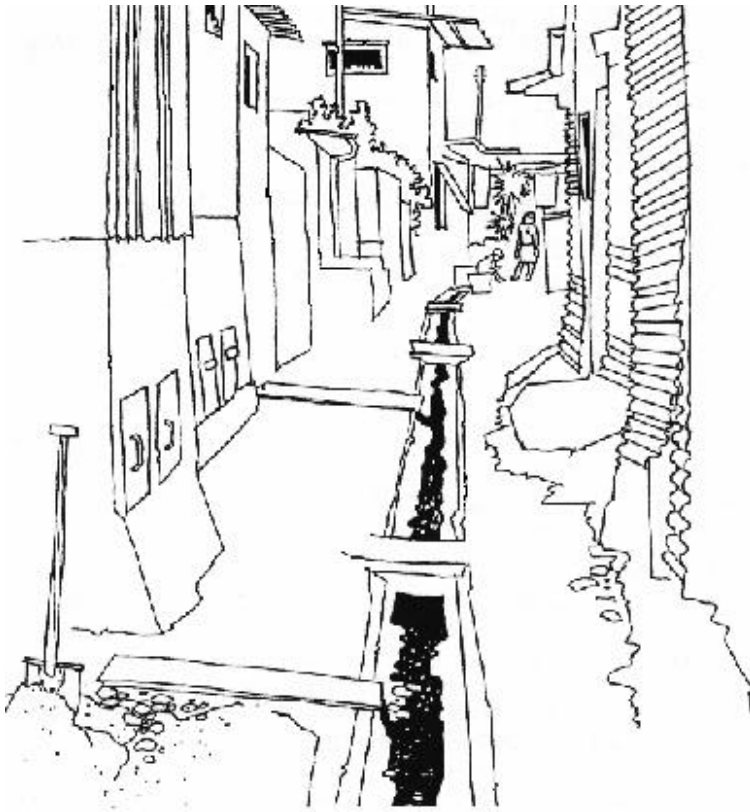
Lasf là biến thể của nhà tiêu Việt Nam. Nó được đưa vào Guatemala năm 1978 bởi tổ chức Cemat và cho đến nay, hàng ngàn cái đã được xây dựng ở Trung Mỹ, đặc biệt là El Salvador. Ở Mexico cũng có sự phát triển tương tự. Tại đây hệ thống này được gọi là Sanitario Ecologico Seco và được thực hiện bởi một nhà thầu kiến trúc tên là César Anorve ở thành phố Cuernavaca.



**Hình 3.3 Nhà tiêu Lasf đang xây dựng. Phía trên mỗi bể có một bể tiêu ngói bệt có lối tách nước tiểu. Bể tiêu không dùng được đậy kín bằng bao nhựa.**

Cũng giống như nhà tiêu Việt Nam, nhà tiêu Lasf và Sanitario Ecologico Seco có hai ngăn xây trên mặt đất, mỗi ngăn có thể tích  $0,6 \text{ m}^3$ . Nước tiểu chảy qua một cái ống vào trong một cái hố thấm nước tiểu ở ngăn dưới nhà tiêu. Phân rơi thẳng xuống bể phân. Sau khi đi tiêu người ta rắc một ít chất khô như tro, đất hoặc hỗn hợp đất- vôi, mặt cửa- vôi lên trên phân. Theo truyền thống Latinh, giấy chùi hậu môn được bỏ vào thùng riêng biệt gần bể tiêu rồi đốt đi. Như vậy trong bể tiêu chỉ có phân và tro (hoặc bất cứ chất khô nào được sử dụng). Hàng tuần, những chất trong bể được đảo lên bằng một cái que và cho thêm tro vào. Khi bể thứ nhất gần đầy thì lấp đất lên và bịt kín bể tiêu lại. Bể thứ hai sẽ được dùng. Một năm sau hoặc khi bể thứ 2 sắp đầy, bể thứ nhất sẽ được mở ra. Một gia đình có 5-6 người sẽ tạo ra khoảng nửa mét khối hỗn hợp đã khử nước không mùi mỗi năm.

Ở Mêhicô và Trung Mỹ có nhiều kiểu mẫu nhà vệ sinh này ở thành phố. Một ví dụ khác là ở El Salvador: Hermosa Provincia là tên của một khu phố nhỏ, nghèo nàn, nhà cửa chen chúc ở trung tâm của San Salvador. Nước thì hiếm, đất lại chặt và tầng đất cái rất cứng. Tại đây 130 hộ đã xây dựng nhà tiêu Lasf vào năm 1991. Vì ít có chỗ trống giữa các nhà và không có sân sau nên nhà tiêu Lasf thường sát nhà, đôi khi ở trong nhà (Hình 3.4).



**Hình 3.4** Một đường phố ở *Hermosa Provincia*, một khu vực có đông người lập nghiệp ở trung tâm *San Salvador*. Mỗi gia đình có một nhà tiêu Lasf riêng, hầu hết sát vào nhà hay ở trong nhà.

Sau 6 năm, tất cả nhà tiêu ở *Hermosa Provincia* vẫn hoạt động rất tốt nhờ sự tham gia tích cực của cộng đồng. Không có mùi hôi từ nhà tiêu và ruồi không sinh sản được ở bề phân. Hỗn hợp khô từ nhà tiêu được dùng để cải tạo đất hoang hay bỏ vào những cái bao để bán.

Một kiểu khác là ở Mêhicô nơi mà César Anorve đã mất 25 năm để xúc tiến xây dựng hệ thống nhà tiêu sinh thái Việt Nam. Biến thể về nhà tiêu Việt Nam của ông ta được coi như một giải pháp nhà tiêu đặt trong nhà đạt tiêu chuẩn cao. César Anorve thực hiện công việc này nhờ vào tiền lời của việc bán các bệ tiêu bệt có lối thoát nước tiểu. Cửa hàng riêng của ông ta ở Cuernavaca, một công việc kinh doanh gia đình nhỏ, sản xuất 30 bệ cầu làm bằng bê tông được đánh bóng mỗi tuần. Ông ta cũng bán các khuôn bằng phíp (nhựa ép sợi thủy tinh) để đúc các bệ tiêu và giúp vài nhóm người địa phương lập các xưởng nhỏ. Những xưởng độc lập đầu tiên được lập ở Oaxaca và Yucatan vào năm 1990. Hiện nay đã có 15 nhà sản xuất qui mô nhỏ độc lập ở nhiều nơi khác nhau ở Mêhicô.



**Hình 3.5** Biến thể của nhà tiêu hai ngăn Việt Nam ở Mêhicô, được xây dựng trong phòng tắm trong một ngôi nhà tiêu chuẩn cao hiện đại ở thành phố Cuernavaca. Nhà tiêu có bộ tiêu xôm di chuyển được với chỗ thoát nước tiểu. Hầm cầu phía dưới nhà tắm có thể lấy phân được từ bên ngoài nhà.

Trong tương lai người ta sẽ thiết lập mối quan hệ giữa các người sử dụng nhà tiêu với các trung tâm xử lý ở từng cộng đồng. Các trung tâm này hoạt động như một dịch vụ công nghiệp sẽ lấy phân từ các hầm cầu và nước tiểu từ bể chứa và mang các chất này đến các trung tâm phân hủy để xử lý thêm và sau đó bán đi.

Năm 1997, giá của một bộ tiêu bột bằng bê tông đánh bóng khoảng 16 USD (126 đồng Pesos của Mêhicô). Giá của một nhà tiêu hoàn chỉnh có cả phần ở trên tương đương với 150 USD (1200 đồng Pesos của Mêhicô). César Anorve bán các khuôn bằng phíp với giá 250 USD (2000 đồng Pesos của Mêhicô). Ở El Salvador vào giữa năm 1997 giá của một nhà tiêu Lasf (không có phần trên) khoảng 125 USD (1100 Colones)

*Kinh nghiệm gần 20 năm sử dụng nhà tiêu hai ngăn Việt Nam ở Mêhicô và Trung Mỹ khẳng định chắc chắn rằng nếu nhà tiêu được sử dụng đúng cách sẽ không có mùi và không có ruồi sinh sản ở các nhà tiêu này. Chúng hoạt động rất tốt ở khí hậu khô của vùng cao ở Mêhicô. Ở những nơi hệ thống này bị thất bại (ấm ướt trong bể phân, có mùi hôi, ruồi đẻ) thường là do sự yếu kém về thông tin, huấn luyện và theo dõi.*

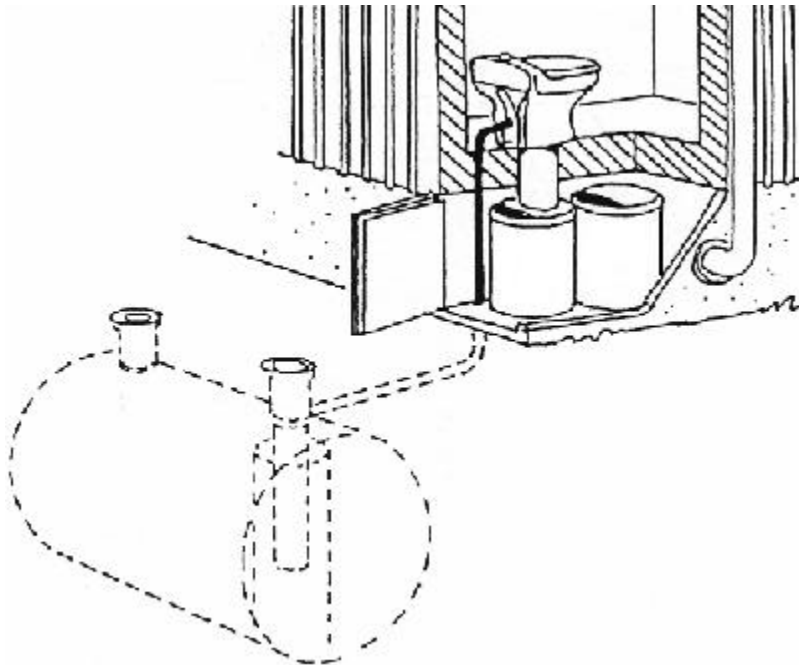
*Hai điểm ứng dụng cho vùng thành thị này có ý nghĩa đặc biệt. Ở San Salvador hệ thống này đã được sử dụng rất thành công ở khu vực nghèo nàn đông dân; ở*

Cuernava nó được sử dụng bởi các gia đình trung lưu sống trong các căn nhà hiện đại đạt tiêu chuẩn. Có lẽ hơn bất cứ dự án nào đã được báo cáo bằng văn bản, dự án này chứng tỏ rằng việc quản lý cẩn thận hệ nhà tiêu sinh thái nhờ vào tính năng động và hiểu biết của mọi gia đình có thể khiến cho một kỹ thuật rất đơn giản cũng có thể hoạt động rất tốt.

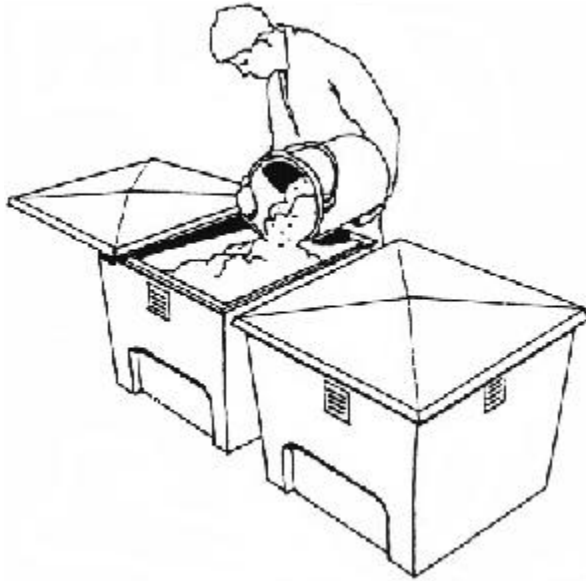
### 3.1.3 Nhà tiêu khử nước “WM Ekologen” ở Thụy Điển.

Hệ thống “WM Ekologen, kiểu ES” được phát triển bởi các giáo sư Mats Wolgast, Viện Karolinska ở Stockholm, Thụy Điển vào những năm 80. Giống như các hệ thống của Việt Nam nó dựa vào quá trình khử nước và được thiết kế để có chỗ thoát nước tiểu.

Nước tiểu chảy vào bồn chứa dưới đất cùng với 0,1 lít nước dội. Thể tích của bồn là 0,5 mét khối cho mỗi đầu người. Phân và giấy đi cầu sẽ rơi vào một thùng chứa 80 lít bằng nhựa đặt trong một bể riêng. Khi thùng đầy (sau 2-3 tháng) nó được đặt qua một bên và một thùng khác được đặt phía dưới nhà tiêu. Thùng đầy được để trong bể 6 tháng. Sau đó phân đã được khử nước có thể được xử lý thêm trong thùng phân hủy thông gió (để cho giấy đi cầu phân hủy) hay đốt đi.



**Hình 3.6** Một nhà tiêu khử nước “WM Ekologen loại ES” đặt trong nhà ở Thụy Điển. Phân và giấy đi cầu được bỏ vào thùng lớn. Nước tiểu được đưa vào bồn chứa dưới đất.



**Hình 3.7 Phân đã khử nước trong thùng được chuyển tới hộp phân hủy để tiếp tục xử lý.**

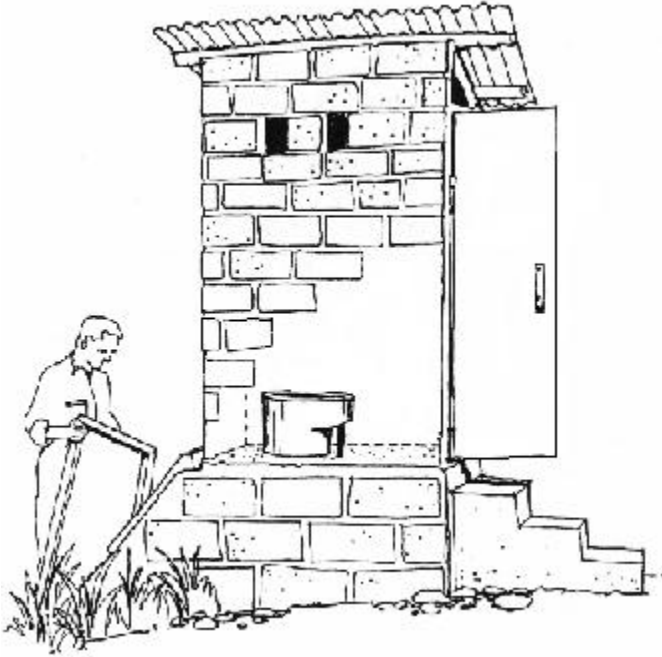
Hệ thống này dùng quạt để hút không khí từ phòng tắm xuống nhà tiêu, vào hầm cầu và ra ngoài qua ống thông hơi.

Giá lẻ của một bộ cầu bằng sứ có lối thoát nước tiểu khoảng 360 USD (2.900 SEK). Giá tổng cộng cho một nhà tiêu như thế này (bộ cầu, quạt hầm phân, thùng chuyên chở và bồn chứa nước tiểu 1.000 lít) ở Thụy Điển từ 650 đến 750 USD (5200-6000 SEK). Hiện nay khoảng 800 nhà tiêu được lắp đặt ở Thụy Điển: ở nhà nghỉ cuối tuần, nhà thường trú, nhà máy và cơ quan.

*“WM Ekologen” là một hệ thống vệ sinh tiêu chuẩn cao đã được thử nghiệm tốt rất thích hợp dùng trong nhà ở các nhà tắm hiện đại. Nó được dùng ở thành phố cũng như ở nông thôn, ở cơ quan cũng như ở nhà riêng.*

#### **3.1.4 “Tecpan” nhà tiêu sấy nóng bởi mặt trời ở El Salvador.**

Nguyên cơ thất bại lớn nhất của các loại hình nhà tiêu dựa vào sự khử nước là sự ẩm ướt như đã nói ở chương 4. Bằng cách dùng thêm một tấm sấy nóng nhờ mặt trời đơn giản đặt trên bề phân, người ta có thể làm giảm nguy cơ này. Sau một số thử nghiệm với nhà tiêu sấy nóng bằng mặt trời ở Tanzania. Khái niệm này được phát triển thêm ở Mêhicô (xem phần 3.2.3) và gần đây hơn là ở El Salvador và Việt Nam.



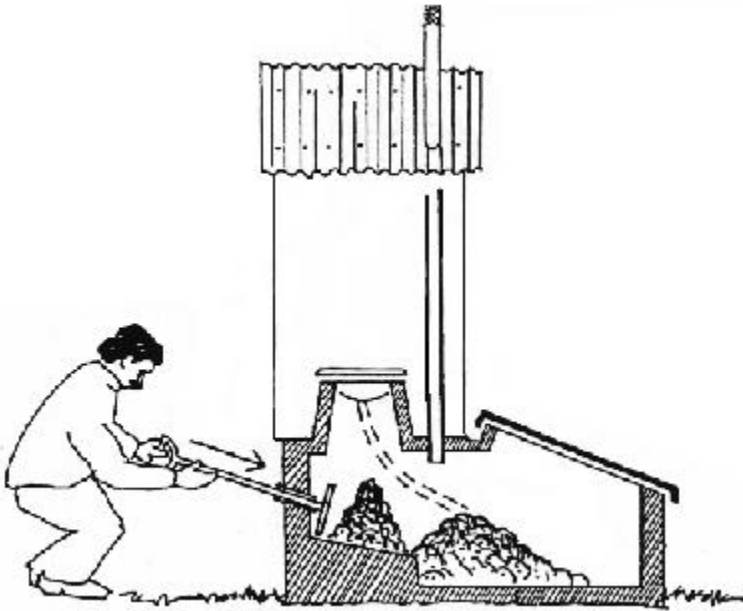
**Hình 3.8 Nhà tiêu tách nước ở cộng đồng Tecpan bên ngoài San Salvador có một tấm hấp thu sức nóng mặt trời để tăng sự bay hơi từ bể phân.**

Mục đích của dự án Tecpan ở El Salvador từ năm 1994-1997 là để kiểm tra và phát triển một hệ thống vệ sinh dựa vào sự khử nước, thoát nước tiểu và sấy nóng bằng mặt trời trong thiết bị một bể. Tổng cộng có 36 mẫu được dùng trong nhiều năm bởi các gia đình trong cộng đồng Tecpan gần El Salvador.

Nhà tiêu được sử dụng giống như nhà tiêu Lasf. Chất đưa vào bể gồm có phân người, tro và hỗn hợp đất- vôi (tỉ lệ 5:1). Nước tiểu được đưa vào một hố nhỏ gần nhà tiêu (vì nước tiểu thường không dùng làm phân bón ở Trung Mỹ). Giấy đi tiêu bỏ vào một cái hộp hay bao gần bệ cầu và được đốt định kỳ theo thói quen ở El Salvador.

Cứ mỗi hai tuần người ta lấy tấm đón ánh nắng ra và kéo đống phân tro vôi đất tích tụ ở dưới bệ tiêu ra phía sau bể bằng một cái cuốc hay cái cào (dụng cụ này có thể để bên trong hầm). Cứ 2 hay 3 tháng một lần số phân khô không mùi ở phía sau hầm được xúc vào một cái bao và để ra bên ngoài nhà tiêu cho đến khi được tái sử dụng ngoài vườn. Một số nhà tiêu được trang bị một vật đẩy để đẩy phân ra phía bể sấy (xem hình 9).

Giá một nhà tiêu Tecpan xây bởi nhà thầu có cả tấm đón ánh nắng, bệ tiêu bệt đúc sẵn bằng nhựa khoảng 160 USD (1437 Colones).



**Hình 3.9** Mỗi tháng vài lần cái đẩy cố định được dùng để đẩy phân, tro dưới bể tiêu vào phân bể phân có tấm đón ánh nắng mặt trời.

Nhà tiêu Tecpan hoạt động rất tốt. Tấm đón ánh nắng làm tăng nhanh quá trình khử nước. Hầu hết các nhà tiêu thử nghiệm đều hoàn toàn khô, không mùi và ruồi không sinh sản được. Các nghiên cứu sâu sẽ cho biết việc dùng thêm tấm đón ánh nắng mặt trời ở bể phân có tác dụng gì trong việc tiêu diệt mầm bệnh hay không.

Giá xây dựng của thiết bị một bể thì thấp hơn hai bể nhưng cần thiết phải đẩy phân một tuần hay hai tuần một lần. Việc đẩy phân có thể làm cho quá trình khử nước dễ dàng hơn.

### **3.1.5 Nhà tiêu sấy nóng bằng mặt trời có hai bể ở Ecuador.**

Từ năm 1985, khoảng 300 nhà tiêu hai hầm có nắp đậy đốt nóng bởi mặt trời được xây dựng ở tỉnh Cotopaxi ở vùng cao Andean của Ecuador. Hệ thống tái sử dụng phân và nước tiểu được lựa chọn nhằm để giải quyết khó khăn kinh niên của việc giảm chất màu mỡ trong đất ở vùng cao (3500-4000m). Vì không khí vùng này khô nên không cần thiết phải tách nước tiểu. Cứ sau mỗi lần đi cầu thì cho vài vốc đầy mặt cửa hay tro. Mỗi bể được dùng trong 6 tháng trước khi chuyển sang bể kia. Mỗi bể có một tấm đập có khung gỗ với tấm tôn tráng kẽm mỏng, sơn đen để hấp thụ năng lượng mặt trời, thúc đẩy quá trình khử nước. Bể phân được thông gió



**Hình 3.10 Nhà tiêu 2 bể với tấm đón nắng mặt trời ở Ecuador.**

bằng ống thông hơi và mỗi tấm đón nắng có lỗ thông hơi. Ống thông hơi và lỗ thông hơi được đậy bằng lưới ruồi kim loại.

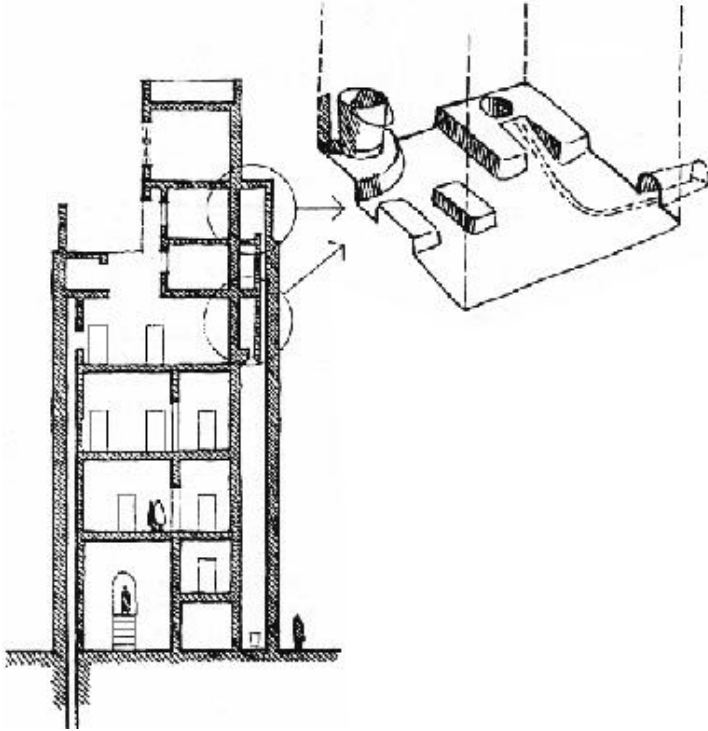
Nhà tiêu được xây bằng gạch không nung ngay tại chỗ và một số bộ phận tiền chế bằng gỗ như: bệ tiêu nắp đậy, lỗ tiêu, ống thông hơi và 1 cửa.

*Kinh nghiệm ở Ecuador rất hay ở chỗ nó chứng tỏ rằng khí hậu rất khô ở vùng núi Andean tạo điều kiện để không phải dùng rãnh thoát nước tiểu cũng như tấm đón nắng mặt trời (thường được dùng ở nơi có khí hậu ẩm để làm tăng nhanh sự bay hơi nước từ bề phân).*

### **3.1.6 Nhà tiêu khử nước ở trong nhà tại Yemen.**

Ở những vùng cổ xưa ở thành phố Sana'a cũng như những phố khác ở Yemen, nơi các đường phố hẹp, những ngôi nhà truyền thống thường rất cao từ 5-9 tầng. Mỗi nhà gồm có một đại gia đình rất đông người. Mỗi tầng trên có 1 hay 2 nhà tắm-nhà tiêu gần một ống dẫn dài, hẹp, từ trên xuống.

Hình 3.11 cho thấy ống này chạy từ đỉnh ngôi nhà xuống nền đường. Mỗi phòng tắm có một nhà tiêu. Nước tiểu chảy từ bệ tiêu đến một cái rãnh trên nền đá. Từ đó chảy qua một lối thoát ở vách tường của ngôi nhà, xuống một bề mặt làm khô nước thẳng đứng ở mặt ngoài của toà nhà (những bề mặt này thường có hình dáng và trang trí đẹp). Hầu hết nước tiểu bốc hơi khi chảy xuống bề mặt này, phần còn lại nếu có thì chảy vào một hố thối.



**Hình 3.11 Nhà tiêu khử nước ở một ngôi nhà thành phố nhiều tầng ở Sana'a, Yemen.**

Phân rơi xuống lỗ tiêu sẽ theo ống thông đến hầm ở mặt đường, từ đó phân được định kỳ lấy đi, làm khô thêm ở trên mái nhà tắm công cộng bên cạnh và sau cùng được dùng làm nhiên liệu để nấu nước.

Việc rửa hậu môn sẽ được thực hiện ở trên hai hòn đá vuông gần bệ tiêu. Nước rửa hậu môn cũng như nước tắm sẽ cho chảy đi như nước tiểu. Như thế sẽ không có chất lỏng nào được đưa vào ống thông dài hay vào hầm phía dưới. Vì khí hậu ở Sana'a rất khô và rất nóng nên phân nhanh chóng khô đi.

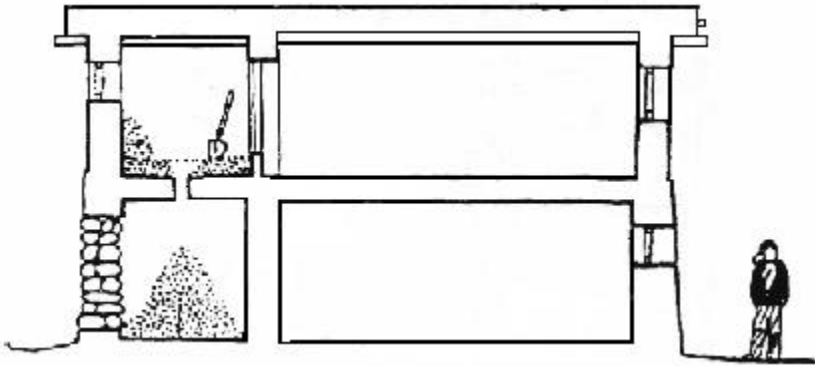
Vào buổi sáng bên cạnh nhà tiêu có một thùng than đang cháy. Sau khi rửa hậu môn bằng nước, người Yemen làm khô hậu môn bằng cách ngồi xồm lên thùng đó.

*Đây là một ví dụ về giải pháp nhà tiêu sinh thái ở thành phố với nhà nhiều tầng, phân tách nước được gom lại bởi nhân viên chuyên môn. Đó cũng là một ví dụ về hệ thống nhà tiêu khô trong một nền văn hóa mà dân chúng có thói quen rửa hậu môn (một kiểu khác ở 3.2.6). Đó là một hệ thống truyền thống và được sử dụng ở các thành phố ở Yemen hàng trăm năm. Không có mùi và ruồi không dễ được. Nước tiểu và nước rửa được bay hơi và phân được xử lý qua 3 giai đoạn: đầu tiên phân được tách nước tại chỗ, sau đó lại được làm khô thêm bằng cách phơi dưới ánh nắng mặt trời ở nhà tắm công cộng, cuối cùng được đốt đi.*

### 3.1.7 Nhà tiêu khử nước, trong nhà ở Ladakh, Ấn Độ:

Ladakh là một vùng cao khô ráo ở phía tây Himalaya với độ cao 3500m. Hầu hết nhà truyền thống có một nhà tiêu đặt trong nhà ở tầng trên (xem hình 3.12) . Vì khí hậu khô nên có thể khử nước khỏi phân mà không cần phải cho nước tiểu thoát đi theo một đường khác.

Trên sàn của một cái phòng nhỏ gần nhà bếp hay phòng khách có một lớp đất dày lấy ở vườn. Trên sàn của phòng này có một lỗ tiêu thông xuống một phòng nhỏ ở tầng dưới. Phòng này chỉ có một cửa lấy phân ở phía ngoài. Người ta đi tiêu trên lớp đất ở trên sàn nhà. Sau đó họ đẩy đất và phân xuống lỗ tiêu. Nước tiểu cũng theo đường đó. Tro bếp thỉnh thoảng được bỏ vào. Người nhà mang thêm đất vào nhà khi cần. Trong mùa đông đất được chất đống vào một góc của nhà tiêu trên lầu. Trong phòng này thường có một cái xẻng. Ở vùng này người ta thường không rửa hậu môn. Phân đã phân hủy được lấy đi vào mùa xuân và cuối hè và rải ở ngoài đồng.



**Hình 3.12 Nhà tiêu khử nước truyền thống trong nhà ở Ladakh, Ấn Độ.**

Nếu như nhà tiêu được bảo trì tốt và có đủ đất để đổ vào lỗ tiêu hàng ngày thì sẽ không có mùi. Trong một vài trường hợp sẽ có một ít mùi amoniac vì nước tiểu bắn vào lớp đất phủ sàn nhà của nhà tiêu. Ruồi không sinh sản được vì phân và đất khá khô. Hệ thống hoạt động tốt ở thành phố hàng trăm năm nay nhưng vào những năm gần đây đã nảy sinh một số khó khăn ở trung tâm thành phố Leh vì người ta khó kiếm ra đất.

### 3.2 Hệ thống nhà tiêu dựa vào sự phân hủy (ủ hỗn hợp).

Ủ hỗn hợp là quá trình sinh học theo đó dưới một số điều kiện được kiểm soát thì vi khuẩn, giun và các loại vi sinh vật khác phân hủy các chất hữu cơ để tạo thành chất mùn, một môi trường tốt cho rễ cây phát triển. Trong nhà tiêu ủ hỗn hợp thì phân người cùng với các chất phụ gia như rau thừa, rơm, than bùn, dăm bào, hay

cám vỏ dừa được đưa vào bể phân hủy, nơi đó các vi sinh vật đất sẽ phân hủy các chất rắn theo cùng một cách như thường xảy ra đối với các chất hữu cơ trong môi trường tự nhiên. Nhiệt độ, sự thông khí và các yếu tố khác được kiểm soát ở nhiều mức độ để làm tăng điều kiện tốt nhất cho sự phân hủy. Chất mùn được tạo ra trong quá trình đó là một chất rất tốt cho đất, không có mầm bệnh nếu như đạt đủ điều kiện cần thiết và đủ thời gian ủ trong bể. Mùi hôi nếu có thì được hút trực tiếp lên khỏi mái nhà bằng một hệ thống thông gió.

Nhà tiêu ủ hỗn hợp phải đạt được điều kiện tốt nhất cho sự phân hủy sinh học. Điều này có nghĩa là phải có đủ oxy thâm nhập vào phân để duy trì điều kiện hiếu khí. Chất trong bể phân hủy phải có độ ẩm 50-60%, tỷ lệ cacbon/ nitơ phải trong vòng từ 15/1 đến 30/1 và nhiệt độ của bể phân hủy phải trên 15°C.

Sự đa dạng của các sinh vật cũng đóng góp vào sự phân hủy các chất trong nhà tiêu ủ hỗn hợp, chúng có kích thước khác nhau từ virút, vi khuẩn, vi nấm, tảo đến giun đất và côn trùng. Chúng đóng một vai trò quan trọng trong việc trộn, thông khí, tách rời và phân hủy các đồng phân trong bể phân. Chừng nào chúng còn tồn tại ở trong bể phân thì hoạt động của chúng rất tốt và cần khuyến khích. Việc bỏ giun đất vào nhà tiêu có thể là một ý hay. Nếu môi trường thuận lợi chúng sẽ sinh sản thêm lên, đào lỗ xuyên qua khối phân, ăn các chất hữu cơ có mùi hôi và do đó sẽ biến phân thành đất giàu chất hữu cơ, (xem hình 3.1)

Mặc dù chúng tôi tin rằng hệ thống ủ hỗn hợp có thể tốt hơn nếu tách riêng nước tiểu nhưng trong thực tế hầu hết các kiểu nhà tiêu ủ hỗn hợp đều nhập chung phân với nước tiểu. Để tạo điều kiện thúc đẩy quá trình phân hủy người ta thường tìm cách tách phân và các chất rắn khác ra khỏi nước tiểu sau khi chúng đã được trộn lẫn trong bể phân. (Xem phần 4.2.1 và hình 4.4).

Vì nước tiểu đã bị nhiễm mầm bệnh do tiếp xúc với phân, không nên dùng nó trực tiếp làm phân bón mà phải được xử lý theo cách khác. Một số hệ thống ủ hỗn hợp để chất lỏng đã tách ra ngấm vào đất, trong khi các hệ thống khác loại bỏ chất lỏng bằng cách bốc hơi.

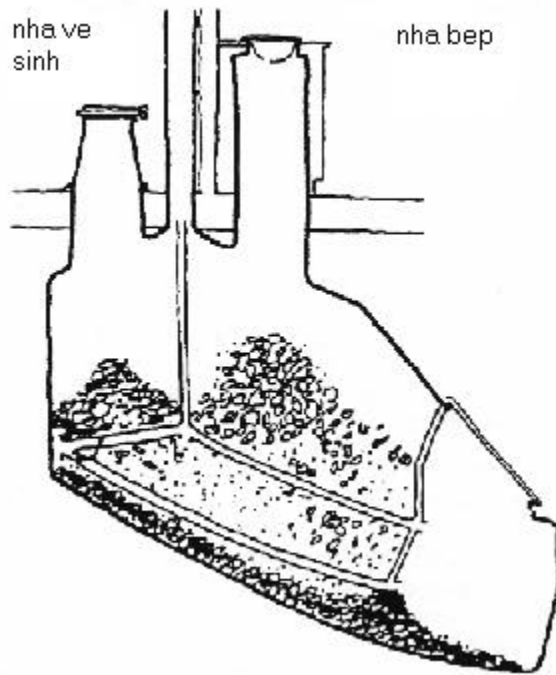
Trong khi đa số nitơ trong nước tiểu mất đi trong hệ thống ủ hỗn hợp thì chất mùn còn lại chứa các chất dinh dưỡng khác và là chất điều hoà đất có giá trị.

### **3.2.1 “Clivus Multrum”, nhà tiêu ủ hỗn hợp một bể ở Thụy Điển.**

Nhà tiêu ủ hỗn hợp dùng trong các nhà nghỉ cuối tuần được thực hiện đầu tiên ở Thụy Điển cách đây hơn 50 năm. Từ đó rất nhiều mô hình khác nhau được đưa ra thị trường và hiện nay chúng được sử dụng ở nhiều nơi khác nhau trên thế giới, gồm cả Bắc Mỹ và Úc. Nhà tiêu ủ hỗn hợp hiện có trên thị trường gồm những cỡ khác nhau từ kích cỡ như một nhà tiêu dội nước tiêu chuẩn đến những nhà tiêu lớn hơn sử dụng một bộ cầu tiêu đơn giản trong phòng tắm có ống dẫn chảy xuống hầm phân hủy ở dưới sàn nhà.

Nhà tiêu “Clivus Multrum” như ở hình 3.13 là một mẫu cổ điển, nó là một nhà tiêu ủ hỗn hợp một bể, chứa đựng cả nước tiểu, phân lẫn các chất thải hữu cơ trong nhà. Nó gồm một bể ủ phân có đáy nghiêng, ống dẫn khí và tận cùng là chỗ chứa. Một cái ống sẽ nối bể tiêu với phần tiếp nhận và thường có một ống riêng để cho rác bếp. Ở bể phân có một luồng khí di chuyển nhờ vào sự đối lưu tự nhiên đi vào qua ống dẫn khí và ra ngoài theo ống thông hơi.

Có thể cho vào nhà tiêu này không những phân, giấy đi tiêu và nước tiểu mà cả những chất thải hữu cơ trong nhà, trong bếp như rau, thịt dư thừa, vỏ trái cây, xương, vỏ trứng, rác quét nhà, băng vệ sinh, cỏ (nhưng không được bỏ hộp sắt, thủy tinh đồ nhựa, không được đổ nhiều các loại chất lỏng).



**Hình 3.13 Nhà tiêu ủ hỗn hợp “Clivus Multrum” ở Thụy Điển đặt ở tầng hầm. Mẫu này có một ống riêng ở trong bếp để bỏ thức ăn thừa, ống dẫn khí đưa không khí vào trung tâm đồng phân-rác bếp.**

Vì nền của nhà tiêu Multrum dốc nên phân trôi xuống từ đầu hầm đến phần chứa ở cuối. Quá trình phân hủy sẽ làm giảm thể tích khối phân còn lại chưa đến 10% thể tích ban đầu.

Chủ nhân phải làm một lớp lót ở đáy bể phân hủy trước khi sử dụng lần đầu. Lớp đó gồm một lớp than bùn dày 0,4m và một lớp đất trong vườn có nhiều mùn dày

0,2m. Đầu tiên bạn phải trộn đất này với cỏ. Mục đích của lớp lót này là để hút chất lỏng và cung cấp vi khuẩn cần thiết cho sự ôxy hóa nước tiểu.

Đống phân dần dần hoá thành mùn: một chất lổn nhổn màu đen giống như phân làm vườn. Phải 5 năm sau người ta mới phải lấy mùn ra lần đầu. Sau đó họ có thể phải lấy ra mỗi năm một lần. (Phần lớn hỗn hợp nằm ở phần tiếp nhận không bao giờ được lấy đi hết. Chỉ những chất chui qua dưới phần ngăn cách bể chứa với phần còn lại của bể tiếp nhận là được lấy đi). Số lượng mùn tính trên đầu người mỗi năm thay đổi trong khoảng từ 10 đến 30 lít.

### **Khung 3.1 Giun đất ở nhà tiêu Clivus Multrum.**

Sự phân hủy bằng giun đất là một ý tốt.. Giun đất là một thành phần sinh thái quan trọng của sự phân hủy phân người. Tuy nhiên trong 15 năm đầu sau khi nhà tiêu này được đưa từ Thụy Điển sang Mỹ giun đất (giun đỏ) không chịu sống trong bể hỗn hợp ... Có lẽ là do điều kiện môi trường trong nhà tiêu này không hợp với chúng. Vì thế chúng tôi đã phun nước hàng ngày. Điều kiện ẩm ướt mới rõ ràng là rất tốt đối với chúng vì chúng đã sinh sôi nảy nở với tốc độ đáng ngạc nhiên. Trong vòng 3 tháng đã có hàng ngàn con.



*Hình 3.14 Giun đất trong bể ủ hỗn hợp*

Ảnh hưởng của đàn giun đất trong quá trình phân hủy của nhà tiêu Clivus Multrum đáng kể. Trừ hai đồng ở dưới lỗ tiêu và ống bỏ rác bếp, phần còn lại của hỗn hợp chất ủ thì bằng phẳng nhờ giun đất ở khắp trên bề mặt. Chúng tôi quan sát thấy giun đất thích ăn đồ thừa hơn là phân tuy vậy chúng cũng thích ăn phân.

Ngoài dinh dưỡng thích hợp thì bí quyết để cho giun sống và phát triển của giun trong hỗn hợp chất ủ là phải thường xuyên làm ẩm bằng nước.

*Rockefeller. A (1995): Clivus Multrum loves worms, tạp chí Worm Digest số 8.*

Số người sử dụng tối đa tùy thuộc vào những yếu tố như nhiệt độ, ẩm độ, số lượng và loại rác, tỷ lệ nước tiểu đối với phân và thể tích của bể chứa. Trong đa số

trường hợp số lượng người tối đa dùng nhà tiêu này đều đặn với chu kỳ 1 năm là từ 8-10 người.

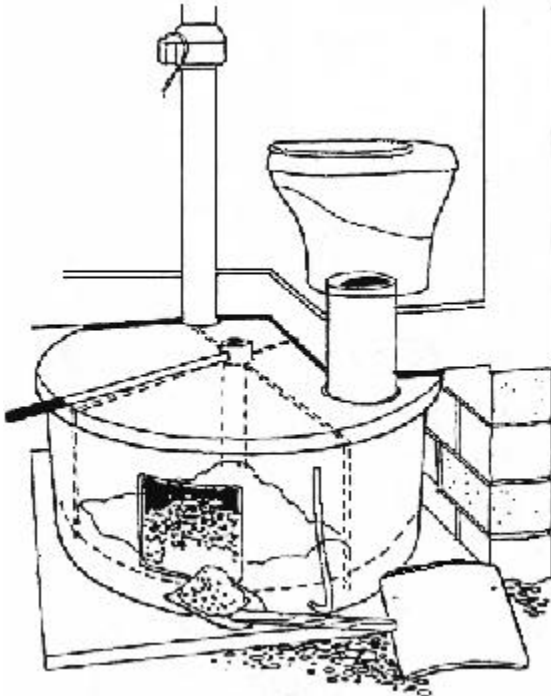
Chất mùn từ nhà tiêu này có chứa những vi khuẩn tương tự như đất. Ở Thụy Điển người ta có thể dùng nó trực tiếp làm phân bón và chất điều hòa đất một cách an toàn.

Ngày nay nhà tiêu Clivus Multrum không những được dùng ở nhà nghỉ cuối tuần mà còn ở nhà thường trú, ở cơ quan hoặc dùng như là nhà tiêu công cộng. Khoảng 10.000 nhà tiêu này được dùng ở khắp nơi <sup>8</sup>.

*Nếu như nhà tiêu này được xây dựng thích hợp và chăm sóc tốt sẽ không có sự phiền toái gì. Vì không có lối thoát nước tiểu và vì sàn nghiêng nên có nguy cơ là chất lỏng sẽ tích tụ ở cuối bể phân, trừ phi khí hậu khô. Để đối phó vấn đề này thế hệ thứ hai của nhà tiêu Clivus Multrum có một thùng chứa chất lỏng dưới hầm phân hủy (xem hình 4.3).*

### 3.2.2 Nhà tiêu ủ hỗn hợp nhiều bể Carousel ở Na Uy.

Carousel được tạo ra bởi Vera Miljo A/S ở Na Uy từ lâu đã là một trong những nhà tiêu ủ hỗn hợp phổ biến nhất ở đất nước này. Hơn 30.000 nhà tiêu được sản xuất ở đó và ở Mỹ từ 1972. Một loại tương tự cũng được chế tạo tại Thụy Điển. Ngoài vùng Địa Trung Hải ra nhà tiêu loại này còn được sản xuất ở Úc với tên gọi là “Rota-Loo”. Chúng được bán ở Úc và Tân Tây Lan. Rất nhiều Rota-Loo được sử dụng ở vài hòn đảo ở Nam Thái Bình dương.



**Hình 3.15 Nhà tiêu ủ hỗn hợp Carousel ở Na uy**

Kiểu Carousel có một bồn bên ngoài hình trụ, trong bồn này có một bồn nhỏ hơn có thể xoay quanh một cái trục. Bồn bên trong chia ra bốn ngăn (hoặc 6 ngăn). Ngăn nào được dùng thì đặt ngay dưới ống dẫn phân từ bệ tiêu trong phòng tắm. Khi ngăn này đầy thì xoay bồn bên trong để ngăn kế tiếp được đặt dưới bệ tiêu.

Hệ thống được thiết kế để ít nhất một năm sau mới đầy hết các ngăn khi được sử dụng ở mức độ dự kiến. Khi ngăn cuối đã đầy, các chất ở ngăn cũ nhất được lấy ra qua cửa rồi đưa ngăn này vào vị trí sử dụng. Chất lỏng trong bồn nhỏ chảy qua những cái lỗ ở đáy ra bồn lớn, nơi nó sẽ bay hơi hoặc được dẫn vào một nền bay hơi. Nhiều nhà tiêu với kích cỡ khác nhau được bán từ 1700 USD đến 2300 USD (14000 – 19000 SEK).

*Nhà tiêu Carousel về cơ bản là một nhà tiêu nhiều bể, như thế nó tách riêng phân tươi và phân đã được an toàn một cách hiệu quả. Điều này có thể được thực hiện với giá thấp hơn bằng cách dùng nhiều thùng có thể xách đi bằng tay thay vì dùng bồn xoay ( xem hình 5.4)*

**3.2.3 “Sirdo Seco”, nhà tiêu ủ hỗn hợp nung nóng bằng mặt trời ở Mexico.**

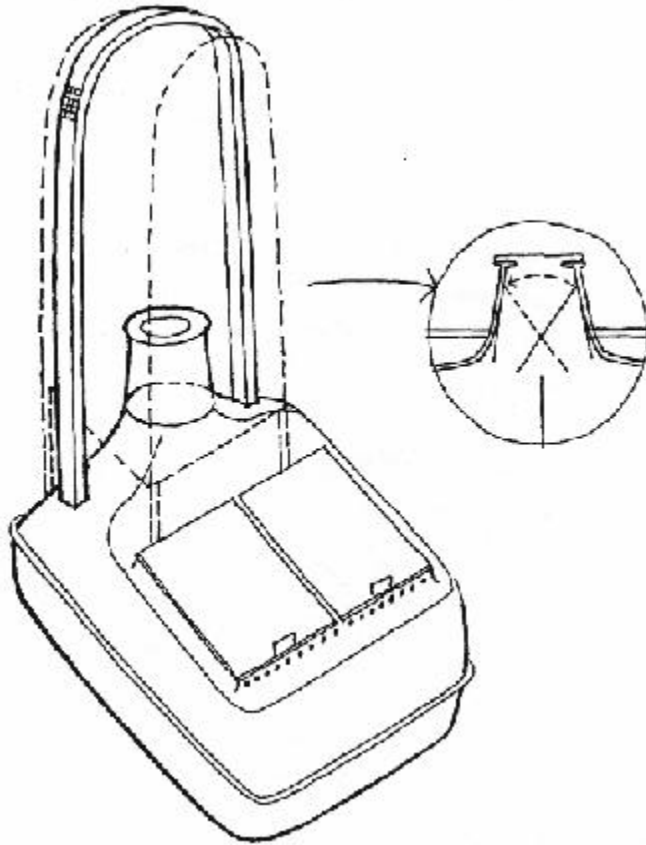
Một mẫu nhà tiêu ủ hỗn hợp hai hầm sấy bằng sức nóng mặt trời được thử nghiệm ở Tanzania vào giữa những năm 70. Ý tưởng này được phát triển thêm ở Mêhicô nơi mà các nhà tiêu bằng phíp đúc sẵn đã được sản xuất hơn 15 năm qua. Cũng giống như nhà tiêu ở Việt Nam, nhà tiêu Mêhicô có hai ngăn. Bên trên vách ngăn có một cái lá chắn đổi hướng (xem hình 3.16). Cái lá chắn này hướng dẫn phân vào một hầm. Khi hầm đầy, người chăm sóc nhà tiêu sẽ xoay cái cán làm cho lá chắn dẫn phân vào hầm kia.

Một ống thông hơi đi từ hầm lên mái sẽ đem mùi hôi đi. Có một tấm lưới ở đầu ống thông hơi hoạt động như một cái bẫy ruồi. Hai bể có nắp làm bằng tấm nhôm sơn đen. Nắp hướng về mặt trời để thu nhận tối đa sức nóng mặt trời. Điều này làm tăng sự bốc hơi từ bể và cũng làm tăng nhiệt độ trên bề mặt của đồng phân ủ.

Mỗi hầm có thể tích 1,2m<sup>3</sup>. Khi phân đầy lên đến lá chắn, người chăm sóc nhà tiêu có thể đẩy phân đến cuối hầm. Như thế có nghĩa là người ta chỉ phải lấy phân đi mỗi năm một lần (nếu có 6-8 người sử dụng thường xuyên). Khi được chăm sóc tốt thì nhà tiêu có khả năng phục vụ cao. Rất dễ chuyển đổi việc sử dụng từ bể này qua bể kia nhờ vào tấm lá chắn.

Giá của một phần dưới nhà tiêu đúc sẵn bằng phíp vào năm 1994 tương đương với 445 USD (360 Pêso Mêhicô). Giá phần trên làm sẵn là 109 USD (360 Pêso Mêhicô).

*Sirdo Seco được dùng có kết quả tốt ở Mêhicô hơn 15 năm. Sự tiện lợi đặc biệt của nhà tiêu đúc sẵn rất nhẹ này là nó có thể chuyển đi được. Những người sống ở vùng nhập cư có thể bị đuổi đi trong thời gian ngắn. Nếu điều này có xảy ra, họ có thể lấy hết phân trong nhà tiêu ra và mang nhà tiêu đi như các vật dụng khác.*



**Hình 3.16 “Sirdo Seco” nhà tiêu ủ hỗn hợp sấy nóng mặt trời có hai bể ở Mêhicô. Toàn bộ nhà tiêu kể cả phần trên đều bằng phíp.**

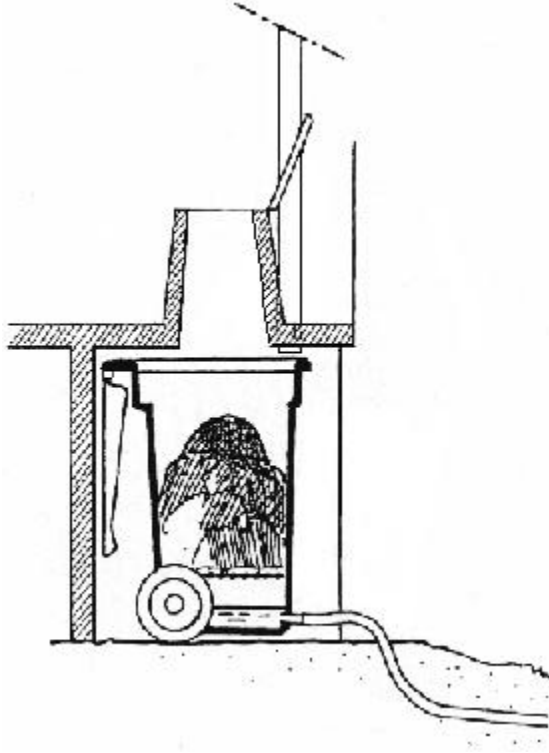
#### **3.2.4 Nhà tiêu thùng di động ở Kiribati.**

Trong một loạt những dự án thí điểm, một nhóm nghiên cứu ở trung tâm nghiên cứu môi trường của Đại học Tasmania và một số cán bộ địa phương đã thử nghiệm thành công rất nhiều kiểu nhà tiêu ủ hỗn hợp tại đảo quốc Kiribati ở Thái Bình Dương.

Một kiểu dùng 2 thùng rác bằng nhựa có bánh xe đẩy 240 lít. Ở gần đáy của mỗi thùng có một sàn lưới cho phép chất lỏng chảy xuống đáy thùng, đi qua một cái ống dẫn tới một nền bay hơi. Không khí vào thùng qua một chỗ gần đáy và tiếp

xúc phía dưới cửa đóng phân qua sàn lưới. Thêm vào đó cửa ống thông gió chạy dọc theo vách trong của thùng làm thông khí cho phân.

Một thùng được đặt dưới bề tiêu để hứng phân, khi đầy thì thay bằng cái khác.



**Hình 3.17 Một nhà tiêu phân hủy tách chất lỏng. Buồng chứa phân là một thùng rác bằng nhựa có bánh xe bán sẵn được sửa đổi để có thể thoát chất lỏng dư thừa.**

*Kết quả ban đầu của các cuộc thử nghiệm ở Kiribati cho thấy kiểu mẫu này đã thành công, nó tạo ra một chất vô hại trông giống như mùn dù không khí trên đảo rất ẩm..*

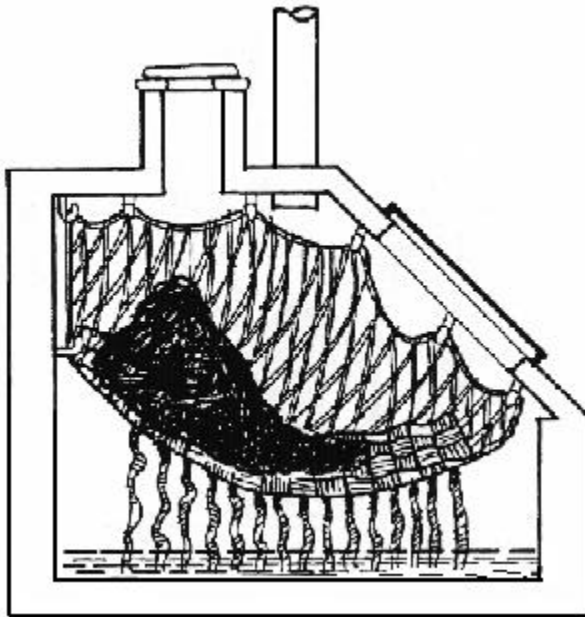
### **3.2.5 Nhà tiêu CCD ở Nam Thái Bình Dương**

Một hệ thống nhà tiêu cho các quốc gia đảo nhỏ ở Thái Bình Dương được phát triển bởi David del Porto theo yêu cầu của tổ chức Hòa Bình Xanh và Trung Tâm Phát Triển Sạch. Kiểu này thay vì tách và tái sử dụng nước tiểu thì giữ lại ở trong bể không thấm nước xây trên mặt đất. Cũng như các nhà tiêu hai bể khác, phân được chứa trong một trong hai bể được sử dụng luân phiên để có thời gian rộng rãi cho sự phân hủy trước khi chất mùn được lấy đi để bón đất.

Phân rơi xuống cái chiếu dệt bằng cọng lá dừa nằm trên tấm lưới đánh cá bằng ni lông treo trong bể để tách chất rắn khỏi chất lỏng. Cái sàn giả này cho phép không khí xâm nhập vào phân từ mọi phía. Những chất độn như cám vỏ dừa, dăm bào, lá hay thức ăn thừa được bỏ vào bể tiêu hay lỗ cầu theo định kỳ vừa để cung cấp nguồn cacbon và vừa để tăng độ xốp của phân cho không khí có thể xâm nhập được.

Một ống thông hơi đường kính lớn hút không khí qua phân từ chỗ thông hơi đặt dưới lưới dọc theo vách hầm. Luồng khí này giúp bay hơi chất lỏng tích tụ ở đáy hầm. Sự bay hơi sẽ nhanh hơn nhờ vào những cái bắc làm bằng sợi Polyester hay sợi vải (từ quần áo cũ) được treo từ lưới xuống để rút chất lỏng phía dưới, gia tăng bề mặt tiếp xúc với không khí. Một cách giải quyết khác là để chất lỏng chảy đến nền bay hơi (xem khung 3.2 và chương 4.3)

Khi hỗn hợp phân cao gần đến bể tiêu, người ta chuyển bể ngồi lên miệng hố tiêu kia và đóng miệng hố tiêu đã đầy bằng một nắp bê tông nặng. Khi bể thứ hai đầy, phân ở bể thứ nhất được lấy đi làm phân bón bằng cách xúc nó ra qua một cái cửa lấy phân hoặc mang cả cái lưới đi.



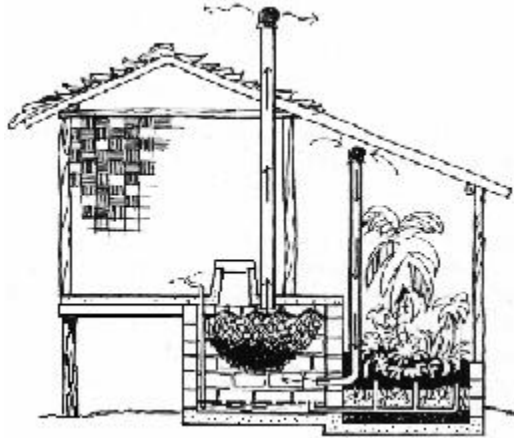
**Hình 3.18 Nhà tiêu phân hủy CCD, thiết kế cho vùng khí hậu rất ẩm của Thái Bình Dương. Nó có một sàn giả làm bằng lưới đánh cá để tách chất lỏng ra khỏi chất rắn, những sợi bắc làm từ quần áo cũ để tăng sự bay hơi.**

Đây là cách bảo trì duy nhất ngoài việc thường xuyên cho thêm vào những chất độn và việc rửa bề cầu định kỳ bằng xà bông và một ít nước. Kinh nghiệm cho thấy một gia đình 10 người phải hơn một năm mới làm đầy một hầm.

### **Khung 3.2 Nhà tiêu CCD ở Micronesia**

Một nguyên mẫu nhà tiêu CCD được xây dựng năm 1992 bằng táp lô bởi tổ chức Hoà Bình Xanh và người địa phương trên đảo Yap ở liên bang Micronesia được dùng thường xuyên bởi 4 người lớn và 3 trẻ em trong 1 năm. Bốn mẫu được sửa đổi chút ít được xây dựng bởi CCD năm 1994 ở đảo Pohnpei cho những gia đình từ 6-12 người. Kiểm tra bằng mắt định kỳ cho thấy chất rắn trong hầm đã chịu sự phân hủy sinh học và tất cả các chất lỏng dư thừa đã bị bốc hơi. Trong tất cả trường hợp trên, người dùng rất hài lòng với nhà tiêu và nói rằng không có mùi hôi. Đây là điều đáng ghi nhớ đối với khí hậu ẩm ở Pohnpei, nơi có lượng mưa trung bình hàng năm 5000mm.

Tháng 5/1997 cả bốn nhà tiêu CCD đều được báo cáo là hoạt động tốt dựa vào sự kiểm tra bằng mắt và sự phỏng vấn các chủ nhân bởi một thành viên của dự án. Điều đáng kể là trừ một nhà tiêu ra tất cả các nhà tiêu còn lại được dùng hơn 2 năm mới phải chuyển sang bể thứ hai. Như vậy sức chứa của nhà tiêu này lớn hơn dự định. Liên bang Micronesia đang xây ít nhất hơn 40 nhà tiêu ở Pohnpei và cơ quan môi trường của nhà nước đã tỏ rõ ý định sẽ sử dụng nhà tiêu này ở những khu vực nhạy cảm về môi trường.



**Hình 3.19 Nhà tiêu ủ hỗn hợp CDC kết hợp nền bay hơi với nhà kính**

*Kinh nghiệm chứng tỏ rằng nhà tiêu CCD có thể đủ làm bay hơi chất lỏng và hoạt động không cần bảo trì. Đó là điều cho đến nay chưa từng được nói đến đối với kiểu nhà tiêu ủ hỗn hợp trong vùng khí hậu ẩm ướt. Tất cả các nhà tiêu thí điểm này đã không thải bỏ các chất ô nhiễm trong thời gian sử dụng ít nhất là 1 năm rưỡi. Nhà tiêu CCD hứa hẹn là một cách giải quyết phân thích hợp cho những nơi mà ô nhiễm môi trường là mối bận tâm chính. Nó thích hợp cả trong các nền văn hóa mà ở đó người ta không chịu bỏ nhiều công sức trong việc bảo quản nhà tiêu, miễn là có một nguồn chất độn hữu cơ thích hợp như là lá, rau thừa, cám vỏ dứa hay dăm bào là được. Vì có ít chất phân hủy được sản sinh và nước tiểu không được dùng làm phân bón, nó có thể không phải là kỹ thuật thích hợp nhất trong những nơi mà việc tái sử dụng chất dinh dưỡng được coi là động cơ chủ yếu trong việc dùng một hệ nhà tiêu sinh thái.*

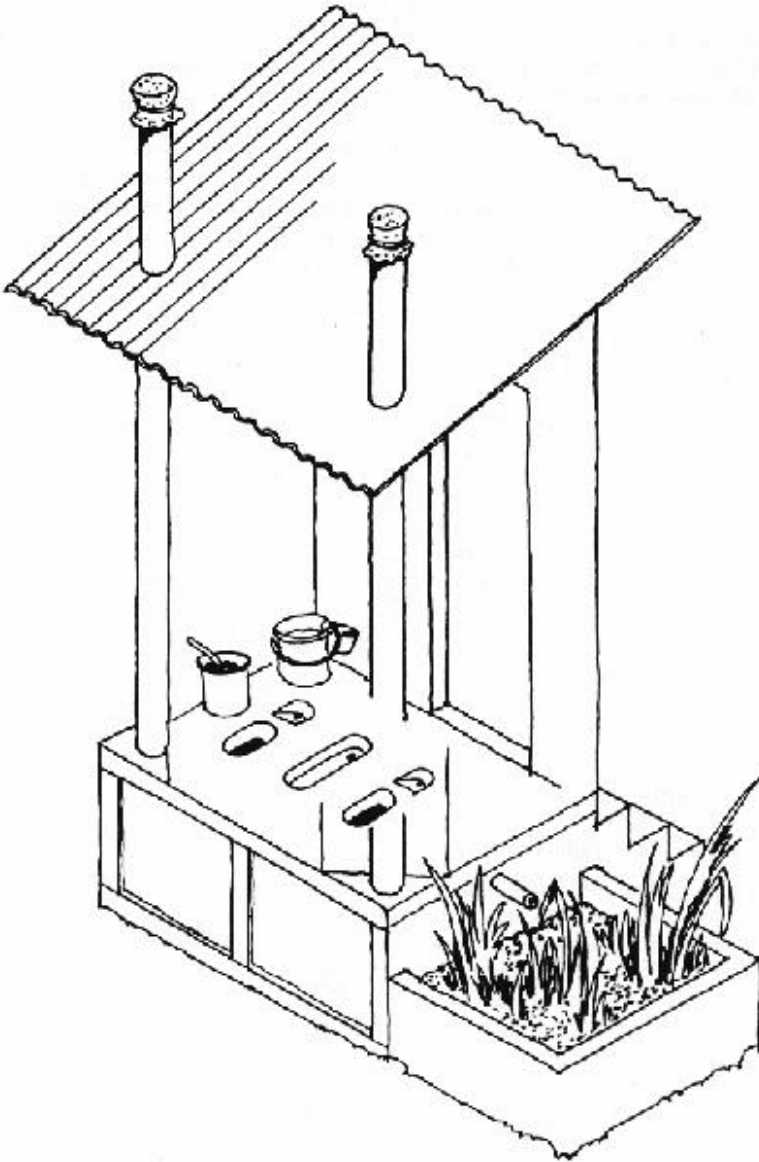
### **3.2.6 Nhà tiêu hai ngăn ở Ấn Độ.**

Ở Kerala, Ấn Độ, nhà tiêu Việt Nam được áp dụng cho những người có thói quen rửa hậu môn. Trong trường hợp này cả nước tiểu lẫn nước rửa được chảy riêng ra một cái bồn bay hơi nhờ lau sậy nằm cạnh nhà tiêu. Trước khi sử dụng người ta xếp rơm vào bể phân. Việc lót rơm là để cung cấp một nền giàu cacbon để nhận phân và hút chất ẩm. Sau mỗi lần đi tiêu thì rải một vốc tro đầy lên phân. Thỉnh thoảng bổ thêm vào rơm, lá, giấy loại, có nghĩa là ở đây xảy ra một quá trình phân hủy hơn là khử nước. Sự giảm bớt khối lượng phân trong hầm chứng tỏ rằng sự phân hủy đang xảy ra. Hầm thứ nhất được mở ra sau 1 năm hoạt động.

Nền bay hơi không đòi hỏi bảo trì nhiều. Tất cả những gì cần thiết là cắt ngắn những cây sậy mọc cao, chặt vụn ra và bỏ vào bể phân.

Tại vùng này nhà tiêu khô trên mặt đất đã được chọn vì vùng này có mực nước ngầm cao và giếng nước bị ô nhiễm do nước từ hố thấm của các nhà tiêu dội nước và nhà tiêu chìm. Hệ thống mới được đưa vào sử dụng một cách thận trọng trong 3 năm qua trong 135 gia đình ở một số làng. Nhiều nhà tiêu được làm gần với nhà vì ít đất trống. Trong một số trường hợp chúng được xây sát vách nhà. Kết quả rất hứa hẹn: nhà tiêu được bảo trì tốt không có ruồi và mùi hôi. Những nhà tiêu này kể cả phần trên khoảng 100 USD (4500 INR).

*Kiểu mẫu này đáng chú ý vì nó cho thấy rằng hệ nhà tiêu khô có thể hoạt động tốt trong khí hậu ẩm nơi người ta quen rửa hậu môn. Nó cũng cho thấy rằng thiết bị (nhà tiêu hai ngăn có rãnh thoát nước tiểu) hoạt động tốt ở Việt Nam dựa trên quá trình khử nước có thể hoạt động theo một cách khác, với một cách sử dụng khác (cho thêm chất giàu các bon), đó là quá trình phân hủy. Thành công này là do tính năng động của dân địa phương, đặc biệt là phụ nữ, trong việc giáo dục vệ sinh có hiệu quả và theo dõi thường xuyên.*



**Hình 3.20** Nhà tiêu hai ngăn ở Kerala, trên mỗi ngăn có một lỗ tiêu và một rãnh nước tiểu. Giữa hai hầm có một cái máng để rửa hậu môn. Nước rửa và nước tiểu chảy vào bồn bay hơi có trồng mướp đắng, mã đề hoặc cây canaindicus.

## 4.

# LÀM CHO NHÀ TIÊU SINH THÁI HOẠT ĐỘNG ĐƯỢC.

Hệ thống nhà tiêu sinh thái mô tả ở chương 3 chưa được nhiều người biết và hiểu rõ. Người ta không thể làm theo được nếu chưa hiểu rõ chúng hoạt động thế nào và vì sao không hoạt động được. Chúng lại có những chi tiết cấu tạo lạ như bộ tiêu bệt hay bộ tiêu xổm tách nước tiểu, từ đó đã dẫn đến nhiều thắc mắc cho việc chấp nhận chúng về mặt văn hóa. Thêm vào đó, chúng đòi hỏi nhiều sự đôn đốc, hỗ trợ, giáo dục và huấn luyện hơn là nhà tiêu dội nước, nhà tiêu chìm, hay nhà tiêu chìm có ống thông hơi bình thường.

Ngày nay người ta đã học được nhiều về các hệ thống nhà tiêu sinh thái từ thực tế sử dụng nhiều nhà tiêu trên thế giới. Ở Bắc Việt Nam hàng trăm ngàn gia đình ở nông thôn có nhà tiêu 2 ngăn và tái sử dụng sản phẩm của chúng trong nông nghiệp. Ở Mêhicô và Trung Mỹ có hàng chục ngàn nhà tiêu tương tự (nhà tiêu Lasf) ở Mỹ, Thụy Điển có hàng ngàn nhà tiêu Clivus Multrum và các công trình tương tự. Ở Ladakh và Yemen có hàng trăm phiên bản dựa theo nhà tiêu truyền thống của họ. Trong đó có cả thành công và thất bại và đều là bài học cho chúng ta.

Trong chương này chúng ta sẽ mô tả các đặc điểm thiết kế và quản lý của các nhà tiêu sinh thái để tránh sự sai lầm và đưa ra những sách lược đôn đốc, hỗ trợ quan trọng để những hệ thống này hoạt động được. Trong phần 4.1 chúng ta sẽ bắt đầu nói đến những khía cạnh lạ và tính nhạy cảm của hệ thống này. Từ đó độc giả có thể thấy cần phải xem xét một cách cẩn thận cả về thiết kế cũng như quản lý, về sự đôn đốc và hỗ trợ dưới đây.

### 4.1 Những điều cần lưu ý.

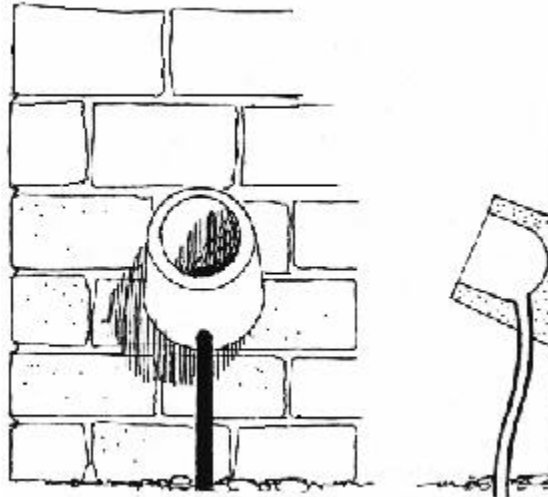
#### 4.1.1 Những điểm lạ:

Có lẽ khía cạnh lạ nhất của giải pháp nhà tiêu sinh thái là người nhà phải đụng chạm đến các sản phẩm của nhà tiêu. Đã có một số ý kiến từ nhiều nơi khác nhau trên thế giới về sự chấp nhận về mặt văn hóa và khía cạnh sức khỏe của việc đụng chạm này. Trong khi một số nền văn hóa không xem việc phải đụng chạm đến phân người là điều đáng quan tâm thì ở một số nơi khác lại cho rằng việc đó rất bẩn thỉu, đáng tởm. Hầu hết các truyền thống văn hóa nằm giữa hai thái cực này. Kinh nghiệm cho thấy khi người ta tìm hiểu xem một hệ vệ sinh sinh thái được quản lý tốt hoạt động như thế nào thì hầu hết các định kiến của họ mất đi. Vì

thế chúng ta không nên phỏng định trước một nền văn hóa sẽ phản ứng như thế nào mà phải thử thách và đo lường phản ứng.

Một điểm quan trọng khác của vấn đề đụng chạm đến phân là một khi hệ nhà tiêu sinh thái tăng lên nhiều và hàng trăm, hàng ngàn nhà tiêu được sử dụng trong thành phố, thì các gia đình không cần phải đụng chạm đến chúng nữa. Lúc này các chất trong nhà tiêu có thể được gom lại, xử lý thêm và bán đi bởi các trung tâm thu gom có nhân viên đã được huấn luyện.

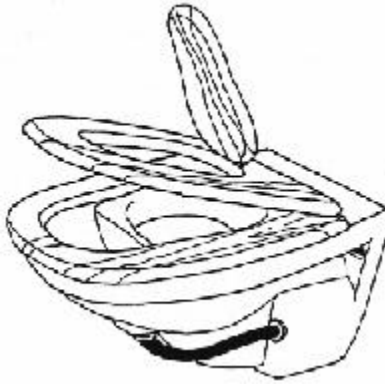
Một vấn đề văn hoá thứ hai cũng gây ra tranh luận là liệu nhà tiêu sinh thái sẽ được sử dụng thích đáng hay không ở những nền văn hóa nơi mà sự rửa hậu môn là truyền thống và tôn giáo. Người ta cho rằng những nền văn hóa như thế luôn đòi hỏi người đi tiêu phải rửa trên bệ tiêu và nước này chẳng bao lâu sẽ làm hỏng quá trình tinh tế đang xảy ra bên trong. Tuy nhiên nếu được làm quen nhiều với những nơi mà hệ thống này được sử dụng thì có thể người ta sẽ không còn lo ngại nữa. Yemen và Zanzibar là những ví dụ. Ở hai nước này có truyền thống văn hóa Hồi giáo nhưng việc sử dụng nhà tiêu sinh thái cũng đã trở thành truyền thống và việc rửa hậu môn được thực hiện ở một chỗ khác bên cạnh bệ tiêu. Cách giải quyết này cũng là truyền thống bởi vì nguyên tắc hoạt động của loại nhà tiêu không truyền thống của họ đòi hỏi phải làm như thế. Vì đối với truyền thống văn hóa tại những nơi này, việc sử dụng nhà tiêu sinh thái không gặp trở ngại gì cho nên không có lý do gì để tin rằng đối với các nền văn hóa có thói quen rửa hậu môn khác thì chúng sẽ gặp trở lực đến độ không thể vượt qua. Ví dụ ở Ấn Độ (3.2.6) đã cho thấy có thể thay đổi về hành vi sử dụng nhà tiêu được.



**Hình 4.1 Nhà tiêu Lasz ở Trung Mỹ thường có một bồn tiểu riêng.**

Bệ tiêu bệt và bệ tiêu xổm có lối tách nước tiểu là sáng kiến duy nhất với dụng ý là giữ cho phân trong hầm khô ráo và trong vài trường hợp cho phép dùng nước tiểu làm phân bón. Điều này thì lạ đối với hầu hết các nơi trên thế giới đến nỗi những người mới biết thường khó tin rằng những nhà tiêu kiểu này có thể hoạt động tốt được. Người mới gặp chúng lần đầu đôi khi cho rằng họ không tin là nam giới có thể dùng chúng được. Một số khác thì cho rằng nữ giới không dùng được. Kinh nghiệm cho thấy rằng những thiết kế này có thể dùng được cho cả hai giới chừng nào họ còn ngồi khi đi tiêu (xem hình 2.4). Một vài cộng đồng đã thiết kế nhà tiêu có bình tiểu riêng cho đàn ông để cho những người thích đi tiêu đứng không tiểu vào bệ tiêu chính.

Kích cỡ lớn của bệ tiêu bệt và bệ tiêu xổm đôi khi gây ra khó khăn đối với trẻ con cho nên người ta đã thiết kế một chỗ ngồi nhỏ hơn để đặt lên bệ tiêu lớn.

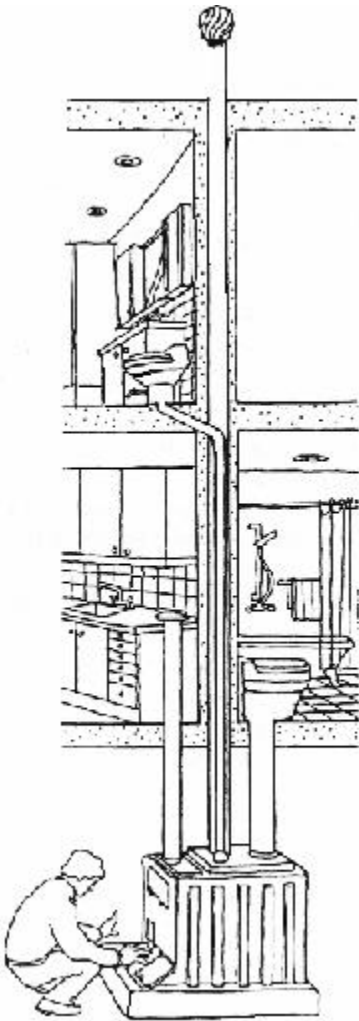


**Hình 4.2 Một bệ tiêu tách nước tiểu ở Thụy Điển, có tên là Dubbletter, có một cái nắp có lỗ nhỏ hơn cho trẻ em.**

Những người hoài nghi cho rằng nhà tiêu sinh thái là một phương cách tồi vì nó có mùi, sinh ra ruồi và không hợp với cuộc sống hiện đại. Trong nhiều nền văn hóa nhà tiêu được đặt xa nhà cuối vườn hay gần chuồng heo, rất thô, tối, không được giữ sạch. Nhà tiêu tiêu chuẩn thấp này đã tạo cho các hệ thống nhà tiêu sinh thái một hình ảnh xấu. Đây là điều đáng quan tâm như đã đề cập nhiều lần trong quyển sách này. Hệ thống nhà tiêu sinh thái rất bén nhạy với thiết kế và quản lý hơn là các nhà tiêu xử lý phân tại chỗ khác như là nhà tiêu chìm chẳng hạn. Nếu chúng không được thiết kế và quản lý thích hợp hoặc không quan tâm đến các tính chất tự nhiên, văn hóa và quá trình hoạt động của chúng thì chúng sẽ rất khó chịu và không đạt được mục tiêu bảo vệ môi trường và sức khỏe như mong đợi. Tuy nhiên, một khi những người mới đã làm quen với loại nhà tiêu này và đã xem chúng trong thực tiễn được thiết kế, xây dựng và quản lý thích đáng thì họ cho rằng nhà tiêu sinh thái có thể là một sự lựa chọn hiện đại đạt tiêu chuẩn cao. Rất nhiều nhà tiêu cho các gia đình không phải là nghèo đã được phát triển ở Châu

Âu và Bắc Mỹ. Chúng rất hấp dẫn và được đặt trong một nhà tắm hiện đại, vì vậy hình ảnh đã thay đổi hoàn toàn. Những hệ thống như thế phải được xem là tối ưu, thay vì kém cỏi, chúng bảo vệ môi trường tốt hơn bất cứ nhà tiêu nào khác đang có.

Người ta cũng bày tỏ mối quan tâm rằng một số hệ thống này quá đắt đối với các gia đình có lợi tức thấp ở các nước đang phát triển. Thật ra, các nhà tiêu sinh thái không cần phải được làm đắt hơn các hệ thống trước đây. Trong nhiều trường hợp có thể tìm một loại hợp với túi tiền. Một số hệ vệ sinh sinh thái phức tạp và đắt tiền, một số khác tương đối đơn giản và rẻ tiền. Thường có một sự hoán đổi giữa giá thành và công sức: giá thành hạ thì mất nhiều công chăm sóc còn giá thành cao thì công chăm sóc sẽ bớt đi.



**Hình 4.3** Một hệ thống Clivus Multrum trong một nhà nhiều tầng. Nhà tắm tầng dưới có một nhà tiêu khô với ống máng chung chảy xuống bể xử lý. Bếp có ống khác để bỏ rác hữu cơ trong nhà. Nhà tắm tầng trên có một nhà tiêu dội nước tới

Việc xây dựng nhà tiêu sinh thái không hẳn là sẽ đắt tiền vì:

- Toàn bộ thiết bị xây dựng trên mặt đất, như thế không phải tốn tiền đào và xây hầm.
- Nước tiểu thoát đi, không dội nước nên thể tích hầm phân hủy tương đối nhỏ (vì chúng được lấy đi định kỳ).
- Các chất trong bể khô ráo, do đó không cần xây bể không thấm nước.

Cuối cùng, những người không quen với kiểu nhà tiêu này không thể tưởng tượng là chúng lại được sử dụng trong nhà cao tầng. Tuy nhiên điều này đã thực hiện thành công ở Thụy Điển và chẳng có gì là bí ẩn cả, xem hình 4.3.

#### ***4.1.2 Tính nhạy cảm của nhà tiêu sinh thái.***

Nhà tiêu sinh thái phức tạp hơn nhà tiêu chìm nhưng chắc chắn đơn giản hơn nhà tiêu dội nước. Sự thuận lợi của nhà tiêu sinh thái chỉ có thể nhận ra khi nào hệ thống này hoạt động tốt. Nếu khi lập kế hoạch, thiết kế và xây dựng mà không hiểu đầy đủ các nguyên lý cơ bản có liên quan và chúng quan hệ với những điều kiện ở địa phương như thế nào thì có thể có nguy cơ dẫn đến việc chọn lựa một hệ thống không thích hợp với khí hậu và điều kiện kinh tế xã hội.

Còn với hệ thống đúng đắn, lý do thất bại thường do thiếu sự tham gia của người dùng, thiếu hiểu biết về sự hoạt động của hệ thống, vật liệu và tay nghề kém, bảo trì không hợp cách.

#### ***❖ Thiếu sự tham gia, cộng tác.***

Một cách làm chắc chắn đưa đến thất bại của chương trình nhà tiêu sinh thái là đặt nó vào một nơi không có sự tham gia của người sử dụng và không được hướng dẫn đầy đủ. Điều này có thể được minh họa rõ ràng trong các ví dụ sau:

Vào năm 1992-1994 trong một dự án được tài trợ bởi Ngân Hàng Phát Triển Thế giới thông qua Quỹ Đầu Tư Xã Hội, chính quyền El Salvador đã xây 50.263 cái gọi là nhà tiêu Lasf. Tổng số đầu tư là 12,5 triệu USD. Nhà tiêu được xây dựng bởi các nhà thầu, không có sự tham gia của cộng đồng và không huấn luyện cho cộng đồng.

Một cuộc điều tra 6.380 gia đình có nhà tiêu Lasf được thực hiện năm 1994. Cho thấy 39% nhà tiêu được dùng đúng cách, 25% không dùng đúng cách và 36% không được sử dụng.

Những phát hiện này đã định hướng cho việc thực hiện một chiến lược giáo dục vệ sinh tập trung và giáo dục từng người cho tất cả mọi người trong gia đình qua những cuộc viếng thăm từng nhà. Tổ chức phụ nữ đã tham gia trong toàn bộ quá trình giáo dục, trong việc biên soạn tài liệu giáo dục, giám sát và đánh giá người sử dụng thân thiện. Hiệu quả của việc giáo dục vệ sinh này rất có ý nghĩa. Sau

khi hoàn tất mǎng giáo dục đầu tiên, số phần trăm hộ sử dụng đúng cách tăng lên 72% và nhà tiêu sử dụng không đúng cách giảm xuống còn 18%, không sử dụng còn 10%.

Bài học rút ra từ toàn bộ quá trình này là tình rǎng không sử dụng nhà tiêu hoặc sử dụng không đúng cách không phải là do kỹ thuật mà do sự giao lưu giữa kỹ thuật và người dùng. Vì vậy để phát triển loại kỹ thuật này phải dựa trên cơ sở cá nhân và gia đình mà cho họ lời khuyên ngay tại chỗ. Phải hết sức chú trọng đến việc làm thay đổi thái độ người dùng, giúp cho họ sử dụng và bảo trì đúng cách.

Trường hợp ở Bắc Việt Nam (xem phần 3.1.1) đã đặt ra một vấn đề đặc biệt vì ở đó tỷ lệ nhiễm ký sinh trùng đường ruột tương đối cao. Ở Nam Việt Nam nhà tiêu hai ngăn ít được phổ biến, tỷ lệ nhiễm ký sinh trùng đường ruột ít hơn. Từ sự kiện đó một số nhà quan sát đã rút ra kết luận rằng tỷ lệ ký sinh trùng cao là do sử dụng nhà tiêu hai ngăn. Thật ra có một cách giải thích khác đúng hơn: ở miền Bắc có truyền thống lâu đời dùng phân tươi làm phân bón hơn là ở miền Nam và trong lúc nhiều gia đình sử dụng nhà tiêu hai ngăn đúng cách thì người khác lại không. Sử dụng không đúng cách ở đây thường là lấy phân tươi đi bất cứ khi nào họ cần bón cho đồng ruộng. Trứng ký sinh trùng cũng được gieo rắc bởi trẻ em bị nhiễm đi tiêu ngoài trời, bởi rửa tay và chế biến thức ăn không cẩn thận. Vấn đề này đã được nhận ra ở Việt Nam, nơi mà chiến dịch giáo dục sức khỏe kết hợp với xây dựng nhà tiêu đã làm trước đây cần được phục hồi. Bài học từ Việt Nam là giáo dục sức khỏe cần phải liên tục kết hợp với tẩy trừ rộng rãi giun sán trong dân chúng ở nông thôn. Bằng sự giáo dục vệ sinh, trong đó nhấn mạnh đến các đường lây nhiễm như là tay, thức ăn và sự tiếp xúc với phân của trẻ em và tiếp tục đôn đốc, theo dõi lâu dài, thì vấn đề này sẽ dần dần được cải thiện.

#### ❖ *Thiếu hiểu biết.*

Vệ sinh môi trường là một vấn đề phức tạp. Phân tươi mà chúng ta đang đối phó có thể làm chết người và gây ra vô số phiền toái nếu không được quản lý đúng cách. Nhà tiêu cũng là một đối tượng bị bao vây bởi nhiều điều cấm kỵ ở nhiều nền văn hóa. Qua nhiều năm chúng ta đã gặp không ít trường hợp mà hệ thống nhà tiêu sinh thái thất bại vì sự kém hiểu biết và thiếu kinh nghiệm.

Khi một nhà tiêu được xây dựng tốt và lựa chọn thích hợp lại thất bại thì lỗi lầm thông thường nhất là do phân bị ǎm. Trong nhà tiêu khử nước, độ ǎm của các chất trong bể xử lý phải nhanh chóng giảm xuống ít hơn 20%. Nếu điều này xảy ra sẽ không có mùi, ruồi không sinh sản được và mầm bệnh bị tiêu diệt nhanh. Nếu các chất này vì lý do nào đó vẫn ǎm ướt thì chúng sẽ có mùi, ruồi và các côn trùng khác sẽ sinh đẻ trong phân và các sinh vật gây bệnh sẽ sống lâu hơn.

Trong nhà tiêu ủ hỗn hợp độ ǎm lý tưởng là giữa 50% và 60%. Nếu các chất trong hầm xử lý quá ǎm thì quá trình phân hủy sẽ chậm lại, phân đang phân hủy sẽ bốc mùi, sẽ có ruồi và các sinh vật gây bệnh sẽ sống lâu hơn. Ruồi sinh sản được

trong nhà tiêu là do sự ẩm ướt của các chất trong bể phân hủy. Trong nhà tiêu khử nước, hoạt động đúng cách thì ruồi không sinh sản được, nhưng nếu có sự trục trặc, phân bị ẩm, thì ruồi lại sinh sản. Trong nhà tiêu ủ hỗn hợp thì nguy cơ sinh ruồi lớn hơn vì hai lý do: nó hoạt động với độ ẩm cao hơn và trứng ruồi có thể được đưa vào hầm xử lý cùng với rác bấp.

Tiêu diệt mầm bệnh là một mục đích chính ở các nhà tiêu sinh thái. Trong một nhà tiêu sử dụng sai hay hoạt động tồi, sinh vật gây bệnh có thể sống sót và thoát vào môi trường qua việc tái sử dụng số phân được xử lý không thích hợp

❖ ***Tay nghề và vật liệu kém.***

So với các hệ nhà tiêu khác hệ nhà tiêu sinh thái nhạy cảm hơn với tay nghề kém và vật liệu xấu. Ở một số khía cạnh, chúng ít nhạy cảm hơn vì quá trình xử lý rất khô ráo và lượng phân tương đối nhỏ. Lỗi xây dựng thông thường là bị nước ngấm vào bể xử lý, ống dẫn nước tiểu rò rỉ và ống thông hơi bị nghẹt<sup>(3)</sup>.

Trong một khu định cư ở ngoại ô Cuernavaca ở Morelos, Mêhicô, một số dân đã vay tiền của Bộ Công Trình Công Cộng để xây dựng nhà tiêu khô. Mặc dù sự thỉnh nguyện đó được chấp nhận, các cơ quan đó đã ăn cắp vật liệu, thay thế những thợ giỏi bằng những thợ vụng nhận lương thấp để bỏ túi số tiền dôi ra. Kết quả là nhà tiêu làm không xong, xây dựng không đúng quy cách khiến cho người dân ghét bỏ và nghi ngờ loại nhà tiêu này<sup>(4)</sup>.

❖ ***Bảo trì không đúng cách***

Rất nhiều hệ nhà tiêu sinh thái bị thất bại vì chúng được bảo trì không đúng cách. Thường vì chúng chỉ được coi như là một loại thiết bị mới hơn là cả một hệ thống bao gồm những yếu tố tác động qua lại của thiên nhiên, xã hội, quá trình xử lý và thiết bị (xem chương 1.3) Thường thường người ta lắp đặt những thiết bị mới này mà không quan tâm đến sự giáo dục và không trợ giúp kỹ thuật đầy đủ để người dùng hiểu và chấp nhận làm những gì cần thiết nhằm bảo đảm cho nhà tiêu hoạt động được.

Tất cả những kỹ thuật vệ sinh môi trường đều cần một sự bảo quản nhất định để hoạt động tốt. Chẳng hạn như hệ thống cống dẫn phân lớn với nhà máy xử lý tập trung phải có sự bảo trì thường xuyên của nhân viên chuyên nghiệp. Tuy nhiên vì trong hệ thống nhà tiêu sinh thái hầu hết việc xử lý diễn ra tại chỗ và vì việc tái sử dụng và xử lý phân người thì rõ ràng là phức tạp hơn là việc vứt bỏ chúng đi như rác cho nên các thiết bị nhà tiêu sinh thái thường đòi hỏi mức độ bảo trì của người sử dụng cao hơn là nhà tiêu dội nước cổ điển hoặc nhà tiêu chìm.

Mức độ bảo trì hệ thống nhà tiêu sinh thái bởi người sử dụng thay đổi nhiều tùy vào thiết kế, khí hậu và những điều kiện khác ở địa phương. Thiết kế tốt sẽ giảm được sự bảo trì và công việc sẽ không nặng nhọc lắm. Chẳng hạn hệ thống dựa vào phân hủy thường đòi hỏi phải thường xuyên cho thêm chất độn và kiểm soát

định kỳ để đảm bảo ống thông hơi không bị tắc. Một vài hệ thống lại cần phải chuyển đi các chất rắn xử lý dở dang sang chỗ xử lý khác. Nhiều hệ thống đòi hỏi bể tiêu hoặc lỗ tiêu đầy kín khi không dùng tới. Tất cả các hệ thống đòi hỏi phải kiểm tra định kỳ và mang đi sản phẩm cuối cùng. Yếu tố chính trong việc bảo trì hệ thống nhà tiêu sinh thái là người sử dụng phải chắc chắn hệ thống đang hoạt động đúng cách. Tuy nhiên cũng cần phải chú ý rằng rất nhiều công việc bảo trì, vận hành chẳng hạn như lấy hết chất hủy trong bể tiêu, chuyên chở và tiếp tục xử lý có thể được thực hiện bởi các nhà cung cấp dịch vụ đặc biệt, có thể là dịch vụ công cộng hoặc do các hãng tư. Hợp đồng dịch vụ như vậy sẽ giảm bớt gánh nặng cho gia đình và cũng khiến cho các cấp chính quyền bảo đảm được tiêu chuẩn hoạt động và bảo trì thỏa đáng.

❖ **Không sử dụng.**

Nếu không sử dụng nhà tiêu thường thì người ta sẽ đi tiêu ngoài trời. Do đó việc không sử dụng nhà tiêu là một nguy cơ sức khỏe con người. Lý do không sử dụng có thể là: khái niệm nhà tiêu sinh thái chưa được người dùng chấp nhận, người ta chưa hiểu rõ hoặc từ khước vì hệ thống không hoạt động tốt hay khó sử dụng. Các yếu tố quan trọng trong việc chấp nhận là tập quán truyền thống, thói quen và những điều cấm kỵ liên quan đến đi tiêu và phân người.

## **4.2 Những đặc trưng về thiết kế và quản lý nhà tiêu sinh thái.**

Những kiểu mẫu nêu trên chương 3 cho thấy rằng ta có nhiều cơ hội để lựa chọn trong toàn bộ khái niệm về nhà tiêu sinh thái. Mục đích của phần này trước hết là cung cấp một cái nhìn bao quát về việc xử lý chất lỏng và làm thanh lọc chất rắn, thứ đến là bàn về việc chọn kiểu.

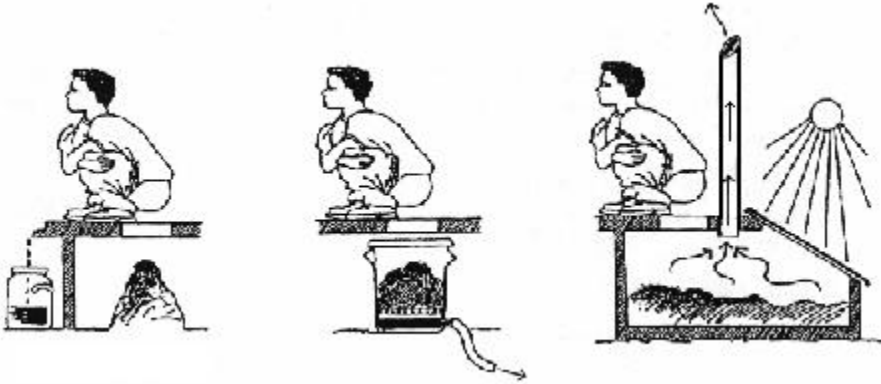
### **4.2.1 Xử lý chất lỏng**

Một câu hỏi cơ bản đặt ra khi thiết kế một nhà tiêu sinh thái là tách riêng nước tiểu hay để cho cả nước tiểu và phân vào một chỗ chứa. Nếu theo cách thứ hai thì để cho việc xử lý hữu hiệu, cần phải tách rút nước ra khỏi hỗn hợp sau đó. Như vậy chúng ta bắt đầu 3 cách: tách nước tiểu, tách chất lỏng và xử lý hỗn hợp.

❖ **Tách nước tiểu**

Có ít nhất ba lý do tốt để không trộn nước tiểu với phân: sẽ dễ tránh sự ẩm ướt trong bể xử lý, nước tiểu tương đối không có sinh vật gây bệnh và nước tiểu sạch là một loại phân bón tốt.

Vấn đề là việc tách nước tiểu đòi hỏi một bể tiêu bệt hoặc bể tiêu xồm thiết kế đặc biệt có thể tin cậy được và được chấp nhận về mặt xã hội.



**Tách riêng                  Nhập chung rồi tháo nước                  Nhập chung rồi làm bay hơi**

**Hình 4.4 Hệ vệ sinh sinh thái có 3 cách chọn để xử lý chất lỏng tách nước tiểu từ đầu, tách chất lỏng trong bể phân và xử lý hỗn hợp.**

Ý tưởng làm thế nào để tránh trộn lẫn phân và nước tiểu rất đơn giản: người đi tiêu phải ngồi trên một loại vách ngăn để phân rơi xuống phía sau vách và nước tiểu chảy ra phía trước. Ý tưởng không trộn phân và nước tiểu không phải là mới. Ở nhiều nơi ở Trung Quốc, nhà tiêu đơn giản tách nước tiểu đã được dùng từ nhiều thế kỷ trước (hình 4.5) và trong những năm gần đây một nhà máy gần Bắc Kinh bắt đầu sản xuất hệ tiêu bằng sứ tách nước tiểu (hình 2.4)



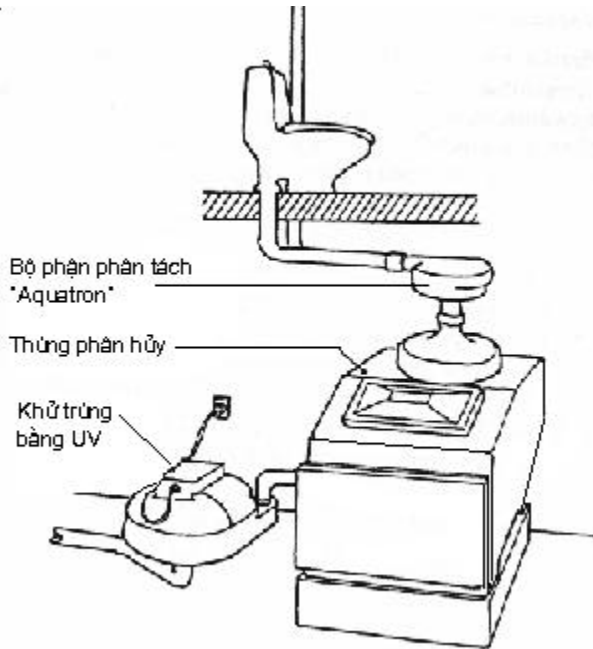
**Hình 4.5 Một nhà tiêu truyền thống tách nước tiểu ở Trung Quốc. Nước tiểu chứa trong hủ dùng để làm phân cho rau. (Phân được xúc hàng ngày để đưa vào nơi phân hủy).**

Ở Châu Mỹ La tinh và Địa Trung Hải một giải pháp như thế đã được áp dụng cho nhiều nhà tiêu có bộ tiêuбет trong gia đình cũng như là trong cơ quan và cho nhà tiêu công cộng<sup>(5)</sup>.

Sau khi tập trung lại nước tiểu có thể được thấm vào một hố thấm hay nền bay hơi, được dùng để tưới trong ngày hay giữ lại để chứa thêm (xem chương 4.3, hình 2.6)

❖ **Tách chất lỏng**

Hệ thống dựa vào việc tách chất lỏng không đòi hỏi một thiết kế đặc biệt của bể tiêu bệt hay bể tiêu xoắn. Nước tiểu, phân và ngay cả nước rửa đối với một vài hệ thống, đều chảy chung vào một cái lỗ. Chất lỏng và rắn được tách ra sau đó, chẳng hạn bằng một “Aquatron” gắn trên bể phân hủy (xem hình 4.6). Được phát triển ở Thụy Điển, thiết bị này không có bộ phận di động và đơn giản chỉ dùng tốc độ của nước dội để đưa chất lỏng chạy quanh vách trong của một bộ phận giống cái bánh rán (doughnut) trong khi chất rắn rơi xuống một cái lỗ ở chính giữa.



**Hình 4.6 Một thiết bị “Aquatron” để tách chất lỏng và chất rắn từ nhà tiêu dội nước tối thiểu. Bộ phận tách được đặt trên bể phân hủy. Chất lỏng được khử trùng bởi tia cực tím.**

Một giải pháp tách chất lỏng khác là dùng một cái lưới hoặc một cái sàn giả bằng kim loại (xem hình 3.17)

Vì chất lỏng đã tiếp xúc với phân nên chúng phải được tiệt trùng hoặc xử lý trước khi tái “sử dụng làm phân bón”.

❖ **Xử lý hỗn hợp**

Dưới điều kiện khí hậu rất khô hoặc khi đã thêm rất nhiều chất hút nước thì chất lỏng và chất rắn có thể xử lý cùng lúc. Trong trường hợp này thì nước tiểu, phân và nước xuống cùng một lỗ. Thường thì chúng tôi không khuyến khích lối này vì có nguy cơ là những chất trong hầm xử lý sẽ bị ẩm và có mùi hôi.

**4.2.2 Khử nước. Phân hủy.**

Việc xử lý ban đầu trong hệ nhà tiêu sinh thái là qua việc tách nước hoặc phân hủy hay cả hai. Mục đích của việc xử lý là để tiêu diệt sinh vật gây bệnh, tránh phiến hà, làm dễ dàng chuyên chở, xử lý thêm và tận dụng.

❖ **Khử nước.**

Khử nước có nghĩa là hạ độ ẩm của các chất trong bể xử lý xuống dưới 25% bằng cách cho bay hơi và bỏ thêm vào các chất khô (tro, mật cưa, trấu). Không được cho nước hay cây tươi, thực vật chứa nhiều nước vào bể. Thể tích hỗn hợp sẽ không giảm đi nhiều vì có thêm vào các chất khô và sự phân hủy chất hữu cơ không hoàn toàn. Những bánh phân khô dễ vỡ còn lại không phải là chất đã được phân hủy mà là một loại bồi rất giàu dinh dưỡng, các bon và chất xơ.

Khử nước là một biện pháp hữu hiệu để tiêu diệt sinh vật gây bệnh, đặc biệt là trứng giun sán, vì nó lấy đi hết độ ẩm mà chúng cần để sống (xem phần 2.1.2). Ở độ ẩm thấp này ít có mùi và ruồi không sinh sản được. Vì chất hữu cơ ít bị giáng cấp, giấy đi cầu hay những thứ khác đã cho vào bể xử lý sẽ không rã ra đáng kể, dù để lâu. Vì thế giấy đi cầu phải được bỏ riêng hoặc được phân hủy trong quá trình xử lý tiếp theo.

Hệ nhà tiêu dựa vào khử nước đòi hỏi phải tách nước tiểu và nước rửa hậu môn. Hệ thống này rất thích hợp cho khí hậu khô nhưng nếu dùng thêm tấm sấy nóng bằng mặt trời (xem phần 3.1.4) chúng có thể hoạt động trong khí hậu ẩm.

❖ **Phân hủy**

Phân hủy là một quá trình sinh học phức tạp trong đó các chất hữu cơ được khoáng hóa và biến thành mùn. Sự phân hủy lý tưởng đòi hỏi độ ẩm khoảng 60% trong đồng phân hủy. Nếu thấp hơn, quá trình sẽ dừng lại vì sinh vật trong hầm bị thiếu nước. Nếu cao hơn quá trình sẽ chậm lại vì sinh vật thiếu oxy. Nó cần một tỷ lệ cacbon / nitơ lý tưởng là 30/1, có nghĩa là chúng ta phải cho thêm vào các chất có cacbon (mật cưa, rác bếp, giấy đi cầu, cỏ tươi).

Phân hủy ở nhiệt độ cao (60°C) sẽ tiêu diệt một cách hữu hiệu hầu hết sinh vật gây bệnh nhưng trong thực tế nhiệt độ này khó đạt được trong nhà tiêu ủ hỗn hợp. Vì thể tích phân nhỏ nên nó có xu hướng rắn lại và rất khó để lật phân lên cho nó thoáng khí ở giữa. May mắn là còn có các yếu tố khác trong môi trường phân hủy giúp cho việc tiêu diệt mầm bệnh, đó là thời gian, độ pH không thuận lợi, sự cạnh

tranh không thuận lợi, các hoạt động kháng sinh và các chất có hại cho sinh vật khác của vi sinh vật phân hủy sinh ra. Hầu hết nhà tiêu được thiết kế với thời gian ủ từ 8-12 tháng.

#### **4.2.3 Các kỹ thuật khác.**

##### **❖ Tắm đón nắng**

Tắm đón nắng được lắp vào hầm phân hủy của nhà tiêu để tăng sự bay hơi. Điều này quan trọng hơn ở những nơi khí hậu ẩm và nơi mà nước tiểu, nước rửa trộn lẫn với phân. Nó cũng rất quan trọng trong hệ thống khử nước hơn là hệ thống ủ hỗn hợp. Tắm đón nắng được dùng ở một số nhà tiêu mô tả ở chương 3 là một tấm kim loại sơn đen phủ lên phần hướng về mặt trời của bể xử lý. Tấm kim loại này cũng hoạt động như một cái nắp đậy của bể xử lý (xem hình 3.8, 3.9, 3.10 và 3.16). Tắm đón nắng phải kín để cho nước, ruồi không vào được bể xử lý.

##### **❖ Một bể hay hai bể.**

Đa số nhà tiêu ủ hỗn hợp hay khử nước được đưa ra thị trường ở những nước vùng Địa Trung Hải và Bắc Mỹ là loại một bể. Mỗi quan tâm đầu tiên của thiết bị một bể là mầm bệnh trong phân tươi. Mặc dù lượng phân mỗi lần đi tiêu tương đối nhỏ, nhưng tổng lượng cần đủ cho quá trình xử lý để tiêu diệt mầm bệnh lại không nhỏ, và thậm chí chỉ cần một ít mầm bệnh thêm vào cũng đủ làm hỏng cả số phân. Bằng cách này hay cách khác, hệ thống phải bảo đảm sự cô lập phân cho đến khi mầm bệnh được giảm đi đến mức độ chấp nhận được. Với hệ một bể phân, hỗn hợp trong bể thường được chuyển qua một vật chứa khác để xử lý thêm trước khi sử dụng.

Nhà tiêu cho các nước đang phát triển thường được thiết kế có hai bể, mỗi cái có một bể tiêu riêng. Trong hệ này mỗi bể được dùng luân phiên trong một thời kỳ nhất định. Khi chuyển sang bể khác, những chất lưu giữ trong bể đó được lấy đi. Sau nhiều tháng không có phân tươi, những chất trong bể nghỉ sẽ trở nên an toàn để sử dụng.

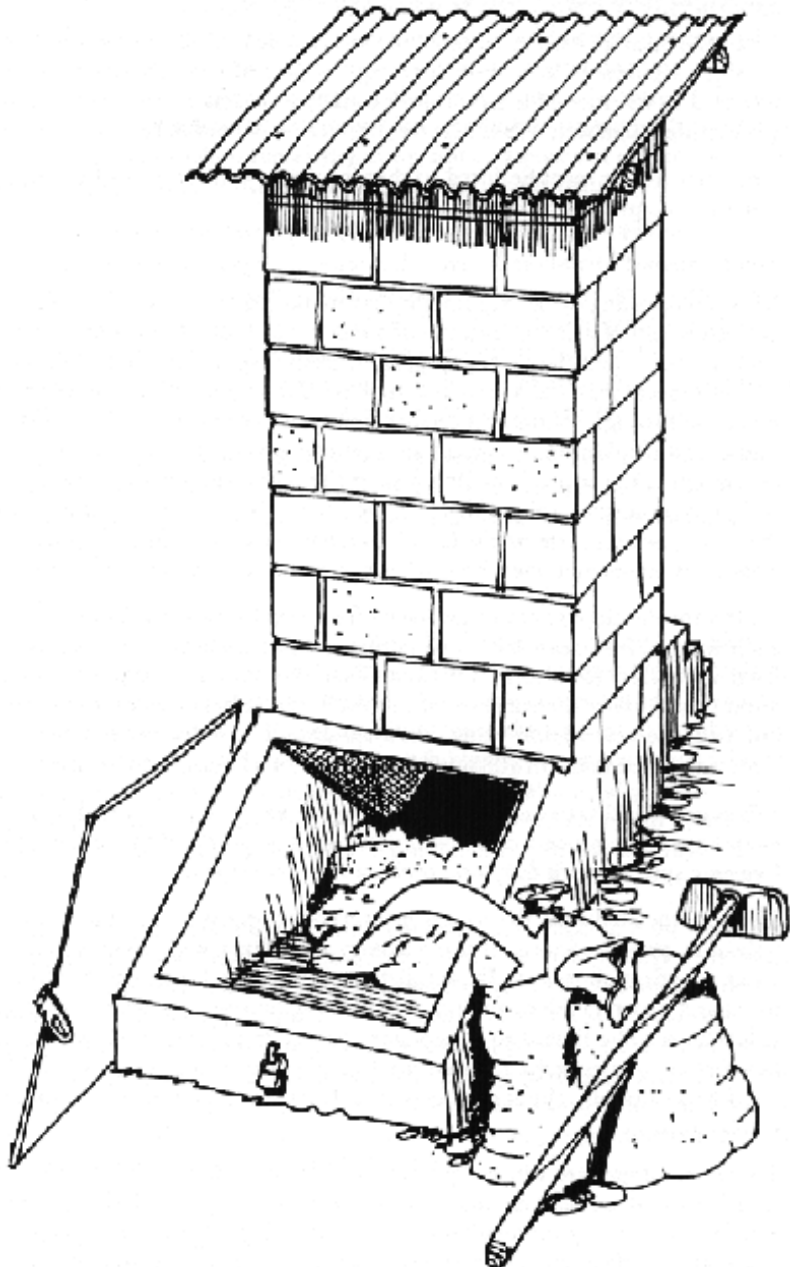
Khi nước tiểu và nước được rút ra khỏi bể (được tháo ra nhanh hay bốc hơi nhanh) quá trình khử nước có thể sẽ nhanh đến nỗi chỉ cần nhà tiêu một bể là đủ.

Cùng với dự án Sanres, nhà tiêu khử nước một hầm gần đây đã được thử nghiệm tại El Salvador, Mêhicô, Nam Mỹ, Việt Nam và Trung Quốc. Nhà tiêu này đòi hỏi người sử dụng phải bảo quản cẩn thận và hiểu rõ những điều vệ sinh cơ bản vì chất rắn được xử lý cục bộ phải được chuyển sang chỗ xử lý tiếp theo. Tuy nhiên lợi ích là ở chỗ nhà tiêu hai bể ít có mùi, tạo ra phân bón tốt còn nhà tiêu một bể thì giá thành hạ và ít chiếm chỗ.

Những nhà tiêu này đang được thử nghiệm và cải tiến. Vẫn còn phải xem thử ích lợi cho người dùng các thiết kế một hầm có phải là động cơ thúc đẩy đủ mạnh để làm cho người ta thay đổi hành vi sử dụng nhà tiêu an toàn hay không, và sự tiết

## *Nhà tiêu sinh thái*

kiệm cho phí xây dựng có lớn hơn là chi phí phải bỏ ra để đôn đốc, giáo dục và theo dõi mà tiến trình này đòi hỏi.



**Hình 4.7 Nhà tiêu tách nước một hầm ở El Salvador. Phân ở dưới bề tiêu thì được định kỳ cào ra bể xử lý dưới tấm đón nắng. Khi chỗ này đầy thì các chất đó được lấy ra và bỏ vào bao và được lưu giữ thêm cho đến khi an toàn để làm phân bón.**

❖ **Vật chùi hậu môn**

Vật chùi hậu môn sau khi đi tiêu ở mỗi nền văn hóa đều khác nhau. Một số dùng giấy, một số dùng lá cây hay đá cuội và số khác dùng nước. Việc vứt bỏ bừa bãi vật chùi hậu môn trong nhà tiêu có thể gây ra vấn đề.

Ở vài nơi trên thế giới hệ thống thoát nước của nhà tiêu dội nước không cho phép bỏ giấy đi cầu vào vì vậy nó phải được tập trung riêng vào một thùng rác rồi sau đó đốt đi. Ở nơi khác, nhà tiêu dội nước không dùng được vì người ta vứt đá, lõi ngô vào nhà tiêu. Ngoài ra người ta cũng vứt cả băng vệ sinh, khăn vệ sinh và bao cao su vào nhà tiêu.

Hệ thống khô có thể giải quyết được mọi loại giấy và chất rắn. Những điển hình ở Yemen (3.1.7) và Ấn độ (3.2.6) cho thấy hệ thống khô có thể chấp nhận việc dùng nước để rửa hậu môn.

Nhà tiêu ủ hỗn hợp có thể làm tiêu hủy giấy nhưng trong nhà tiêu khử nước, giấy không bị phân hủy. Có 3 cách giải quyết vấn đề giấy trong nhà tiêu khử nước:

- Ủ hỗn hợp sản phẩm lấy ra từ ngăn xử lý.
- Đốt sản phẩm lấy ra từ ngăn xử lý.
- Bỏ giấy đi tiêu vào một thùng đặc biệt và đốt định kỳ.

❖ **Chất hấp thụ và chất độn.**

Chất hấp thụ như tro, vôi, mặt cửa, trấu, lá khô vụn, than bùn và đất khô được dùng để làm bớt mùi, hút ẩm, làm cho phân ít rắn cũng như để cho người dùng kế tiếp không khó chịu. Chúng phải được bỏ vào ngay sau khi đi tiêu để phủ lên phân tươi. Chúng được dùng cả trong nhà tiêu khử nước lẫn nhà tiêu ủ hỗn hợp.

Chất độn như cỏ khô, cành cây, xơ dừa, dăm bào được dùng trong nhà tiêu ủ hỗn hợp làm cho phân ít rắn và cho phép không khí đi vào và thấm qua đồng phân.

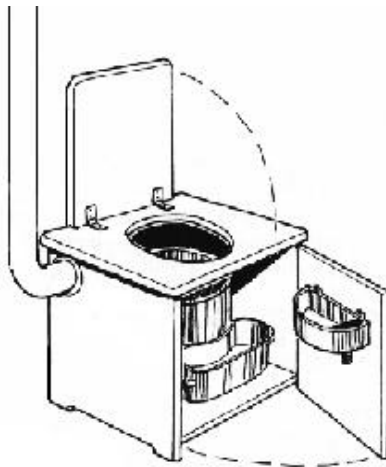
Trong thế kỷ 19 có rất nhiều thiết kế “nhà tiêu đất” mà tự nó sẽ rải đất hoặc tro lên phân khi ta “dội” (xem khung 4.1).

❖ **Thông gió và thông khí.**

Thông gió phục vụ nhiều mục đích: nó khử mùi, làm khô phân và cung cấp oxy cho quá trình phân hủy trong nhà tiêu phân hủy. Không phải lúc nào cũng cần ống thông gió: nhà tiêu hai ngăn Việt Nam (3.1.1) và 1 biến thể của nó ở Trung Mỹ và Mêhicô (3.1.2) thường được xây dựng không có ống thông gió. Tất cả các nhà tiêu

**Khung 4.1 Nhà tiêu đất ở thế kỷ 19.**

Trong suốt hậu bán thế kỷ 19 có một cuộc tranh luận dữ dội ở Anh giữa những người thích nhà tiêu dội nước và những người thích nhà tiêu đất. Việc sáng chế đầu tiên nhà tiêu đất được thực hiện năm 1838 bởi Thomas Swinburne nhưng thiết bị của ông ta không được chấp nhận rộng rãi. Sự đột phá xảy ra ¼ thế kỷ sau là do Henry Moule. Ông ta thí nghiệm bằng cách chôn phân của nhà tiêu thùng ở ngoài vườn. Ông ta khám phá rằng trong 3-4 tuần không còn dấu vết của chất đã chôn. Moule tiếp tục thiết kế một nhà tiêu mà sau khi đi tiêu người ta phải phủ một lượng đất nhất định lên phân tươi từ một cái phễu phía sau bệ tiêu. Ông ta tiếp tục thành lập công ty trách nhiệm hữu hạn nhà tiêu đất Moule và phát triển những kiểu mẫu cao cấp hơn cũng như là những kiểu dành cho doanh trại, trường học, bệnh viện. Các nhà sáng chế khác đã chế những thiết bị bán tự động để “dội” nhà tiêu bằng đất khi lực đè trên bệ tiêu giảm đi hay khi chỗ đặt chân bị đè xuống.



**Hình 4.8 Nhà tiêu đất của Henry Moule**

Henry Moule là nhà quảng cáo hữu hiệu và đã sử dụng loại sách nhỏ để cổ động cho sự tiện lợi của nhà tiêu đất và sự mất vệ sinh của nhà tiêu dùng nước. Năm 1861 ông ta xuất bản cuốn “ Sức khỏe và sự giàu có của quốc gia” để tranh thủ ủng hộ rộng rãi hơn. Tạp chí Lancet ra ngày 1/8/1868 nói rằng 148 nhà tiêu của ông ta được dùng bởi doanh trại quân đội ở Wimledon, London. Trong khi đó có 40 cái được sử dụng hàng ngày bởi 2000 người mà không gây mùi hôi. Năm 1860 một số trường học đã chuyển từ nhà tiêu dội nước sang nhà tiêu đất vì chúng được coi là đáng tin cậy hơn và rẻ hơn khi bảo trì.

Vào những năm 1870, Moule và các người khác tiếp tục nghiên cứu cách dùng sức nóng để xử lý mầm bệnh và khử mùi. Một thiết kế đã được phát triển, trong đó người ta dùng một chảo làm khô được nối với vỉ lò trong bếp. Các nhà thiết kế khác phát triển các thiết bị có bộ phận nhận phân hình phễu lớn hơn có thể dùng hàng ngàn lần mới đầy. Một số có ống thông hơi và nắp tự đẩy lại.

*Moule H (1875) Sức khỏe và sự giàu có của Quốc gia, W Macintosh, London, UK và Poore GV (1894): tiểu luận về vệ sinh nông thôn, London, UK*

trong nhà ở Địa Trung Hải (3.1.3, 3.2.1, 3.2.2) đều có ống thông gió. Sự cần thiết của ống thông gió được quyết định bởi khí hậu, sự ẩm ướt của các thứ bỏ vào hầm xử lý và tiêu chuẩn mong muốn (với ống thông gió hoạt động ở bể xử lý, nhà tiêu, nhà tắm có thể hoàn toàn không mùi vì không khí trong phòng sẽ đi vào bệ tiêu để ra ống thông gió. Ống thông gió phải có đường kính từ 10-15cm. Trong khí hậu ẩm với lượng chất lỏng lớn phải bay hơi (3.2.5) đường kính có thể lên 25cm. Ống phải thẳng vượt qua mái từ 30-90cm.

Ủ hỗn hợp cơ bản là một quá trình hiếu khí. Nhiều vi khuẩn chịu trách nhiệm phân hủy cần oxy. Do đó không khí phải được đưa vào phân. Điều này có thể được thực hiện bằng cách khuấy, đào, hay đảo phân đi. Giun, côn trùng và các sinh vật khác sống trong đống phân đóng vai trò quan trọng trong việc trộn làm thông khí và tách rời các chất trong hầm phân hủy. Trong vài trường hợp bể phân hủy có đặt ống soi lỗ để mang không khí vào đống phân (3.2.1). Một cách khác là dùng lưới treo với một lớp chất độn phân hủy được (3.2.5). Cũng có thể làm thông khí bằng cách cho thêm các chất độn như đã nói ở trên.

### 4.3 Nước xám

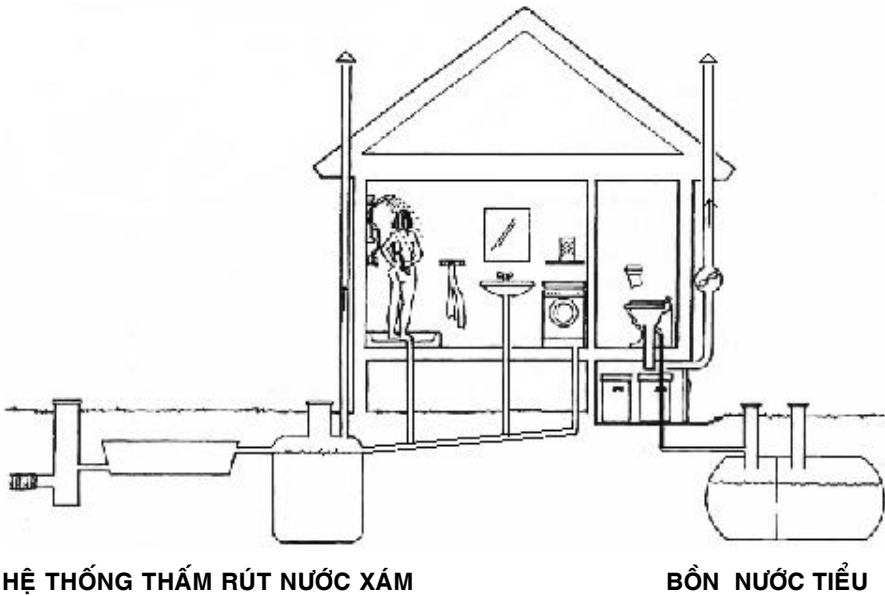
Nước phát sinh từ việc làm thức ăn, tắm giặt gọi là nước xám. Hệ thống nhà tiêu khô không xử lý nước xám vì thế cần có một hệ hống riêng để xử lý nó.

Nhiều chuyên gia về sức khỏe công cộng coi nước xám có hại cho sức khỏe mặc dù thường thường nó sạch hoặc sạch hơn các dòng nước cống đã xử lý mà cũng chính các chuyên gia này cho là đã an toàn để đổ vào môi trường. Chẳng hạn các dữ liệu từ Thụy Điển cho thấy rằng nồng độ nitơ và phot pho trong nước xám chỉ bằng nửa nồng độ nitơ và phot pho trong nước chảy ra từ đồng ruộng và chỉ bằng 1/4 trong nước cống rãnh đã được lọc sạch được phép đưa vào nguồn nước thiên nhiên. Nó có khoảng một nửa nhu cầu ôxy sinh hóa (BOD) và chất rắn huyền phù so với nước thải hỗn hợp (nước xám cùng với nước tiểu, phân và nước dội).

Cả chất lượng và số lượng nước xám đều có thể được kiểm soát trong phạm vi gia đình. Bất cứ chiến lược quản lý nước xám nào cũng sẽ dễ dàng hơn bởi các giải

pháp tiết kiệm nước cũng như là chú ý đến xà phòng, chất tẩy rửa và các hóa chất dùng trong nhà. Lượng nước xám phát sinh có thể được giảm bớt nhiều bằng cách thay đổi hành vi, bảo trì tốt ống và vòi nước và dùng các thiết bị tiết kiệm nước. Khi chất ô nhiễm trong nước xám là một vấn đề cần phải quan tâm thì chúng ta có thể ngăn ngừa tận gốc bằng cách chọn những sản phẩm gia dụng không gây ô nhiễm. Cách giải quyết này thường bị lơ đi vì chúng không phải là lĩnh vực của những nhà kỹ thuật, nhưng thật ra thì chúng dễ thực hiện hơn là việc tách chất ô nhiễm sau đó.

Thường thì cách dễ nhất để tái sử dụng nước xám là tưới cây. Ở nhiều nơi khan hiếm nước trên thế giới, điều này được làm như điều tất nhiên. Việc tưới bằng nước xám cũng đơn giản như việc đổ nước ra vườn bằng tay. Ngay cả những nơi ít có vườn nước xám cũng có thể được dùng chằng hạn ở khu vực ngoại ô của thành phố Guatamala, người ta có thói quen đổ nó ra đường phía trước nhà để bột bụi. Nghiên cứu gần đây xác nhận rằng ở khu vực thành phố hay ở ngoại vi người ta cũng làm vườn vì thế việc dẫn nước xám để tưới có thể thực hiện được.



**Hình 4.9** Một ngôi nhà ở Thụy Điển với nhà tiêu khử nước, tách nước tiểu và chỗ chứa trong bể ở dưới đất (xem phần 3.1.3) và xử lý nước rửa tại chỗ.

Mặc dù nước xám thường không phải là mối bận tâm về sức khỏe và không tạo ra nguy cơ ô nhiễm lớn nếu như các sản phẩm độc hại không được dùng tới thì tốt nhất vẫn là thiết kế một hệ thống nước xám để ngăn ngừa nó tiếp xúc với con người cũng như khả năng gây ô nhiễm môi trường. Một số hệ thống hiện có trên

thị trường ở các nước công nghiệp đạt được điều đó bằng cách tưới ngầm nước xám.

Ở những nơi mà nước không được dẫn bằng ống vào nhà, cách giải quyết đơn giản cho sự quay vòng nước xám có thể là đủ vì rất ít nước xám lại được phát sinh từ vị trí ban đầu. Thậm chí ngay khi người ta dùng nó để tưới cây, để làm bột bụi ngoài đường hoặc cho nó ngấm vào đất, mối nguy hiểm gây ra bởi nước xám ít hơn nhiều mối nguy do phân người hoặc thực hành vệ sinh tồi.

#### 4.4 Lựa chọn mô hình nhà tiêu sinh thái.

Một cách lý tưởng, hệ thống nhà tiêu sinh thái sẽ ngăn ngừa ô nhiễm, làm sạch chất dinh dưỡng của phân, cho chúng trở lại đất và không cần nước để chuyên chở hay xử lý. Để đơn giản chúng ta gọi trình tự này là “thanh lọc và tái tuần hoàn”. Cuốn sách này đã đưa ra một số điển hình về phương cách thiết kế khác nhau cho hệ nhà tiêu sinh thái cùng với lời bàn về các đặc điểm thiết kế quan trọng. Một vài mô hình trong sách này đạt đến gần mức lý tưởng hơn các mô hình khác. Tuy nhiên mỗi hệ thống đã được thực hiện nhằm giải quyết các vấn đề được quan tâm nhất ở địa phương đó. Lời bàn luận ở đây nhằm cung cấp cho đọc giả một cái sườn để suy nghĩ khi lựa chọn các giải pháp nhà tiêu sinh thái thích hợp với hoàn cảnh địa phương.

Có nhiều yếu tố địa phương khác nhau ảnh hưởng đến việc chọn một hệ nhà tiêu thích hợp:

- **Khí hậu** – nhiệt độ, độ ẩm và mưa.
- **Địa hình và loại đất** – sự dễ dàng và khó khăn tương đối của việc đặt hệ thống dưới đất, vận tốc và hướng thấm nước và chất ô nhiễm qua đất.
- **Tình trạng đủ/khan hiếm nước** – điều này khá quan trọng trong việc bảo tồn nguồn nước.
- **Khoảng cách/tính nhạy cảm của nguồn nước và hệ sinh thái nước** – mực nước ngầm, khoảng cách đến hồ, sông, suối hay nước biển.
- **Năng lượng** – sự có sẵn năng lượng ở địa phương như là bức xạ mặt trời.
- **Xã hội/ văn hoá** – những phong tục, niềm tin, giá trị và thói quen là những yếu tố thuộc về thành phần xã hội của hệ nhà tiêu sinh thái, ảnh hưởng đến thiết kế, sự chấp nhận của cộng đồng (tuy nhiên cũng cần chú ý rằng những điều này không phải là bất biến các thói quen mới luôn tiến hóa trong hầu hết các xã hội).
- **Kinh tế** – nguồn tài chính của các nhân và cộng đồng để trang trải cho việc xây dựng nhà tiêu.

- **Khả năng kỹ thuật** – các kỹ năng và dụng cụ ở địa phương có thể đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật đến mức nào.
- **Cơ sở hạ tầng** – mức độ hiện tại của cả cơ sở hạ tầng vật chất lẫn các dịch vụ để có thể hỗ trợ một hệ nhà tiêu ( tiềm lực về cấp nước đang có, vận chuyển, mạng lưới y tế công cộng, mạng lưới giáo dục).
- **Mật độ dân số và hình thái định cư** – khoảng trống phải có cho việc xử lý tại chỗ, lưu giữ và tái sử dụng tại địa phương.
- **Nông nghiệp** – các đặc điểm của nông nghiệp địa phương và kinh tế vườn.

Bản chất của những yếu tố này sẽ quyết định tầm quan trọng tương đối giữa ngăn ngừa ô nhiễm, tái sử dụng chất thải, bảo tồn nước và các mục tiêu thiết kế khác lẫn sự bố buộc về thiết kế. Đối với một số cộng đồng, sự cần thiết một nguồn chất dinh dưỡng cho cây có thể là động lực thúc đẩy tiến đến nhà tiêu sinh thái và họ sẽ đặc biệt quan tâm đến sự phát triển một hệ thống đảm bảo lấy lại nước tiểu làm phân bón . Với cộng đồng khác , khi sự cần thiết bảo vệ nguồn nước là tối thượng thì họ sẵn lòng hy sinh cả việc lấy lại chất dinh dưỡng bài tiết nếu như phương án thiết kế thiên về phân hủy và mất đi nitơ vào không khí dễ thực hiện hơn . Ở vùng khô cách dễ nhất để làm sạch phân là khử nước, trong khi ủ hỗn hợp có thể thành công hơn ở vùng ẩm ướt.

#### 4.5 Thúc đẩy và hỗ trợ cho gia đình và cộng đồng

Hệ thống nhà tiêu sinh thái phức tạp hơn hầu hết các hệ thống nhà tiêu cổ điển và thường đòi hỏi gia đình và cộng đồng địa phương nhiều trách nhiệm hơn để chúng có thể hoạt động thích hợp. Người sử dụng phải biết rằng mặc dù vốn là có lợi cho sức khỏe, nhưng nếu sử dụng nhà tiêu không đúng cách có thể biến nó thành sự phiền hà , đe dọa sức khỏe cho mọi người và làm ô nhiễm môi trường . Những vấn đề này có thể tránh được bằng cách thực hiện các hành vi thích hợp ngay từ đầu. Thêm vào đó còn cần phải để ý đến việc tận dụng triệt để nguồn chất dinh dưỡng đáng kể cho cây.

Trong phạm vi gia đình, mọi người phải hiểu được nhà tiêu sinh thái hoạt động thế nào, cái gì là sai và có khả năng quản lý nó một cách đúng đắn. Khi áp dụng trong phạm vi rộng lớn thì đại bộ phận cộng đồng địa phương phải chia sẻ với nhau sự hiểu biết này.

Ở khu vực thành thị vấn đề cơ bản của vệ sinh sinh thái là làm thế nào cho toàn bộ nhà tiêu hoạt động được. Điều đó có nghĩa là phải điều hành sao cho mọi nhà tiêu sinh thái hoặc nằm rải rác trên một địa hình rộng lớn hoặc hàng ngàn nhà tiêu sinh thái tập trung trong một vùng dân cư đông đúc; đều hoạt động đúng cách. Trong việc thiết kế hệ nhà tiêu sinh thái cho thành phố nổi lên một số chỉ trích. Điều này liên quan đến sự an toàn khi tiếp xúc, chuyên chở và tái sử dụng sản phẩm của nhà tiêu sinh thái.

Chương này sẽ xem xét một vài vấn đề chủ yếu liên quan đến việc xúc tiến và hỗ trợ cho hệ nhà tiêu sinh thái ở phạm vi lớn hơn. Hai phần đầu bàn về những yếu tố then chốt để thúc đẩy người dùng tham gia vào chiến lược giáo dục và huấn luyện. Hai phần cuối bàn về tổ chức nhân sự và tài chính cơ bản cần để phát triển và hỗ trợ cho hệ thống dựa vào cộng đồng. Điều quan trọng là phải vượt lên trên sự lôi kéo của ý kiến cộng đồng để kiểm soát và điều chỉnh cộng đồng bằng cách chia sẻ kiến thức, phân công trách nhiệm và xây dựng mối cộng tác.

#### 4.5.1 Trao quyền và thúc đẩy cộng đồng

Không nên thúc đẩy việc xây dựng nhà tiêu vệ sinh sinh thái chỉ vì nó mà nên xem đây là một phần của quá trình sâu sắc trao quyền cho người nghèo để họ đảm nhiệm sự phát triển của chính họ. Sự cải tiến trong hiểu biết và sự chuyển đổi ở cá nhân, nhóm người và cộng đồng thì quan trọng hơn là bản thân nhà tiêu cải tiến. Thực vậy, hệ thống nhà tiêu sẽ được duy trì nếu như nhận thức của họ đã có nhiều sự chuyển biến sâu sắc.

Để có thể duy trì được hệ nhà tiêu sinh thái phải được dựa trên sự hiểu biết các yếu tố cơ bản của nó và sự liên kết của chúng với nhau. Những yếu tố này đã được nói ở phần 1.3:

- Những yếu tố **thiên nhiên** gây ảnh hưởng đến hệ thống và bị tác động bởi hệ thống, như là khí hậu và sự thay đổi theo mùa, các tác động có thể xảy ra đến tính sẵn có của nguồn nước, tài nguyên và nguy cơ ô nhiễm.
- Mối quan hệ về hành vi và văn hóa của **xã hội** mà nó đang hoạt động trong đó.
- Những tính chất cơ bản và giới hạn của **quá trình** được chọn và cách duy trì điều kiện thích hợp để cho nó hoạt động.
- Những đặc tính chính của **thiết bị** và cách thiết kế, xây dựng, sử dụng và chăm sóc nó thích đáng.

Ở nơi mà nhà tiêu sinh thái hoàn toàn mới và là một khái niệm hay kỹ thuật không quen thì phải bỏ công nhiều để đôn đốc và hướng dẫn. Sự thúc đẩy phát triển nhà tiêu sẽ dễ dàng nhất khi hệ thống nhà tiêu không làm phá vỡ tận gốc các thói quen văn hóa đã được chấp nhận. Chẳng hạn, truyền thống lâu đời của nhà tiêu có lối tách nước tiểu ở các phố cổ và nơi định cư ở Yemen, việc dùng phân bắc làm phân bón ở Trung Quốc và Việt Nam đã tạo tiền đề mạnh mẽ cho việc cải tiến hoặc mở rộng nhà tiêu sinh thái ở các quốc gia này. Tương tự như vậy ở các nước Địa Trung Hải truyền thống duy trì các nhà nghỉ hè/ cuối tuần ở nông thôn với hệ thống nhà tiêu riêng biệt đã tỏ ra thích hợp cho việc mở rộng của hệ nhà tiêu sinh thái (xem hình 3.1.3, 3.2.1, 3.2.2).

Điều đặc biệt quan trọng là phụ nữ cùng tham gia vào quá trình trao quyền và đôn đốc ngay từ đầu. Phụ nữ là những người chịu trách nhiệm cung cấp nước cho gia đình, về nhà tiêu, làm vệ sinh gia đình và chuẩn bị thức ăn. Quan điểm và sự quan tâm của họ phải được thể hiện và phân tích khi thiết kế chương trình cũng như quyết định thiết kế chi tiết.

❖ **Các giải pháp dựa vào nhu cầu.**

Chương trình xây dựng nhà tiêu phải được thiết kế để đáp ứng nhu cầu được xác định bởi cộng đồng và gia đình hơn là để triển khai một giải pháp được xác định bởi người ngoài.

Nhu cầu có thể thay đổi rất lớn. Ví dụ như sự phát triển mau chóng của nhà tiêu khử nước ở El Salvador đầu tiên là do các yếu tố môi trường. Sự thiếu nước gay gắt kinh niên ở nhiều nước đã làm cho hệ thống ống dẫn phân kiểu cũ không thực tế, trong khi mực nước ngầm cao ở vùng duyên hải làm cho nhà tiêu truyền thống không thực hiện được. Ngược lại sự giảm nghèo qua việc sử dụng nước tiểu để sản xuất nông nghiệp là yếu tố chính cho dự án Anadeges ở thành phố Méhicô. Việc tiết kiệm nước được coi như mối lợi quan trọng thứ hai.

Nếu người sử dụng không coi nhà tiêu là cần thiết và ít có hiểu biết về cách xây dựng và bảo trì chúng thì dự án thường thất bại. Một nhà tiêu mới phải làm chấm dứt quan niệm sử dụng nó một chỗ chứa hoặc như một hố phân, mà trong tình huống nghiêm trọng, một nhà tiêu quản lý tồi có thể trở thành mối hiểm họa cho sức khỏe. Khi nhà tiêu mới không hoạt động tốt, tiếng ồn sẽ lan nhanh và khi đó muốn vượt qua được tiếng xấu của một kỹ thuật hay hệ thống vốn không quen thuộc có thể trở nên vô cùng khó khăn.

❖ **Chiến lược thúc đẩy**

Dù cho hệ nhà tiêu sinh thái có thể hữu hiệu đến đâu thì sự thành công lâu dài của nó cũng phải dựa vào lòng tin cậy của người sử dụng. Để cho hệ thống trở nên một phần của văn hóa địa phương nó phải hoạt động được và được những nhà lãnh đạo ở địa phương và những nhà chỉ đạo chấp nhận. Một trong những cách tốt nhất để chuyển biến lòng tin của những người không tin là đưa họ đến viếng thăm một nhà tiêu sinh thái đang hoạt động tốt trong một gia đình hàng xóm.

**Các gia đình then chốt** có thể là một cơ cấu quan trọng để đưa khái niệm nhà tiêu sinh thái vào cộng đồng. Nếu những gia đình này hài lòng với những nhà tiêu, tiếng ồn sẽ lan nhanh. Nên khuyến khích những gia đình này làm việc với nhau và học hỏi lẫn nhau bằng cách chia sẻ kinh nghiệm thành công và thất bại. Sự hợp tác này có thể làm giảm bớt sự chê cười và phản đối của các thành viên khác trong cộng đồng.

Tốt nhất là làm việc với các tổ chức của nhân dân địa phương đã thành công và nổi tiếng trong cộng đồng. Các tổ chức này thường chấp nhận cải tạo cộng đồng

của họ vì lợi ích của mọi người cũng như là của môi trường. Họ có thể bắt đầu phân tích các vấn đề ở phạm vi địa phương và triển khai các biện pháp để khắc phục chúng; và họ cũng có thể có các kỹ năng xã hội và chính trị để đối phó với sự chống đối trong cộng đồng.

❖ **Chọn lựa và áp dụng kỹ thuật**

Khi xúc tiến nhà tiêu sinh thái điều quan trọng là phải đưa ra **những giải pháp để chọn lựa** và khuyến khích người dùng chọn cái thích hợp nhất cho cộng đồng của họ. Để làm được điều này họ cần có thông tin đầy đủ về sự thuận lợi và bất lợi của chúng gồm cả mối tương quan lâu dài với sức khỏe và môi trường. Hệ thống nhà tiêu sinh thái khử nước và ủ hỗn hợp phải được thực hiện như là một giải pháp thay thế cho hệ thống dùng nước cổ điển *chứ không phải là kỹ thuật trung gian*. Ở vài nơi tại Châu Mỹ La tinh, nhà tiêu khô được coi như một cách giải quyết ở nông thôn và ám chỉ rằng chúng là nhà tiêu của người nghèo, có phần nào thấp kém hơn nhà tiêu dội nước, điều đó không đúng.

Đặc biệt là khi các kỹ thuật được vay mượn từ bối cảnh vật chất và văn hoá khác thì điều quan trọng là phải liên kết người sử dụng ở địa phương vào giai đoạn thử nghiệm, qua đó hệ thống mới được kiểm tra và thay đổi để hợp với thói quen văn hóa địa phương và điều kiện môi trường. Thành công lâu dài và sự bền vững của chương trình tùy thuộc vào hiệu quả của giai đoạn này.

Nhà tiêu hai ngăn Việt nam đã trải qua hàng loạt áp dụng để phù hợp với bối cảnh văn hóa ở Châu Mỹ La tinh. Chẳng hạn bộ tiêu bệt tách nước tiểu đầu tiên được phát triển ở Guatemala để đáp ứng mong mỏi của văn hóa địa phương vốn thích ngồi bệt hơn là ngồi xổm. Dự án Sirdo Seco ở Mêhicô (phần 3.2.3) đã rút ra một số chi tiết thiết kế từ nhà tiêu Clivus Multrum, nhà tiêu hai ngăn Việt Nam và các thí nghiệm của Uno Winblad với nhà tiêu sấy nóng bằng mặt trời ở Tanzania năm 1974-1977.

Cuối cùng, việc đưa các nhà tiêu vào nơi công cộng như trường học hay gần bệnh viện thường dẫn đến thất bại vì thường thì không ai chịu trách nhiệm về nhà tiêu công cộng. Nguy cơ này càng tăng lên trong trường hợp nhà tiêu sinh thái vì chúng đòi hỏi sự hiểu biết và bảo quản của người dùng hơn là nhà tiêu chìm cổ điển.

❖ **Thực hiện chương trình từng giai đoạn**

Lịch sử chuyển giao kỹ thuật đã có nhiều thí dụ về các chương trình đã mắc sai lầm khi người làm kế hoạch hay các chính trị gia cố gắng đi quá nhanh mà không lưu ý đến sự tham gia và hiểu biết của người dùng, nhà tiêu sinh thái không phải là một ngoại lệ.

Tốt hơn là hãy bắt đầu bằng các dự án **thí điểm** phạm vi nhỏ qua đó các thiết bị nhà tiêu sinh thái khác nhau có thể được đánh giá. Trong giai đoạn **chứng minh**

cho số đông khán giả là kỹ thuật đó hoạt động động được, các khía cạnh xã hội của giải pháp có thể được điều chỉnh. Sau cùng như César Anovre ở Mêhicô đã chứng tỏ rằng muốn **phổ biến rộng rãi** cần có một sản phẩm hấp dẫn và khả thi khả dụng, một sự liên minh chiến lược nhằm thúc đẩy một sự chuyển đổi toàn diện về nhận thức và một số cải cách thường xuyên. Cũng cần có sự theo dõi đều đặn để giám sát các chỉ tiêu thử nghiệm và để bảo đảm rằng những điều chỉnh và thay đổi cần thiết đã được thực hiện.

#### **4.5.2 Giáo dục và huấn luyện cộng đồng và người đôn đốc thực hiện nhà tiêu sinh thái.**

Để đảm bảo rằng mọi người liên quan đạt được sự cam kết và có khả năng để xây dựng, vận hành và bảo quản một hệ nhà tiêu sinh thái thì thường cần phải tuyển mộ và chuẩn bị một lực lượng nòng cốt những **người hỗ trợ** và đôn đốc thực hiện nhà tiêu sinh thái. Những người này có thể trong cơ quan hay cộng đồng, tự nguyện hay có lương. Thường họ sẽ gắn với các chương trình hưởng về các phạm vi khác, chẳng hạn như cấp nước, sức khỏe, nông nghiệp hay môi trường. Thực vậy những nhóm liên ngành có tổ chức này có thể rất hữu ích trong việc thiết lập các chương trình nhà tiêu sinh thái bền vững và họ đáng được khuyến khích (xem “Chiến lược hợp nhất và chia sẻ” dưới đây).

Để trang bị cho đội hỗ trợ nhà tiêu sinh thái một cách đầy đủ phải chú ý cân đối ba chiến lược giáo dục bổ sung cho nhau: học tập chủ động, chia sẻ thông tin và huấn luyện kỹ năng. Mức độ nhấn mạnh vào hướng này hay hướng khác tùy thuộc vào nền văn hóa hoặc hoàn cảnh riêng. Chẳng hạn, việc sử dụng các phương pháp học tập chủ động sẽ rất quan trọng nơi mà việc tách nước tiểu và khái niệm tái sử dụng còn xa lạ hay không chấp nhận được. Ngược lại các nền văn hóa có động cơ thúc đẩy cao, không có sự chống đối cơ bản hay cấm kỵ liên quan đến việc tách nước tiểu hay dùng lại phân người thì chỉ đòi hỏi thông tin về giải pháp nhà tiêu đó và sự rèn luyện kỹ năng cần thiết để biết cách làm nhà tiêu và theo dõi sự hoạt động của chúng. Dù có kết hợp thế nào đi nữa thì điều quan trọng đặc biệt là phải duy trì một giải pháp liên ngành cho phép người sử dụng hòa nhập nhà tiêu sinh thái vào văn hóa và cách sống địa phương.

#### **❖ Học tập chủ động**

Việc sử dụng hữu hiệu các phương pháp học tập chủ động có thể rất quan trọng đối với sự thành công của chương trình nhà tiêu sinh thái cũng như là các chương trình vệ sinh và môi trường nói chung. Các biện pháp này làm cho người sử dụng tham gia vào quá trình nhận diện các vấn đề về nhu cầu của họ, lập kế hoạch và tìm hướng giải quyết, giám sát các tác động về môi trường và sức khỏe. Sự tham gia của người sử dụng là cơ sở để điều chỉnh hệ thống.

#### **Khung 4.2 San Luis Beltrán**

San Luis Beltrán là một khu phố ở phía bắc ở thành phố Oaxaca, Mêhicô. Dân cư ở San Luis hy vọng có được một hệ thống cống dẫn phân nhưng điều này vượt quá khả năng ngân sách của họ hay của thành phố.

Vào cuối những năm 1980, một kỹ thuật gia từ Espacios Culturales de Innovación Tecnológica, một tổ chức chính phủ đã thành công trong việc thuyết phục một số ít gia đình lắp đặt nhà tiêu khô tách nước tiểu. Khởi đầu 35 nhà tiêu được xây dựng với sự giúp đỡ của bộ Công Trình Công Cộng. “Lúc đầu chúng tôi nghi ngại không biết chúng có hoạt động không”, ông chủ tịch uỷ ban địa phương Don Jeronimo nói, “nhưng khi người ta thấy rằng chúng hoạt động tốt, không có mùi, không có ruồi thì họ rất thích có một nhà tiêu khô”.

Được thúc bởi sự thành công ở giai đoạn đầu, các cư dân ở đó đã xây thêm 140 cái nữa với sự hỗ trợ của chủ tịch thành phố. Chỉ hơn hai năm, San Luis trở thành cộng đồng đầu tiên ở Oaxca, và có lẽ cả Mêhicô, đã giải quyết xong vấn đề thải phân. Năm năm sau nhà cầm quyền thành phố đã đề nghị lắp đặt một hệ thống cống dẫn phân ở San Luis Beltrán nhưng bị cộng đồng phản đối vì họ đã thấy rõ mối lợi của hệ thống khô.

Chẳng phải chỉ là mối quan tâm về môi trường đã thúc đẩy dân ở San Beltrán chấp nhận một nhà tiêu khô. Chủ yếu là họ muốn tránh một sự đối đầu với dân cư sống ở khu vực dưới dòng sông. Họ biết rõ về mối mâu thuẫn trầm trọng đã nảy sinh trong các trường hợp tương tự, khi mà một cộng đồng phải nhận lãnh nước cống chưa xử lý đổ ra từ những nhà dân sống ở trên dòng.

Vì nhà tiêu khô được thực hiện ở San Luis nên sông ít bị ô nhiễm và nước an toàn hơn. Thái độ của dân chúng đã thay đổi: không ai thích cống dẫn phân nữa. Người ta hài lòng về sự hiệu quả của nhà tiêu khô và họ luôn cải tiến chúng- họ thực sự thích dùng.

Hệ nhà tiêu sinh thái được chấp nhận ở San Luis Beltrán đã lọt vào mắt Clara Sherer, vợ ông thống đốc Oaxaca, chủ tịch ban phúc lợi xã hội. Bà ta bắt đầu thúc đẩy phát triển nhà tiêu khô qua con đường nhà nước lẫn phi chính phủ và hiện nay có hơn 27000 nhà tiêu sinh thái đã đăng ký ở bang.

*César Anovre (1998): thông tin cá nhân.*

Các phương pháp học tập chủ động với sự tham gia và chia sẻ của học viên cũng có thể cải thiện mối liên lạc giữa cộng đồng và giữa cộng đồng với cơ quan hỗ trợ.

Các cá nhân và cộng đồng có các đặc tính và cách hoạt động riêng mà các cơ quan phải lắng nghe, hiểu và kính trọng. Để thực hiện thành công cần phải cân đối giữa kiến thức truyền thống địa phương và sự thành thạo bên ngoài.

Một thuận lợi khác của giải pháp học tập chủ động là nó có khả năng kích thích lòng tự tin và sự sáng tạo của các thành viên trong cộng đồng.

Các nhân viên kỹ thuật và thực địa của chương trình nhà tiêu sinh thái ở El Salvador đã được huấn luyện bằng phương pháp học tập chủ động Sarar (là phương pháp huấn luyện bằng cách nâng cao lòng tự trọng, sức mạnh của sự liên kết, tính tháo vát, lập kế hoạch hành động, tinh thần trách nhiệm)<sup>(11)</sup>. Chiến lược giáo dục toàn diện mới nổi lên này đã hợp nhất việc xây dựng, sử dụng, quản lý nhà tiêu khô với vệ sinh cá nhân và nhà tiêu sinh thái. Nó chứng tỏ rằng việc thúc đẩy sự chấp nhận và duy trì bền vững của các biện pháp vệ sinh môi trường đã chọn là rất quan trọng. Một sản phẩm quan trọng của quá trình học tập chủ động này là nó tạo nên một đội ngũ giảng viên trong nội bộ cơ quan, những người đi đầu trong việc phát triển phương pháp học tập chủ động, họ sẽ huấn luyện cho nhân viên của những cơ quan khác cũng như bộ phận khác, áp dụng và làm ra tài liệu học tập chủ động mới mẻ.

❖ *Chia sẻ thông tin.*

Những người có hiểu biết sẽ làm theo, chấp nhận thay đổi hành vi cũng như việc tiếp cận được thông tin thích hợp sẽ dẫn đến quyết định của cộng đồng. Sự trao đổi thông tin này được tăng nhanh qua quá trình tham gia và mạng lưới xã hội. Thông tin đại chúng (loa, đài) và phương pháp tiếp thị xã hội có thể làm phong phú thêm lượng thông tin đã có trong hệ thống kiến thức truyền thống. Sự tuyên bố xác nhận công khai của các nhà lãnh đạo được kính trọng cũng rất có ích như là các chiến dịch thông tin do cơ quan nhà nước, các tổ chức phi chính phủ và nhà thầu tư nhân thực hiện.

Ngôn ngữ có thể đóng vai trò quan trọng trong bất cứ chiến lược giáo dục hay đơn đốc thực hiện nào. Cái tên đặt cho một thiết bị hay hệ thống sẽ làm cho ta nhận thức về nó có thiện cảm hay không. Ví dụ nên dùng nhà tiêu để chỉ thiết bị nhà tiêu sinh thái thay từ thường dùng trước đây là “hố xí” vì nó ngang với cái nhà hôi hám ở cuối vườn. Những cố động viên khôn ngoan sẽ tránh dùng từ nặng nề thụ động như thế.

❖ *Huấn luyện kỹ năng.*

Việc thực hiện thành công chương trình nhà tiêu sinh thái đòi hỏi sự thay đổi ở niềm tin và thói quen của người sử dụng cũng như là cách suy nghĩ các viên chức.

Đặc biệt là hệ nhà tiêu sinh thái ở phạm vi lớn trong thành phố đòi hỏi sự huấn luyện thích hợp ở mọi mức độ:

- Nhà cầm quyền địa phương và các chuyên viên thực địa phải được huấn luyện thích đáng về các nguyên lý, các giải pháp kỹ thuật, sự thuận tiện và các hạn chế của hệ thống nhà tiêu sinh thái.
- Những nhân viên thực địa cần được huấn luyện thực tiễn về việc xây dựng và quản lý hệ nhà tiêu sinh thái cũng như là phương pháp chuyển giao.
- Các thành viên trong gia đình và cộng đồng phải có được kỹ năng xây dựng, hoạt động và bảo trì thiết bị nhà tiêu sinh thái.

Giải pháp học tập qua thực hành phải gồm có các cuộc hội thảo chủ động, chuyên đề và hội họp cũng như sự huấn luyện trao tay rộng rãi hơn.

Việc xúc tiến thực hiện nhà tiêu sinh thái cũng cho ta cơ hội để gia tăng sự hiểu biết của dân về vệ sinh. Sự vận hành và bảo quản nhà tiêu khử nước ở Châu Mỹ tại một số cộng đồng đã đạt mức độ rất đáng kể. Ở đó người ta đã thực hiện các chương trình vệ sinh với sự kết hợp thông tin về thực hành vệ sinh với các dự án chứng minh, sự tham gia của người sử dụng trong việc lựa chọn thiết bị vệ sinh và các hành động có mục tiêu để tăng cường các thói quen mới. Trong các cộng đồng nơi mà sự huấn luyện các thành viên gia đình để quản lý các tiện nghi vệ sinh của họ bị xao nhãng thì tình trạng nhà tiêu vẫn tiếp tục tồi tàn.

#### **4.5.3 Bộ khung cơ quan.**

Cần có nhiều cơ quan khác nhau tham gia vào việc triển khai thúc đẩy và hỗ trợ hệ thống nhà tiêu sinh thái. Sự sắp xếp tổ chức thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào bối cảnh của địa phương và quốc gia. Ở một số nước, chương trình này hầu hết là do tổ chức nhà nước thực hiện trong khi ở nước khác là do ngành thương mại hay các tổ chức phi chính phủ .

#### **❖ Các tổ chức phi chính phủ và địa phương.**

Để phát triển hệ thống nhà tiêu sinh thái không tập trung, người ta thường dựa vào các **tổ chức địa phương** để thúc đẩy, xây dựng, giám sát và đánh giá các tiện nghi đó. Sự hiểu biết của họ về các điều kiện ở địa phương, đặc biệt là các thói quen trong gia đình rất quan trọng cho việc xúc tiến việc triển khai và quản lý. Hơn nữa, các tổ chức này có khả năng đưa vào địa phương những thực hành mới, điều tra việc thực hiện trong gia đình, huy động tài nguyên địa phương và ảnh hưởng đến cách cư xử của thành viên trong cộng đồng .

Sự khen thưởng và khuyến khích của các **tổ chức chính trị hay tôn giáo** địa phương có thể là vốn quý trong việc thúc đẩy phát triển và quản lý hệ thống nhà tiêu sinh thái. Nếu có nhiều người thuộc về một giáo phái đặc biệt nào như ở Hermosa Provincia ( một khu dân cư có lợi tức thấp ở San Salvador, xem phần

3.1.2) thì sự tán thành về giải pháp nhà tiêu sinh thái mới của họ có thể dẫn đến mức độ chấp nhận cao và bảo trì lâu dài.

Các tổ chức địa phương được tin cậy có thể giúp khuyến khích cộng đồng chấp nhận các giải pháp khác trước - thậm chí là sự lựa chọn đó không hợp với nguyện vọng ban đầu của gia đình. Sự vận hành và nhu cầu bảo quản lâu dài các công trình vệ sinh đòi hỏi mọi sự tham gia tích cực của các tổ chức cộng đồng . Ở Hermosa Provincia các nhà lãnh đạo cộng đồng theo dõi sự sử dụng và bảo quản nhà tiêu sinh thái của gia chủ và phạt các gia đình không chăm sóc cẩn thận .

**Các tổ chức phi chính phủ quốc tế và địa phương** rất lý tưởng cho việc xúc tiến các giải pháp vệ sinh sinh thái, đặc biệt là trong giai đoạn thí điểm và thực nghiệm ban đầu. Các tổ chức phi chính phủ thường có sự tin tưởng và quan hệ rộng rãi với cộng đồng và có sự linh động trong việc áp dụng các giải pháp và các kỹ thuật cho phù hợp với nhu cầu của người sử dụng.

❖ **Các cơ quan nhà nước**

Sự cam kết mạnh mẽ của chính quyền rất cần thiết trong nỗ lực để đạt được chỉ tiêu, đặc biệt là ở các khu vực thành phố nơi mà bộ khung thường trực hợp pháp có thể là yếu tố quyết định trong việc xây dựng hệ thống vệ sinh . Mặc dù việc giới thiệu và sử dụng hệ nhà tiêu sinh thái hữu hiệu tùy thuộc phần lớn vào sự khởi xướng của cộng đồng, sự tham gia của chính quyền trung ương và địa phương rất cần thiết để mở rộng và duy trì giải pháp. Chẳng hạn một cuộc nghiên cứu gần đây về chương trình quản lý chất thải rắn của cộng đồng đã thấy rằng khả năng duy trì và nhân rộng sẽ lớn hơn nếu có sự quyết tâm cao về chính trị và nếu có những quyết định của chính quyền ủng hộ một cách rõ ràng cho các nỗ lực của cộng đồng. Cuộc nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các tổ chức thứ hai đảm nhiệm việc chuyên chở và thải bỏ chất thải rắn thường không phải là nguồn lực của cộng đồng ngay cả khi họ đã thành công trong việc tổ chức một chương trình thu gom ban đầu.

Trái lại, trong trường hợp các cơ quan nhà nước quá quan liêu hay thối nát thì trước hết phải xây dựng một cơ chế để loại bỏ chúng.

❖ **Các ngành thương mại và tư nhân.**

**Các nhà thầu độc lập và các nhóm cố vấn** có một động cơ kinh tế rõ ràng để thấy rằng sản phẩm hay dịch vụ của họ được thừa nhận và đang có nhu cầu. Thật vậy, đi một bước xa hơn, César Anovre ở Mêhicô đã đề nghị rằng một trong những điều chủ chốt để duy trì lâu dài hệ nhà tiêu sinh thái là củng cố mối quan hệ đã có giữa các cộng đồng nhỏ và những người thợ xây dựng nhà tiêu. Trong nhiều dự án vệ sinh môi trường trên khắp thế giới người ta đã thấy rằng các nhà xây dựng hành nghề ở địa phương có một vai trò chiến lược là những người xúc tiến.

❖ **Các tổ chức phát triển quốc tế và những nhà tài trợ**

Cùng với vai trò là người sáng lập của chương trình nhà tiêu thí điểm mới mẻ, các tổ chức quốc tế có ảnh hưởng tới các viên chức nhà nước và tạo ra một cơ cấu chính sách thuận lợi. Chẳng hạn Unicef đã đóng vai trò quan trọng ở El Salvador như là một nhà tài trợ bên ngoài và giúp cho sự hợp tác giữa các cơ quan, huấn luyện và trợ giúp kỹ thuật.

Tương tự, tổ chức Hoà Bình Xanh đã giúp mang lại sự thay đổi ở Micronesia, và chương trình Sanres được tài trợ bởi Sida đã hoạt động toàn cầu- đặc biệt trong giai đoạn khởi xướng, hỗ trợ nghiên cứu kỹ thuật, phát triển mạng lưới.

❖ **Các trường kỹ thuật, viện nghiên cứu và hiệp hội chuyên nghiệp**

Các viện nghiên cứu và trung tâm kỹ thuật có vai trò rất quan trọng trong việc thử nghiệm, áp dụng và giám sát chất lượng của kỹ thuật mới và sự hoạt động của chúng. Ví dụ, Cemec ở Guatemala đóng vai trò chính trong việc giới thiệu đưa vào sử dụng nhà tiêu phân hủy 2 ngăn kiểu Việt Nam cho Châu Mỹ.

Khi dự án hoàn thiện cần chú ý đến việc tác động đến chính sách và tiêu chuẩn của khu vực qua việc huấn luyện nhân viên kỹ thuật và tìm được sự hỗ trợ của các hội chuyên nghiệp, như là các hội kiến trúc sư, kỹ sư, cơ quan y tế cộng đồng và các nhà nông nghiệp.

Đặc biệt khi thực hiện các chương trình ở thành phố thì nên suy nghĩ tới một chiến lược để liên kết các cơ quan này với nhau. Ở Cuernavaca, Mêhicô mới đây người ta xem đó là một chiến thắng quan trọng khi hội kiến trúc sư địa phương đã vận động thành công chính quyền thành phố cấp giấy phép xây dựng một khu dân cư thành thị có lợi tức trung bình có cả một hệ thống nhà tiêu sinh thái trong nhà. Việc này đã thiết lập một tiền đề quan trọng cho các chiến lược tương lai mà có thể gồm cả việc giảm giá cho các gia đình sử dụng hệ nhà tiêu sinh thái bảo tồn nước.

❖ **Chiến lược liên kết và chia sẻ**

Một số chương trình nhà tiêu sinh thái mạnh nhất đã phát triển các chiến lược liên kết hệ nhiều cơ quan lại với nhau cùng một lúc. Một trong những ví dụ tốt nhất là ở El Salvador:

- Các tổ chức phi chính phủ quốc tế và địa phương làm việc ở mức độ thành phố và nhân dân.
- Bộ Y tế đi đầu trong việc nghiên cứu và triển khai, huấn luyện và xúc tiến sự triển khai.
- Unicef với sức tài trợ của Sida đã giúp mang lại sự thay đổi.

- Sanres đã cung cấp các hướng dẫn kỹ thuật và đồng tài trợ cho các khóa huấn luyện và hội thảo quốc tế .

Đặc biệt là ở thành phố, trách nhiệm phải được xác định rõ ràng. Chẳng hạn, cộng đồng hay chính quyền địa phương sẽ chịu trách nhiệm thiết lập các hướng dẫn hoạt động và giám sát sự hoạt động an toàn của hệ thống ở phạm vi gia đình. Nếu cần, một hệ thống khuyến khích và khen thưởng sẽ phải được phê chuẩn và đẩy mạnh.

Một tổ chức cộng đồng tự quản hay một nhà thầu tư nhân chịu trách nhiệm thu gom, xử lý, phân phối và bán phân và nước tiểu đã được thanh lọc. Nhân viên thu gom có trách nhiệm giám sát các nhà tiêu gia đình.

Cho dù có sắp xếp thế nào đi nữa thì về lâu dài điều quan trọng là phải kết hợp giữa sáng kiến của cộng đồng và các quyết định chính thức.

#### **4.5.4 Sự xem xét về tài chính**

Việc đưa vào hệ thống nhà tiêu sinh thái nhất định sẽ hạ thấp tổng chi phí của hoạt động thanh trừ phân ở thành phố. Cống rãnh, nhà máy xử lý và sự tổ chức thải bỏ bùn cống sẽ tốn kém hơn nhiều lần một hệ thống nhà tiêu sinh thái. Điều này đặc biệt quan trọng cho các nước ở thế giới thứ ba nơi mà các cơ quan dịch vụ hoặc công trình công cộng gặp những khó khăn về tài chính. Hệ thống nhà tiêu sinh thái đòi hỏi ít sự đầu tư hơn vì chúng không cần nước để dội hoặc cống dẫn phân , không cần nhà máy xử lý và các hệ thống để thải bùn cống độc hại. Tuy nhiên, hệ thống nhà tiêu sinh thái sẽ cần nhiều chi phí để thông tin, huấn luyện, giám sát và theo dõi hơn hệ thống nhà tiêu thường. Hơn nữa, một hệ thống nhà tiêu sinh thái thành phố sẽ phát sinh thêm một số chi phí mà thường không có ở các dự án nhà tiêu sinh thái nhỏ ở nông thôn. Chẳng hạn như thu gom an toàn, vận chuyển, lưu trữ nước tiểu và hỗn hợp đã khử nước hay ủ hỗn hợp từ các thiết bị (ngược lại, giá trị kinh tế của phân bón cũng rất đáng kể).

**Khung 4.3 “Vấn đề tài chính”**

**Việc thiếu hụt nguồn tài chính không phải là vấn đề duy nhất khiến cho cần phải có một kiểu mẫu dịch vụ thanh trừ phân và cung cấp nước mới. Thông thường “Vấn đề tài chính” không thực sự chỉ là một sự thiếu hụt tài chính nhưng còn là do chi tiêu không đúng chỗ, kỹ thuật không phù hợp hay các tình huống xã hội kinh tế khác nhau dẫn đến cách giải quyết đắt tiền và thiếu hiệu quả. Tương lai hứa hẹn nhiều cho các vấn đề này. Chỉ có tiền thôi thì không giải quyết được vấn đề hiểm nước. Cái cần thiết là cần có một giải pháp khác cho công tác vệ sinh môi trường và cung cấp nước sạch.**

*KalbermaHen, JM và Middleton RN (1992): Hướng dẫn việc cung cấp nước và giải quyết chất thải, Washington DC.*

Việc thanh trừ phân có thành công hay không là tùy thuộc vào tài chính có vững vàng hay không. Trên nguyên tắc, các gia đình phải trả đủ tiền đầu tư, hoạt động và bảo trì để bảo đảm duy trì một hệ thống nhà tiêu sinh thái ở địa phương. Trong thực tế, các chương trình nhà tiêu ngoại thành liên quan đến các mô hình giới thiệu miễn phí hay được trợ cấp cao hầu như là thất bại mỗi khi người dân trông chờ một cách sai lầm về chi phí của hệ thống.

Trợ cấp ban đầu không nên thay đổi nhiều so với cấu trúc giá cả dài hạn. Nhiều gia đình có thể chấp nhận một nhà tiêu miễn phí rồi chỉ để bỏ nó. Sự sẵn lòng đóng góp của mình hơn là dựa vào tài chính bên ngoài cho thấy một cách rõ rệt sự chấp nhận của người dùng và kéo dài sự thành công.

Trong các chương trình ở thành thị đòi hỏi các dịch vụ hỗ trợ phạm vi lớn, việc thu tiền trở thành vấn đề quan trọng. Để cải tiến việc thu tiền, việc chi trả có thể được thực hiện bởi các cơ quan tài chính (ngân hàng hay hợp tác xã) hay một tổ chức phi chính phủ ở địa phương mà người sử dụng nhà tiêu tin tưởng hơn.

Một số quỹ nên được giữ lại bởi các tổ chức cộng đồng để mở rộng, huấn luyện và giám sát các hoạt động. Một phần khác có thể chuyển cho quỹ tín dụng nhằm vào việc tài trợ cho các dự án nhà tiêu sinh thái mới hoặc cải thiện các dự án đã có. Nếu có thể một số quỹ nên dành cho việc nghiên cứu và phát triển vì ít có quỹ độc lập cho những nghiên cứu khoa học có chất lượng.

## 5.

### NHÌN VỀ TƯƠNG LAI

Trong phần đầu cuốn sách chúng ta đã giải thích những điều thường được biết về hệ thống nhà tiêu sinh thái, cái mạnh và điểm yếu của chúng. Chúng ta đã khuyên làm thế nào để làm cho hệ thống nhà tiêu sinh thái hoạt động được với sự quan tâm về cách chọn lựa, thiết kế và quản lý các thiết bị, các hệ thống cho gia đình và chia sẻ sự hiểu biết của chúng ta về cách thúc đẩy phát triển và hỗ trợ rất cần cho sự thành công của chúng. Nhưng làm thế nào nhà tiêu sinh thái có thể hoạt động được ở phạm vi lớn, chẳng hạn như cả thành phố và làm thế nào các thành phố có thể giải quyết số phân đó một cách an toàn, vệ sinh và biến nó thành nguồn lợi cho xã hội và môi trường rộng lớn hơn.

Vì hiện nay chỉ có một vài ví dụ điển hình ở phạm vi lớn nên chưa có thể rút ra kết luận được. Để áp dụng mô hình ở phạm vi lớn cho một thành phố, chúng ta bắt buộc phải phát họa ra một bức tranh tương lai xem chúng hoạt động ra sao.

#### 5.1 Viễn cảnh

Các thành phố tiêu biểu trong các nước đang phát triển sẽ có các khu vực giàu có với đủ tiện nghi hiện đại, các khu nghèo hơn, những khu định cư phát triển nhanh và các khu vực nông thôn bao quanh với các nông trại và vườn rau. Cũng tiêu biểu như vậy, nhiều thành phố thiếu nước ngọt trầm trọng và phải quan tâm nhiều đến việc giữ gìn chất lượng nước ngầm và nguồn nước bề mặt. Chính quyền thành phố ở các nước đang phát triển cũng như là hầu hết những người sống trong thành phố và các vùng nông thôn xung quanh đều thiếu tiền. Thêm vào đó, nhiều vùng của thành phố rất đông dân rất nhiều khu vực nghèo của thành phố phát triển không có quy hoạch vì thế đường sá giữa các ngôi nhà rất chật hẹp và có địa thế khó khăn.

Thành phố tưởng tượng của chúng ta như vậy có tính chất khá tiêu biểu. Trong thành phố này chính quyền thành phố rất tiến bộ. Chính quyền thành phố thực sự quan tâm về phúc lợi của tất cả các công dân và cố gắng điều hòa quyền lợi của mọi người. Các nhà lãnh đạo thành phố đã tâm niệm với tuyên ngôn Rio và cố gắng đưa ra các quyết định phải lẽ dựa vào nguyên tắc công bằng và duy trì chất lượng môi trường. Họ tìm kiếm một giải pháp cho vấn đề giải quyết phân tòi tàn, họ phản đối việc xử lý phân bằng ống dẫn tập trung vì họ không có nước để dội và cũng chẳng có ngân sách để đầu tư vào cống rãnh, trạm bơm và nhà máy xử lý. Vì họ quan tâm đến chất lượng nước ngầm nên họ cũng quyết định chống lại nhà tiêu chum hay dội nước. Họ cũng quan tâm đến việc tận dụng các nguồn lực địa phương và khả năng xây dựng ở địa phương. Cả hai điều rất quan trọng cho sự

duy trì lâu dài. Họ không muốn dựa hết cả vào sự trợ giúp từ bên ngoài dưới dạng vật liệu hay một phần ngân sách.

Các nhà lãnh đạo thành phố nhận ra rằng họ cần một hệ thống nhà tiêu để phục vụ mọi công dân vì thế nó không thể quá đắt. Họ còn phải xem xét điều kiện khí hậu, địa hình, điều kiện nước ngầm, mật độ dân số, mô hình định cư, điều cấm kỵ và thói quen đi tiêu hiện hữu để chọn ra một hệ thống của họ.

Họ đã chọn một hệ thống nhà tiêu dựa vào cách xử lý phân người và rác thải trong nhà, không tập trung. Gánh nặng về bảo quản trên các chủ nhà sẽ phải được giảm thiểu bằng các hợp đồng dịch vụ và thu gom công cộng. Các trạm tái sử dụng kim loại, giấy, chất dẻo, rác hữu cơ trong nhà bếp, ngoài vườn và phân người sẽ được xây dựng cho từng khu dân cư. Trên nền tảng của các quyết định này họ chọn một hệ nhà tiêu sinh thái cho phép họ tái sử dụng một cách an toàn chất thải nhà bếp và nước tiểu với phân người đã được làm sạch cho các khu vườn nhỏ trong thành phố và các nông trại. Hệ thống mà họ chọn nhằm mục đích để tái sử dụng chất thải của con người, hệ thống đó có chỗ tách nước tiểu do đó nước tiểu được thu gom riêng rẽ với phân đã làm sạch.

Các trạm tái chế đã được xây dựng ở các vùng lân cận và ngày nay các công nhân thu đi thu gom nước tiểu và rác bếp hữu cơ ở các gia đình theo một thời gian biểu được quyết định bởi cộng đồng. Phân đã được làm an toàn được thu gom sáu tháng một lần từ nhà tiêu và được mang đến trạm tái chế. Sau khi đã xử lý bước đầu (khử nước) trọng lượng của phân sạch phần nào sẽ giảm nhiều và chúng sẽ an toàn và vô hại đối với các công nhân. Điều này làm cho việc thu gom dễ dàng hơn, nhất là những khu có đường sá chật hẹp, phải dùng xe đạp và xe bò để thu gom.

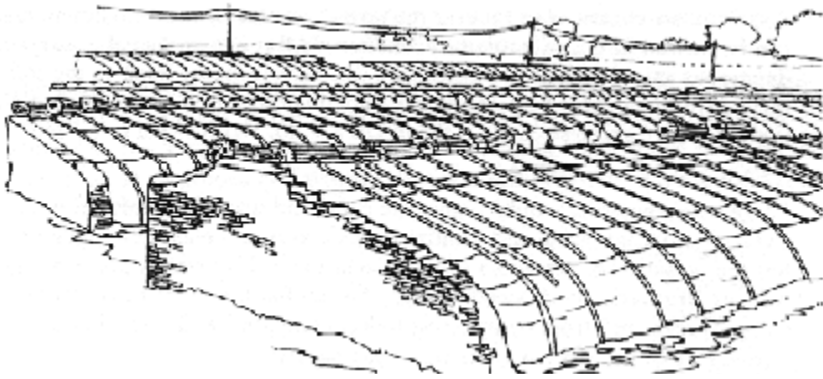
Ở trạm tái chế, phân đã xử lý sơ bộ được xử lý lần hai bằng cách ủ hỗn hợp ở nhiệt độ cao để tiêu diệt hoàn toàn tác nhân gây bệnh.

Nước tiểu thường được chứa gần nhà tiêu và được dùng trong vườn nhà hay trong các vườn rau, trên mái nhà (xem khung 2.1)

Nước tiểu dư thừa hay nước tiểu ở những hộ không muốn dùng tại chỗ được thu gom hàng tuần, chứa trong những cái bồn ở trạm tái chế, sau đó được làm sạch và bán làm phân bón lỏng cho các nhà làm vườn hay nhà nông ở trong và quanh thành phố. Trong mùa lạnh các nhà nông đang sản xuất rau trong các nhà kính vẫn có nhu cầu về phân bón bằng nước tiểu.

Phân sạch được bán để làm chất điều hoà cho đất. Người ta thấy rằng các sản phẩm này cũng tốt như là phân bón thương mại nhưng rẻ hơn nhiều. Số tiền được trả bởi nhà nông và nhà làm vườn thành phố sẽ gây quỹ tiền lương cho công nhân ở trạm tái chế và vì vậy các gia đình không phải trả tiền thu gom. Mỗi trạm tái chế đã tạo nên rất nhiều công việc cho dân địa phương.

Toàn bộ hệ thống được hỗ trợ bởi chương trình giáo dục và huấn luyện cho cả các gia đình lẫn công nhân ở trung tâm tái chế. Các công nhân thu gom được huấn luyện trong việc hướng dẫn và theo dõi các gia đình. Nếu khi thu gom họ thấy một vấn đề trong nhà tiêu của các gia đình, công việc của họ là bàn bạc với chủ nhân và cố gắng sửa sai ngay tại chỗ. Thêm vào đó, chính quyền thành phố đã có một kế hoạch theo dõi thường xuyên các trung tâm tái chế và phân bón được sản xuất.



**Hình 5.1** Với việc sản xuất rau trong nhà kính, người ta vẫn cần có phân bón bằng nước tiểu trong mùa lạnh.

Ở đây nước tiểu và phân đã xử lý được kiểm tra định kỳ để đảm bảo an toàn cho sức khỏe cộng đồng.

Một thành quả của chương trình giáo dục hệ thống nhà tiêu mới là nhiều hành vi vệ sinh được quan tâm hơn bao giờ hết. Rửa tay, vệ sinh thực phẩm, chăm sóc trẻ em để ngăn ngừa bệnh tiêu chảy được quan tâm nhiều hơn. Một mối lợi khác là các phương pháp học tập chủ động đã được sử dụng với cộng đồng để quy hoạch và thiết lập các trung tâm tái chế nay lại được sử dụng bởi các nhóm cộng đồng để thảo luận về những vấn đề phát triển khác.

## **5.2 Những lợi thế của nhà tiêu sinh thái.**

Nếu như viễn cảnh này của nhà tiêu sinh thái biến thành sự thật thì nó sẽ đem lại nhiều thuận lợi cho môi trường, gia đình và thành phố. Để kết thúc quyển sách này chúng tôi xin tóm tắt những thuận lợi sau đây:

### 5.2.1 Thuận lợi cho môi trường

Nếu như nhà tiêu sinh thái có thể được chấp nhận trên quy mô lớn nó sẽ bảo vệ nguồn nước ngầm, sông suối, hồ và biển của chúng ta khỏi bị ô nhiễm do phân. Số lượng nước tiêu thụ ít đi. Nông dân sẽ cần ít phân bón đất liền ở thị trường mà hầu hết số phân bón này sẽ bị rửa trôi khỏi đất để đi vào nước do đó sẽ góp phần làm suy thoái môi trường.

Nhà tiêu sinh thái cho phép chúng ta sử dụng nước tiểu làm phân có giá trị cao. Số lượng 400-500 lít nước tiểu sản xuất bởi một người trong 1 năm chứa đủ chất dinh dưỡng để sản xuất ra 250kg lúa, đủ để nuôi một người một năm. Nước tiểu có nhiều nitơ, photpho và kali, khoảng 90% giá trị phân bón của chất bài tiết của con người là ở nước tiểu. Khi sử dụng nước tiểu ở dạng thuần nhất để làm phân bón sẽ dễ dàng và an toàn hơn là dùng hỗn hợp nước tiểu và phân. Nước tiểu có thể pha loãng với nước và tưới trực tiếp vào vườn rau và cánh đồng hay để dành trong các bồn chứa dưới đất để dùng dần.

Hệ thống nhà tiêu sinh thái cũng cho phép chúng ta khôi phục lại giá trị của phân. Phân người có thể thành chất điều hòa cho đất có giá trị. Nhưng vì phân cũng có thể chứa các vi trùng rất nguy hiểm nên trước khi chúng ta tái sử dụng phân vào đất, các tác nhân gây bệnh phải được tiêu diệt. Nếu phân không trộn lẫn với nước tiểu và nước thì việc tiêu diệt mầm bệnh cũng như việc xử lý sẽ an toàn hơn, dễ dàng hơn và ít tốn kém hơn.

Tái sử dụng dưỡng chất từ chất thải trên quy mô lớn sẽ làm tăng cường sức sống cho nông nghiệp thành phố và nông thôn. Việc quay vòng nước tiểu và phân người đã làm sạch cho các vùng nông thôn một cách thường xuyên có khả năng bổ sung chất dinh dưỡng cho đất tới mức độ mà năng suất sẽ tăng đáng kể. Một cuộc nghiên cứu ở Thụy Điển thấy rằng chất dinh dưỡng của hỗn hợp lấy từ nhà tiêu ủ hỗn hợp có thể sánh với phân chuồng và về mặt nào đó còn tốt hơn.

Tái sử dụng ở phạm vi lớn có thể giảm bớt hiệu ứng nhà kính. Việc dùng lại phân người có thể giúp giảm bớt hiệu ứng nhà kính nếu như nó được thực hiện trên quy mô lớn như là một phần của chương trình toàn diện để gia tăng lượng cacbon của đất. Mọi nỗ lực hạn chế việc tích lũy CO<sub>2</sub> trong khí quyển mà người ta tin là nguyên nhân của việc thay đổi khí hậu, đã tập trung vào việc giảm bớt sự phát thải CO<sub>2</sub> do việc đốt các nhiên liệu hóa thạch và việc khai quang các khu rừng mưa nhiệt đới. Tuy nhiên, gần đây các nhà khoa học đã bắt đầu tập trung vào khả năng chứa cacbon dư thừa trong khí quyển của đất. (Trong đất cacbon được chứa dưới dạng mùn và các chất hữu cơ mục rữa). Có một số yếu tố ảnh hưởng đến việc tích tụ cacbon trong đất. Việc quay vòng phân sạch cho đất đã bị thoái hóa sẽ đóng một vai trò quan trọng trong quá trình này bằng cách làm tăng độ phì nhiêu, tăng sự sinh trưởng thực vật và từ đó qua sự quang hợp, một lượng CO<sub>2</sub> được lấy ra khỏi khí quyển. Sự gia tăng từ từ lượng cacbon trong đất ở các vùng không có

rừng, từ 1% (là kết quả của sự xói mòn) như hiện nay đến 2% trong vòng 100 năm sẽ cân bằng được mức gia tăng cacbon trong khí quyển qua thời gian đó.<sup>3</sup>

### 5.2.2. Thuận lợi đối với gia đình và lối xóm

Hệ nhà tiêu sinh thái nếu được quản lý tốt và bảo trì đúng cách sẽ không có mùi hay sinh ruồi và côn trùng khác. Đây là thuận lợi lớn so với nhà tiêu chìm bình thường. Phân không tiếp xúc với nước tiểu nên không gây ra mùi. Độ ẩm rất thấp nên ruồi không đẻ được.

Người ta thường phản đối nhà tiêu chìm thông thường vì trẻ con có thể rơi xuống đó và chết. Hệ nhà tiêu sinh thái không có sự nguy hiểm này vì chúng không sâu, không ẩm và thường được xây dựng toàn bộ trên mặt đất.

Cho dù vào những lúc môi trường có thể tồi tệ đến đâu các gia đình cũng có thể cải thiện ngay điều kiện của họ một cách đáng kể bằng cách chấp nhận một hệ thống nhà tiêu sinh thái. Không cần phải đợi các cơ quan có thẩm quyền đến để lắp đặt ống nước và hệ thống cống thoát. Thiết bị này có thể tương đối không đắt và dễ xây dựng. Các gia đình có thể lập tức có những ưu điểm về sự riêng tư, thuận tiện và cảm quan của một nhà tiêu không ruồi và không mùi được xây sát cạnh nhà, thậm chí ngay trong nhà, dù là nhỏ. Điều này dĩ nhiên rất quan trọng cho phụ nữ. Ở những nơi có một số hộ không có nhà tiêu phải đi tiêu ngoài vườn khiến cho lảng giềng than phiền thì các gia đình này có thể cải thiện tình hình xóm của họ một cách sâu sắc.

Mối lợi về sức khỏe của nhà tiêu thường không phải là điểm hấp dẫn đối với người tiêu thụ. Tuy nhiên, một số người tiêu thụ có thể tìm thấy sự hấp dẫn của chúng khi biết rằng nếu một vùng rộng lớn của cộng đồng có thể trở nên vệ sinh hơn thì bệnh tiêu chảy và giun sán có thể giảm đi, dẫn đến sức khỏe tốt hơn và kết quả học tập tốt hơn cho trẻ em.

Nguồn dinh dưỡng của gia đình cũng sẽ cải thiện nếu nước tiểu và phân được tái sử dụng để trồng thêm rau trong vườn, trên mái nhà và ban công (xem khung 2.2). Giá trị phân bón của nước tiểu và tính chất cải thiện đất của phân đã phân hủy sẽ giúp họ những vụ mùa tuyệt hảo ngay cả đối với đất xấu hay làm vườn không đất<sup>5</sup>. Điều này đặc biệt quan trọng cho phụ nữ vì họ thường là những người chịu trách nhiệm về việc sản xuất thực phẩm cho gia đình.

Một số thiết kế của nhà tiêu sinh thái khá nhẹ và di chuyển được. Dân nghèo thành phố thường không có đất riêng để sống và cũng chẳng muốn bỏ tiền vào những cấu trúc mà họ không thể mang đi được. Với giải pháp nhà tiêu sinh thái họ có thể có một nhà tiêu đúc sẵn có thể mang đi được. Điều này đã lý giải cho việc bán được nhiều nhà tiêu đúc sẵn được sản xuất bởi Technology Alternativa SA ở Mexico City (xem phần 3.2.3).

Việc lấy phân từ các nhà tiêu chìm thông thường và cách hút bùn cống từ bể phân tự hoại thì vừa bẩn vừa đắt tiền và khó khăn về mặt kỹ thuật. Ở nhiều khu định cư tự phát, các xe hút cần thiết cho quá trình lấy phân không thể vượt qua được các con đường hẹp và các sườn dốc. Nếu các chất đó được lấy đi bằng tay, nước trong hố phân sẽ rất hôi, ướt và nguy hiểm cho công nhân. Hệ thống nhà tiêu sinh thái đưa vào sự khử nước hay ủ hỗn hợp giảm bớt thể tích cần phải xử lý và chuyên chở, nó cho ra một sản phẩm khô, giống như đất, hoàn toàn vô hại và dễ xử lý. Vì nhà tiêu được xây hoàn toàn trên mặt đất nên rất dễ dàng lấy phân đã sạch để tái sử dụng và cũng dễ khống chế các thành phần trong bể để tiêu diệt mầm bệnh.

Một vấn đề lớn trong việc xây dựng nhà tiêu ở một số nơi là tầng đất cái và điều kiện nước ngầm. Ở vài vùng đất quá cứng không đào được. Ở nơi khác mực nước ngầm gần với mặt đất. Cả hai điều kiện trên đều làm cho việc xây dựng nhà tiêu chìm, nhà tiêu chìm cải tiến thông hơi hoặc nhà tiêu dội nước trở nên khó khăn hay không thể thực hiện được.

Vì hệ thống nhà tiêu sinh thái xây dựng hoàn toàn trên mặt đất, chúng có thể được xây bất cứ nơi nào có thể xây nhà, chúng không sập đổ, chúng không làm lún các nhà lân cận và chúng không làm ô nhiễm nước ngầm.

Người ta thường nói rằng không thể có nhà tiêu tốt mà không có nước. Đó là vì một số hệ thống nhà tiêu dựa vào nước để chuyên chở phân tới một nơi khác. Đa số nhà tiêu sinh thái không cần nước và thật ra thì trong nhiều thiết kế, nước có hại cho hoạt động thích hợp của chúng.

Quá nửa dân số của thế giới đang phát triển không có nhà tiêu. Thị trường nhà tiêu thích hợp rất to lớn và nhu cầu thì ở đó. Cũng quá nửa người nghèo thì thất nghiệp. Đa số nhà tiêu vệ sinh sinh thái không đòi hỏi thiết bị đắt tiền hay kỹ thuật cao. Chúng có thể mang lại việc làm cho người thợ xây và cho người thu gom nước tiểu và phân sạch. Các sản phẩm này có thể bán cho nông dân hay những gia đình nào có thể trồng trọt. Một nền kinh tế mini có thể phát triển quanh hệ thống nhà tiêu sinh thái, đặc biệt là các khu vực thành phố.

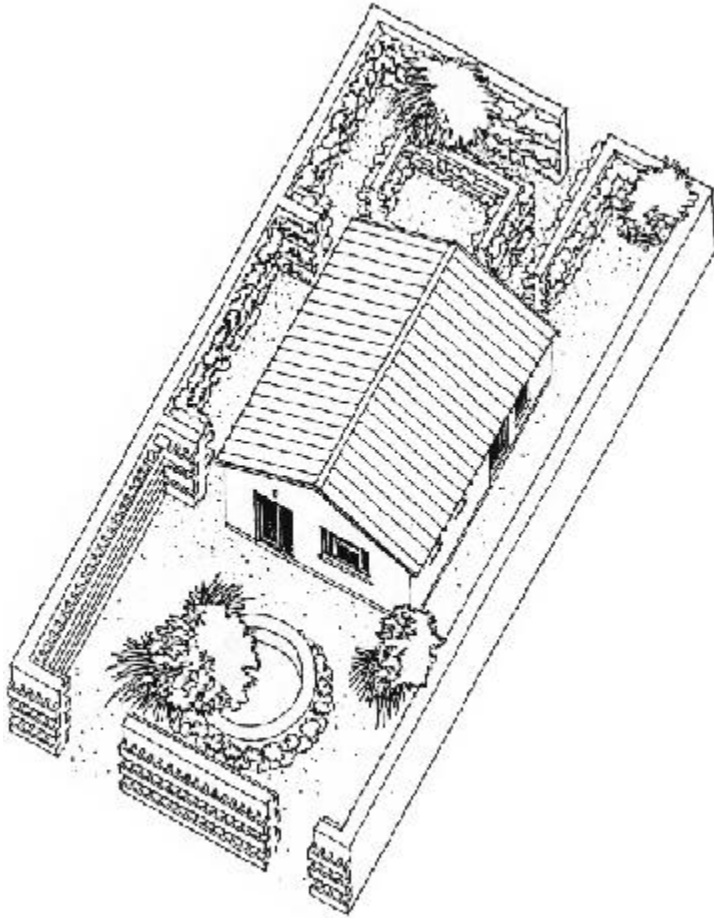
### **5.2.3 Những thuận lợi cho thành phố**

Các thành phố khắp thế giới đang trải qua khó khăn lớn trong việc cấp nước cho các gia đình và khu lân cận. Ở nhiều thành phố, nước bị hạn chế và chỉ cung cấp vài giờ một tuần. Các gia đình khá giả lấy nước vào các bồn lớn trong khi người nghèo xếp hàng ở các vòi nước công cộng để nhận phần nước cấp hàng ngày. Hệ thống nhà tiêu sinh thái không dùng nguồn nước hiếm hoi này và vì vậy có thể dẫn đến một sự phân phối nước công bằng cho các gia đình giàu và nghèo.



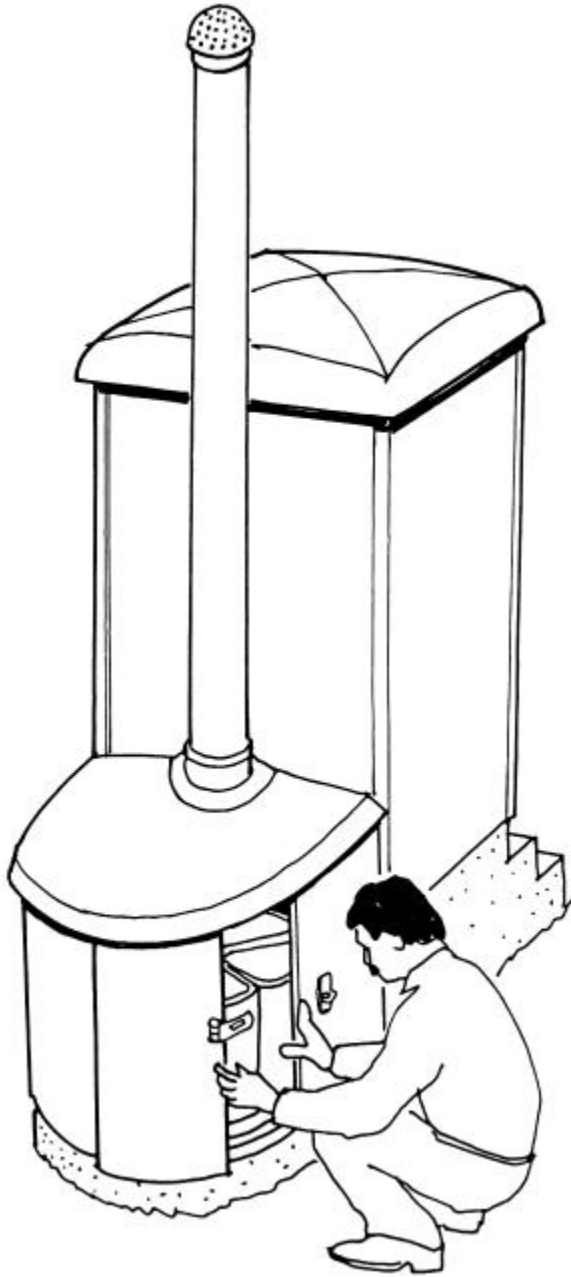
**Hình 5.2 Một khu vực dân cư có hệ thống nhà tiêu sinh thái. Mỗi gia đình có một nhà tiêu khử nước hay ủ hỗn hợp riêng sát vào nhà có chỗ tách nước tiểu và bể phân hủy được sấy khô bằng mặt trời. Các công nhân trong thành phố thu gom nước tiểu, phân được xử lý sơ bộ và rác bếp rồi mang chúng đi đến trạm tái chế của họ.**

Một thuận lợi chính của hệ nhà tiêu sinh thái là chúng có khả năng gia tăng số lượng nhà tiêu vệ sinh trong những hộ không có nhà tiêu một cách nhanh chóng hơn bất cứ giải pháp nào khác. Chính quyền thành phố đang chịu áp lực ngày càng tăng về nhu cầu phải xây dựng nhà tiêu cho nhân dân trong thành phố của họ. Dù rằng đã có quyết tâm về chính trị, các giải pháp có thể chọn lựa rất là giới hạn vì thiếu nước và tiền (đối với hệ thống dội- và- tháo) và thiếu chỗ hay đất đai khó khăn hay điều kiện nước ngầm (đối với hệ thống thả- và- lưu). Giải pháp sinh thái được phát thảo trong Chương 3, nhìn chung, có thể hợp túi tiền của người nghèo và hầu như cũng không tốn tiền để vận hành và bảo quản. Trong đa số trường hợp, không cần đào hố, không cần dựa vào nước và mạng lưới ống nước. Vì nhà tiêu không có mùi và có thể đặt bất cứ chỗ nào (thậm chí ở trong nhà hay trên lầu) chúng có thể dùng ngay trong khu vực đông người. Nhà tiêu sinh thái có thể là một sự lựa chọn hấp dẫn không đắt tiền so với việc nới rộng hệ thống dẫn phân bằng cống.

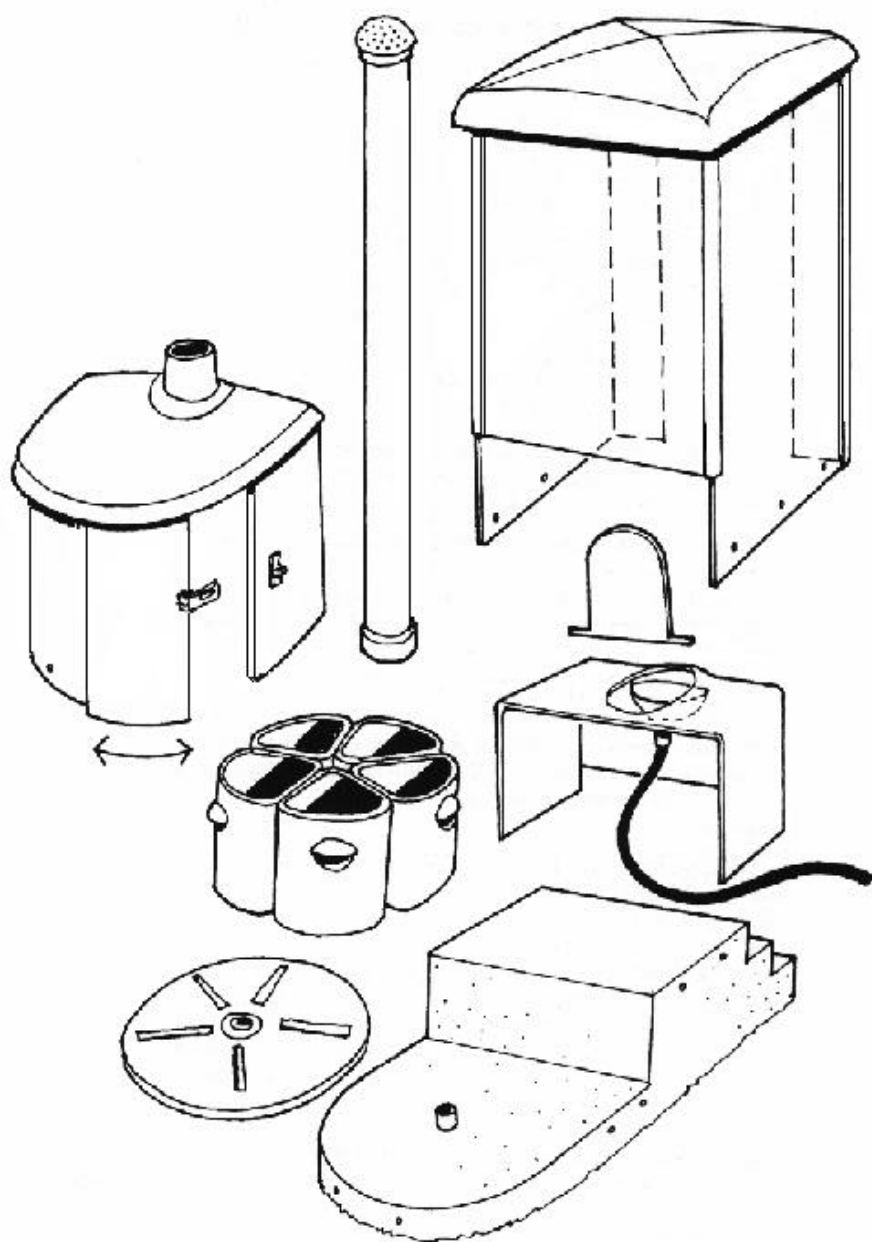


**Hình 5.3 Toàn cảnh “Nhà vườn sản xuất” của Dr Gus Nilsson ở Gaborone, Botswana. Nhà được bao quanh bởi “khu vườn đứng” có những cái hộp để trồng rau (xem khung 2.2). Nước tiểu, phân và nước xám được tái sử dụng trong khu nhà vườn.**

Sau cùng, hệ thống nhà tiêu sinh thái cho phép, thậm chí rất thích hợp cho việc quản lý quá trình biến chất thải thành tài nguyên trong thành phố một cách không tập trung. Chính quyền thành phố có thể trút bỏ gánh nặng phải đảm bảo một hệ thống nhà tiêu ở thành phố hoạt động tốt. Trách nhiệm đó được san sẻ cho từng khu phố, ở đó người dân có thể theo dõi các điều kiện vận hành và trực tiếp khắc phục khi cần. Vai trò của chính quyền thành phố khi đó sẽ là người điều chỉnh, với mục tiêu là bảo vệ sức khỏe nhân dân.



**Hình 5.4 Nhà tiêu sinh thái được xây dựng hoàn toàn trên mặt đất. Mẫu nhà tiêu đúc sẵn này có một bể xử lý sấy khô bằng mặt trời với những cái thùng trên một sàn xoay.**



Hình 5.5 Hình tách rời của nhà tiêu trong hình 5.4

# GHI CHÚ VÀ TÀI LIỆU THAM KHẢO

## Chương 1 : MỞ ĐẦU

(1) **Union of Concerned Scientists** (1992): *World scientists' warning to humanity*, issued in Washington, DC, USA, on 18 November 1992.

**UNCHS** (1996): *Water crisis to strike most developing cities by 2010*. Habitat Press Release, Nairobi, Kenya.

**UNDP** (1996): Habitat II, Dialogue III: *Water for thirsty cities*, Report of the Dialogue, UN Conference on Human Settlements, June 1996, Istanbul, Turkey.

(2) **Niu Mao Sheng**, China's Minister of Water Resources, quoted in Brown LR (1997): *Who will feed China ? Wake-up call for a small planet*. WW Norton & Co, New York, USA.

(3) **UNCSD** (1997): *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*. Economic and Social Council, fifth session, 5-25 April. E/CN.17/1997/9/. New York, USA.

(4) **Costner P and Thornton J** (1989): *We all live downstream – the Mississippi River and the national toxics crisis*.

Greenpeace, Washington DC, USA. Platte, AE (1995): Dying seas. *World Watch*, 8 (1), Worldwatch Institute, Washington, DC, USA.

**Smayda T** (1990): *Novel and nuisance phytoplankton in the sea - evidence of a global epidemic*, in **Graneli E et al.** (eds): *Toxic marine phytoplankton*. Elsevier Science Publishing House, New York, USA.

(5) **Briscoe J and Steer A** (1993): *New approaches to sanitation -- a process of structural learning*. *Ambio*, 22(7): 456. Stockholm, Sweden.

**WHO** (1997): *Environmental Health Newsletter*, No 27 – Supplement, Geneva, Switzerland.

(6) Về những nghiên cứu gần đây về sự ô nhiễm nước ngầm do nhà tiêu chìm, xin đọc : **Stenstrom T.A.** (1996): *Water microbiology for the 21st century*, trình bày tại Workshop 3, Stockholm Water Symposium, 7 August 1996, Stockholm, Sweden. – “ vị trí không thích hợp của nhà tiêu và giếng nước có thể gây ô nhiễm vi sinh vật nghiêm trọng. Người ta đã áp dụng những qui tắc hướng dẫn cũ mà không quan tâm đến những yếu tố thích hợp. Khoảng cách an toàn từ 10-30 mét giữa nhà tiêu và giếng nước đã được tuân theo ở các quốc gia đang

phát triển mà không quan tâm đến các yếu tố có thể gây ra nguy cơ ô nhiễm thực sự. Để đánh giá và làm rõ đường lan truyền chúng tôi đã thực hiện những thí nghiệm đơn giản bằng cách dùng bacteriophages như những chất đánh dấu sinh học và cho vào những nhà tiêu khác nhau ở hai khu vực ngoại ô tại châu Phi. Kết quả cho thấy rằng trong khoảng thời gian không quá vài ngày, với những điều kiện ở đó, sự lan truyền đã xảy ra đến những giếng cách nhà tiêu từ 5 đến 100m. Điều đó cũng nói lên rằng cho dù ký sinh trùng và vi trùng có thể bị giữ lại nhưng virus thì không.”

## **Chương 2 : THANH LỘC VÀ TUẦN HOÀN**

(1) Những tác nhân gây bệnh chính(và bệnh tương ứng) được phát hiện trong nước tiểu là: *Salmonella typhi* (thương hàn), *Salmonella paratyphi* (phổ thương hàn), *Schistosoma haematobium* (bilharzia). *Salmonella typhi* và *paratyphi* được bài tiết theo phân và nước tiểu, ở hầu hết mọi nơi trên thế giới thì phân là vật mang trùng giai đoạn trưởng gặp hơn nước tiểu. Trứng *S.haematobium* ra khỏi cơ thể theo đường tiểu nhưng sau một giai đoạn phát triển ở ngoài cơ thể nó xâm nhiễm cơ thể qua da.-Để biết thêm chi tiết về những tác nhân và bệnh nói trên thì xem các tài liệu như:

**Beneson AS** (ed) (1995): *Control of communicable diseases manual*. American Public Health Association, Washington DC, USA.

**Hoglund C** (1998): *Hygienisk kvalitet pa kallsorterad urin* (Hygienic quality of diverted urine).Paper presented at the National VAV Conference, Linkoping 2-3 March 1998.

(2) Tại các nước đang phát triển thì không tới 5% nước thải sinh hoạt được xử lý. Hãy đọc: **World Resources Institute** (1996): *The urban environment*, 1996-1997. Oxford University Press, New York, USA, p 109

(3) Để biết thêm về sự phát triển tính đề kháng của *Shigella*, đọc:

**Tuttle J ,Tauxe R** (1995):*Antimicrobial-resistant Shigella - the growing need for preventives strategies*.

**CDC/NCID Report**. *Infectious deceases inclinical practice*, 2(1): 55-59. Tác nhân gây bệnh cũng trở nên kháng với các chất khử trùng ở môi trường. Ví dụ: Clo không có tác dụng với giun sán và đơn bào.

(4) Có thể tìm thấy trong nhiều tài liệu những bàn luận chuyên sâu về các yếu tố này và thời gian tồn tại của các tác nhân:

**Strauss M and Blumenthal UJ** (1990): *Use of human wastes in agriculture and aquaculture - utilization practices and health perspectives*. International Reference Centre for Waste Disposal (IRCWD). Duebendorf, Switzerland.

**Feachem RG et al.** (1983): *Satination and disease - health aspects of excreta and wastewater management.*, John Wiley and Sons, Chichester, New York.

**Jenkins JC** (1994): *The humanure handbook - a guide to composting human manure emphasizing minimum technology and maximum hygienic safety*. Jenkins Publishing, Grove City, PA, USA.

(5) Để biết thêm về các tác nhân gây bệnh, hình thể, dịch tể học thời gian tồn tại, bệnh học, đọc Feachem RG et al. (1983): *Santination and disease - health aspects of excreta and wastewater management*. John Wiley and Sons, Chichester, NY, USA.

(6) **Markell EK, Voge M and John DTT** (1986): *Medical parasitology*. WB Saunders Company, Philadelphia, USA.

(7) **Beneson AS** (ed) (1995): *Control of communicable of diseases manual*. American Public Health Association, Washington DC, USA.

(8) **Robertson LJ, Campell AT and Smith HV** (1992): *Survival of Cryptosporidium parvum oocysts under various environmental pressures*. Applied and Environmental Microbiology, 58(11):3494-3500.

(9) **Fayer R** (1985): *Effect of high temperature on infectivity of Cryptosporidium parvum oocysts in water*. Applied Environmental Microbiology, 60(8): 2732-2735.

**Andersson BC** (1985): *Moist heat inactivation of Cryptosporidium sp.* American Journal of Public Health, 75 (12): 1433-1434.

(10) **Armando Caceres**, CEMAT: *Personal Communication*.

(11) Một loạt những nghiên cứu của **Reimers RS et al.** Về thời gian sống của *Ascaris* ở những điều kiện khác nhau trong nước thải. Gồm : *Parasites in southern sludges and disinfection by standard sludge treatment* (EPA-600/S2-81-166, Oct 1981); *Investigation of parasites in sludges and disinfection techniques* (EPA-600/S1-85/022, Jan 1986), và *Persistence of pathogens in lagoon-stored sludge* (EPA/6000/S@-89/015, Jan 1990).

(12) **King FH** (1973): *Farmers of Forty Centuries: permanent agriculture in China, Korea and Japan*. Rodale Press, Emmaus, PA. (xuất bản lần đầu năm 1909).

**Winblad U and Kilama W** (1985): *Sanitation without water*. Revised and enlarged edition, Macmillan, London, UK.

(13) **Matsui S**, (1997): *Nightsoil collection and treatment in Japan*. Ecological alternatives in sanitation, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden.

(14) **UNDP** (1996): *Urban Agriculture*. New York, USA.

(15) **Jonsson H** (1997): *Assessment of sanitation systems and reuse of urine*. Ecological alternatives in sanitation, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden.

(16) **Jonsson H, A, Stenstrom TA and Dalhammar G** (1996): *Kallsorterad humanurin i kretslopp - en forctudie i tre delar (Recycling source separated human urine - pilot study in three parts)*, VA-Forsk Report 96-03, Stockholm, Sweden. (In Swedish, English summary.)

(17) **Olson A** (1995): *Kallsorterad humanurin - forekomst och overlevnad av fekala mikroorganismer samt kenisk sammansattning (Source separated human urine - occurrence and survival of faecal micro-organisms and chemical composition)*. Report 208, Department of Agricultural Engineering Research, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

(18) **Jonsson H, Stenstrom TA, 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.

Những nghiên cứu khác cho thấy nếu thêm axit vào sẽ ngăn ngừa sự phân hủy urê. Phải thêm axit ngay vào trước khi sự phân hủy bắt đầu:

**Hanaeus A et al.** (1996): Conversion of urea during storage of human urine. *Vatten*, 52: 263-270, Lund, Sweden.

Một nhà nghiên cứu Việt Nam đề nghị thêm phân superphosphat sẽ ngăn ngừa được sự bay hơi của amoniac: đọc: **Polsprasert C** (ed) (1981): *Humans faeces, urine and their utilization*. ENSIC, Bangkok, Thailand.

(19) **Jonsson H** (1997): *Assessment of sanitation systems and reuse of urine*. Ecological alternatives in sanitation, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden.

**Elmiust H, Rodhe L, Blomberg M, Linden B and Steineck S** (1998): *Human urine and effluents from digestion of food refuse as a fertilizer to barley -crop yields, ammonia emission and nitrate leakage*. Báo cáo tại hội nghị lần thứ 8 International RAMIRAN Conference Management Strategies for Organic Waste in Agriculture, 26-29 May 1998, Rennes, Brittany, France.

### **Chương 3: NHÀ TIÊU SINH THÁI- THỰC HÀNH CŨ VÀ Ý NIỆM MỚI.**

(1) Các tác nhân gây bệnh bị tiêu diệt bởi hệ thống nhà tiêu qua một quá trình gồm bốn bước như đã nói trong phần 2.1.3. Tốt nhất là tất cả mầm bệnh bị tiêu diệt ngay tại chỗ, trong bể phân hủy đầu tiên. Nếu việc xử lý ở đó không diệt hết mầm bệnh thì các vật liệu trong bể phân phải được xử lý lần thứ hai tại một nơi khác.

(2) **McMichael JK** (ed) (1976): *Health in the Third World - studies from Vietnam*, Spokesman Books, Nottingham, UK.

**Polprasert C** (ed) (1981): *Human faeces, urine and their utilization*. ENSIC, Bangkok Thailand.

(3) Một chương trình thử nghiệm đã được khởi xướng trong năm 1998 bởi Sanres với sự công tác của viện Phòng chống các bệnh nhiễm trùng Thụỵ Điển. Kết quả sẽ được công bố trong năm 1999-2000.

(4) Về những kiểu đầu tiên của nhà tiêu sấy nóng mặt trời ở Tanzania và Mexico hãy đọc : **Winblad U , Kilama W** (1985): *Sanitation without water*. Revised and enlarged edition. Macmillan, London, UK.

Về nhà tiêu sấy nóng bằng mặt trời ở Vietnam, hãy xem: **Winblad U, Stenstrom TA** (1997): Pilot project in Cam Duc commune, Khanh Hoa province - rapid assessment. Report to Sida, Stockholm, Sweden.

(5) **Gough J** (1997): *El Salvador experience with dry sanitation*. Ecological alternatives in sanitation, Publications on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden. Các thành phần trong bể phân của một số nhà tiêu Tecpan đã được phân tích trong năm 1996, 1997, 17 mẫu trong 19 mẫu có dạng như bột, còn lại một ở dạng nhão, một hơi nhão. Số lượng fecal coliforms trong phân ủ (MPN/g) có giá trị trung vị là 4, trong mẫu phân ủ

nhão là 2400, là giá trị cao nhất. Chỉ có một nhà tiêu là tìm thấy trứng *Ascaris* nhưng dưới kính hiển vi không có trứng nào còn sống. Có thể là tình trạng nhiễm giun đũa không phổ biến ở cộng đồng này. (một nghiên cứu về thời gian sống của trứng giun đũa đang được thực hiện.) Giá trị pH từ 7 đến 12, giá trị trung vị là 10. Độ ẩm thường thấp từ 8% đến 38%, trung vị là 13%, và chỉ có 4 mẫu trên 20%.

(6) **Kirkman J** (1976): *City of Sanaa*. World of Islam Publishing Co Ltd, London, UK.

**Lewcock R** (1976): *Towns and buildings in Arabia – N. Yemen*, Architectural Association Quarterly 8(1).

(7) **Irma De Cal**: *Personal communication*.

(8) Tại bãi biển Salsbury ở Massachusetts có một hệ thống Clivus Multrum (33 buồng tiểu và 6 buồng tiêu trong 3 toà nhà) phục vụ cho 20.000 người mỗi ngày. Nó được sử dụng từ năm 1996. Một cái khác ở Rhole Island, bãi biển Misquamicut (gồm 12 bể phân hủy) đã được dùng trong 6 năm và nay được mở rộng. Các công trình này có những chủ nhân khác nhau và được quản lý bởi Clivus New England Inc. Hai bãi tắm này trước đây bị đóng cửa vì ô nhiễm nhưng sau đó đã có thể mở cửa sau khi xây các hệ thống nhà tiêu ủ phân. Hiện nay người ta đã thỏa thuận với nông dân để tái sử dụng chất lỏng. Các thành phần rắn được lưu trong những bể chứa trong khoảng 10 năm trước khi lấy ra. Ngày nay đã có vài ngàn nhà tiêu ủ hỗn hợp được sử dụng tại Mỹ tại những công viên quốc gia, khu dịch vụ cao, trại lính. Điều lệ về tái sử dụng thay đổi theo từng tiểu bang - Carl Lindstrom (1998): *Personal communication*.

(9) **Dudley E and Winblad U** (1994): *Dry latrines for urban areas - the findings of the 2nd Sanres Workshop*. Mexico City, Mexico.

(10) **Berry G and Crennan L** (1996): báo cáo trình bày tại hội thảo Sanres về Nhà tiêu bền vững sinh thái, San Salvador, El Salvador.

(11) **Rapaport D** (1995): *Sewage pollution in Pacific island countries and how to prevent it*. Centre for Clean Development, Eugene, Oregon, USA.

(12) **Calvert P** (1997): *Seeing (but not smelling) is believing - Kerala's compost toilet*. Waterlines 15(3): 30-32.

**Calvert P** (1998): *A positive experience with composting toilets in India - Karala case study*, paper presented at the CSE Conference on Health and Environment, New Delhi, July 1998.

**Paul Calvert** (1998): *Personal communication*.

#### **Chương 4: LÀM CHO NHÀ TIÊU SINH THÁI HOẠT ĐỘNG ĐƯỢC.**

(1) **Fondo de Inversion Social** (1994): *Diagnostico y recomendaciones proyecto letrinas aboneras, operaciones BID I u II*, San Salvador.

(2) **Fis, Unicef and Ministry of Health** (1995): *Unpublished evaluation of the pilot project on the hygiene education module*, San Salvador, El Salvador.

(3) **Fittschen I** (1995): *Water management in the Ecovillage Toarp*, Department of Water Resources Engineering, Lunds University, Lund Sweden and Janusz Niemczowicz: Personal communication.

(4) **Clark GA** (1997): *Dry sanitation in Morelos, Mexico*. Ecological alternatives in sanitation, Publication on Water Resources No 9, Sida, Stockholm, Sweden.

(5) Hiện đang có hai ví dụ điển hình ở Thụy Điển : Tòa nhà khoa học của đại học Kalmar được trang bị hệ thống eco-san : tách nước tiểu, bể ủ với giun đất, xử lý nước xám tại chỗ, phục vụ cho 500 sinh viên và 50 nhân viên. Vườn thực vật Bergianska ở Stockholm có nhà tiêu tách nước tiểu, bể phân kiểu Carousel dành cho nhân viên và khách tham quan.

(6) **Gunther F** (1992): *Simplifying waste water treatment by source separation*. Dept of Systems Ecology, University of Stockholm, Sweden.

(7) **Clivus Multrum** (1998): *Greywater-facts about greywater: what it is and how to treat it*. <http://www.clivusmultrum.com/greywater.html>

(8) Xem tài liệu 14, Chương 2.

(9) **Haden A** (1997): *Gender checklist for planning sanitation programmes. Sanitation promotion kit*. Simpson-Hebert M and Wood S (eds), WHO and Water Supply & Sanitation Collaborative Council, Geneva, Switzerland.

(10) **Winblad U and Kilama W** (1985): *Sanitation without water*. Revised and enlarged edition. Macmillan, London, UK.

(11) **Wood S, Sawyer R and Simpson-Hebert M** (1998): *Phast step-by-step guide - a participatory approach for the control of diarrhoeal disease*. WHO, Geneva, Switzerland.

## **Chương 5 : NHÌN VỀ TƯƠNG LAI**

(1) **Sundblad K and Johansson M** (1997): *Ecological engineering in sewage management*. Coalition Clean Baltic, Stockholm, Sweden.

(2) **Valdmaa K** (1975): *Functioning of the 'Ecolet' biological compost toilet*. The Royal Agricultural College, Uppsala, Sweden.

(3) **Strong M and Arrhenius E** (1993): *Closing linear flows of carbon through a sectoral society - diagnosis and implementation*. *Ambio*, 22(7): 414-416.

(4) **WHO** (1997): *Strengthening interventions to reduce helminth infections*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

(5) **Brown LR et al** (1998): *State of the world 1998*. Earthscan Publications Ltd, London, UK: “ Đối với người nghèo thành thị, phân ủ thật sự là một loại phân bón và chất tạo đất không tiền mà để sản xuất ra nó lại không cần nhiều không gian, thiết bị và lao động có tay nghề. Đó là một tài nguyên sẵn có, giá trị, làm được, chẳng cần trông chờ đến sự cung cấp từ bên ngoài, nó có thể tạo nên sự khác biệt về kinh tế và dinh dưỡng cho dân chúng sống trong tình trạng kinh tế còn thiếu thốn”.

