

PHẦN THỨ BA
CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT
XỬ LÝ RÁC THẢI

Chương 9

CHẤT THẢI RẮN VÀ PHÂN LOẠI CHẤT THẢI

9.1. CHẤT THẢI VÀ CÁC LOẠI CHẤT THẢI

Chất thải là các chất do hoạt động của con người tạo ra và không còn giá trị sử dụng vào mục đích phục vụ cuộc sống của con người. Có nhiều loại chất thải khác nhau, song thường người ta chia thành các loại chất thải sau: Chất thải sinh hoạt (thường được gọi là rác thải), chất thải công nghiệp, chất thải nông nghiệp, chất thải xây dựng, chất thải bệnh viện và chất thải độc hại. Chất thải công nghiệp và nông nghiệp thường đồng nhất, bởi lẽ phế liệu được thải ra từ nguồn nguyên liệu nhất định khi đưa vào sản xuất. Nguồn rác thải sinh hoạt vì không kiểm soát được các nguồn nguyên liệu ban đầu, do đó thường không đồng nhất và thay đổi hàng ngày. Chúng liên quan đến các hoạt động của con người ở khu vực dân cư, thương mại, du lịch, dịch vụ và các hệ thống xây dựng hạ tầng khác như giao thông, cấp thoát nước,...

9.2. THÀNH PHẦN CỦA CHẤT THẢI

Thành phần của chất thải liên quan đến nguồn gốc phát sinh của chúng, nếu chỉ ra được nguồn gốc chất thải sẽ hiểu rõ bản chất và xác định được thành phần của chúng cả về số lượng và chất lượng. Thành phần của chất thải thay đổi rất lớn như: chất thải công nghiệp phụ thuộc vào nguyên liệu đầu vào, quy trình công nghệ; còn chất thải sinh hoạt phụ thuộc vào cách sống của cộng đồng, thời gian trong tuần và trong ngày (Schonborn, 1996). Nhiều loại chất thải có thể quay vòng sử dụng như rỉ đường, nước ngâm ngô, cặn sữa,... cũng có loại thu gom chỉ tái sử dụng một phần như thủy tinh, giấy thải, kim loại,... từ đó làm thay đổi thành phần của rác thải. Phần lớn các chất thải công nghiệp, nông nghiệp thường đồng nhất hơn rác thải sinh hoạt.

Việc phân loại rác thải sinh hoạt của một thành phố cũng gặp nhiều

khó khăn. Người ta thường chia ra các loại rác thải sinh hoạt theo khu vực khác nhau: khu vực dân cư; khu vực thương mại; khu vực du lịch; khu vực chế biến nhỏ; khu vực làng nghề,...

Khác với rác thải sinh hoạt của các nước phát triển, rác thải sinh hoạt ở các thành phố lớn ở nước ta có thành phần các chất hữu cơ chiếm một tỷ lệ rất lớn (bảng 9.1, 9.2 và 9.3). Thành phần này có ý nghĩa rất quan trọng trong việc chế biến sản xuất phân bón phục vụ cho sản xuất nông, lâm nghiệp.

Các chất hữu cơ có trong rác thải sinh hoạt được quan tâm để tái sử dụng làm phân bón hữu cơ là thành phần của chất thải thực phẩm, các loại động, thực vật bị loại bỏ, trong đó chúng cũng chứa các thành phần hoá học như trong cơ thể vi sinh vật. Trong số đó, quan trọng nhất là các hydratcarbon, protein và lipid. Các loại cellulose, hemicellulose và lignin là các chất khó phân giải và có nhiều trong tất cả các loại thực vật.

Bảng 9.1. Thành phần rác thải sinh hoạt ở một số nước trên thế giới (1990)

Thành phần (%)	Nhật	Pháp	Singapore	Mỹ
Các chất dễ bị cháy	28,2	0	0	0
Giấy	12,1	30	20 – 25	30 – 40
Thực phẩm	8,1	34	25 – 45	9,4
Vải	5,1	2	0	2,0
Gỗ, cỏ	1,9	4	25 – 26	0,5
Chất dẻo	19,8	0	0	7,0
Cao su	1,4	10	1 – 2	0,5
Da	0,8	7	2 – 4	0,5
Kim loại	20	0	3 – 7	6,5
Thuỷ tinh	22,7	13	5 – 9	7,9
Đất cát	3,9	0	0	0
Những thứ khác	3,2	0	5 – 10	3,2

Bảng 9.2. Thành phần rác thải sinh hoạt ở Hà Nội, Hải Phòng và Thành phố Hồ Chí Minh (1994)

Thành phần (%)	Hà Nội	Hải Phòng	Tp Hồ Chí Minh
Thức ăn, cỏ, lá cây,...	50,27	50,7	62,24
Giấy vụn	2,72	2,82	0,59
Giẻ rách, gỗ vụn	6,27	2,72	4,25
Cao su, nhựa	0,71	2,02	0,46
Vỏ ốc, xương	1,06	3,68	0,50
Thuỷ tinh	0,31	0,72	0,02
Gạch đá, đất sỏi, sành sứ,...	7,43	8,45	16,04
Kim loại	1,02	0,14	0,27
Rác vụn dưới 10mm	30,21	13,9	15,27

Bảng 9.3. Thành phần hoá học các chất hữu cơ có trong rác thải

Các loại chất thải	Thành phần các nguyên tố hữu cơ (%)					
	C	H	O	N	S	Tro
Thực phẩm	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4	5,0
Giấy vụn	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6,0
Bia cacton	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Chất dẻo	60,0	7,2	22,8	0	0	10,0
Vải	55,0	6,6	31,2	1,6	0,15	0
Cao su	78,0	10,0	0	2,0	0	10,0
Da	60,0	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0
Rác vườn	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3	4,5
Gỗ vụn	49,5	6,0	642,7	0,2	0,1	1,5

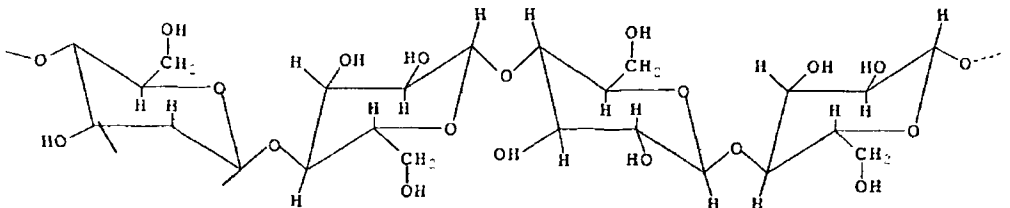
9.3. HYDRATCARBON VÀ CÁC ENZYM PHÂN HUỶ HYDRATCARBON

Trong rác thải sinh hoạt, hợp chất cao phân tử chiếm một tỷ trọng lớn là hydratcarbon. Trong thực vật, tỷ lệ các hợp chất hydratcarbon đã chiếm đến 30 – 80% khối lượng khô. Các loại hydratcarbon có cấu tạo tương đối phức tạp và khó phân huỷ, đặc biệt là cellulose, hemicellulose, lignin, pectin và tinh bột.

9.3.1. Cellulose

9.3.1.1. Cấu tạo của cellulose

Cellulose là một trong những thành phần chủ yếu của các tổ chức thực vật. Trong xác thực vật (nhất là trong thân và rễ) thì thành phần hữu cơ chiếm tỷ lệ cao nhất bao giờ cũng là cellulose. Hàm lượng cellulose trong xác thực vật thường thay đổi trong khoảng 50 – 80% (tính theo khối lượng khô), trong sợi bông hàm lượng này thường vượt quá 90%.



Hình 9.1. Hình dạng phân tử của cellulose

Cellulose là hợp chất polysaccharid cao phân tử, rất bền vững. Chúng cấu tạo bởi rất nhiều gốc anhydroglucose, liên kết với nhau nhờ dây nối β 1,4–glucosid. Mỗi phân tử cellulose thường chứa từ 1.400 đến

10.000 gốc glucose. Khối lượng phân tử của cellulose khác nhau phụ thuộc vào từng loại thực vật (ở bông 150.000 – 500.000, còn ở gai lên tới 1.840.000). Trên mỗi chuỗi glucan, đơn vị lặp lại không phải là glucose mà là cellobiose. Mỗi phân tử glucose có dạng "ghế bành", phân tử này quay 180° so với phân tử kia và ở vị trí β của các nhóm hydroxyl đều ở mặt phẳng nằm ngang của phân tử (hình 9.1 và bảng 9.4).

Bảng 9.4. Thành phần cellulose tinh khiết trong các nguyên liệu chứa cellulose (Heichel, G.H., 1975)

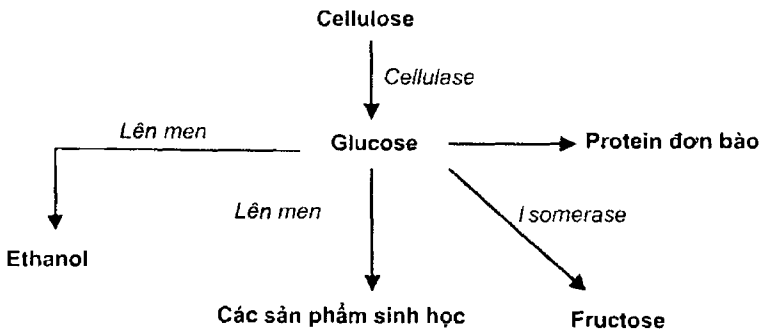
Nguyên liệu	Cellulose tinh khiết (%)
Sợi bông	73
Bã mía	42
Rơm lúa mì	48
Rơm lúa nước	43
Mùn cưa	38
Cỏ	33
Vỏ hạt bông	42
Lõi ngô	29

Cellulose có cấu trúc lớp sợi song song. Các phân tử và các chuỗi cellulose gắn với nhau nhờ mạng lưới liên kết hydro, còn các lớp gắn với nhau nhờ lực van-der-Van. Trong tự nhiên, các chuỗi glucan của cellulose có cấu trúc dạng sợi. Đơn vị sợi nhỏ nhất (sợi sơ cấp) có đường kính khoảng 3nm. Các sợi sơ cấp hợp lại thành vi sợi có đường kính 10 – 40nm, những vi sợi này hợp thành bó sợi to có thể quan sát dưới kính hiển vi quang học. Toàn bộ cấu trúc sợi này có một lớp vỏ hemicellulose và lignin rắn chắc bao bọc bên ngoài (Lutzen N.V. et al., 1983). Một phân tử cellulose có cấu trúc không đồng nhất gồm hai vùng: vùng kết tinh có trật tự cao, rất bền vững và vùng vô định hình, kém trật tự và bền vững hơn. Vùng vô định hình có thể hấp thụ nước và trương lên, còn vùng kết tinh, mạng lưới liên kết hydrogen ngăn cản sự trương này. Cellulose có cấu trúc đặc, bền chắc cùng với sự có mặt của lớp vỏ hemicellulose – lignin khiến cho sự xâm nhập của enzym vào cấu trúc hết sức khó khăn. Và tính kỵ nước của chuỗi β 1,4 – glucan làm cản trở tốc độ phản ứng thủy phân cellulose.

Trong tự nhiên có nhiều loại vi sinh vật có khả năng sinh ra các men làm xúc tác quá trình phân giải được cellulose. Những vi sinh vật này được gọi là vi sinh vật phân giải cellulose. Chúng có ý nghĩa rất lớn đối với việc thực hiện vòng tuần hoàn carbon trong tự nhiên, góp phần

quan trọng vào việc nâng cao độ phì của đất cũng như vào việc tiêu hoá thức ăn ở các loài động vật nhai lại.

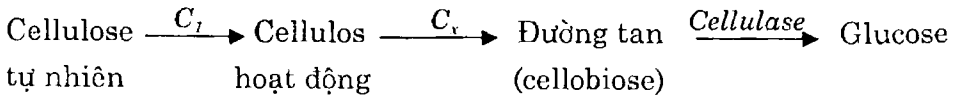
Việc thuỷ phân cellulose có thể thực hiện bằng phương pháp hoá học hay sinh học. Nhưng phương pháp hoá học đòi hỏi trang thiết bị tốn kém và khó thu được sản phẩm tinh khiết, do vậy hiệu quả kinh tế thấp. Trong khi đó vi sinh vật sinh trưởng nhanh, nuôi cấy dễ, sinh enzyme đặc hiệu cho nên có thể thu được sản phẩm tinh khiết ngay cả ở nhiệt độ thường, áp suất thường. Theo hướng này, trước hết cellulose được thuỷ phân thành glucose, rồi từ glucose tạo thành nguồn thức ăn cho người và gia súc (protein đơn bào), hoặc lên men tạo thành các dung môi, chất dẻo và cồn (hình 9.2).



Hình 9.2. Các sản phẩm lên men từ cellulose

9.3.1.2. Phức hệ enzym của cellulose và cơ chế tác dụng

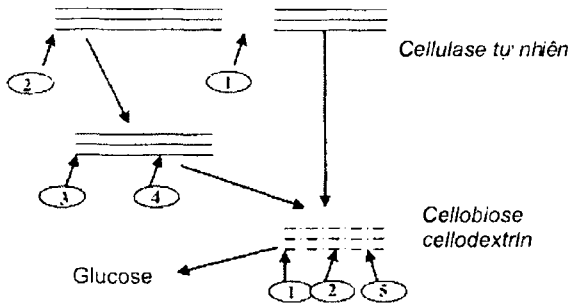
Sự phân giải cellulose tự nhiên là một quá trình phức tạp có sự tham gia phối hợp của nhiều enzym khác nhau. Chính vì vậy, Reese và ctv. 1950, lần đầu tiên đã đưa ra cơ chế chuyển hoá cellulose tự nhiên thành đường hoà tan nhờ phức hệ enzym $C_1 - C_x$ như sau:



Trong đó C_1 là “nhân tố tiên thuỷ phân” hay enzym không đặc hiệu, có tác dụng làm trương cellulose tự nhiên (bông, giấy lọc) tạo thành các chuỗi cellulose mạch ngắn, các chuỗi này tiếp tục bị tấn công bởi C_x . Các vi sinh vật sinh trưởng trên cellulose hoà tan chỉ tổng hợp thành phần C_x , trong khi các vi sinh vật sinh trưởng trên cellulose có trật tự cao thì tổng hợp cả C_1 và C_x .

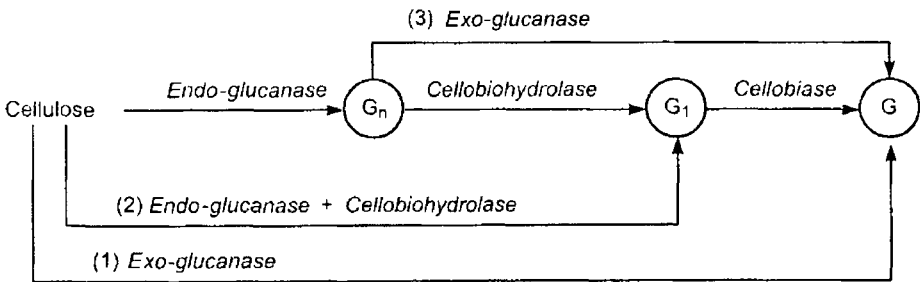
Nhiều tác giả cho rằng, C_x (endo – glucanase) có tác dụng tụy tiện lên chuỗi cellulose, cho phép C_1 (exo – glucanase) có tác dụng tiếp theo

lên chuỗi đã mở. Chính vì vậy Erikson và ctv, 1980, đã đưa ra mô hình cơ chế tác dụng hiệp đồng của C_b , C_x và β -glucosidase như hình 9.3.



Hình 9.3. Mô hình phân giải cellulose của Erikson (Fergus C. L., 1969)

- 1, 4. Những vùng có độ kết tinh thấp bị các endo-glucanase tấn công tạo các đầu tự do;
- 2, 3. Các exo-glucanase mở đầu phân giải từ đầu tự do của các chuỗi, tạo ra các cellobiose;
- 1, 2, 5. Cellobiose dưới tác động của β -glucosidase bị phân giải thành glucose.



Hình 9.4. Mô hình thuỷ phân cellulose của Lutzen

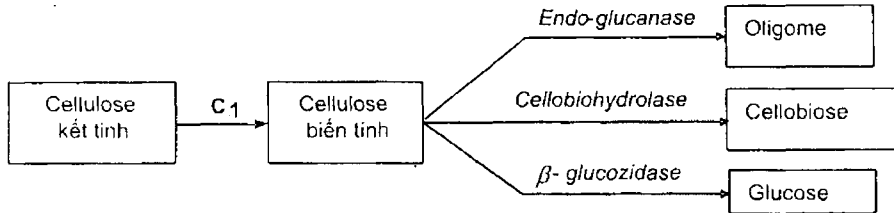
- G. Glucose;
- (1). Thuỷ phân trực tiếp do tác dụng của exo-glucanase;
 - (2). Thuỷ phân do tác dụng phối hợp của endo-glucanase, cellobiohydrolase và cellobiase;
 - (3). Thuỷ phân trước tiên bởi endo-glucanase và sau đó bởi exo-glucanase.

Dựa vào kết quả của Erikson, Reese đã cải tiến quan niệm của mình, trong đó có sự tạo thành cellulose trương lên do liên kết cộng hoá trị bị phá vỡ (Chorpra S. và P. Mehta, 1985).

Các endo-glucanase tấn công một cách tự nhiên lên chuỗi cellulose, còn exo-glucanase tấn công vào đầu chuỗi đã mở tạo ra cellobiose, một chất kìm hãm cả endo-glucanase và exo-glucanase. Khi vắng mặt exo-glucanase, các liên kết β 1,4-glucozid được tách ra nhanh chóng và gần trở lại do bản chất có trật tự cao của cơ chất, còn nếu vắng mặt endo-glucanase sẽ không có các đầu tự do để exo-glucanase tấn công (Deschamps F. & M.C. Huet, 1985; Fergus C. L., 1969). Do đó, sự thuỷ phân cellulose tự nhiên phải có sự hiệp đồng của cả 3 loại enzym: endo-

glucanase, exo-glucanase và β -glucosidase. Chúng tạo thành phức hệ enzym nhiều thành phần trên bề mặt của các phân tử cellulose. Nhờ đó gần đây, Lutzen đưa ra mô hình phân giải cellulose như ở hình 9.4 (Lutzen NV & M H Nielson, 1983):

Mô hình phân giải cellulose của Erikson đã được được Reese cải biến như sau:



Tóm lại, phức hệ cellulase ở vi sinh vật gồm các thành phần sau đây:

- 1) 1,4- β -D glucan glucano-hydrolase (endo-glucanase, EC 3.2.1.4) phân giải liên kết glucosid bên trong phân tử cellulose.
- 2) 1,4- β -D glucan cellobiohydrolase (exo-glucanase, EC 3.2.1.91) tách những đơn vị cellobiose khỏi đầu không khử chuỗi cellulose.
- 3) β -D glucosid glucohydrolase (β -glucosidase hay cellobiose, EC 3.2.1.21) phân giải cellobiose và các cellooligosaccharid thành glucose.

9.3.2. Hemicellulose

9.3.2.1. Cấu tạo của hemicellulose

Trong tế bào thực vật, hemicellulose đứng thứ hai về khối lượng. Trong thành phần của hemicellulose có nhiều loại đường khác nhau. Chính vì vậy, tên của chúng thường được gọi theo tên của một loại đường chủ yếu nào đó có trong thành phần của chúng.

Khối lượng phân tử của hemicellulose nhỏ hơn cellulose rất nhiều, chúng chỉ có khoảng 150 gốc đường đơn. Các gốc đường này được nối với nhau bằng các liên kết β 1-4, β 1-3 và β 1-6 glucosid. Các hemicellulose thường tạo mạch ngắn và phân nhánh, so với cellulose thì hemicellulose có cấu trúc không chặt chẽ, dễ bị phân giải bởi kiềm yếu và acid yếu, đôi khi còn bị phân giải trong nước nóng. Trong số các loại hemicellulose thì xylan có nhiều trong thiên nhiên: Trong rơm rạ chiếm khoảng 30%, cây lá rộng 30%, cây lá kim 20 – 25% so với khối lượng khô.

9.3.2.2. Các enzym phân huỷ hemicellulose

Khi nghiên cứu hemicellulose, người ta thấy chúng rất giống với cellulose cả các gốc cấu tạo, liên kết hoá học và cấu trúc đại phân tử của

chúng. Cho nên, nhiều tác giả cho rằng, hemicellulase cũng có tính chất tương đồng với cellulase về cơ chế tác động cũng như tính chất cảm ứng tổng hợp. Tuy vậy, giữa hemicellulase và cellulase cũng có nhiều khác biệt (Deschamps F. and M.C. Huet, 1985; Fogarty, W.M., 1983, Kalaichevan, G. and K. Ramasany, 1989). Hemicellulose có khối lượng phân tử nhỏ hơn, cấu trúc đơn giản và kém bền vững hơn. Trong quá trình nuôi cấy vi sinh vật thì hemicellulase thường được tạo thành sớm hơn, do hemicellulose là cơ chất dễ đồng hoá hơn. Trong tự nhiên, quá trình phân huỷ hemicellulose thường xảy ra song song với quá trình phân huỷ cellulose (Chorpra S. and P. Mehta, 1985). Ứng với từng cơ chất như glucan, xylan, mannan,... có các enzym tương ứng thuỷ phân thành các đường khử như glucose, xylose, mannose,... Ví dụ, 4 nhóm enzym phân giải hemicellulose dạng 4-O-methyl-glucronoxylan của hemicellulase thành xylose, xylotriose và acid 4-O-methylglucuronic; còn dạng gluco- và galactogluco-mannan đồng thời bị phân giải thành mannan bởi β 1-4-mannanase và β 1-4-mannosidase.

9.3.3. Lignin

9.3.3.1. Cấu tạo của lignin

Lignin là hợp chất cao phân tử được tạo thành từ 3 loại rượu chủ yếu: rượu trans-P-cumarilic, trans-coniferilic và trans-sinapilic, nhưng tùy theo từng loại thực vật mà tỷ lệ ba thành phần này khác nhau. Trong lignin, các đơn phân tử này liên kết với nhau bằng các liên kết C-C và C-O. Trong đó các kiểu liên kết aryl-glycerol; aryl-aryl hoặc diaryl-ete là phổ biến.

Lignin của cây gỗ thường bao gồm 80% coniferilic, 14% cumarilic và 6% sinapilic. Đối với gỗ mềm thì coniferilic chiếm tỷ lệ nhiều hơn, còn trong gỗ cứng thì sinapilic chiếm nhiều hơn. Trong thực vật, lignin thường tập trung ở các mô hoá gỗ và đóng vai trò như chất liên kết các tế bào làm tăng sức bền cơ học, khả năng chống thấm, ngăn chặn được các chất độc cũng như các loại vi sinh vật gây bệnh và các tác động khác từ bên ngoài.

Lignin không hoà tan trong nước, trong dung môi hữu cơ thông thường cũng như trong các acid đậm đặc. Chỉ có tác dụng của kiềm, bisulfít natri hoặc acid sulfuro, lignin mới bị phân giải từng phần và chuyển vào dung dịch.

Lignin rất bền vững với tác động của các enzym. Do đó trong cây, lignin chỉ được tạo ra mà không tham gia vào trao đổi chất.

9.3.3.2. Các enzym phân huỷ lignin

Năm 1938, Davidson phát hiện ở nấm mốc trắng có các enzym phenol-oxydaza tham gia phân giải lignin. Phân giải lignin có hàng loạt enzym oxy hoá, cho nên lignin không có tác dụng cảm ứng sinh tổng hợp ligninase. Chính vì vậy, phân giải lignin là một quá trình trao đổi chất thứ cấp, nghĩa là chúng xảy ra trong trường hợp môi trường thiếu các nguồn carbon dễ đồng hoá hoặc thiếu nguồn nitơ.

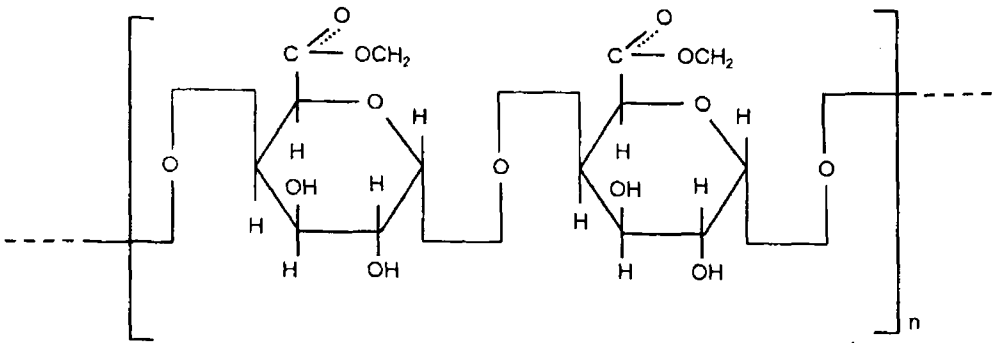
Theo Kirk, hệ thống phân giải lignin bao gồm nhiều enzym và coenzym (khoảng 15) có khả năng oxy hoá nhưng kém đặc hiệu lập thể. Quá trình phân huỷ lignin có thể diễn ra theo nhiều điều kiện phản ứng hoá học: Cắt và oxy hoá mạch bên của đơn vị phenylpropan; hình thành nhóm cacboxyl thơm; tách nhóm methoxyl và hydroxyl hoá vòng thơm.

9.3.4. Pectin

9.3.4.1. Cấu tạo của pectin

Pectin là hợp chất polyme dạng keo, bao gồm các đơn vị galactoronic gắn với nhau bằng liên kết 1,4- α glucosid (hình 9.5) (Schonborn, 1986). Khối lượng phân tử của chúng nằm trong khoảng $2,5 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^5$. Bản chất của pectin là các chất heterosaccharid có trong các mô của thực vật bậc cao, bao gồm các hợp chất: Acid pectinic, acid pectic, pectat, pectanat và protopectin. Tuy vậy, chỉ có protopectin là không hoà tan trong nước, chính chúng gây lên đục và tạo độ nhớt cao trong dịch quả.

Pectin có mặt trong tất cả các mô của thực vật bậc cao. Tuy hàm lượng chỉ chiếm khoảng 5% trong thành tế bào, nhưng chúng là một trong thành phần cơ bản của tế bào thực vật. Cùng với lignin - cellulose, pectin tham gia vào việc hình thành "bộ xương" của thực vật, điều chỉnh độ ẩm và trạng thái của tế bào thực vật.



Hình 9.5. Cấu trúc hoá học của phân tử pectin

9.3.4.2. Các enzym phân huỷ pectin

Enzym phân huỷ pectin bao gồm các loại sau:

1) Pectinesterase (E 3.1.1.11) tác động vào vị trí 5, cũng như vị trí 6 hoặc 4 có nhóm CH_3 tạo thành acid polygalactoronic và rượu methylic.

2) Polygalacturonase (E 3.1.1.15) cắt liên kết 1,4 glucosid trong chuỗi pectin. Phụ thuộc vào cơ chất tác động, enzym này được chia thành 3 loại:

– Tác động chủ yếu lên acid polymethylgalactoronic (pectin) là polymethylgalactoronase và được chia làm 2 nhóm phụ: Endo-glucosidase polymethylgalactoronase và exo-glucosidase poly-methylgalactoronase.

– Tác động chủ yếu lên acid pectic và acid pectinic là polygalactoronase và được chia làm 2 nhóm phụ: Endo-glucosidase polygalactoronase và exo-glucosidase polygalacturonase.

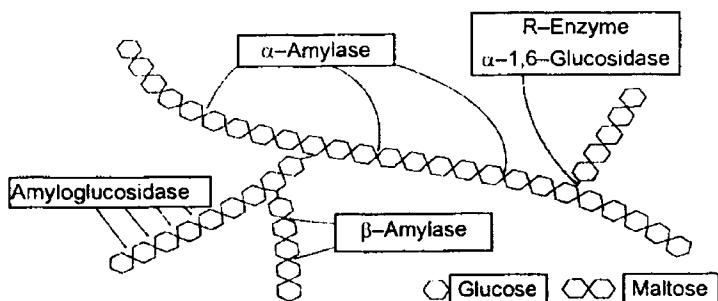
– Trans-eluminase tác động lên pectin cũng như acid pectinic cắt liên kết α -1,4 và tạo thành đôi liên kết giữa vị trí C_4 và C_5 trong đơn vị galacturonic.

3) Protopectinase. Enzym này tác động lên liên kết α -1,4 glucosid của protopectin.

9.3.5. Tinh bột

9.3.5.1. Cấu tạo của tinh bột

Tinh bột là hợp chất hydratcarbon cao phân tử có nhiều trong ngũ cốc: gạo, ngô, khoai tây, khai lang,... Tinh bột cấu tạo từ 2 thành phần chính: Amylose (khoảng 25%) và amilopectin (khoảng 70%). Amylose tan được trong nước nóng, còn amylopectin tạo thành dạng keo. Một phân tử của tinh bột có cấu tạo từ các đơn vị glucose và fructose bằng liên kết α -1,4, liên kết α -1,6 và phân nhánh (hình 9.6).



Hình 9.6. Sơ đồ tác dụng của enzym lên phân tử tinh bột

9.3.5.2. Các enzym thuỷ phân tinh bột

Enzym thuỷ phân tinh bột phân huỷ chủ yếu liên kết α -glucosid. Nhóm enzym này gồm các enzym: α -amylase, β -amylase, glucoamylase và dextrinase.

1) α -**amylase** (α -1,4-glucan-4-glucanohydrolase, 3.2.1.1) – enzym này tác động lên liên kết α -glucosid bên trong mạch tinh bột. Sản phẩm tạo thành chủ yếu là dextrin.

Tinh bột hay glucogen $\xrightarrow{\alpha\text{-amylase}}$ α -dextrin (nhiều) + maltose + glucose (ít)

2) β -**amylase** (α -1,4-glucan-maltohydrolase, 3.2.1.2) – enzym này tác động lên liên kết α -glucosid từ đầu chuỗi tinh bột đến liên kết α -1,6 glucosid. Sản phẩm tạo thành chủ yếu maltose và dextrin.

Tinh bột hay glucogen $\xrightarrow{\beta\text{-amylase}}$ (54 – 58%) maltose + (42 – 46%) dextrin

3) **Glucoamylase** (α -1,4-glucan-glucohydrolase, 3.2.1.) – là enzym loại exo và thuỷ phân các đầu không khử tạo thành đường glucose.

Tinh bột hay oligosaccharid $\xrightarrow[\text{Rh. delumar}]{\text{Glucoamylase}}$ 100% glucose
với liên kết α -1,4 và α -1,6

Tinh bột hay oligosaccharid $\xrightarrow[\text{A. niger}]{\text{Glucoamylase}}$ (85–80%) glucose + oligosaccharid
với liên kết α -1,4 và α -1,6

4) **Dextrinase**. Enzym này tác động lên liên kết α -1,6. Theo cơ chế tác động lên các cơ chất khác nhau, nhóm enzym này có 3 enzym: Dextrin-6-glucano hydrolase (E 3.2.1.3); amilopectin-6-glucanohydrolase (E 3.2.1.9) và oligodextrin-6-glucanohydrolase (E 3.2.1.10).

Để xác định hoạt lực của enzym, người ta xác định chất cuối tạo thành là phosphodextrin. Dextrinase cùng với α -amylase và β -amylase thuỷ phân tinh bột thành đường glucose.

9.3.6. Protein và lipid

– Protein là hợp chất hữu cơ cao phân tử có chứa 15 – 17,5% nitơ (tính theo khối lượng khô) và thành phần quan trọng trong cơ thể động vật, thực vật và vi sinh vật.

Tất cả các protein đều có cấu tạo từ acid amin. Các acid amin được tạo thành trong quá trình trao đổi chất trong tế bào. Việc tổng hợp acid amin thông qua nhiều phản ứng hoá học với sự xúc tác của các enzym khác nhau, nhưng có thể quy về hai loại phản ứng: amin hoá và chuyển

amin. Các acid amin có trong tế bào ở dạng tự do là nguyên liệu tổng hợp các phân tử protein.

Quá trình phân giải protein nhờ protease của cơ thể sinh vật thành các phân tử nhỏ hơn. Các chất này tiếp tục phân huỷ thành acid amin nhờ peptidase, một phần xây dựng lên cấu trúc của tế bào và một phần phân giải thành NH_3 và N_2 (Sanal, B. et al., 1990; Shikates, S. et al., 1990).

– Còn lipid có nhiều trong cơ thể sinh vật, chúng thường là chất dự trữ hoặc chất bảo vệ tế bào. Lipid là các este của glycerin và acid béo, hoặc là các chất sáp (este phức tạp của acid béo và rượu đơn nguyên tử từ cao phân tử).

ÔN TẬP CHƯƠNG 9

1. Chất thải rắn, phân loại chất thải và ý nghĩa của việc phân loại chất thải trong xử lý chất thải bằng biện pháp sinh học.
2. Hydratcarbon và vi sinh vật phân huỷ hydratcarbon trong tự nhiên.
3. Cấu tạo của cellulose và các enzym phân huỷ cellulose.
4. Cấu tạo và các enzym phân giải lignin, pectin, protein và tinh bột.

Chương 10

VI SINH VẬT CHỊU NHIỆT VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN PHÂN HUỶ RÁC THẢI

10.1. PHÂN LOẠI VI SINH VẬT THEO NHIỆT ĐỘ

Vi sinh vật có thể được phân nhóm theo nhiệt độ sinh trưởng của chúng như sau:

– Ưa lạnh (Psychrophiles) là những vi sinh vật có thể sinh trưởng ở 0°C, một vài loài có nhiệt độ thấp hơn (-10°C); nhưng nhiệt độ cao nhất thường khoảng 25°C.

– Ưa ấm (Mesophiles) là những vi sinh vật sinh trưởng ở nhiệt độ trung bình từ khoảng 20°C (hoặc thấp hơn) đến 45°C.

– Ưa nhiệt (Thermophiles) là loại vi sinh vật có nhiệt độ sinh trưởng tối ưu ở 50°C hoặc cao hơn, cao nhất đến 70°C hoặc hơn và thấp nhất khoảng 20°C.

– Cực ưa nhiệt (Hyperthermophiles) là những vi sinh vật có nhiệt độ tối ưu trên 75°C và có thể sinh trưởng ở nhiệt độ cao nhất so với các loại vi sinh vật khác. Ví dụ chi *Pyrodictium* phát hiện thấy ở vùng địa chất có nhiệt độ cao ở dưới đáy biển. Nhiệt độ thấp nhất 82°, tối ưu 105° và cực đại 110°C.

Việc phân nhóm vi sinh vật theo nhiệt độ cũng chỉ là tương đối, bởi vì chúng ta có thể sử dụng các chỉ tiêu khác nhau để phân loại vi sinh vật tiền nhân hay nhân thật. Giới hạn nhiệt độ tối đa cho sinh trưởng của cơ thể nhân thật chịu nhiệt cũng là 62 – 65°C và giới hạn vi sinh vật nhân thật quang hợp khoảng 57°C – như tảo đỏ *Cyanidium caldarium*, sinh trưởng ở suối nước nóng ở nhiệt độ tối ưu cũng chỉ 45°C. Ngược lại, vi khuẩn tia đơn bào có thể sinh trưởng lên đến 75°C và một vài loại tiền nhân có thể phát triển ở 100°C hoặc cao hơn.

Dưới đây chúng ta đề cập đến 2 loại vi sinh vật ưa nhiệt chính – vi sinh vật có thể phát triển ở các vùng địa chất nhiệt độ cao và những nơi mà ở đó nguyên liệu “tự sinh nhiệt” trong đồng ủ.

Nhiều loại cơ thể nhân sơ có thể phát triển trong môi trường khắc nghiệt như cổ khuẩn (*Archeae*) – một nhóm chưa phân biệt rõ là vi khuẩn và nhân thật. Cũng còn chút nghi ngờ rằng nhiều loại vẫn còn chưa phát hiện và mô tả, là lĩnh vực khó nghiên cứu do khó nuôi chúng

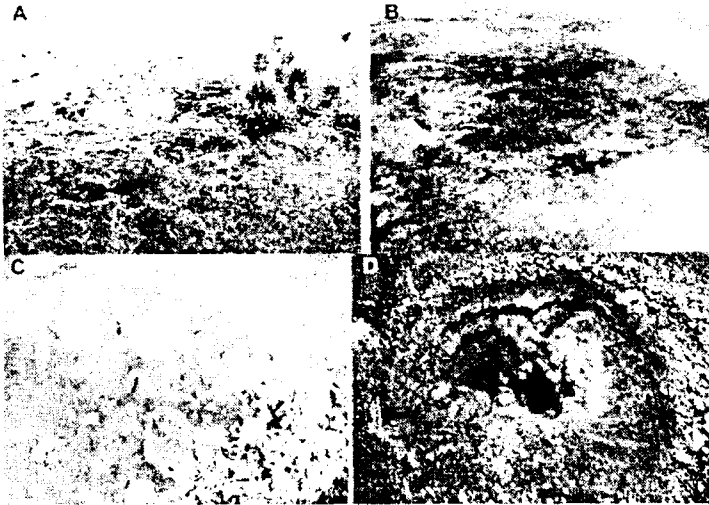
trong điều kiện môi trường trong phòng thí nghiệm. Các loài của chi *Sulfolobus* (archaea) cực ưa nhiệt đã được nghiên cứu khá đầy đủ. Chúng thường phát hiện được ở môi trường địa chất có nhiệt độ cao với nhiệt độ sinh trưởng tối đa khoảng 85 – 90°C, tối ưu 80°C và tối thiểu 60°C. Chúng cũng có pH tối ưu thấp (pH 2–3), do vậy được đặt tên loại cơ thể ưa acid – ưa nhiệt (thermoacidophiles). Các loài *Sulfolobus* sử dụng năng lượng bằng cách oxy hoá các hạt lưu huỳnh ven bờ suối nước nóng sinh acid sulfuric và làm giảm pH ở đó.

Nghiên cứu môi trường khắc nghiệt có tiềm năng đáng kể của công nghệ sinh học. Ví dụ, 2 loài ưa nhiệt *Thermus aquaticus* và *Thermococcus litoralis* được sử dụng làm nguồn enzym DNA polymerase, để thực hiện phản ứng PCR trong làm khuôn DNA,... Enzym từ các loại cơ thể chịu được nhiệt độ cao rất cần thiết cho quá trình PCR mà nó thường cuộn vòng do đốt nóng làm gãy liên kết hydro trong DNA và tránh làm sai lệch khả năng sao chép của chúng. Một loài ưa nhiệt khác, *Bacillus stearothermophilus* (nhiệt độ cực đại 75°C) có khả năng phát triển ở điều kiện lên men công nghiệp để thu nhận enzym sử dụng trong bột giặt “sinh học”.

10.1.1. Vi sinh vật ở suối nước nóng và miệng núi lửa

Người ta phát hiện thấy nhiều suối nước nóng và miệng núi lửa ở nhiều nơi trên thế giới, nhưng chỉ ở vùng Yellowstone National Park, USA (hình 10.1), người ta cũng đã phát hiện ra nhiều vi sinh vật tiên nhân chịu nhiệt có khả năng thích nghi và phát triển được trong môi trường có nhiệt độ cao. Như vậy, mỗi loại vi sinh vật có nhiệt độ tối ưu khác nhau. Thường những loại này có màu sắc khác nhau, có loại có sắc tố quang hợp như xanh – xanh da trời của vi khuẩn lục (cyanobacteria), đỏ của tảo đỏ (red algae), hoặc vi khuẩn tím (purple bacteria), hoặc sắc tố của caroten (vàng và nâu của một số vi khuẩn cổ (archaea)).

Trên hình 10.1, A và B là vùng cạn ven bờ suối nước nóng ở Công viên quốc gia Yellowstone. Bụi cây cỏ ở A có thể sinh trưởng được vì nhiệt độ đã mát, phía xa bao phủ bởi tảo nhân thực (vùng tối được đánh dấu 2 mũi tên >>). Các loại cơ thể tiên nhân sinh màu đỏ gần phát triển ở chỗ nước nóng hơn. B: Vùng rộng bao phủ bởi một lớp màu vàng và nâu do vi khuẩn tiên nhân sinh ra, trong đó có các loài *Sulfolobus*. C: Ở vùng sát bờ suối nước nóng có một lớp vi sinh vật chịu được nhiệt độ khác nhau dày vài cm. D: Vùng các loại cơ thể tiên nhân bao quanh một miệng núi lửa (fumarole).



Hình 10.1. Vùng cạnh ven bờ suối nước nóng ở Công viên quốc gia Yellowstone (theo IW Sutherland)

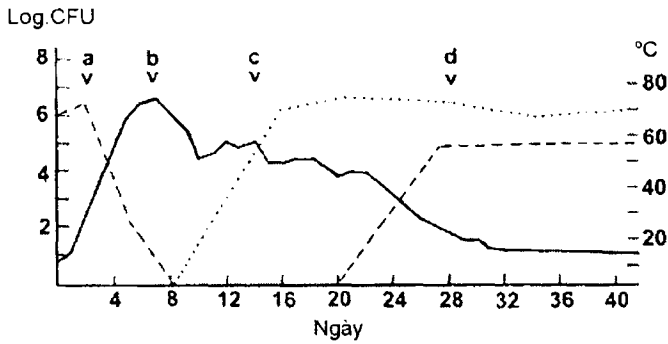
10.1.2. Vi sinh vật trong khối ủ phân

Khối ủ phân bao gồm các chất hữu cơ đã phân huỷ mà nó được giữ trong một đồng ủ có đủ khoáng dưỡng (như nitơ) và thông khí đầy đủ để cho vi sinh vật sinh trưởng nhanh. Một ví dụ điển hình nhất là đồng ủ rác vườn, nhà máy ủ rác thải sinh hoạt và chất ủ dùng để sản xuất nấm ăn.

Quá trình ủ rác thải tiêu biểu được trình bày ở hình 10.2. Lúc đầu vi sinh vật phát triển nhanh (a) trên các loại đường và acid amin có sẵn. Lúc này các loại vi sinh vật ưa ấm phát triển sinh nhiệt bằng quá trình trao đổi chất của chúng và làm tăng nhiệt độ đến điểm làm ngưng trệ khả năng hoạt tính của chúng. Sau đó một vài loại nấm ưa nhiệt (ví dụ: *Rhizomucor pusillus*, hình 10.3) và hàng loạt vi khuẩn ưa nhiệt (ví dụ: *Bacillus stearothermophilus*) tiếp tục quá trình làm cho nhiệt độ của đồng ủ tăng lên đến 70 – 80°C trong vòng một vài ngày.

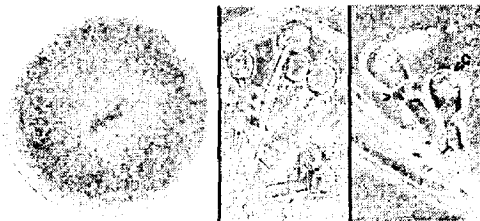
Pha sinh nhiệt cao nhất (b) ảnh hưởng lên quần thể vi sinh vật, nó phá huỷ hoặc làm yếu tất cả các cơ thể ưa ấm (và nấm mốc ưa nhiệt ban đầu như *Rhizomucor pusillus*) và kéo dài pha nhiệt độ cao thích hợp cho các loài ưa nhiệt.

Hình 10.2 là sự thay đổi nhiệt độ (đường liền) và quần thể nấm ưa ấm (đường nét đứt) và nấm ưa nhiệt (đường chấm) trong khối ủ rơm lúa mì (theo số liệu của Chang & Hudson, 1967). Trục tung trái chỉ quần thể nấm (log CFU/g chất ủ nuôi trên đĩa thạch); trục tung phải chỉ nhiệt độ trong tâm đồng ủ. Các giai đoạn a–d được trình bày trong bài.

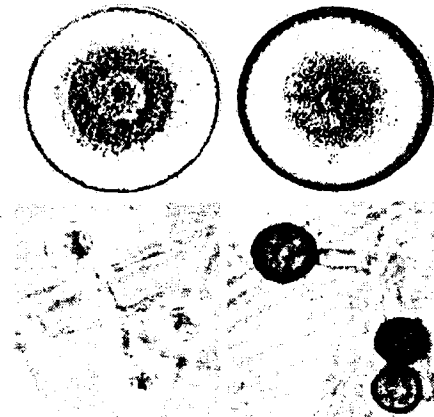


Hình 10.2. Quá trình biến động của các nhóm vi sinh vật ưa nhiệt trong bể ủ rác thải

Một số loại cơ thể tiền nhân ưa nhiệt có thể tiếp tục sinh trưởng trong lúc nhiệt độ cao và tồn tại ở nhiệt độ cao kéo dài giữa 40 – 60°C. Ở giai đoạn này, nhóm nấm ưa nhiệt bắt đầu sinh trưởng (c ở hình 10.2). Loại nấm này bao gồm *Chaetomium thermophile*, *Humicola insolens*, *Humicola (Thermomyces) lanuginosus* (hình 10.4), *Thermoascus aurantiacus* (hình 10.5), *Paecilomyces* – giả nấm (hình 10.6) và *Aspergillus fumigatus* (hình 10.7). Bằng hoạt tính tổ hợp, các loại nấm này chiếm ưu thế pha phân giải các nguyên liệu thành tế bào của thực vật như cellulose và hemicellulose, như vậy khối lượng khô của khối ủ giảm đi một nửa trong pha nhiệt độ cao kéo dài 20 ngày hoặc hơn sau khi nhiệt độ đạt cực đại.



Hình 10.3. Khuẩn lạc và cuống sinh bào tử của *Rhizomucor pusillus*



Hình 10.4. *Humicola* (hoặc *Thermomyces*) *lanuginosus*

Cuối cùng nhiệt độ giảm và các vi sinh vật ưa ấm lại sinh trưởng trong đông ủ và thay thế các loại ưa nhiệt (d trên hình 10.2). Tuy vậy, một vài loài chịu nhiệt như *Aspergillus fumigatus* có thể tiếp tục phát triển. Loại nấm này có thể phát triển ở nhiệt độ từ 12° đến 52 – 55°C. Nói đúng ra, nó không phải là loại ưa nhiệt, vì nhiệt độ sinh trưởng tối ưu dưới 50°C, nhưng là loài rất quan trọng và thường gặp trong các loại vi sinh vật nhiệt độ cao trong đông ủ.

Nấm ưa nhiệt trong đông ủ:

Tất cả các nấm ưa nhiệt trình bày dưới đây nhận được bằng cách cấy mẫu chất ủ vườn lên đĩa thạch khoai tây – dextrose có chứa các chất kháng khuẩn (streptomycin + chlortetracyclin) ở 45°C.

– Khuẩn lạc của *Rhizomucor pusillus* có màu xám điển hình trên đĩa thạch khoai tây – dextrose nuôi ở 45°C (hình phía trái). Loại nấm này sản sinh nhiều sợi khí sinh dạng “lông tơ” mịn và cuống sinh bào tử (sporangiophores) phân nhánh (hình giữa và bên phải) và có nhiều túi bào tử (sporangia) trên đỉnh nhánh. Khi thành túi bào tử vỡ ra giải phóng nhiều bào tử khỏi vùng phồng ra trung tâm (cuống trụ giữa, c) và thành túi bào tử (mũi tên > ở hình bên phải).

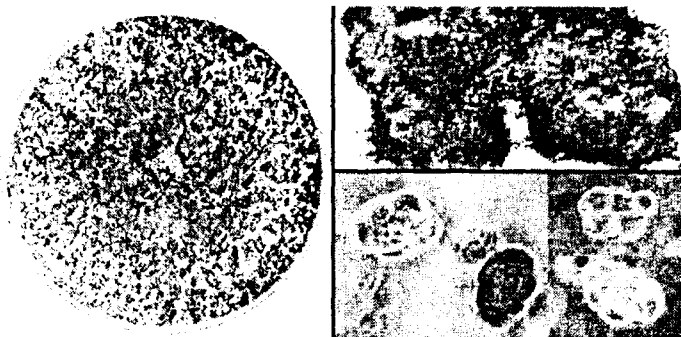
Trong khoảng nhiệt độ 20 – 55°C, loại nấm này thường phát triển sớm trong đông ủ, sử dụng các loại đường đơn, acid amin,... có mặt trong các nguyên liệu thực vật và bị mất hoạt tính khi nhiệt độ tăng lên và không tái sinh sau đó.

– Khuẩn lạc của *Humicola* (hoặc *Thermomyces*) *lanuginosus* phát triển trên môi trường thạch – khoai tây – dextrose (ảnh trên, trái) và thạch – nước chiết malt (ảnh trên, phải) ở 45°C. Nấm này sinh bào tử đơn bằng quá trình phồng ra giống quả cầu ở đỉnh nhánh sợi nấm ngắn (dưới, trái). Khi chín (dưới, phải) bào tử có thành màu nâu (ornamented).

H. lanuginosus phát triển từ 30 đến 55°C. Nó thường phát triển ở tất cả các dạng vật liệu tự sinh nhiệt cũng như trong tổ chim và đất bị ánh sáng Mặt Trời đốt nóng. Nó định cư trong khối ủ nhiệt độ lên cao và tồn tại ở suốt pha nhiệt độ cao. Tuy nhiên, nó không thể phân giải cellulose và được xem là sống cộng sinh với các loài phân giải cellulose.

– Khuẩn lạc của *Thermoascus aurantiacus* (trái) (hình 10.5) sinh trưởng trên môi trường thạch – chiết malt ở 45°C. Màu nâu da cam do sự có mặt của rất nhiều quả thể nhỏ (khoảng 1mm) (ascocarps), nó được nhìn thấy to hơn (trên đỉnh phải). Quả thể này được bao các thể có tên *Cleistothecia*, chứa nhiều nang (asci), mỗi nang có 8 bào tử nang. Quả

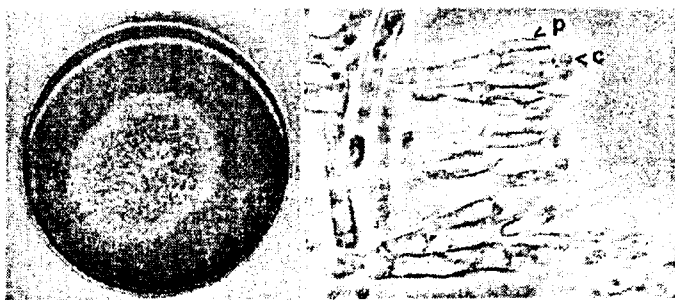
thể và thành nang vỡ ra giải phóng bào tử nang ra ngoài. 4 nang chứa bào tử nang được trình bày ở hình ghép lại ở dưới bên phải. Chúng bị giải phóng khi sự kết hợp các bào tử nang theo nhiều giai đoạn trưởng thành – khi bào tử chuyển sang màu nâu.



Hình 10.5. Khuẩn lạc của *Thermoascus aurantiacus*

Loại nấm này phát triển ở nhiệt độ từ 25 đến 55°C và phân giải cellulose mạnh.

– Các loài *Paecilomyces* (hình 10.6) phát triển trên môi trường cao malt ở 45°C (ảnh bên trái). Màu vàng sẫm của khuẩn lạc là do cấu trúc của bào tử vô tính trên khuẩn ty khí sinh gây nên. Các giai đoạn hình thành bào tử của chi *Paecilomyces* (ảnh bên phải) tương tự giống chi *Penicillium*, bởi vì bào tử (đỉnh bào tử, c) được hình thành từ tế bào thể bình (phialides, p) sinh ra từ đỉnh thể bình ngắn. Nhưng nhánh của “thể bình” này không trật tự như ở chi *Penicillium*.



Hình 10.6. Các loài *Paecilomyces*

– *Aspergillus fumigatus* (hình 10.7) là loại nấm thông thường trong chất ủ và lớp mốc có màu xanh xám (ảnh trái), ngược lại màu xanh sáng của nhiều loài *Aspergillus* khác. Giai đoạn sinh bào tử tiêu biểu của chi *Aspergillus* bao gồm sợi nấm sinh bào tử (conidiophore, ảnh giữa), nó trương lên ở đỉnh và tế bào thể bình màng túi bào tử (phialides) sinh ra

bào tử đính (conidia). Còn ở *A. fumigatus*, thể bình thường là dạng chùy, thể đính chỉ mọc lên trên phần đỉnh của thể bình, và các thể đính này đều hướng lên trên. Cùng với màu xanh ghi và dải nhiệt độ 12 – 52°C, nét đặc trưng này phân biệt được *A. fumigatus* khác với các loài *Aspergillus* khác.



Hình 10.7. *Aspergillus fumigatus*

A. fumigatus là loại nấm rất thường có, rất đáng quan tâm và cũng rất nguy hại, bởi vì nhu cầu dinh dưỡng của nó. Nó có hoạt tính phân huỷ cellulose mạnh, nhưng nó cũng có thể phát triển trên hydrocarbon trên nhiên liệu máy bay và cũng có thể nhiễm vào phổi bằng do hít phải bào tử của nó, gây nên dị ứng và phát triển trong phổi gây nên bệnh aspergillomas. Chúng có khả năng phát triển bình thường ở 37°C cho nên nó là vấn đề gây khó khăn trong phẫu thuật, ở đây nó làm nhiễm các cơ quan bên trong thông qua vết mổ, đặc biệt trong quá trình mổ cấy ghép mà hệ thống miễn dịch của bệnh nhân bị suy giảm.

10.2. Ủ CHẤT THẢI (COMPOSTING)

10.2.1. Cơ sở của ủ chất thải

Ủ chất thải là chuyển nguyên liệu hữu cơ (chất thực vật) nhờ sự phân giải thành các chất giống như đất gọi là mùn rác. Động vật không xương sống (sâu bọ và giun đất) và vi sinh vật (vi khuẩn và nấm) giúp chuyển hoá các nguyên liệu này thành phân bón. Ủ chất thải là một dạng chuyển hoá trong tự nhiên.

Thực tế từ xa xưa, ủ chất thải đã được nhắc lại nhiều lần trong Kinh Thánh và có thể phát hiện ở Marcus Cato, một người nông dân và nhà khoa học sống ở Rom cách đây 2.000 năm. Cato xem compost (chất ủ) như là cơ sở để cải tạo đất, tạo độ phì và đất trồng có năng suất cao. Ông tuyên bố rằng, chất thải thực phẩm và động vật cần phải ủ trước khi bón vào đất.

Ngày nay, ủ rác thải là việc làm có giá trị. Chất ủ được bón vào đất

vườn cải tạo cấu trúc đất làm đất tơi xốp, thoáng khí và giữ nước lâu hơn. Nếu trộn chất ủ này vào đất sét, đất nhẹ hơn, và vào đất cát, đất sẽ giữ nước tốt hơn. Trộn chất ủ vào đất cũng chống đất xói mòn, kiểm soát được độ phì, cân bằng được pH và làm cho rễ của cây phát triển khoẻ hơn.

Cách thức loại bỏ hầu hết rác vườn và thực phẩm loại là chôn lấp và đốt. Thực tế cho thấy điều này không hoàn toàn kinh tế và bảo vệ môi trường như là xử lý bằng phương pháp ủ, vì chất thải sinh hoạt nếu chôn lấp, phân huỷ rất chậm bởi thiếu oxy, hơn nữa khi phân huỷ lại sinh khí methan và nước rỉ ra bị acid gây ảnh hưởng đến môi trường.

Chôn lấp chất thải hữu cơ cũng tốn diện tích cần thiết như chôn lấp các chất thải khác; còn đốt chất thải hữu cơ nếu chất thải ẩm ướt không có hiệu quả, khó thu hồi năng lượng và gây ô nhiễm môi trường. Ủ chất thải có hiệu quả hơn và thường trang thiết bị rẻ hơn, kiểm soát được chất thải hữu cơ. Điều đó có thể áp dụng cho cả mô hình xử lý lớn hoặc nhỏ, nhưng kỹ thuật và thiết bị sử dụng khác nhau.

Trong môi trường tự nhiên, vi sinh vật và động vật không xương sống trong đất phân giải thực vật chết thành mùn. Đây là chất dinh dưỡng được quay vòng trong hệ sinh thái. Sự phân huỷ trong tự nhiên này có thể được áp dụng trong điều kiện nhân tạo. Vi sinh vật và động vật không xương sống thực hiện quá trình này đòi hỏi phải có oxy và nước. Sản phẩm cuối của quá trình là chất ủ làm giàu đất, carbon dioxid, nước và nhiệt.

Ủ rác là quá trình động học diễn ra nhanh hay chậm phụ thuộc vào quy trình sử dụng và kỹ năng thực hiện. Bố trí đồng ủ chất thải không đúng, các chất thải vẫn bị phân huỷ, nhưng chậm. Đây được xem là “ủ thụ động”, bởi vì không duy trì điều kiện thích hợp cho quá trình ủ. Còn ủ nhanh hay “chủ động” được kết thúc trong 2 đến 6 tuần. Phương pháp này đòi hỏi 3 yêu cầu chính sau: 1) “thông khí”, bằng cách đảo trộn đồng ủ, 2) độ ẩm và 3) tỷ lệ nguồn carbon và nitơ hợp lý. Điều đáng quan tâm đối với các nhân tố này là làm nhiệt độ đồng ủ tăng lên tới 60 – 80°C, bảo đảm cho phân huỷ nhanh.

Thành công của quá trình ủ các chất hữu cơ phụ thuộc vào bản chất của chất hữu cơ và các sinh vật phân huỷ chúng. Một số chất hữu cơ dễ bị phân huỷ hơn các chất hữu cơ khác. Các vi sinh vật và động vật không xương sống khác nhau phát triển nhanh trên các chất hữu cơ khác nhau cũng như ở dải nhiệt độ khác nhau. Có loại vi sinh vật đòi hỏi oxy, nhưng có loại lại không đòi hỏi oxy.

Quần thể vi sinh vật đa dạng hơn sẽ làm cho quá trình ủ hiệu quả hơn. Do vậy, điều kiện để có sự chuyển hoá trong đồng ủ là tạo cho hệ sinh thái trong đồng ủ tiến triển không ngừng.

10.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ủ

Tốc độ phân huỷ các chất hữu cơ phụ thuộc vào các yếu tố sau:

10.2.2.1. Tỷ lệ carbon so với nitơ

Carbon và nitơ là 2 nguyên tố cơ bản và tỷ lệ của chúng (C : N) có ý nghĩa quan trọng trong ủ rác thải. Vi khuẩn và nấm mốc trong đồng ủ tiêu hoá hoặc “oxy hoá” carbon làm nguồn năng lượng và thu nhận nitơ để tổng hợp protein. Carbon được xem là “thực phẩm” và nitơ là enzym tiêu hoá.

Phần lớn chất hữu cơ là carbon nhưng phải đủ nitơ tạo điều kiện cho quá trình phân huỷ. Tỷ lệ này là 30 phần carbon so với 1 phần nitơ (30 : 1) khối lượng khô. Nếu bổ sung 3 đến 4kg nitơ cho 100kg carbon thì quá trình ủ rác có hiệu quả và diễn ra nhanh. Quá trình này diễn ra chậm nếu không đủ nguồn nitơ và nếu nhiều quá có thể sẽ gây ra hiện tượng sinh khí amoniac, gây mùi khó chịu. Lá cây được xem là nguồn carbon tốt và cỏ tươi, phân chuồng là nguồn nitơ tốt.

10.2.2.2. Diện tích bề mặt ủ

Sự phân huỷ do vi sinh vật trong đồng ủ diễn ra thuận lợi khi bề mặt của chất thải tiếp xúc với không khí. Diện tích bề mặt vật liệu ủ tăng lên bằng cách cắt (chopping), nghiền (shredding), thái (mowing), hoặc làm gãy. Diện tích bề mặt tăng lên cũng có nghĩa là vi sinh vật có khả năng tiêu hoá chất ủ tốt hơn, nhanh hơn và sinh nhiệt nhiều hơn. Không cần thiết phải tăng diện tích bề mặt khi mà tốc độ quá trình ủ đang diễn ra cao. Sâu bọ và giun đất cũng làm giảm kích thước các chất ủ thành phần nhỏ hơn mà vi khuẩn và nấm có thể tiêu hoá được.

10.2.2.3. Độ ẩm

Vi sinh vật chỉ có thể sử dụng các phân tử chất hữu cơ nếu chúng hoà tan trong nước, cho nên đồng ủ phải có hàm lượng nước 40 – 60%. Nếu độ ẩm xuống dưới 40%, hoạt động của vi sinh vật giảm xuống hoặc không hoạt động nữa. Còn độ ẩm trên 60% sẽ cản trở sự thông khí, dinh dưỡng sẽ bị chảy ra ngoài, khả năng phân huỷ các chất chậm lại, và mùi hôi thối bốc ra do sự phân huỷ kỵ khí. Phương pháp “thủ nén chặt” (squeeze test) là cách tốt nhất để xác định độ ẩm của vật liệu ủ. Cách làm như sau: Lấy một nắm vật liệu ủ bóp mạnh, nếu nước chảy ra là

được. Đóng ủ quá ướt, cần đảo trộn thường xuyên hoặc bổ sung trực tiếp vật liệu ủ khô vào đóng ủ.

10.2.2.4. Nhiệt độ

Vi sinh vật có sinh nhiệt thì mới phân giải các chất hữu cơ, theo nguyên tắc “nhiệt càng cao, càng tốt”. Nhiệt độ đóng ủ nằm trong khoảng 32 đến 60°C thuận lợi cho quá trình ủ nhất. Nếu nhiệt độ cao hơn 60°C sẽ ức chế sự hoạt động của nhiều loại vi sinh vật quan trọng có hoạt tính phân giải cao trong đóng ủ. Đòi hỏi nhiệt độ cao cho quá trình ủ nhanh là những tháng mùa đông ở vùng khí hậu lạnh. Đóng ủ thường bốc hơi vào mùa đông. Một số loại vi sinh vật ưa lạnh sẽ tiếp tục quá trình phân huỷ nhưng tốc độ chậm hơn.

10.2.2.5. Ủ rác vườn khác ủ rác mức độ lớn

Ủ rác vườn có thể sử dụng nhiều hệ thống khác nhau – rào lại hoặc bằng thùng chứa. Hệ thống ủ hoặc thùng chứa có thể tự làm hoặc mua. Phụ thuộc vào chất thải mà xem xét có thể trộn hoặc không trộn chất thải thực phẩm với rác vườn. Việc chọn đất trồng có rào chặt hoặc thùng chứa đều thích hợp. Cách ủ thay đổi phụ thuộc vào hệ thống ủ được chọn, nhưng nguyên tắc và mục đích như nhau. Về bản chất, ủ rác thải mức độ lớn cũng như vậy.

Ở một số đô thị, sau khi thu gom rác về và đắp thành luống cao 1,5m đến 2,5m và dài tùy thích. Đảo trộn một tháng một lần từ đầu đến cuối luống bằng tay hay bằng thiết bị máy móc khác. Kiểm tra nhiệt độ và độ ẩm 2 lần một tuần. Chất ủ sau khi kết thúc có thể bán hoặc sử dụng cho các mục đích công cộng khác. Ủ rác vườn không cần chi phí môi trường và tính toán kinh tế vì không phải sử dụng các thiết bị nặng để đảo trộn đóng ủ.

10.2.3. Các vi sinh vật nhân sơ trong đóng ủ

Mặc dù nấm ưa nhiệt đóng vai trò chính trong việc phân huỷ cellulose và các polyme khác trong đóng ủ, nhưng hoạt động của vi khuẩn cũng rất quan trọng. Hai phát minh nổi bật nhất theo quan điểm này gần đây là:

Năm 1996 đã có công bố rằng, đóng ủ của nhiều loại khác nhau (rác vườn và rác thải sinh hoạt, bùn thải, các hệ thống ủ công nghiệp) có số lượng lớn các vi khuẩn thuộc chi *Thermus*, chúng phát triển trên cơ chất hữu cơ ở nhiệt độ từ 40 – 80°C, với nhiệt độ sinh trưởng tối ưu giữa 65°C và 75°C. Số lượng vi sinh vật cao từ 10^7 đến 10^{10} tế bào trong một gam

khối lượng chất ủ khô. Các loài *Bacillus* sinh bào tử cũng phát hiện thấy, nhưng chúng không có khả năng phát triển trên 70°C. Thật vậy, có thể như các loài *Thermus* được phát hiện ở những vùng địa chất có nhiệt độ cao, đã thích nghi trong hệ thống ủ nhiệt độ cao và đóng vai trò chính trong pha sinh nhiệt độ cao nhất.

Cũng năm 1996, người ta cũng phân lập được nhiều vi khuẩn tự dưỡng từ đồng ủ. Những vi khuẩn không sinh bào tử này phát triển ở 60 – 80°C, với nhiệt độ tối ưu 70 – 75°C, và chủng rất giống *Hydrogenobacter* mà trước đây chỉ biết chúng ở vùng địa chất có nhiệt độ cao. Chúng nhận được năng lượng bằng oxy hoá sulfur và hydro, và tổng hợp các chất hữu cơ của chúng từ CO₂.

10.2.4. Sự tương tác vi sinh vật trong đồng ủ: hướng thương mại

Có nhiều cách hiểu về mối tương tác của vi sinh vật trong hệ thống ủ. Những nghiên cứu trong lĩnh vực này theo sự đòi hỏi của sản xuất compost cho hiệu suất nấm cao (các loài *Agaricus*) và quá trình nhanh, hiệu quả từ rác thải sinh hoạt và công nghiệp.

Ngược lại đối với trình tự ủ “tự nhiên” tiêu biểu, chất ủ sản xuất nấm ăn được sản xuất theo quy trình 2 pha, rút ngắn, được thiết kế làm giảm tối thiểu vật liệu cellulose bị mất mà *Agaricus* cần sử dụng để sinh trưởng. Pha I nhiệt độ đồng ủ rơm tăng lên 70 – 80°C sau vài ngày. Sau đó đồng ủ được tiệt trùng ở 70°C và giữ ở 45°C vài ngày tiếp theo (Pha II). Cuối cùng, nhiệt độ giảm xuống và chất ủ nuôi *Agaricus*. Cả pha chuẩn bị này cần thiết cho hiệu suất nấm cao. Những nghiên cứu gần đây cho thấy, nấm ưa nhiệt *Scytalidium thermophilum* chiếm ưu thế trong pha II và sự có mặt của nó có thể làm tăng gấp đôi hiệu suất nấm (Straatsma G. et al., 1995). Lý lẽ cho vấn đề này còn chưa rõ.

Một công trình khác đã chỉ ra rằng, *Agaricus bisporus* (nấm thương mại) cần sử dụng cả vi khuẩn sống và bị nhiệt tiêu diệt như nguồn nitơ duy nhất để sinh trưởng. Giống như nhiều nhóm nấm khác, *Basidiomycota*, nấm này không phát triển mạnh trên nguồn nitơ vô cơ như amoni hoặc nitrat, nhưng sử dụng dễ dàng nitơ vô cơ mà nó có thể phân giải enzym protease tự do. Thật vậy, hoạt tính của vi sinh vật ban đầu trong đồng ủ có thể nhờ nguồn nitơ do hoạt động của nấm mốc.

10.3. CÁC VI SINH VẬT PHÂN GIẢI HYDRATCARBON TRONG BỂ Ủ RÁC THẢI

Trong tự nhiên, khu hệ vi sinh vật có khả năng phân huỷ hydrat carbon vô cùng phong phú bao gồm cả vi khuẩn, xạ khuẩn và nấm. Để

sinh trưởng, phát triển, vì sinh vật không những cần hydrat carbon làm nguồn dinh dưỡng, mà còn cần các nguồn nitơ (hữu cơ và vô cơ), các nguyên tố đa lượng như P, K, Mg, Ca, S,... và các nguyên tố vi lượng như Mn, Mo, Fe, Zn,...

Trong quá trình ủ rác, ngoài việc cân đối các thành phần dinh dưỡng, để đảm bảo cho vi sinh vật phát triển nhanh còn cần điều kiện nuôi cấy tối ưu như độ ẩm, pH, nhiệt độ, tỷ lệ oxy và khí carbonic trong môi trường, sẽ thúc đẩy nhanh quá trình lên men, rút ngắn thời gian xử lý. Tuy nhiên, trong quá trình xử lý rác thải, nhiệt độ trong đống ủ tăng lên nhanh. Theo Sochnborn, 1986, đã nghiên cứu so sánh 2 quá trình xử lý rác thải: Xử lý rác thải trong bể ủ có hệ thống thông gió cưỡng bức, chỉ sau 5 – 10 giờ, nhiệt độ trong bể ủ đã tăng lên 40 – 55°C và kéo dài suốt quá trình ủ; xử lý rác thải trong bể ủ không có hệ thống thông gió, nhiệt độ trong bể ủ lên tới 75 – 80°C.

Mỗi loại vi sinh vật có khả năng sinh trưởng, phát triển ở nhiệt độ tối thiểu, tối thích và tối đa khác nhau và người ta chia chúng thành 3 nhóm: ưa lạnh (dưới 25°C), ưa ấm (20 – 55°C) và ưa nhiệt (trên 45°C). Người ta cũng còn chia ra loại cực ưa nhiệt (trên 70°C). Trong quá trình thu gom rác thải thành đống, các vi sinh vật có sẵn trong rác thải bắt đầu hoạt động làm cho đống rác thải tăng lên. Khi nhiệt độ tăng lên cao (trên 50°C), các vi sinh vật ưa ấm ngừng hoạt động hoặc chết đi, chỉ còn các vi sinh vật ưa nhiệt tồn tại và phát triển. Chính vì vậy, các loại nấm (nấm mốc, nấm men, nấm sợi,...) thường ít chịu nhiệt hơn, cho nên bị chết trong quá trình ủ ở nhiệt độ cao. Trong số các loại vi sinh vật thì vi khuẩn, xạ khuẩn có khả năng chịu được nhiệt độ cao hơn. Tuy nhiên, trong quá trình ủ rác cũng giống như quá trình lên men vi sinh vật nói chung, được chia thành 4 pha: pha lag, pha log, pha ổn định và pha suy vong. Thường thì pha log, vi sinh vật sinh trưởng và phát triển theo lũy thừa và pha tử vong – số lượng tế bào có khả năng sống giảm theo lũy thừa. Nhưng trong quá trình xử lý rác thải thì quá trình lên men này diễn ra dài hơn. Do đó trong các pha, vi sinh vật có thể chịu được ở nhiệt độ khác nhau sẽ sinh trưởng và phát triển ở các giai đoạn ủ khác nhau. Chính vì vậy, trong quá trình ủ, sự biến động của các nhóm vi sinh vật cũng rất phong phú và đa dạng. Số lượng các chủng vi sinh vật có khả năng chịu được nhiệt độ cao cũng tăng lên và các chủng này sinh trưởng và phát triển mạnh hơn. Trong số các nhóm vi sinh vật thì vi khuẩn và xạ khuẩn có khả năng chịu được nhiệt độ cao hơn. Muốn thúc đẩy quá

trình xử lý nhanh hơn, ngoài việc tăng cường các điều kiện lên men phù hợp, chọn các chủng có hoạt tính sinh học cao, còn phải tuyển chọn các chủng vi sinh vật phù hợp với nguồn cơ chất của rác thải và chịu được nhiệt độ trong bể xử lý.

Như vậy, việc lựa chọn các vi sinh vật nhằm tăng cường xử lý rác thải bảo vệ môi trường và sản xuất phân vi sinh phục vụ sản xuất nông nghiệp, cần dựa trên các nguyên tắc chính sau:

– Các chủng vi sinh vật phải có hoạt tính sinh học cao như khả năng sinh phức hệ enzym cellulase cao và ổn định.

– Phải sinh trưởng và phát triển tốt trong điều kiện thực tế của đồng ủ, cạnh tranh với vi sinh vật có sẵn trong đồng ủ và có khả năng chịu nhiệt.

– Có tác dụng cải tạo đất và có lợi cho thực vật khi phân ủ được bón vào đất, tức là có khả năng phát huy sau khi bón vào đất.

– Không độc cho người, cây trồng, động vật và vi sinh vật hữu ích trong đất.

– Nuôi cấy dễ dàng, sinh trưởng tốt trên môi trường tự nhiên, thuận lợi cho quá trình sản xuất chế phẩm.

ÔN TẬP CHƯƠNG 10

1. Phân loại vi sinh vật theo nhiệt độ có ý nghĩa gì trong quá trình xử lý chất thải bằng phương pháp ủ?
2. Ủ chất thải (composting) là gì?
3. Các nhóm vi sinh vật và các yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của vi sinh vật trong xử lý chất thải.
4. Sự giống và khác nhau của các nhóm vi sinh vật trong xử lý nước thải và xử lý rác thải bằng biện pháp xử lý hiếu khí.
5. Sự tương tác của các nhóm vi sinh vật trong đồng ủ theo hướng thương mại.
6. Tại sao nói: Xử lý chất thải bằng biện pháp sinh học là “bắt chước” quá trình tự làm sạch trong tự nhiên?

Chương 11

XỬ LÝ RÁC THẢI BẰNG CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT

11.1. CƠ SỞ SINH HỌC CỦA BIỆN PHÁP XỬ LÝ RÁC THẢI

11.1.1. Các biện pháp xử lý chất thải

Những chỉ tiêu cần đạt được trong quá trình xử lý chất thải là:

- Không ảnh hưởng đến sức khoẻ của con người.
- Không ảnh hưởng đến động, thực vật.
- Không ảnh hưởng đến các nguồn nước và đất.
- Không gây ảnh hưởng tới không khí và gây tiếng ồn.
- Không xâm phạm tới trật tự không gian, quy hoạch đất đai, vùng rừng cấm và vùng bảo tồn thiên nhiên.

Rác thải nguy hại cần được phân loại và xử lý riêng dựa theo tính chất và thành phần độc hại của chúng. Chính vì vậy, không thể xử lý hoặc tiêu huỷ tất cả rác thải nguy hại bằng một công nghệ. Dựa vào các tính chất lý học, hoá học và sinh học của từng loại chất thải nguy hại, đòi hỏi phải có các quy trình đặc biệt để xử lý và chôn lấp nhằm tránh những rủi ro đối với sức khoẻ của con người, hoặc ảnh hưởng bất lợi đến môi trường sinh thái. Các biện pháp xử lý chất thải nguy hại thường rất tốn kém, đòi hỏi đầu tư lớn, kỹ thuật cao. Các chất thải này thường sử dụng các phương pháp như chôn lấp, đốt, bê tông hoá,... Theo các tập đoàn xử lý chất thải Miltox (Úc), Amarec (Áo) thì giá tiền xử lý chất thải nguy hại thường từ 800 – 1.200 USD/tấn. Trước khi xử lý chất thải nguy hại, cần phải tách các thành phần, khử độc, giảm khối lượng và thu hồi các vật liệu có ích. Giảm thể tích, kích thước rác thải nguy hại thường được áp dụng bằng các kỹ thuật cơ học (máy nén, máy cắt, máy ép, máy nghiền và đốt).

Dựa vào nguồn gốc chất thải, người ta chia ra các nhóm: chất thải sinh hoạt, chất thải bệnh viện, chất thải công nghiệp, chất thải công nghiệp khai thác khoáng sản, chất thải công nghiệp chế biến, chế tạo, năng lượng, chất thải xây dựng và chất thải độc hại, từ đó đề xuất các biện pháp xử lý chất thải như sau:

11.1.1.1. Đốt chất thải

Đốt chất thải là quá trình oxy hoá chất thải bằng oxy của không khí ở nhiệt độ cao (1.100 – 1.200°C). Đây là quy trình xử lý cuối cùng ứng dụng cho một số chất thải nhất định mà nó không thể tái chế, tái sử dụng hay tàng trữ an toàn trong bãi chôn lấp, phần tro sau khi đốt được chôn lấp.

Đốt chất thải là biện pháp tốt nhất để xử lý chất thải bệnh viện, nhưng trong điều kiện Việt Nam hiện nay, giá thành xử lý rác thải bằng biện pháp này còn khá cao. Hà Nội đã xây dựng thí điểm một nhà máy xử lý rác thải nguy hại bằng phương pháp đốt với công suất 30.000 tấn/năm với diện tích 15.000m² tại Xí nghiệp Chế biến rác thải Cầu Diễn, Hà Nội.

11.1.1.2. Công nghệ cố định và đóng rắn chất thải

Trước khi đem chôn lấp chất thải nguy hại, cần phải làm ổn định chất thải để ngăn chặn sự rò rỉ và thẩm thấu của chất thải, gây ô nhiễm nguồn nước và đất xung quanh bãi chôn lấp. Ổn định đóng rắn chất thải là công nghệ trộn vật liệu thải với vật liệu đóng rắn (vôi, xi măng, polyme,...) tạo thành thể rắn bao lấy chất thải, hoặc cố định chất thải trong cấu trúc của vật rắn. Công nghệ này thường được dùng để xử lý chất thải của sản xuất kim loại, chất thải tuyển khoáng, nấu chảy chì..., tạo thành khối rắn dễ vận chuyển và chôn lấp.

11.1.1.3. Bãi chôn lấp an toàn

Mục đích của việc chôn lấp chất thải là giảm đến mức thấp nhất sự ô nhiễm bề mặt do chất thải gây ra và ngăn chặn sự ô nhiễm nước ngầm do sự rò rỉ trong lòng các hố chất thải bằng kim loại, vật liệu phù hợp bao bọc xung quanh hố chôn lấp.

Bãi chôn lấp an toàn phải được thiết kế và vận hành thích hợp, đáy bãi phải là lớp đất sét hoặc vật liệu nhân tạo không thẩm thấu nước, nền và đáy bãi phải được phủ thêm một lớp vật liệu không thấm nước, tạo độ dốc để thoát nước và tránh đọng nước.

11.1.1.4. Xử lý chất thải làm phân bón hữu cơ

Nước ta là nước nông nghiệp, do vậy nhu cầu phân bón cũng rất lớn. Việc xử lý chất thải hữu cơ làm phân bón cũng đang được ứng dụng ở một số địa phương: Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, Phú Thọ và Bà Rịa – Vũng Tàu đã xây dựng nhà máy xử lý rác thải làm phân bón. Quá trình phân hủy nhanh các chất hữu cơ thành mùn, rút ngắn thời gian xử lý đang được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu.

11.1.1.5. Xử lý rác thải bệnh viện

Các chất thải trong quá trình điều trị, giải phẫu bệnh lý ở các bệnh viện phải được xử lý, thu gom riêng, không được xả chung vào hệ thống rác thải công cộng.

Hệ thống thu gom và xử lý rác thải bệnh viện phải được phân loại theo mức độ độc hại ngay từ nguồn phát sinh ra nó, và tập trung theo từng chủng loại ngay trong khu vực bệnh viện.

Khí thải từ các lò đốt chất thải phải được xử lý có hiệu quả bằng phương pháp hấp thụ hai lần trước khi thải vào không khí, không gây ô nhiễm không khí xung quanh.

11.1.2. Bản chất của phương pháp xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật

Xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật là nhờ hoạt động sống của vi sinh vật (vi sinh vật tự nhiên có trong rác thải và vi sinh vật thuần chủng được bổ sung trong quá trình xử lý) mà các cơ chất có trong rác thải phân hủy thành các thành phần nhỏ hơn, hình thành sinh khối vi sinh vật cao hơn, các sản phẩm trao đổi chất của vi sinh vật và các loại khí như CO_2 , CH_4 ,... Các quá trình chuyển hoá này có thể xảy ra trong điều kiện hiếu khí và kỵ khí. Quá trình ủ chất thải hữu cơ như là một quá trình sinh học phân hủy chất thải hữu cơ và ổn định các thành phần cuối cùng của chúng dưới tác dụng của vi sinh vật ưa nhiệt.

Ủ hiếu khí là quá trình phân giải các chất hữu cơ nhờ vi sinh vật với sự có mặt của oxy. Sản phẩm cuối cùng là CO_2 , NH_3 , nước, nhiệt và sinh khối vi sinh vật mới. Còn ủ kỵ khí không có mặt của oxy và sản phẩm cuối cùng là CH_4 , CO_2 , NH_3 , một lượng nhỏ các loại khí khác, acid hữu cơ và sinh khối vi sinh vật.

Trong quá trình ủ rác, sẽ xảy ra một loạt các chuyển hoá khác nhau. Các quá trình này có thể theo mục đích có lợi như làm cho sản phẩm cuối cùng của quá trình xử lý ổn định trước khi sử dụng; chất lượng chất dinh dưỡng (N, P, K thường nằm ở dạng hữu cơ) được cải tạo làm tăng chất lượng đất có lợi cho cây trồng; và tiêu diệt các loại vi sinh vật gây bệnh. Tuy nhiên, quá trình này cũng còn có những hạn chế nhất định, thường thời gian ủ kéo dài kéo theo hàng loạt khó khăn khác và nếu quá trình ủ chính không kiểm soát được thì sẽ gây ô nhiễm cho môi trường.

11.1.2.1. Tổng số và thành phần của chất thải

Các yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và hoạt tính trao đổi chất của vi sinh vật khác với vi sinh vật thuần khiết trong phòng thí nghiệm là:

- Mỗi tương quan giữa các quần thể vi sinh vật trong rác thải.
- Nguồn carbon và năng lượng có trong chất thải là hỗn hợp các cơ chất có nồng độ thấp hoặc rất thấp và không cân đối.
- Có các chất khó phân giải với nồng độ thấp ít quan tâm đầy đủ trong quá trình xử lý.

Chính vì vậy, người ta cũng nhận thấy sự phát triển của cộng đồng các loại vi sinh vật trong hệ sinh thái vi sinh vật trong tự nhiên liên quan đến quá trình xử lý chất thải trong bể ủ để áp dụng vào thực tế sản xuất. Do đó, quá trình xử lý chất thải bằng vi sinh vật được nghiên

cứ thực nghiệm nhằm điều khiển được quá trình ủ phù hợp trên cơ sở hiểu rõ bản chất một cách sâu sắc hơn mối tương tác giữa điều kiện sống và sự cạnh tranh để phát triển của vi sinh vật, cho phép hoàn thiện quá trình thích nghi của chúng trong quá trình xử lý.

Tuy nhiên thành phần của chất thải liên quan đến nguồn phát sinh của chúng. Nếu chỉ ra được nguồn gốc chất thải sẽ hiểu rõ bản chất và xác định được thành phần của chúng cả về số lượng và chất lượng. Thành phần của chất thải thay đổi rất lớn như chất thải công nghiệp phụ thuộc vào quy trình công nghệ, còn chất thải sinh hoạt phụ thuộc vào cách sống của cộng đồng, thời gian trong tuần và trong ngày. Nhiều loại chất thải có thể quay vòng sử dụng như rỉ đường, nước ngâm ngô, cặn sữa,... cũng có loại chỉ thu gom một phần để tái sử dụng như thủy tinh, giấy thải, kim loại, từ đó làm thay đổi thành phần của rác thải. Như vậy, về nguyên lý, nếu hiểu rõ nguồn gốc chất thải thì mới cho phép phân loại để xử lý bằng phương pháp sinh học, còn những chất thải không rõ nguồn gốc thì không cho phép xử lý bằng phương pháp này.

Chất thải sinh hoạt của các thành phố khác nhau có thể có thành phần khác nhau. Điều này còn phụ thuộc vào mức sống, điều kiện sống và ý thức xã hội của người dân. Có thể tham khảo chất thải rắn của một thị trấn thuộc loại trung bình được liệt kê ở bảng 11.1.

Bảng 11.1. Chất thải rắn của một thị trấn với tổng lượng chất thải bình quân 620,3kg/người/năm (theo Langer và Stief, 1978)

Thành phần chất thải	% tổng số	Khả năng phân hủy sinh học ⁽¹⁾
Đất	0,121	-
Đất đào	23,778	-
Cát	0,725	-
Sỏi đá.	0,058	-
Gạch vụn	8,318	-
Than đá vụn	3,575	-
Tro	0,016	-
Bụi	0,012	-
Bụi bẩn quét đường phố	0,016	-
Rác thải	37,728	p
Chất thải công nghiệp giống rác thải	9,188	p
Chất thải đá xẻ	11,768	-
Chất thải cống kênh	2,386	-
Chất thải bụi cây	0,451	+
Lá cây	1,290	+
Rác chợ	0,548	+
Rác thải khu vực vui chơi, giải trí	0,081	p

⁽¹⁾ (-): không phân giải sinh học; p: phân hủy một phần; +: phân hủy

Phần lớn chất thải rắn được xử lý phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh. Các chất phân hủy bằng phương pháp sinh học là rác vườn và rác sinh hoạt. Rác thải và phế thải công nghiệp giống rác thải là chất thải có khả năng phân hủy sinh học tốt hơn (bảng 11.1). Các số liệu đặc trưng về các chất tro và thành phần năng lượng của chất thải sinh hoạt được trình bày ở bảng 11.2. Tuy nhiên tổng lượng chất thải sinh hoạt ở 8 nước châu Âu khoảng 150 – 400kg/người/ năm và hàng năm tăng khoảng 2 –4%. Thành phần của chất thải sinh hoạt liên quan đến nguồn chất thải (bảng 11.3).

Trong nghiên cứu, người ta nhận thấy ngược lại, trong nước thải và bùn thải, hàm lượng nitơ lại cao, rất thích hợp để bổ sung vào chất thải để xử lý bằng phương pháp sinh học. Còn các chất thải rắn trong quá trình chế biến gỗ như vỏ bào, mùn cưa; sản xuất nông nghiệp như rơm rạ có thể tái sinh thành nguyên liệu thô để cung cấp cellulose, hemicellulose và lignin cho quá trình công nghệ sinh học.

Bảng 11.2. Thành phần đặc trưng của rác thải sinh hoạt

TT	Loại chất thải	% khối lượng		% độ ẩm	
		Trong khoảng	Tiêu biểu	Trong khoảng	Tiêu biểu
1	Thực phẩm	6 – 26	14	50 – 80	70
2	Giấy	15 – 45	34	4 – 10	6
3	Bìa carton	3 – 16	7	4 – 8	5
4	Vải	2 – 8	5	1 – 4	2
4	Plastic	0 – 4	2	6 – 15	10
5	Cao su	0 – 2	0,5	1 – 4	2
6	Da	0 – 2	0,5	8 – 12	10
7	Rác vườn	0 – 20	12	30 – 80	60
8	Gỗ	1 – 4	2	15 – 40	20
9	Các chất hữu cơ	0 – 5	2	10 – 60	25
10	Thủy tinh	4 – 16	8	1 – 4	2
11	Hộp sắt	2 – 8	6	2 – 4	3
12	Kim loại màu	0 – 1	1	2 – 4	2
13	Kim loại đen	1 – 4	2	2 – 6	3
14	Gạch, cát, sỏi,...	0–10	4	6 – 12	8

Bảng 11.3. Thành phần hoá học đặc trưng của các loại rác thải sinh hoạt

Thành phần chất thải	Phần trăm khối lượng khô (%)					
	Carbon	Hydro	Oxy	Nitơ	Lưu huỳnh	Tro
Thực phẩm	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4	5,0
Giấy	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6,0
Bìa carton	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Chất dẻo	60,0	7,2	22,8	–	–	10,0
Hàng dệt	55,0	6,6	31,2	4,6	0,15	2,5
Cao su	78,0	10,0	–	2,0	–	10,0
Da	60,0	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0
Rác vườn	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3	4,5
Gỗ	49,5	6,0	42,7	0,2	0,1	1,5
Chất hữu cơ	48,5	6,5	37,5	2,2	0,3	5,0
Gạch, cát, sỏi, ...	26,3	3,0	2,0	0,5	0,2	68,0

Bảng 11.4. Các số liệu đặc trưng về chất tro và thành phần năng lượng của chất rác sinh hoạt rắn

TT	Loại chất thải	Chất tro dư, % ⁽¹⁾		Năng lượng, kJ/ kg ⁽²⁾	
		Trong khoảng	Tiêu biểu	Trong khoảng	Tiêu biểu
1	Thực phẩm	2 – 8	5	3.500 – 7.000	4.650
2	Giấy	4 – 8	6	11.600 – 18.600	16.750
3	Bìa carton	3 – 6	5	13.950 – 17.450	16.300
4	Vải	2 – 4	10	27.900 – 37.200	32.600
4	Plastic	6 – 12	2,5	15.100 – 18.600	17.450
5	Cao su	2 – 20	10	20.900 – 27.900	23.250
6	Da	2 – 20	10	15.100 – 19.800	17.450
7	Rác vườn	2 – 6	4,5	2.300 – 18.600	6.500
8	Gỗ	0,6 – 2	1,5	17.450 – 19.800	18.600
9	Chất hữu cơ	2 – 8	6	11.000 – 26.000	18.000
10	Thủy tinh	96 – 99	98	100 – 250	150
11	Hộp sắt	96 – 99	98	100 – 250	150
12	Kim loại màu	90 – 99	96	250 – 1.200	700
13	Kim loại đen	94 – 99	98	250 – 1.200	700
14	Gạch đá, cát sỏi, ...	60 – 80	70	2.300 – 11.650	7.000
Trung bình				9.300 – 12.800	10.000

⁽¹⁾ Sau khi đốt cháy; ⁽²⁾ Sau khi phân giải hoàn toàn

Bảng 11.5. Phân loại các thành phần có trong rác thải theo khả năng phân hủy sinh học của chúng (Loub, 1975)

* Chất thải dễ phân hủy sinh học (chất thải thực phẩm: rau củ, các sản phẩm tươi sống, bánh mì, bánh ngọt; vải từ sợi tự nhiên; giấy và bìa carton)	7 – 68%
* Chất thải không phân hủy và khó phân hủy sinh học (gỗ, hàng dệt, nhựa, cao su,...)	8 – 48%
* Chất thải không có khả năng phân hủy (kim loại, thủy tinh và đá)	3 – 22%
* Chất thải kích thước nhỏ dưới 8 mm đường kính (muối, tro, cát; các cơ chất có khả năng và không có khả năng phân hủy sinh học)	1 – 20%

Ngoài ra, hiểu rõ hàm lượng các nguyên tố hoá học có trong rác thải có ý nghĩa rất quan trọng trong quá trình xử lý rác bằng biện pháp sinh học (tham khảo bảng 11.3).

11.1.2.2. Quần thể vi sinh vật và nguồn dinh dưỡng cho vi sinh vật

Các yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và hoạt tính trao đổi chất của vi sinh vật trong hệ sinh thái trong tự nhiên khác với các chủng giống trong phòng thí nghiệm: Đó là mối liên quan giữa các quần thể hỗn hợp vi sinh vật. Nguồn năng lượng và nguồn carbon bao gồm nhiều cơ chất hỗn hợp với nồng độ thấp hoặc rất thấp. Các chất ô nhiễm khó phân giải (xenobiotic) ở nồng độ thấp cần được xét tới quá trình phân hủy.

Xử lý chất thải bằng biện pháp sinh học giống như bắt chước lại quá trình phân giải các chất trong tự nhiên: quá trình tự làm sạch ở nông thôn (the open country) ứng dụng quá trình làm sạch trong một vùng nhất định.

Trong rác thải, khu hệ vi sinh vật cũng như trong tự nhiên rất phong phú gồm cả vi khuẩn, xạ khuẩn, nấm. Để sinh trưởng, phát triển, chúng không những cần hydrat carbon làm nguồn dinh dưỡng, các nguồn nitơ (hữu cơ và vô cơ), các nguyên tố đa lượng như P, K, Mg, Ca, S,... và các nguyên tố vi lượng như Mn, Mo, Fe, Zn,... mà chúng còn phụ thuộc vào điều kiện sống như: độ ẩm, pH, nhiệt độ, tỷ lệ oxy và khí carbonic trong môi trường.

Khả năng xử lý rác thải bằng phương pháp vi sinh vật còn phụ thuộc vào tỷ lệ giữa các chất có trong rác thải. Chính vì vậy, ngày nay người ta thường kiểm tra tỷ lệ giữa carbon (C): nitơ (N) : phospho (P) : kali (K) có mặt trong các loại chất thải trong quá trình ủ, tạo điều kiện thích hợp cho các loại vi sinh vật phát triển tốt, rút ngắn thời gian xử lý, làm tăng số lượng và chất lượng mùn tạo thành.

– Tỷ lệ khối lượng các nguyên tố C, N, P, K trong sinh khối vi sinh vật gần bằng:

$$C : N : P : K = 50 : 10 : 4 : 1$$

+ Trong xử lý hiếu khí, một nửa nguồn carbon bị đồng hoá thành sinh khối vi sinh vật và phần còn lại tạo thành CO_2 . Do vậy, chất thải phải có tỷ lệ như sau:

$$C : N : P : K = 100 : 10 : 4 : 1$$

+ Trong xử lý kỵ khí, khoảng 90% nguồn carbon phân hủy sinh học bị tiêu thụ trong quá trình chuyển hoá năng lượng. Do vậy tỷ lệ đó như sau:

$$C : N : P : K = 500 : 10 : 4 : 1$$

– Đặc biệt là tỷ lệ giữa carbon và nitơ; nếu tỷ lệ giữa C/N > 50 thì quá trình phân giải sẽ bị kéo dài và chất lượng mùn thấp, còn nếu tỷ lệ C/N < 30 thì nitơ sẽ bị mất đi dưới dạng khí N_2 hoặc NH_3 .

– Ngoài ra, thông khí nhằm cung cấp oxy cho các vi sinh vật hô hấp hiếu khí tiến hành quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ nhanh chóng, không sinh ra mùi hôi thối, đồng thời có tác dụng làm tản nhiệt và làm giảm độ ẩm trong đống ủ, đó là những ưu điểm của quá trình ủ hiếu khí so với ủ kỵ khí. Lượng oxy được cung cấp cho bể ủ qua hai con đường chính: Sự khuếch tán của không khí và thổi khí cưỡng bức. Lượng oxy được cung cấp bởi sự khuếch tán rất nhỏ, chỉ vào khoảng 0,5 – 5% tổng lượng oxy đòi hỏi. Vì vậy, thổi khí cưỡng bức là nguồn cung cấp oxy chủ yếu của quá trình ủ hiếu khí.

11.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ RÁC THẢI

Ủ rác thải làm phân bón hữu cơ nhằm bổ sung lại các chất hữu cơ cho cây trồng mà hàng năm bị lấy đi khỏi đất, bởi vì chất hữu cơ trong đất được xem là một trong nhu cầu cơ bản nhất của phân bón sinh học và nếu hàm lượng này xuống dưới mức bình thường thì sẽ xảy ra quá trình “sa mạc hoá”. Cho nên, phương pháp ủ rác thải làm phân bón đã có từ lâu đời nhằm giải quyết đồng thời hai lợi ích, vừa loại bỏ rác thải, vừa cung cấp chất hữu cơ cho nông nghiệp.

11.2.1. Phương pháp ủ kỵ khí (anaerobic composting)

Ủ kỵ khí là quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ không có mặt của oxy, sản phẩm cuối cùng là khí CH_4 , CO_2 , NH_3 , một lượng nhỏ các loại khí khác, acid hữu cơ và sinh khối vi sinh vật.

Bản chất của quá trình này là nhờ sự hoạt động của các vi sinh vật mà các chất hữu cơ khó tan (cellulose, hemicellulose, lignin, tinh bột và

các chất cao phân tử khác) được chuyển thành các chất dễ tan và các chất khí, trong đó methan chiếm đại đa số (trên 64%).

Hội thảo quốc tế ở Nairobi về "Các nguồn năng lượng môi và năng lượng tái sinh", tháng 8/1981, đã xác nhận 3 loại công nghệ quan trọng của cuối thế kỷ XX là: công nghệ tạo khí methan sinh học, các nhà máy năng lượng Mặt Trời và năng lượng hydro là những công nghệ có thể giải quyết được nhu cầu năng lượng ở nông thôn, đặc biệt là ở những quốc gia đang phát triển, trong đó năng lượng khí methan được coi là quan trọng và có triển vọng hơn cả. Sản xuất khí methan sinh học chủ yếu được ứng dụng trong xử lý chất thải và nước thải. Nguồn cơ chất thích hợp cho quá trình sản xuất khí methan là các chất thải chính hay phụ phẩm nông nghiệp, chất thải sinh hoạt và chất thải của chăn nuôi.

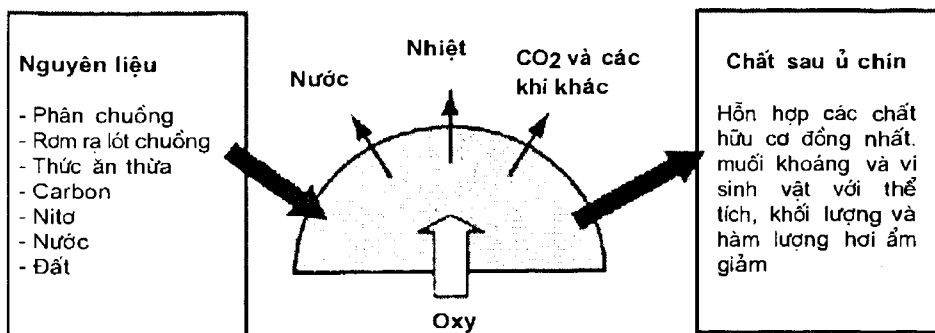
Qua thực nghiệm tính toán cho thấy, quá trình phân hủy rác thải hữu cơ bằng ủ kỵ khí thì cứ 200kg chất thải rắn cần 800kg nước sẽ chuyển hoá thành 50kg chất rắn, 800kg nước còn lại trong bể ủ và 150kg khí sinh học (biogas) thoát ra ngoài.

Nhược điểm của phương pháp xử lý kỵ khí là quá trình xử lý thường kéo dài, khó triển khai xử lý khối lượng lớn rác thải, khó tận thu được hết khí, gây ô nhiễm môi trường. Hơn nữa, mùn rác tạo thành trong quá trình xử lý kỵ khí không có giá trị cao bằng xử lý hiếu khí. Vì vậy, để xử lý rác thải lớn ở mức độ công nghiệp, người ta sử dụng phương pháp ủ hiếu khí.

11.2.2. Phương pháp ủ rác hiếu khí (aerobic composting)

Trừ các thành phần như chất dẻo, cao su, thủy tinh, sành sứ, còn các thành phần hữu cơ khác có chứa protein, lipid, các hydratcarbon như cellulose, lignin, hemicellulose,... đều được chuyển hoá trong quá trình lên men. Ủ hiếu khí là quá trình phân giải các chất hữu cơ với sự có mặt của oxy sẽ tạo ra sản phẩm lên men chính là mùn (humus).

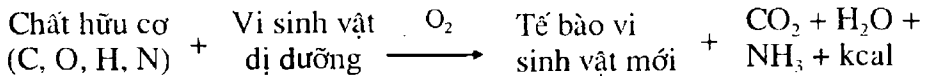
Sơ đồ nguyên tắc quá trình ủ hiếu khí được trình bày trên hình 11.1.



Hình 11.1. Sơ đồ của phương pháp ủ hiếu khí

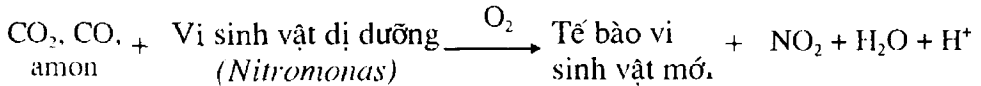
- Quá trình này thể hiện như sau:

+ Oxy hoá carbon hiếu khí:

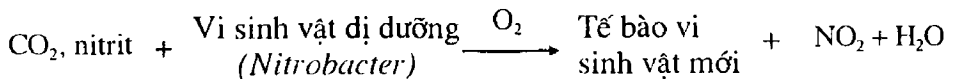


+ Nitrat hoá hiếu khí:

Giai đoạn 1:



Giai đoạn 2:



Qua thực nghiệm cho thấy, quá trình phân hủy rác thải hữu cơ bằng ủ hiếu khí thì cứ 400kg chất thải rắn cần 600kg nước và 180kg oxy sẽ chuyển hoá thành 250kg chất rắn, 150kg nước còn lại trong bể ủ, 245kg carbon dioxid và 535kg nước cùng với nhiệt lượng thoát ra ngoài.

- Dựa vào phương thức cung cấp oxy vào bể ủ rác thải, có thể chia thành hai phương pháp ủ hiếu khí: lên men tự nhiên có đảo trộn và lên men có thổi khí cưỡng bức. Để xây dựng các hệ thống thiết bị xử lý rác hoàn chỉnh nhằm tạo điều kiện tốt nhất cho quá trình, người ta chia các hệ thống ủ như sau:

+ Hệ thống mở:

* Đồng ủ có đảo trộn (hình 11.2).

* Đồng ủ tĩnh:

• Hút khí.

• Thổi khí (hình 11.3).

• Quạt đối chiều (cả hút và thổi khí).

• Cấp khí kết hợp với điều chỉnh nhiệt độ (hình 11.4).

+ Hệ thống kín:

* Nồi phản ứng đứng (hình 11.5):

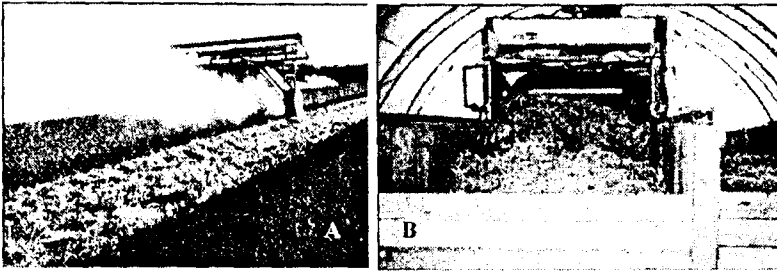
• Liên tục.

• Không liên tục.

* Nồi phản ứng nằm ngang (hình 11.6):

• Tĩnh.

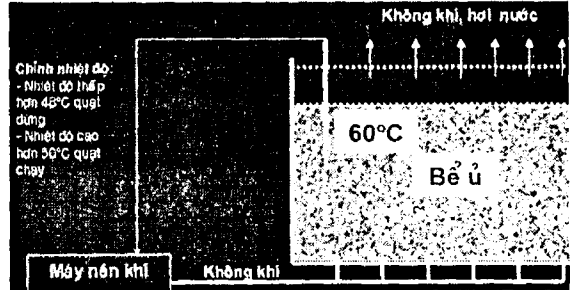
• Đảo trộn nguyên liệu.



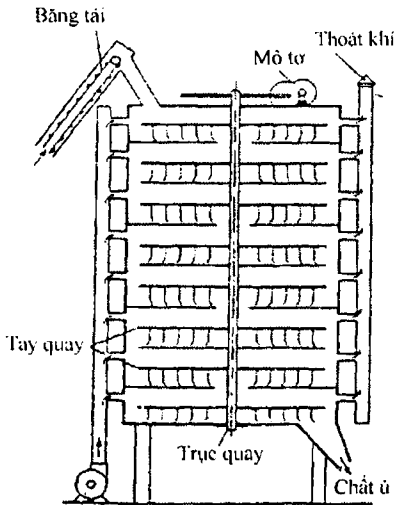
Hình 11.2. Máy đảo trộn compost
A. Ngoài trời; B. Trong nhà có mái che.



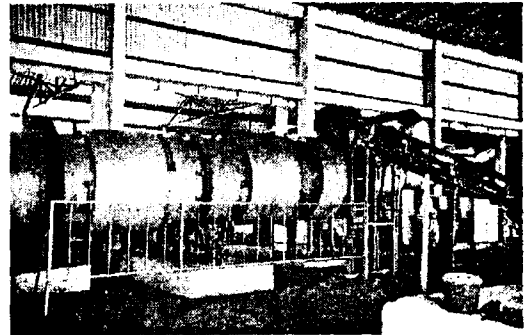
Hình 11.3. Máy đảo trộn compost tĩnh có thổi khí



Hình 11.4. Máy đảo trộn compost tĩnh có cấp khí và điều chỉnh nhiệt độ



Hình 11.5. Thiết bị ủ đứng liên tục



Hình 11.6. Thiết bị ủ nằm ngang

11.2.2.1. Ủ rác thành đống, lên men tự nhiên có đảo trộn (Windrow composting)

Đây là phương pháp ủ cổ điển nhất, rác được chất thành từng đống có chiều cao khoảng từ 1,5 – 2,5m. Hàng tuần đảo trộn hai lần. Nhiệt độ trung bình trong quá trình ủ là 55°C. Quá trình ủ có đảo trộn kéo dài

4 tuần, độ ẩm duy trì là 50 – 60%. Sau đó là 3 đến 4 tuần ủ không đảo trộn, trong giai đoạn này các loài nấm mốc và xạ khuẩn chuyển hoá các chất hữu cơ thành mùn. Ưu điểm của phương pháp này là dễ thực hiện, nhưng nhược điểm chính là mất vệ sinh, gây ô nhiễm nguồn nước và môi trường xung quanh.

11.2.2.2. Ủ rác thành đống không đảo trộn và thổi khí (aerated static pile composting)

Phương pháp ủ rác thành đống có thổi khí do Viện nghiên cứu nông nghiệp thực nghiệm Beltsville (Mỹ) thực hiện. Rác được ủ thành đống cao từ 2 – 2,5m, phía dưới có lắp đặt một hệ thống phân phối khí. Nhờ hệ thống phân phối khí mà các quá trình chuyển hoá được xảy ra nhanh hơn, nhiệt độ đống ủ được ổn định và phù hợp với sự phát triển của nhiều nhóm vi sinh vật.

11.3. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ RÁC THẢI BẰNG CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT CÓ ĐIỀU KHIỂN

11.3.1. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến động thái của quá trình ủ rác

Vi sinh vật sinh nhiệt trong quá trình lên men các chất hữu cơ, nhưng phần lớn các loại vi sinh vật chỉ có thể sinh trưởng và phát triển ở dải nhiệt độ hẹp (Feinstein M.S., 1986). Điều đó cũng có nghĩa là, vi sinh vật chỉ phát triển bền vững có giới hạn trong khoảng nhiệt độ nhất định. Người ta chia vi sinh vật thành các nhóm vi sinh vật khác nhau: ưa lạnh, chịu lạnh, ưa ấm, ưa nhiệt và cực ưa nhiệt. Thường vi sinh vật ưa ấm có dải nhiệt độ sinh trưởng, phát triển 25 – 45°C, còn ưa nhiệt từ 45 – 70°C. Hầu hết các loài nấm không có khả năng sinh trưởng ở nhiệt độ trên 50°C, chỉ có một vài loại có thể chịu được ở 60 – 62°C. Các chủng này cũng bị mất hoạt tính hoàn toàn ở nhiệt độ cao, do vậy các vi khuẩn và xạ khuẩn ưa ấm chết, lúc đó hình thành các loại vi sinh vật ưa nhiệt (Nakasaki, K., 1985). Nếu bổ sung bùn hoạt tính vào bể ủ rác khi bắt đầu ủ, nghĩa là thiết lập được quần thể vi sinh vật ưa nhiệt sớm hơn. Kết quả quá trình ủ trên sẽ thu được mùn khác chút ít mùn sinh ra do không bổ sung bùn hoạt tính.

Chất lượng của quá trình ủ rác phụ thuộc vào cơ chất và hàm lượng nước trong rác thải, đồng nghĩa với khả năng sinh nhiệt của quá trình trao đổi chất, các lỗ xốp trao đổi nhiệt và khả năng cung cấp oxy cho quá trình hô hấp hiếu khí,... Các yếu tố trong quá trình ủ không có tác động

riêng rẽ mà chúng có mối tương quan nhất định đến nhau như mối tương quan giữa O_2 và CO_2 ; giữa O_2 và cấp khí; giữa cấp O_2 và loại bỏ nhiệt,... để bảo đảm điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật phát triển, rút ngắn được thời gian ủ, tăng cường khả năng phân giải các chất và nâng cao chất lượng mùn tạo thành.

Khả năng sinh nhiệt trong bể ủ còn phụ thuộc vào các cơ chất ủ khác nhau. Mỗi một loại chất hữu cơ thường thích hợp cho một số loại vi sinh vật nhất định, trên cơ sở đó sự sinh nhiệt cũng khác nhau. Do vậy xác định lượng nhiệt sinh ra (lượng nhiệt sinh ra/đơn vị thể tích – thời gian) là rất khó. Tuy nhiên, Schonborn (1986) cũng đã đo lượng nhiệt hình thành qua phân hủy một số rác thải hữu cơ hoàn toàn được trình bày ở bảng 11.6. Ảnh hưởng của cơ chất ủ được xem như là yếu tố quan trọng nhất cho quá trình ủ rác thải.

Trao đổi khí trong bể ủ rác thải vừa cung cấp O_2 , vừa loại bỏ CO_2 , nhiệt và hơi nước. Đối với quá trình ủ hiếu khí thì cứ phân giải 1g glucose đến CO_2 tạo ra 15,6kJ, nhưng lên men acid lactic chỉ có 0,49kJ. Như vậy, nếu ủ bằng phương pháp kỵ khí thì khả năng sinh nhiệt không có ý nghĩa. Trong điều kiện ủ hiếu khí, hệ thống ủ thường được đánh giá nồng độ oxy qua khí thải, nồng độ oxy tối thiểu là 5%.

Mối quan hệ giữa oxy và dioxid carbon, giữa loại bỏ nhiệt và cung cấp oxy trong quá trình ủ rác rất quan trọng và khó tách riêng biệt được. Lượng không khí được tăng cường cung cấp cho bể ủ nhằm loại bỏ nhiệt hơn là cung cấp oxy. Trong thực tế, 1kg oxy dùng để oxy hoá hoàn toàn các chất hữu cơ thành CO_2 và nước thì thu được 14.000kJ. Trong khi không khí đầu vào là $20^\circ C$ và 50% độ ẩm tương đối (RH), không khí đầu ra là $60^\circ C$ và 100% độ ẩm tương đối. Qua tính toán cho thấy, phải mất 38,7kg không khí khô để loại bỏ nhiệt và chỉ có 4,31kg không khí dùng để cung cấp oxy. Rõ ràng phần lớn lượng không khí cấp cho bể ủ, để loại bỏ nhiệt của bể ủ không ảnh hưởng đến khả năng phân giải của các loại vi sinh vật trong bể ủ. Chính quá trình cấp khí cũng giải quyết được mối tương quan giữa khả năng sinh nhiệt và nhiệt độ trong bể ủ. Mối tương quan này ảnh hưởng rất lớn đến khả năng sinh trưởng, phát triển của vi sinh vật, tạo điều kiện cho vi sinh vật ưa nhiệt hoạt động. Chính điều này chỉ rõ, nếu tuyển chọn được các chủng vi sinh vật vừa có hoạt tính phân giải mạnh, vừa có khả năng chịu được nhiệt độ cao sẽ tăng cường được quá trình phân giải chất thải, rút ngắn được thời gian xử lý và nâng cao chất lượng mùn hữu cơ tạo thành sau khi ủ. Điều đó

càng củng cố những ý tưởng: Kiểm soát quá trình xử lý rác thải phải dựa trên cơ sở nồng độ oxy cung cấp thích hợp và quá trình ủ “càng nóng, càng tốt”.

Bảng 11.6. Khả năng sinh nhiệt trong quá trình phân giải các cơ chất khác nhau của vi sinh vật (Schonborn, 1986)

Cơ chất	Nhiệt lượng (J/g chất/ giờ)	Nhiệt độ tại thời điểm đo (°C)	Thời gian tính trung bình
Rơm	48,2	40	1 giờ
	26,6	60	
Len	16,6	40	Xác định tức thời
	18,1	60	
Len	33,9	37	1 giờ
	6,3	50	
	9,0	60	
	5,6	70	
	2,6	74	
Hỗn hợp bùn, nước thải và phoi bào	46,7 – 54,0	50 – 60	12 giờ
	23,5	72	
	17,8	74	
Lá sồi	5,8	50	24 giờ
Lá sồi	11,6		
Lá cây chích	13,1		

* Có bổ sung thêm muối khoáng

11.3.2. Động học của quá trình ủ rác thải có kiểm soát

Feinstein et al. (1985) đã tính toán cho thấy, quá trình ủ rác thải theo mẻ không cho phép hạn chế oxy cung cấp cho bể ủ được, trong quá trình này, việc loại bỏ nhiệt được thông qua thổi khí cưỡng bức. Quá trình ủ rác được chia thành 3 giai đoạn:

a) Giai đoạn tăng nhiệt độ

Bắt đầu quá trình ủ, khả năng phân giải của vi sinh vật bắt đầu tăng, nhiệt độ tăng mạnh. Tuy nhiên, việc cung cấp khí thích hợp sao cho có thể kiểm soát được khả năng cung cấp oxy cho quá trình hô hấp hiếu khí của vi sinh vật để sinh nhiệt, hạn chế đến mức tối thiểu khả năng loại bỏ nhiệt. Lượng không khí cấp vào bể ủ vừa phải, khoảng 9m³ không khí trên 1 tấn rác thải ướt trong 1 giờ.

b) Giai đoạn ổn định nhiệt độ

Khi nhiệt độ tăng đến mức ổn định. Tổng số nhiệt cần loại bỏ là:

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{rad}} + Q_{\text{cond}} + Q_{\text{vent}} \quad (1)$$

Q_{tot} : tổng số nhiệt cần loại bỏ;

Q_{rad} : loại bỏ qua phân tán nhiệt;

Q_{cond} : loại bỏ qua truyền dẫn;

Q_{vent} : loại bỏ qua thổi khí.

Nhưng: $Q_{\text{rad}} + Q_{\text{cond}} \ll Q_{\text{vent}}$, do vậy $Q_{\text{tot}} \cong Q_{\text{vent}}$

Mối quan hệ này được biểu thị bằng phương trình:

$$Q_{\text{vent}} = m(h_{\text{out}} + h_{\text{in}}) \quad (2)$$

trong đó:

Q_{vent} : là tổng nhiệt cần loại bỏ (năng lượng/ thời gian);

m : lưu lượng không khí khô (khối lượng/ thời gian);

h_{out} : nhiệt lượng khí đầu ra (năng lượng/ lượng khí tổng số);

h_{in} : nhiệt lượng khí đầu vào (năng lượng/ lượng khí tổng số).

Nhưng: $Q_{\text{vent}} = Q_{\text{vap}} + Q_{\text{sens}} \quad (3)$

trong đó:

Q_{vap} : nhiệt lượng qua bay hơi nước (nhiệt lượng/ thời gian);

Q_{sens} : nhiệt lượng qua làm nóng không khí (nhiệt lượng/ thời gian).

Feinstein et al., 1985, đã tính toán, nếu nhiệt độ bề ú là 60°C và độ ẩm 100% thì:

$$Q_{\text{vap}} \approx 9Q_{\text{sens}}, \text{ từ đó cho thấy } Q_{\text{vap}} \approx 0,9m(h_{\text{out}} + h_{\text{in}}) \quad (4)$$

Từ (2) và (4) chỉ ra mối quan hệ giữa nhiệt độ và không khí. Chính vì vậy, phần lớn nước trong bề ú bốc hơi được biểu thị bằng phương trình:

$$V = m(W_{\text{out}} - W_{\text{in}})$$

trong đó: V là lưu lượng hơi (lượng độ ẩm/ thời gian); W_{out} là độ ẩm không khí đầu ra (khối lượng hơi/ khối lượng không khí khô);

W_{in} : là độ ẩm không khí đầu vào (khối lượng hơi/ khối lượng không khí khô).

Như vậy, nếu nhiệt độ bề ú là 20°C và độ ẩm 50% thì 95 – 98,2% lượng nước bốc hơi để loại bỏ nhiệt do hoạt động của vi sinh vật sinh ra, cũng có nghĩa lượng nhiệt sinh ra do phân hủy các chất trong bề ú gần giống như việc loại bỏ hơi nước.

c) Giai đoạn hạ nhiệt độ

Nếu cơ chất đã chuyển hoá hoàn toàn hoặc lượng nước không đủ để cho vi sinh vật hoạt động thì nhiệt sinh ra giảm, giá trị của m không cần để giữ nhiệt đầu ra. Thậm chí, khả năng sinh nhiệt yếu đến mức không cần thông khí ($m = 0$) và chất thải lạnh đi.

11.3.3. So sánh hai biện pháp xử lý rác thải hiếu khí có kiểm soát

11.3.3.1. So sánh hai biện pháp xử lý rác thải hiếu khí có kiểm soát

Để kiểm soát hệ sinh thái trong quá trình ủ thì phải giải quyết các yếu tố vật lý, hoá học và sinh học hài hoà. So sánh ảnh hưởng của các yếu tố lên hai quá trình có kiểm soát cơ bản khác nhau, được trình bày ở bảng 11.7.

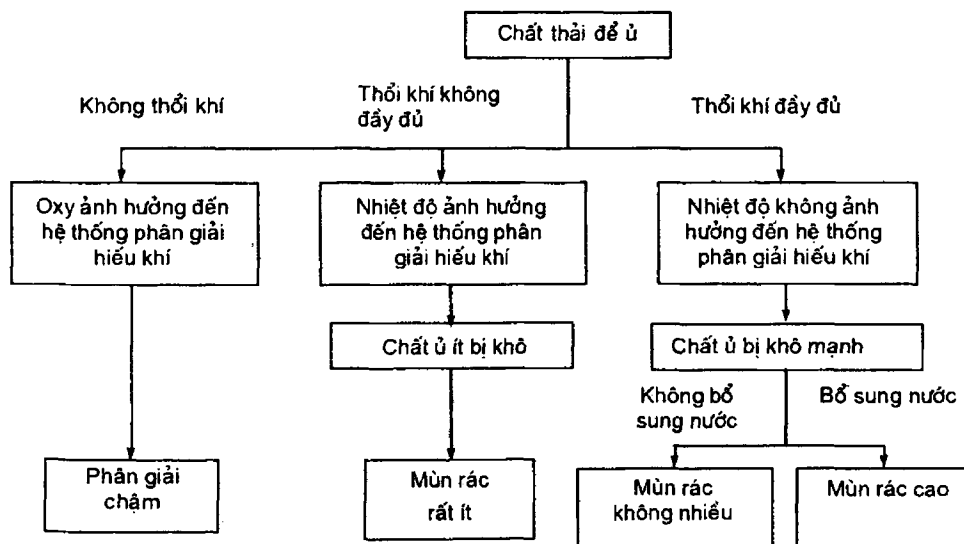
Bảng 11.7. Hai biện pháp ủ rác thải có kiểm soát khác nhau trong bể ủ thông thường (Schonborn, 1986)

Các chỉ tiêu	Chiến lược ủ có kiểm soát	
	Không đầy đủ	Đầy đủ
Dạng bể ủ	Bể đóng.	Bể hở.
Kiểm soát quá trình	Giữ t_{out} đến 60°C.	Giữ điều kiện cấp oxy.
Điều khiển thổi khí	Đặt thời gian cần thiết để hạn chế nhiệt; cung cấp oxy.	Cố định thời gian cấp khí theo thời gian.
Độ dài của quá trình thổi khí	Nhất thiết phải loại bỏ nhiệt và cấp oxy.	Đặt không khí theo khối lượng rác thải, cấp oxy.
Kết quả:		
– Oxy hoá	Cung cấp oxy.	Cung cấp oxy.
– Q_{vent}	Lớn.	Nhỏ.
– Xu hướng làm khô	Nhiều.	Ít.
– Thời gian ủ	Ngắn.	Dài.
– Khả năng phân giải	Nhanh, mạnh.	Chậm, yếu.

Chiến lược có kiểm soát không đầy đủ có tốc độ phân giải các chất cao, loại bỏ nhiệt độ bằng cách thổi khí cao và giữ bể ủ đến 60°C. Còn chiến lược kiểm soát đầy đủ thổi khí ở mức tối thiểu để cung cấp đủ oxy theo khối lượng rác thải. So sánh cân bằng vật chất giữa 2 hệ thống có kiểm soát được trình bày ở bảng 11.8.

Bảng 11.8. So sánh cân bằng vật chất giữa 2 hệ thống ủ có kiểm soát

Hệ thống có kiểm soát	Thời gian ủ (ngày)	Khả năng phân giải			
		Chất rắn tổng số (%)	Mùn tổng số (%)	Mùn dễ tiêu (%)	Loại nước (%)
Không đầy đủ	15,8	20,4	53,1	72,3	80,9
Đầy đủ	21	4,3	11,3	15,4	19,4



Hình 11.7. Giới hạn của các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính sinh học của các biện pháp xử lý rác thải có kiểm soát khác nhau

Trong thực tế có nhiều hạn chế trong các biện pháp xử lý rác thải bằng phương pháp ủ hiếu khí. Trong các điều kiện xử lý bằng phương pháp này, nếu nhiệt độ lên cao quá, hoặc chất ủ bị khô đều hạn chế khả năng phân giải chất ủ, làm quá trình xử lý chậm. Feinstein (1985) đã tổng kết các biện pháp ủ (hình 11.7) cho thấy, nếu ủ rác thải trong điều kiện hiếu khí có kiểm soát bằng cách thổi khí để giữ nhiệt độ bề ủ và có bổ sung nước tạo độ ẩm chất ủ thích hợp thì rút ngắn được thời gian xử lý, tỷ lệ mùn hữu cơ cũng như chất lượng mùn tạo thành cao. Dựa trên kết quả phân tích các nguồn chất thải, thành phần và chất lượng của từng loại rác thải giàu hữu cơ, người ta đã lựa chọn các phương pháp xử lý bằng công nghệ vi sinh vật thích hợp theo 2 hệ thống xử lý:

11.3.3.2. Hệ thống lên men trong các thiết bị (Vessel composting units)

Dựa trên cơ sở của phương pháp ủ thành đồng có thổi khí, người ta cho rác vào các bể hay các thùng có dung tích khác nhau, dưới các thùng

hay bể có lắp đặt hệ thống thổi khí từ dưới lên. Đặc biệt là nhờ hệ thống này có thể bổ sung vào bể ủ các vi sinh vật đã được tuyển chọn nhằm nâng cao hiệu suất phân giải và rút ngắn thời gian xử lý. Phương pháp này được sử dụng nhiều ở Nhật Bản, còn ở nước ta, một số địa phương cũng đã sử dụng phương pháp này để sản xuất phân bón hữu cơ từ rác thải sinh hoạt.

11.3.3.3. Hệ thống xử lý rác công nghiệp (Commercial composting)

Cho đến nay đã có rất nhiều kiểu ủ rác công nghiệp khác nhau được triển khai trên thế giới (khoảng 50 kiểu). Đặc điểm chung của các kiểu ủ rác công nghiệp là tự động hoá rất cao, vì thế hiệu suất phân hủy rác rất tốt. Tuy nhiên, việc cung cấp điện năng để vận hành toàn bộ hệ thống máy móc này rất tốn kém. Ở Việt Nam, năm 1979, được Đan Mạch viện trợ và lắp ráp một nhà máy xử lý rác rất hiện đại tại Thành phố Hồ Chí Minh, nhưng do nhiều nguyên nhân, trong đó có việc cung cấp điện năng quá tốn kém, vì thế hiện nay nhà máy không hoạt động.

Phụ thuộc vào nguồn gốc, thành phần và tính chất của các loại rác thải mà lựa chọn các biện pháp xử lý phù hợp khác nhau để vừa bảo vệ môi trường, vừa không ảnh hưởng tới sức khỏe cho con người và không ảnh hưởng tới động, thực vật. Đặc biệt đối với việc xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật, chất thải cần lựa chọn, phân loại sao cho phù hợp với khả năng sinh trưởng, phát triển của các loại vi sinh vật có trong bể ủ.

Quá trình xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật là bắt chước các quá trình “tự làm sạch” trong tự nhiên, là quá trình lên men “tự sinh nhiệt”, ngoài việc bảo đảm cân đối các nguồn dinh dưỡng, cần bảo đảm mối quan hệ tương tác giữa việc cung cấp O_2 , thải loại CO_2 với việc loại bỏ nhiệt và giữ độ ẩm môi trường thích hợp sẽ thúc đẩy nhanh quá trình phân giải của vi sinh vật, rút ngắn thời gian xử lý và thu được mùn có chất lượng và số lượng cao.

Xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật với ý nghĩa “nhiệt độ càng cao, càng tốt” thì việc tuyển chọn các chủng vi sinh vật ưa nhiệt có hoạt tính phân giải mạnh các chất hữu cơ có trong bể ủ là hết sức quan trọng, vừa tăng cường khả năng phân giải, vừa rút ngắn thời gian xử lý và làm sạch chất thải sau khi ủ.

Trong các phương pháp xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật thì biện pháp ủ hiếu khí có kiểm soát khống chế nhiệt độ và bổ sung nước tạo độ ẩm thích hợp là tốt nhất.

11.4. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG Mùn RÁC

11.4.1. Mùn rác

Mùn rác sau khi xử lý bằng phương pháp ủ (composting) thường được phân loại trước khi sử dụng làm phân bón hữu cơ. Tuy nhiên, trong rác thải, đặc biệt là rác thải sinh hoạt, có thể còn nhiều chất gây độc cho cây, hoặc quá trình ủ không tốt như không đảm bảo điều kiện xử lý: cấp khí không đủ, thành phần dinh dưỡng không cân đối,... làm cho chất lượng mùn không đảm bảo, ảnh hưởng xấu đến cây trồng. Do đó cần đánh giá chất lượng mùn rác để kiểm tra chất lượng quá trình ủ, chất lượng mùn rác (nhất là độ độc) trước khi cho phép sử dụng cho cây trồng.

11.4.2. Các tiêu chuẩn đánh giá chất lượng mùn

11.4.2.1. Tiêu chuẩn vật lý

– Độ ẩm của mùn rác không ảnh hưởng đến chất lượng mùn rác sử dụng ngay, nhưng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình bảo quản, bao gói, vận chuyển và bón phân. Độ ẩm không vượt quá 14%.

– Cần xác định kích thước các hạt mùn. Mùn rác không vón cục và kích thước hạt mùn không quá 10mm.

11.4.2.2. Tiêu chuẩn để xác định chất lượng mùn rác

Mùn rác phải không có mảnh thủy tinh; nhựa tổng hợp màu càng ít càng tốt. Để đánh giá chất lượng mùn qua các giai đoạn xử lý rác và sử dụng làm phân bón thông qua 2 chỉ tiêu: lượng mùn (humus) tạo thành và khả năng bền vững của cây.

11.4.3. Các phương pháp đánh giá chất lượng mùn

11.4.3.1. Phương pháp vật lý

– Xác định độ lớn của hạt mùn rác bằng cách sàng mùn thông qua rây có kích thước khác nhau. Chất lượng rây phụ thuộc rất nhiều vào độ ẩm của mùn rác.

– Độ ẩm được xác định bằng cân khối lượng khô tuyệt đối sau khi sấy ở 105°C.

11.4.3.2. Phương pháp sinh học

Một chế phẩm muốn được áp dụng trong nông, lâm nghiệp, ngoài việc chế phẩm đó có hoạt tính sinh học kích thích sinh trưởng, phát triển, còn không gây độc cho cây, như không ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm của hạt và quá trình phát triển của cây. Do đó, chế phẩm đó phải được kiểm tra độc tính và chất lượng trước khi sử dụng. Vì vậy, cần

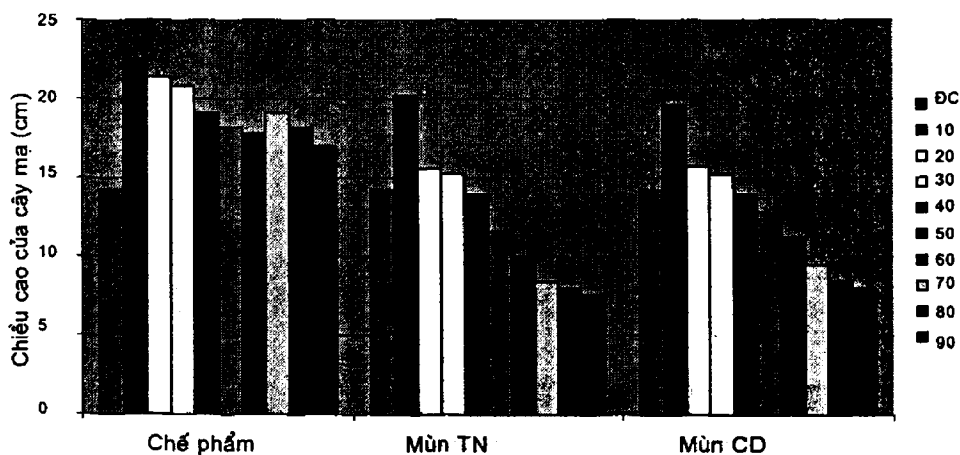
kiểm tra độc tính của chế phẩm mùn rác sau khi tác động lên sự sinh trưởng phát triển của cây.

a) Thử khả năng nảy mầm của hạt cải

Phương pháp này đánh giá khả năng chịu đựng của cây đối với mùn rác. Có thể chọn nhiều loại hạt khác nhau để thử nghiệm, chọn nồng độ thích hợp để bón cho cây trồng. Cách làm: Mùn rác có kích thước không quá 5mm. Lấy 1,5g cải xoong gieo lên 127m² có 100% mùn rác; 30% mùn rác trộn với 70% đất trồng và 100% đất trồng. Thử nghiệm tiến hành trong 10 ngày, sau đó xác định khối lượng tươi và khối lượng khô của hạt nảy mầm.

b) Thử khả năng nảy mầm và sự phát triển của rễ mầm của hạt lúa

Phương pháp này đơn giản hơn, cách làm như sau: Cân 100g chế phẩm hoặc mùn rác hoà vào 100ml nước cất, lắc trên máy lắc 24 giờ, lọc lấy nước và pha loãng vào nước cất theo các nồng độ: 10, 20,..., 100%. Ngâm 100 hạt lúa vào các nồng độ dịch chiết, kéo dài 24 giờ, sau đó vớt ra ủ trong tủ ẩm 30°C. Xác định tỷ lệ hạt nảy mầm và đo độ dài của rễ mầm. So sánh với lô đối chứng bằng đất trồng chuẩn (đất phù sa sông Hồng). Ví dụ, đối với rác thải sinh hoạt đã xử lý bằng phương pháp ủ hiếu khí bằng chế phẩm Micromix 3 Tại Xí nghiệp Chế biến rác thải Cầu Diễn, Hà Nội trình bày ở hình 11.8.



Hình 11.8. Ảnh hưởng của chế phẩm Micromix 3 và mùn rác lên sự phát triển của cây mạ (xem trang 279 và 280)

Ghi chú: Chế phẩm: Chế phẩm Micromix 3; Mùn TN: Mùn từ bể xử lý thí nghiệm rơm rạ dung tích 1m³ có bổ sung chế phẩm Micromix 3; Mùn CD: Mùn từ bể xử lý rác thải hữu cơ dung tích 150m³ có bổ sung chế phẩm Micromix 3 (tại Xí nghiệp chế biến rác thải Cầu Diễn, Hà Nội). Các cột từ trái qua phải: ĐC là 100% đất phù sa sông Hồng; 10, 20,... 90 là 10, 20,... 90 chế phẩm và mùn bổ sung vào đất phù sa.

c) Xác định khả năng sinh trưởng phát triển của cây mạ

Lô đối chứng sử dụng đất phù sa sông Hồng, còn các lô thí nghiệm bổ sung chế phẩm hoặc mùn rác theo nồng độ: 10%; 20%,... 90%. Gieo 5 hạt lúa đã nảy mầm vào mỗi chậu và nuôi trong nhà lưới. Xác định chiều cao của cây mạ sau 14 ngày (hình 11.9). Khi nồng độ dịch chiết của mùn rác từ 70% và của chế phẩm từ 80% mới ảnh hưởng đến sự phát triển của rễ mầm mạ (bảng 11.9).



Hình 11.9. Ảnh hưởng của mùn rác thí nghiệm tại Cầu Diễn lên sự phát triển của cây mạ

Bảng 11.9. Ảnh hưởng của dịch chiết của chế phẩm Micromix 3 và mùn rác lên sự phát triển của rễ mầm mạ

Nồng độ dịch chiết (%)	Chiều dài của rễ mạ (mm), sau 96 giờ, ủ ở 30°C		
	Chế phẩm Micromix 3	Mùn tại Viện Công nghệ sinh học	Mùn tại Cầu Diễn
0(ĐC)	53,2 ± 0,722	53,2 ± 0,722	53,2 ± 0,722
10	55,7 ± 0,714	54,4 ± 0,670	56,7 ± 0,80
20	67,3 ± 0,751	66,7 ± 0,648	69,0 ± 0,825
30	69,3 ± 0,745	58,6 ± 0,716	63,6 ± 0,723
40	67,7 ± 0,645	57,6 ± 0,914	59,9 ± 0,772
50	65,8 ± 0,852	57,3 ± 0,653	58,5 ± 0,691
60	64,4 ± 0,653	55,3 ± 0,792	56,5 ± 0,814
70	61,2 ± 0,752	53,2 ± 0,592	54,3 ± 0,584
80	58,1 ± 0,832	50,7 ± 0,691	52,1 ± 0,725
90	55,5 ± 0,621	48,7 ± 0,766	50,2 ± 0,567
100	49,7 ± 0,658	46,0 ± 0,462	47,2 ± 0,558

d) Xác định EC_{50} (đối với bèo tấm *Lemna aequinoctialis* Welwitsch T93 theo Bengtsson)

– Tìm khoảng nồng độ tác dụng:

Thí nghiệm sơ bộ để xác định khoảng nồng độ (của chất có độc tính đem thử và nước thải) cần cho thử nghiệm cuối cùng. Lượng dung dịch cần xác định dùng cho thí nghiệm là 500ml, đủ để tiến hành thử nghiệm sơ bộ với chuỗi từ 10 đến 15 nồng độ khác nhau. Bình thí nghiệm và đối chứng được tiến hành song song. Mỗi bình có 20ml dung dịch với 3 cây bèo có đủ 2 cánh, nuôi ở 20 – 22°C, kéo dài 96 giờ ở điều kiện chiếu sáng liên tục. Quan sát thấy sự biến động rõ nét sự phát triển của bèo (đặc biệt là biến động về hình thái bên ngoài). Nếu bèo không phát hiện được trong khoảng nồng độ thử nghiệm thì tiến hành làm lại thí nghiệm sơ bộ.

– Thử nghiệm cuối cùng để xác định EC_{50} :

Dựa trên kết quả thử nghiệm sơ bộ, chọn một nồng độ cao hơn và một nồng độ thấp hơn mức nồng độ ức chế sinh trưởng 50% (EC_{50}). Tuy nhiên, đối với nước thải cần chọn các nồng độ chẵn. Dung dịch nuôi đối chứng và dung dịch thử nghiệm không cần khử trùng. Thử nghiệm cuối cùng cần làm với 4 mẫu song song ở mỗi nồng độ.

Cách làm: Nuôi 4 cây bèo trưởng thành không có chồi mới nhú và có hình dáng tương tự nhau (2 cánh và 2 rễ rõ ràng) trong mỗi bình tam giác có 250ml môi trường nuôi, pH ban đầu $6,5 \pm 0,02$. Cường độ chiếu sáng trong thiết bị nuôi cấy khoảng 5000 – 6000Lx ($104,17 - 125 \mu E/m^2.s$). Thời gian tiến hành thí nghiệm kéo dài 96 giờ.

– Xác định lượng sinh khối khô của bèo:

Kết thúc thời gian nuôi, các cây bèo được vớt ra khỏi dung dịch bằng lưới nhỏ, rửa bèo bằng nước cất, đặt lên giấy thấm cho khô nước. Dùng kẹp chuyển các cây bèo vào giấy nhôm đã biết trước khối lượng, bọc lại và cân xác định sinh khối tươi. Khối lượng sinh khối khô được xác định bằng cách sấy ở nhiệt độ 60°C đến khối lượng không đổi.

Bèo tấm *Lemna* là một loại cây phát triển rộng rãi ở vùng nhiệt đới và rất mẫn cảm với tác động của môi trường. Các nhà khoa học Thụy Điển đã lựa chọn được chủng bèo tấm *Lemna aequinoctialis* Welwitsch T93 rất mẫn cảm với các chất độc và đưa ra quy trình để xác định nồng độ ức chế sinh trưởng 50% (EC_{50}) để đánh giá chất lượng nước thải, rác thải và các chất có độc tính.

Kết quả thử nghiệm tìm khoảng nồng độ ức chế của chế phẩm Micromix 3, mùn rác xử lý bằng chế phẩm tại Viện Công nghệ sinh học

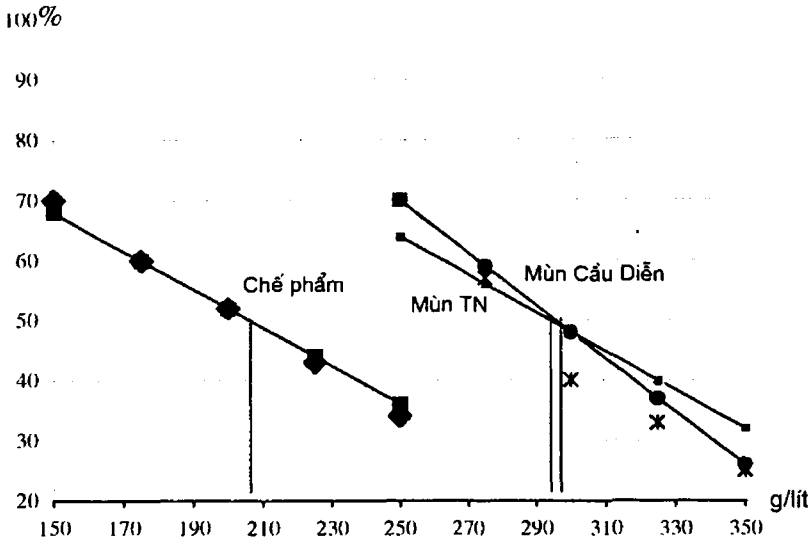
và Xí nghiệp Chế biến phế thải Cầu Diễn lên sinh trưởng của bèo tấm *Lemna aequinoctialis* Welwitsch T93 được trình bày ở bảng 11.10.

Bảng 11.10. Ảnh hưởng của chế phẩm Micromix 3 và mùn rác lên sinh trưởng của bèo tấm *Lemna aequinoctialis* Welwitsch T93

Nồng độ (g/l)	Số lượng cánh bèo sau 96 giờ nuôi		
	Chế phẩm	Mùn thí nghiệm	Mùn Cầu Diễn
ĐC (môi trường chuẩn)	37	37	37
25	37	37	37
50	37,75	38,75	37,25
75	37	39	37
100	37	38	36,75
125	35	37	36,25
150	34,25	37	35,75
175	25	35	35,5
200	22,25	35	35
225	17	33,5	35
250	11	33	31,5
275	8	31,75	23
300	6	23,25	21,75
325	6 (vàng)	21,5	19,5
350	4 (chết 2)	17,25	16,5
375	(Chết)	16	15
400		8	8
425		6	6
450		6	6
475		chết	chết
		chết	chết

Nếu tăng nồng độ của chế phẩm Micromix 3 lên trên 100g/lít, 2 loại mùn thí nghiệm và mùn Cầu Diễn lên trên 125g/lít mới ảnh hưởng đến sinh trưởng của bèo. Khi nồng độ chế phẩm lên trên 300g/lít và 2 loại mùn rác khác là trên 400g/lít mới hoàn toàn ức chế sinh trưởng của bèo tấm (xem bảng 11.10).

Kết quả tìm khoảng nồng độ ức chế EC_{50} (hình 11.10) của chế phẩm Micromix 3 và mùn rác xử lý bằng chế phẩm này nằm trong khoảng nồng độ từ 150 – 350g/l và xác định được EC_{50} của các chế phẩm như sau: EC_{50} của chế phẩm Micromix 3 là 198g/lít; mùn thí nghiệm tại Viện Công nghệ sinh học – 292g/lít và mùn thí nghiệm tại Cầu Diễn – 293g/lít.



Hình 11.10. Nồng độ ức chế sinh trưởng 50% (EC_{50}) của các chế phẩm Micromix 3 và mùn rác lên bèo tấm *Lemna aequinoctialis* Welwitsch T93

11.5. SẢN XUẤT PHÂN BÓN HỮU CƠ TỪ MÙN RÁC

11.5.1. Phân bón hữu cơ vi sinh

11.5.1.1. Phân hữu cơ

Phân hữu cơ là hợp chất hữu cơ dùng trong nông nghiệp, hình thành từ phân người hay động vật. Phân bón giúp tăng thêm độ màu mỡ cho đất bằng cách cung cấp thêm các chất hữu cơ và bổ dưỡng. Có nhiều loại phân hữu cơ khác nhau xuất phát từ nguồn cơ chất làm phân: phân chuồng, phân xanh, phân rác,... Tuy trong các loại cơ chất này chứa nhiều chất hữu cơ nhưng không nên trực tiếp bón cho cây trồng ngay, vì mang nhiều mầm bệnh và các chất khó phân giải gây ô nhiễm môi trường. Qua ủ, nhờ vi sinh vật chuyển hoá thành các hợp chất carbon, nitơ hữu cơ dễ tiêu và tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh.

Phụ thuộc vào tính chất của vi sinh vật, có thể thực hiện bằng 3 phương pháp ủ phân (composting) như sau:

– Ủ nóng: Phân chuồng và các cơ chất khác được xếp thành từng lớp ở nơi có nền không thấm nước, nhưng không được nén. Sau đó tưới nước phân lên, giữ độ ẩm trong đồng phân 60 – 70%. Có thể trộn thêm một số chất khác làm cho thành phần môi trường trong đồng ủ phù hợp cho sự phát triển của vi sinh. Sau đó trát bùn hoặc các vật liệu khác bao phủ bên ngoài đồng ủ, chống bốc hơi nước và có thể bổ sung thêm nước. Sau

4 – 6 ngày, nhiệt độ trong đồng ủ có thể lên đến 60°C nhờ các vi sinh vật hiếu khí phân giải chất hữu cơ phát triển nhanh và mạnh. Để đảm bảo cho các loài vi sinh vật hiếu khí hoạt động tốt, cần giữ cho đồng phân tươi, xốp, thoáng. Sau 30 – 40 ngày là ủ xong, phân ủ có thể đem sử dụng (xem chương 13).

– Ủ nguội: Phân chuồng và các cơ chất khác được xếp từng lớp, nén chặt thành đồng ủ to và cao, sau đó trát bùn phủ bên ngoài, làm cho đồng ủ thiếu oxy, làm môi trường đồng ủ trở nên kỵ khí do khí carbonic tăng lên. Nhiệt độ đồng ủ không tăng cao, thực chất đây là quá trình lên men kỵ khí, thời gian ủ phải kéo dài 5 – 6 tháng chất ủ mới dùng được. Nhưng phân có chất lượng tốt hơn ủ nóng.

– Ủ nóng trước, nguội sau: Phương pháp này là sự kết hợp của hai phương pháp trên. Trong xử lý rác thải bằng phương pháp ủ thì sau khi ủ hiếu khí, sau đó chuyển sang ủ phụ hay còn gọi là ủ chín (xem chương 13).

Sản phẩm của quá trình ủ như trên gọi là phân bón hữu cơ.

11.5.1.2. Phân vi sinh vật

Đó là những chế phẩm trong đó có chứa các loài vi sinh vật có ích. Có nhiều nhóm vi sinh vật có ích bao gồm vi khuẩn, nấm, xạ khuẩn được sử dụng để làm phân bón. Trong số đó, quan trọng là các nhóm vi sinh vật cố định đạm, hoà tan lân, phân giải chất hữu cơ, kích thích sinh trưởng cây trồng,...

Vi sinh vật hữu hiệu có tác dụng: Phân giải nhanh các chất thải hữu cơ trong phân gia súc, gia cầm, rác thải, phế thải nông nghiệp thành các chất dinh dưỡng cho cây; làm mất mùi hôi của phân, rác, nước thải và ức chế sinh trưởng các vi sinh vật gây thối; tạo chất kháng sinh để tiêu diệt một số vi sinh vật gây bệnh cho cây trồng; chuyển hoá nhanh phân lân khó tiêu thành dạng dễ tiêu và hình thành các chất kích thích sinh trưởng thực vật, giúp cây phát triển tốt.

Mỗi loại vi sinh vật hữu hiệu có thể chỉ thích hợp cho một loại hay một số loại cây, không phải cây nào cũng chỉ dùng một chế phẩm phân vi sinh vật. Ví dụ, vi khuẩn *Rhizobium* chỉ cố định đạm ở rễ cây họ Đậu, vi khuẩn *Azotobacter* cố định đạm tự do, tảo lam cộng sinh với bèo hoa dâu,... Người ta sử dụng những chế phẩm gồm tập đoàn vi sinh vật được chọn lọc để phun lên cây hoặc bón vào đất tạo ra chất kích thích sinh trưởng, làm cho cây sinh trưởng và phát triển tốt, ít sâu bệnh, tăng năng suất. Chế phẩm này còn làm tăng khả năng nảy mầm của hạt,

tăng khối lượng hạt, thúc đẩy bộ rễ cây phát triển mạnh. Như vậy, chế phẩm này có tác động tương đối tổng hợp lên cây trồng.

Phân bón vi sinh vật trên *nền chất mang thanh trùng* thì chất mang được tiệt trùng trước khi cấy vi sinh vật hữu ích. Phân vi sinh loại này có mật độ tế bào vi sinh hữu ích không thấp hơn $1,0.10^8$ tế bào/g (ml) phân, tế bào vi sinh vật tạp không lớn hơn $1,0.10^6$ /g (ml) phân. Phân vi sinh loại này có thời gian bảo quản không ít hơn 6 tháng,

Phân bón vi sinh vật trên *nền chất mang không thanh trùng* thì nền chất mang không được thanh trùng trước khi cấy vi sinh vật hữu ích. Phân loại này có mật độ tế bào vi sinh hữu ích từ $1,0.10^6$ đến $1,0.10^7$ tế bào/g (ml) phân.

Hiện nay ở nước ta có nhiều chế phẩm phân vi sinh vật bán trên thị trường. Tuy nhiên cũng cần phải chú ý khi sử dụng phân vi sinh vật:

- Các chế phẩm vi sinh vật thường không cất giữ được lâu, sau từ 1 đến 6 tháng hoạt tính của các vi sinh vật trong chế phẩm giảm mạnh.

- Chế phẩm vi sinh vật là một vật liệu sống, vì vậy cần bảo quản ở nhiệt độ thấp và tránh ánh sáng Mặt Trời.

- Phân vi sinh vật thường chỉ phát huy tác dụng trong những điều kiện đất đai và khí hậu thích hợp. Thường chúng phát huy tốt ở các chân đất cao, đối với các loại cây trồng cạn.

11.5.1.3. Phân bón hữu cơ vi sinh vật

Phân bón hữu cơ vi sinh vật (tên thường gọi: phân hữu cơ vi sinh) là sản phẩm được sản xuất từ các nguồn nguyên liệu hữu cơ khác nhau, nhằm cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng, cải tạo đất, chứa một hay nhiều chủng vi sinh vật sống được tuyển chọn với mật độ đạt tiêu chuẩn quy định, góp phần nâng cao năng suất, chất lượng nông sản. Phân hữu cơ vi sinh vật không gây ảnh hưởng xấu đến người, động vật, môi trường sinh thái và chất lượng nông sản. Như vậy, nếu phân sau khi ủ có bổ sung thêm các chất cần thiết như N, P, K cũng chỉ gọi là phân bón hữu cơ; nếu gọi là phân bón hữu cơ vi sinh vật thì phải có các vi sinh vật hữu hiệu cho cây trồng hay còn gọi là phân bón hữu cơ có vi sinh vật được tuyển chọn. Vi sinh vật được tuyển chọn là vi sinh vật đã được nghiên cứu, đánh giá hoạt tính sinh học và hiệu quả đối với đất, cây trồng.

11.5.2. Tiêu chuẩn phân hữu cơ vi sinh vật

Bất kỳ loại phân hữu cơ vi sinh vật nào trước khi bán trên thị trường cũng phải kiểm tra đạt yêu cầu kỹ thuật của các phương pháp

kiểm tra theo Tiêu chuẩn Việt Nam hay Tiêu chuẩn ngành (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn). Dưới đây là hai ví dụ.

11.5.2.1. 10TCN 525–2002: Phân hữu cơ vi sinh vật từ bã bùn mía

Phân hữu cơ vi sinh vật từ bã bùn mía là sản phẩm được sản xuất chủ yếu từ bã bùn mía có bổ sung một số nguyên liệu hữu cơ khác, chứa một hoặc nhiều chủng vi sinh vật sống được tuyển chọn đạt tiêu chuẩn đã ban hành, nhằm cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng, cải tạo đất, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng nông sản.

Phân hữu cơ vi sinh vật từ bã bùn mía không gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người, động vật, thực vật, môi trường sống và chất lượng nông sản. Nó phải đạt các yêu cầu kỹ thuật như bảng sau:

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Mức
1. Hiệu quả đối với cây trồng		Tốt
2. Độ chín (hoai) cần thiết		Tốt
3. Đường kính hạt không lớn hơn	mm	4 – 5
4. Độ ẩm không lớn hơn	%	35
5. pH		6,0 – 8,0
6. Mật độ vi sinh vật hữu hiệu (đã được tuyển chọn) không nhỏ hơn	CFU/g mẫu	10 ⁶
7. Hàm lượng carbon tổng số không nhỏ hơn	%	13
8. Hàm lượng nitơ tổng số không nhỏ hơn	%	2,5
9. Hàm lượng lân hữu hiệu không nhỏ hơn	%	2,5
10. Hàm lượng kali hữu hiệu không nhỏ hơn	%	1,5
11. Thời hạn bảo quản không ít hơn	tháng	6

11.5.2.2. 10TCN 526–2002: Phân hữu cơ vi sinh vật từ rác thải sinh hoạt

Phân hữu cơ vi sinh từ rác thải sinh hoạt là sản phẩm được sản xuất từ rác thải sinh hoạt (trừ các chất rắn khó phân hủy như nilon, vữa, xỉ than,...), chứa một hoặc nhiều chủng vi sinh vật sống được tuyển chọn đạt tiêu chuẩn đã ban hành, nhằm cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng, cải tạo đất, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng nông sản.

Phân hữu cơ vi sinh từ rác thải sinh hoạt không gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người, động vật, thực vật, môi trường sống và chất lượng nông sản. Nó phải đạt các yêu cầu kỹ thuật như sau:

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Mức
1. Hiệu quả đối với cây trồng		Tốt
2. Độ chín (hoai) cần thiết		Tốt
3. Đường kính hạt (không lớn hơn)	mm	4 – 5
4. Độ ẩm (không lớn hơn)	%	35
5. pH		6,0 – 8,0
6. Mật độ vi sinh vật hữu hiệu (đã được tuyển chọn) (không nhỏ hơn)	CFU/g mẫu	10 ⁶
7. Hàm lượng carbon tổng số không nhỏ hơn	%	13
8. Hàm lượng nitơ tổng số không nhỏ hơn	%	2,5
9. Hàm lượng lân hữu hiệu không nhỏ hơn	%	2,5
10. Hàm lượng kali hữu hiệu không nhỏ hơn	%	1,5
11. Mật độ <i>Salmonella</i> trong 25g mẫu	CFU	0
12. Hàm lượng chì (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	250
13. Hàm lượng cadimi (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	2,5
14. Hàm lượng crom (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	200
15. Hàm lượng đồng (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	200
16. Hàm lượng niken (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	100
17. Hàm lượng kẽm (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	750
18. Hàm lượng thủy ngân (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	2
19. Thời hạn bảo quản không ít hơn	tháng	6

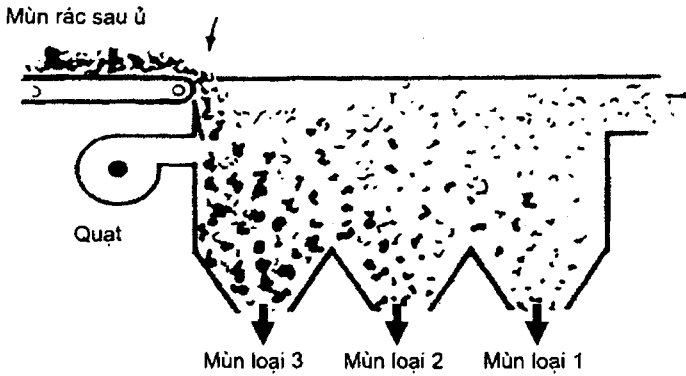
11.5.3. Sản xuất phân hữu cơ vi sinh vật từ mùn rác

Mùn rác, còn được gọi là phân ủ (hay compost). Đó là loại phân hữu cơ được chế biến từ rác, cỏ dại, thân lá cây xanh, bèo tây, rơm rạ, chất thải rắn thành phố,... được ủ với phân chuồng, nước giải, lân, vôi,... cho đến khi hoai mục (hình 11.11). Trong quá trình xử lý rác thải bằng phương pháp ủ hiếu khí hay kỵ khí, mùn rác nhận được cũng được làm phân bón cho cây trồng. Tuy nhiên trước khi chế biến thành phân hữu cơ hay phân vi sinh vật, các loại mùn cần được kiểm tra chất lượng mùn, không ảnh hưởng xấu đến cây trồng (như phần 11.4).



Hình 11.11. Mùn ủ chất thải rơm rạ (hình trái) và mùn ủ rác thải sinh hoạt

Trong thực tế sản xuất phân bón hữu cơ từ mùn rác, sau quá trình xử lý hiếu khí, người ta tiến hành phân loại mùn để sử dụng cho các cây trồng khác nhau. Hình 11.12 mô tả quá trình phân loại mùn bằng phương pháp thổi khí.



Hình 11.12. Phân loại mùn rác

Phân rác có thành phần dinh dưỡng thấp hơn phân chuồng và thay đổi trong những giới hạn rất lớn tùy thuộc vào bản chất và thành phần của rác. Tuy nhiên, phân bón phải đạt tiêu chuẩn phân bón hữu cơ và phân bón hữu cơ vi sinh.

Để hoàn thiện cho từng loại cây trồng, người ta có thể bổ sung thêm N, P, K và bổ sung các vi sinh vật hữu hiệu để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh vật.

ÔN TẬP CHƯƠNG 11

1. Những chỉ tiêu cần đạt được trong quá trình xử lý chất thải là gì?
2. Dựa vào nguồn gốc chất thải, người ta chia ra các nhóm biện pháp để xử lý? Trình bày tóm tắt các biện pháp đó.
3. Bản chất của phương pháp xử lý chất thải bằng công nghệ vi sinh vật. Hãy phân biệt thuật ngữ chất thải và rác thải.
4. Thành phần rác thải sinh hoạt. Loại rác thải nào có thể sử dụng để xử lý bằng phương pháp ủ làm phân bón hữu cơ?
5. Các phương pháp xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật dựa chủ yếu vào đâu? Phân biệt quá trình xử lý kỵ khí và hiếu khí và sản phẩm chính của chúng.
6. Phương pháp xử lý chất thải bằng phương pháp ủ (composting) thực chất là phương pháp lên men gì?

7. Xử lý rác thải bằng phương pháp ủ rác có điều khiển là gì? So sánh hai phương pháp ủ rác có kiểm soát.
8. Vì sao nói, xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật với ý nghĩa “nhiệt độ càng cao, càng tốt”.
9. Tại sao nói, quá trình ủ rác (đạt nhiệt độ ủ cao) là quá trình tự làm sạch chất thải.
10. Ý nghĩa của việc đánh giá chất lượng rác thải và mùn rác.
11. Loại mùn rác như thế nào đạt tiêu chuẩn làm phân bón cho cây trồng?
12. Mùn rác sau xử lý bằng phương pháp ủ có nhiều loại vi sinh vật, có thể xem là phân bón hữu cơ vi sinh được không?
13. Ngoài các phương pháp trên còn có thể dùng các phương pháp nào để đánh giá chất lượng mùn rác?

XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHÔN LẤP

12.1. NGUYÊN LÝ CỦA PHƯƠNG PHÁP CHÔN LẤP CHẤT THẢI

Chôn lấp rác thải là biện pháp được áp dụng từ lâu đời. Biện pháp này đơn giản, dễ thực hiện và có thể thu biogas làm khí đốt. Nhưng nhược điểm của biện pháp này là tốn diện tích, vì thời gian xử lý thường kéo dài 30 – 40 năm, mà nếu không chôn lấp đúng quy cách còn gây ô nhiễm nguồn nước ngầm và không khí xung quanh bãi chôn lấp. Hơn nữa, các nhà khoa học Nhật Bản đã khẳng định, lượng khí CH_4 thải ra rất lớn, nếu có biện pháp thu gom để làm nguồn nhiên liệu cũng chỉ tận thu được 30 – 40%, còn lượng lớn vẫn bay vào không khí. Đây cũng là một nguyên nhân làm cho Trái Đất nóng lên, vì không những mỗi phân tử CH_4 đốt nóng gấp 20 lần một phân tử CO_2 mà cây xanh lại không sử dụng để tái sản xuất các chất hữu cơ được. Nếu xử lý rác thải bằng biện pháp chôn lấp đúng cách, tránh được hiện tượng trên thì chỉ có xử lý bằng vi sinh vật khử sulfat có sự có mặt của khí tăng cường nước rác để chuyển sulfite thành sulfat trước khi bổ sung lại bể ủ. Bằng cách này, vừa thúc đẩy nhanh quá trình xử lý gấp 2 – 4 lần phương pháp lên men methan, vừa bảo vệ được môi trường. Do vậy ngày nay, ở các nước tiên tiến, người ta chỉ sử dụng biện pháp chôn lấp để xử lý các chất vô cơ không đốt được, hoặc rác thải sinh hoạt được ép thành khối làm giảm thể tích, nhằm tiết kiệm diện tích chôn lấp.

Chôn lấp chất thải rắn là khâu xử lý cuối cùng trong chuỗi khép kín của quản lý chất thải đô thị, là phương pháp phổ biến, đơn giản và ít tốn kém nhất so với các phương pháp khác. Phương pháp này được áp dụng rộng rãi ở hầu hết các nước trên thế giới.

Hiểu đơn giản, chôn lấp rác thải là kỹ thuật chôn lấp chất thải trong bãi và phủ đất lên trên, nhưng chôn lấp hợp vệ sinh đúng quy cách sẽ hạn chế sự ảnh hưởng ô nhiễm của bãi thải đến môi trường xung quanh.

Sự gia tăng chất thải do đô thị phát triển và nguy cơ ảnh hưởng xấu đến môi trường của việc chôn lấp thiếu khoa học buộc chúng ta xem xét lại vấn đề một cách nghiêm túc hơn.

12.2. MÔ HÌNH BÃI CHÔN LẤP

12.2.1. Bãi chôn lấp theo chất thải

Chất thải được chôn lấp ở dạng khô hay ướt tự nhiên trong đất khô, còn các chất thải như tro hoặc phế thải khai thác mỏ ở dạng bùn

thường được chôn lấp ở khu vực đã ngăn ở dạng ướt. Có 3 dạng bãi chôn lấp rác thải:

– Bãi chôn lấp khô: Bãi được xây dựng nơi khô ráo. Đây là dạng phổ biến nhất để chôn lấp chất thải sinh hoạt và chất thải công nghiệp. Chất thải chôn lấp có độ ẩm tự nhiên và quá trình chôn lấp thường sinh nhiều nước rác.

– Bãi chôn lấp ướt: Chất thải ẩm ướt như bùn nhão được để trong đất, phương tiện vận chuyển thường là đường ống. Bãi chôn lấp là một khu vực được đắp đất lên, chất thải nhão chảy tràn và lắng xuống và nước rác thường nhiễm bẩn cao, nên cần tuần hoàn trở lại bãi.

– Kết hợp hai dạng bãi thải: Xử lý bùn ở bãi chôn lấp ướt rất tốn kém nên người ta xử lý bùn tại bãi chôn lấp khô cùng với rác sinh hoạt. Cái lợi của phương pháp này là tiết kiệm được chi phí, nhưng bất lợi chính là làm tăng mức độ nguy hiểm của nước rác.

12.2.2. Bãi chôn lấp theo địa hình

Phụ thuộc vào địa hình của bãi chôn lấp, người ta chia 3 dạng:

– Bãi chôn lấp nổi: Bãi được xây dựng ở những nơi có địa hình phẳng hoặc đồi gò, phế thải được chôn lấp theo các ô và tạo thành các gò rác cao khoảng 15 – 20m. Nơi xây dựng bãi phải đảm bảo khô ráo và có biện pháp chống úng ngập.

– Bãi chôn lấp chìm: Sử dụng sụt tự nhiên hoặc nhân tạo do khai thác đất, mỏ tạo ra, hoặc chủ động đào mương rãnh, đổ phế thải chôn lấp hết chiều sâu của hố hoặc mương rãnh. Bãi này thích hợp cho chất thải nhão và cần tránh xa các mạch nước ngầm sử dụng làm nước uống.

– Bãi chôn lấp kết hợp chìm – nổi: Đây là dạng kết hợp hai dạng bãi trên, sau khi lấp hết độ sâu của hố, phế thải tiếp tục được chôn lấp tạo thành gò rác cao.

12.3. CƠ SỞ ĐỂ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG BÃI CHÔN LẤP

Tuỳ thuộc vào địa hình và loại rác thải, có các yêu cầu kỹ thuật khác nhau, nhưng khi thiết kế và xây dựng bãi chôn lấp rác thải, bao gồm các điểm chung như sau:

– Dọn mặt bằng: Phải dọn sạch toàn bộ cây cỏ trước khi vận hành, thăm dò địa lý, nếu có các túi cát thì phải chuyển đi và nên ủi lớp đất trên cùng (cùng với cây cỏ).

– Định hướng dòng chảy: Cần làm chệch hướng dòng chảy nước mưa

vào bãi chôn lấp (có phương án nghiên cứu kỹ dòng chảy nước mưa trước khi thiết kế), hoặc làm đường ống thoát nước, tránh không cho nước chảy vào rác để hạn chế phát sinh nước rác và ngăn không cho nước rác chảy tràn vào dòng nước.

– Lót đáy bãi chôn lấp là rất cần thiết, vì nó liên quan đến việc kiểm soát nước rác. Lớp lót bằng nhựa hoặc cao su là những tấm mỏng được nối bằng keo, sau đó phủ một lớp đất sét dày để đảm bảo tiêu chuẩn thấm nước thấp.

– Đường vào: Ngoài việc đạt tiêu chuẩn đường tốt, cần chú ý nơi đổ rác đủ rộng để xe rác có thể quay vòng và lùi.

– Rào chắn, biển hiệu: Tùy theo vị trí của bãi, người ta làm hàng rào quanh bãi để giảm sự phá hoại và mất mỹ quan, thông thường hàng rào đơn giản là bụi cây hoặc cây trồng. Ngoài ra hàng rào còn có chức năng chắn giấy, nilon để không bay ra ngoài bãi thải.

– Đê, kè: Làm đê bao quanh nhằm để cho đóng rác tỳ vào, cho nên cần làm chắc và bằng đất pha sét để nước không thấm vào bãi chôn lấp.

– Hệ thống thu gom nước rác và khí gas: Hệ thống thu gom nước rác và khí gas cần làm ngay từ khi chuẩn bị bãi và được kiểm soát chặt chẽ trước khi đổ rác.

+ Thu gom nước rác: Hệ thống rãnh dẫn nước rác ra khỏi bãi tới nơi xử lý. Ngoài hệ thống thu gom nước rác còn có trạm bơm và khu vực thu gom nước rác.

+ Hệ thống thoát nước tại đáy bãi thải (hệ thống thoát đáy): Hệ thống này nằm dưới lớp rác và trên lớp chống thấm nhằm dẫn nhanh nước rác ra khỏi bãi, đảm bảo chất lượng nước trong bãi. Hệ thống này có thể làm bằng sỏi, vật liệu tổng hợp (vải địa chất) hay các đường ống thoát nước.

+ Rãnh thoát nước: Rãnh thoát nước này có thể là rãnh hở hoặc kín, được bố trí xung quanh bãi với mục đích thu gom nước rác không cho chảy vào nguồn nước mặt hay nguồn nước ngầm, ngay cả những bãi đã có hệ thống thoát đáy cũng như rãnh thoát nước xung quanh.

+ Hệ thống thu gom nước từ giếng lên: Nước rác được bơm từ giếng nước rác (được thu gom lại bằng hệ thống ống dẫn đặt trong và xung quanh bãi thải) lên bể xử lý. Bằng cách này hạn chế nước rác thấm thấu vào mạch nước ngầm.

+ Hệ thống thoát nước đáy: Khi thiết kế hệ thống thoát nước, ngoài việc theo yêu cầu kỹ thuật sao cho có diện tích tiếp xúc với rác ủ, càng lớn càng tốt, không nên đặt lớp vải địa chất giữa rác và hệ thống rãnh thoát

nước. Hệ thống thoát nước càng thẳng càng tốt, không dài trên 100m và được nối khít với hệ thống nằm ngang dưới chân dốc của bãi thải.

– Các công trình phục vụ: Đối với các bãi thải có quy mô lớn và cực lớn (lượng rác trên 200.000 tấn/năm; diện tích bãi trên 20ha) cần phải có đầy đủ các công trình phục vụ: văn phòng, nhà kho, hệ thống điện nước, trạm cân, nơi vệ sinh gầm xe, trạm bảo dưỡng thiết bị, khu thu hồi phế liệu, khu phân loại phế thải,...

12.4. KỸ THUẬT VẬN HÀNH BÃI CHÔN LẤP

Bất cứ chôn lấp rác theo phương pháp nào thì bãi chôn lấp cũng chia thành các ô nhỏ, vì tiến hành các biện pháp bảo vệ môi trường hợp lý đối với từng loại phế thải, giảm phát sinh nước rác khó kiểm soát, đảm bảo vận hành bãi tốt hơn, tránh phủ bãi với diện tích lớn,...

– Bãi rác được phân chia các ô *chôn lấp sinh học* và *rác thô*. Rác được đưa vào các ô sinh học thường bao gồm các loại chính sau: rác sinh hoạt, rác công nghiệp từ công nghiệp chế biến thực phẩm, rác từ nhà hàng ăn uống, rác chợ. Rác đưa vào các ô rác thô là rác thô từ rác sinh hoạt, chất thải đã qua xử lý bằng phương pháp ủ (composting) sau khi đã sàng thu hồi mùn rác, rác thô từ rác công nghiệp, rác xây dựng,...

– Đối với các ô chôn lấp sinh học cần:

+ Có hệ thống thu gom nước rác tốt.

+ Xây dựng đê bao quanh khu vực bãi trước khi chôn lấp.

+ Thời tiết khô hạn, đường trong ô cần tưới nước tạo độ ẩm.

+ Chiều cao mỗi lớp rác từ 2 đến 2,5m, mỗi lớp cần đầm nén 5 – 6 lần.

– Đối với ô chôn lấp rác thô cần:

+ Có đê bao quanh trước khi chôn lấp rác.

+ Phế thải ở dạng bùn như bùn cống khô, bùn BOD, bùn từ cống của thành phố cũng có thể chôn lấp cùng rác thải thô.

– Chiều cao mỗi lớp rác từ 2 đến 2,5m, mỗi lớp cần đầm nén khoảng 5 – 6 lần.

Việc sử dụng lại mặt bằng bãi chôn lấp phế thải cần được quan tâm ngay từ khâu thiết kế, có thể sử dụng làm công viên, trồng cây gây rừng. Thời gian chôn lấp chất thải kết thúc khoảng 15 đến 40 năm.

12.5. KIỂM SOÁT NƯỚC RÁC VÀ KHÍ GAS BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI

12.5.1. Nước rác

– Nước rác hình thành bằng các cách sau:

+ Có sẵn trong rác chôn lấp, hình thành qua quá trình phân giải rác thải.

+ Nước mưa rơi xuống khu vực chôn lấp rác.

+ Nước từ khu vực khác thấm xuống ô chôn rác.

– Thông thường, lượng nước rác thải chiếm tỷ lệ khá lớn và hàm lượng COD và BOD rất cao, COD 10.000 – 60.000mg/lít và BOD₅– từ 5.000 đến 30.000mg/lít. Đặc biệt trong nước rác ủ kỵ khí bằng phương pháp chôn lấp, thông thường có mùi hôi thối rất nặng, ít loại cây có thể phát triển được trên loại nước này nếu không xử lý. Do vậy, khu vực xung quanh bãi chôn lấp thường bị ô nhiễm nặng, ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân quanh vùng.

– Với thành phần nước rác có mức độ ô nhiễm nặng như trên, trước khi thải ra môi trường nước rác phải được xử lý. Phương pháp xử lý chung nhất là xử lý sơ bộ rồi thải vào hệ thống nước thải của thành phố. Còn bãi chôn lấp xa thành phố thì nước rác phải được xử lý tại bãi bằng các phương pháp xử lý sinh học hoặc xử lý hoá học.

– Thành phần của nước rác được trình bày ở bảng 12.1.

– Xử lý nước rác bằng phương pháp sinh học được thực hiện theo các phương pháp:

+ Xử lý bằng bể sục khí (aerotank): Phương pháp này thường được sử dụng, vì quá trình xử lý nhanh, bùn thải có thể tái sử dụng làm phân bón hữu cơ có giá trị.

Bảng 12.1. Thành phần của nước rác từ bãi chôn lấp rác thải sinh hoạt

Thành phần	Thời gian chôn lấp	
	< 2 năm	> 10 năm
pH	5,0 – 6,5	6,5 – 7,5
BOD ₅	4.000 – 30.000	< 100
COD	10.000 – 60.000	50 – 500
TOC	1.000 – 20.000	< 100
Chất rắn tổng số	8.000 – 50.000	1.000 – 3.000
Nitơ (N)	100 – 1000	< 100
Phosphat (P)	5 – 100	< 5
Chlorid (Cl ⁻)	500 – 2000	100 – 500
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	50 – 1.000	< 10
Sắt (Fe)	100 – 1.500	10 – 400
Natri (Na)	500 – 3.000	< 200
Kali (K)	200 – 1.000	50 – 400
Canxi (Ca)	500 – 2.500	100 – 400

+ Ao hồ thoáng khí: Phương pháp này đơn giản, nhưng đòi hỏi diện tích sử dụng lớn.

+ Xử lý bằng phương pháp UASB: Phương pháp này cũng khó thực hiện hơn, một phần quá trình xử lý chậm, mặt khác kỹ thuật tạo màng sinh học đòi hỏi kỹ thuật cao. Phương pháp này đã được xây dựng ở bãi chôn lấp rác thải Lam Sơn, song thực sự chưa mang lại hiệu quả kinh tế.

+ Phương pháp ủ kỵ khí bằng cách quay vòng nước rác trở lại bãi chôn lấp, kết quả làm tăng lượng khí gas trong bãi. Phương pháp này thuận lợi cho việc tăng lượng khí gas thu hồi làm nhiên liệu.

+ Xử lý bằng phương pháp kết tủa hoá học nhanh, nhưng không kinh tế và tạo ra một lượng lớn bùn hoá học phải xử lý.

12.5.2. Khí sinh học (biogas)

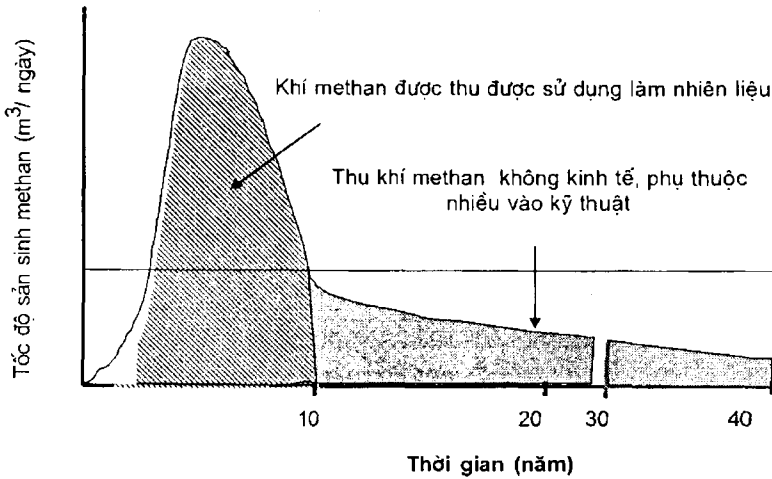
Khí gas là sản phẩm của quá trình phân huỷ các chất hữu cơ có trong bãi chôn lấp, thành phần chính trong các chất hữu cơ có trong rác thải tạo thành khí gas là cellulose (xem chương 6). Thành phần khí gas chủ yếu là methan (bảng 12.2). Người ta thiết kế hệ thống thu nhận methan để làm khí đốt, nhưng phải kiểm soát chặt chẽ bãi chôn lấp hợp vệ sinh từ khâu thiết kế ban đầu đến khâu điều hành chôn lấp phế thải rất tốn kém. Đối với các bãi thải lớn, lượng methan cũng chỉ tập trung vào giai đoạn đầu (hình 12.1) theo các giai đoạn phân huỷ từ I đến III (bảng 12.3), còn những giai đoạn sau, vì nồng độ khí methan thấp nên việc thu nhận làm nguồn năng lượng không kinh tế. Nếu sử dụng kỹ thuật hoàn hảo thì cũng chỉ thu nhận được 40% lượng methan sinh ra trong bãi chôn lấp. Đây là nguồn khí gây hiệu ứng nhà kính lớn, theo kết quả nghiên cứu của M. Saburo, 1993, thì một phân tử methan làm nóng Trái Đất lên gấp 20 lần một phân tử khí CO₂.

Bảng 12.2. Thành phần khí hình thành ở bãi chôn lấp rác thải

Thành phần	% thể tích
Methan (CH ₄)	55,5
Carbon dioxid (CO ₂)	41,2
Nitơ (N ₂)	2,1
Oxy (O ₂)	1,1
Hydro (H ₂)	0,01

Bảng 12.3. Thời gian cho các giai đoạn phân huỷ khác nhau

Các giai đoạn	Thời gian
I	Tới 1 tuần
II	1 tháng đến 6 tháng
III	3 tháng đến 3 năm
IV	8 năm đến 40 năm
V	1 năm đến 40 năm
Tổng cộng	10 – 80 năm

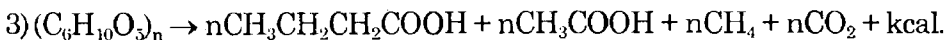
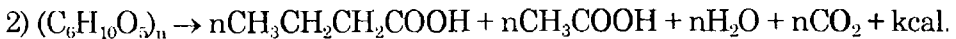
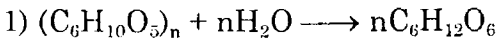


Hình 12.1. Tỷ lệ sinh khí methan trong quá trình chôn lấp chất thải ổn định

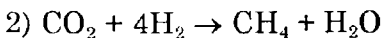
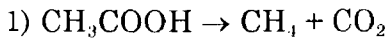
12.6. KIỂM SOÁT NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI BÃI CHÔN LẤP RÁC THẢI BẰNG VI KHUẨN KHỬ SULFAT (VKKSF)

12.6.1. Sự phân giải hợp chất carbon trong tự nhiên

Lên men cellulose là quá trình phân giải kỵ khí nhờ các vi khuẩn khử sulfat hay vi khuẩn sinh methan. Cơ chế hoá học của quá trình lên men cellulose phức tạp, song có thể tóm tắt theo các phương trình sau:



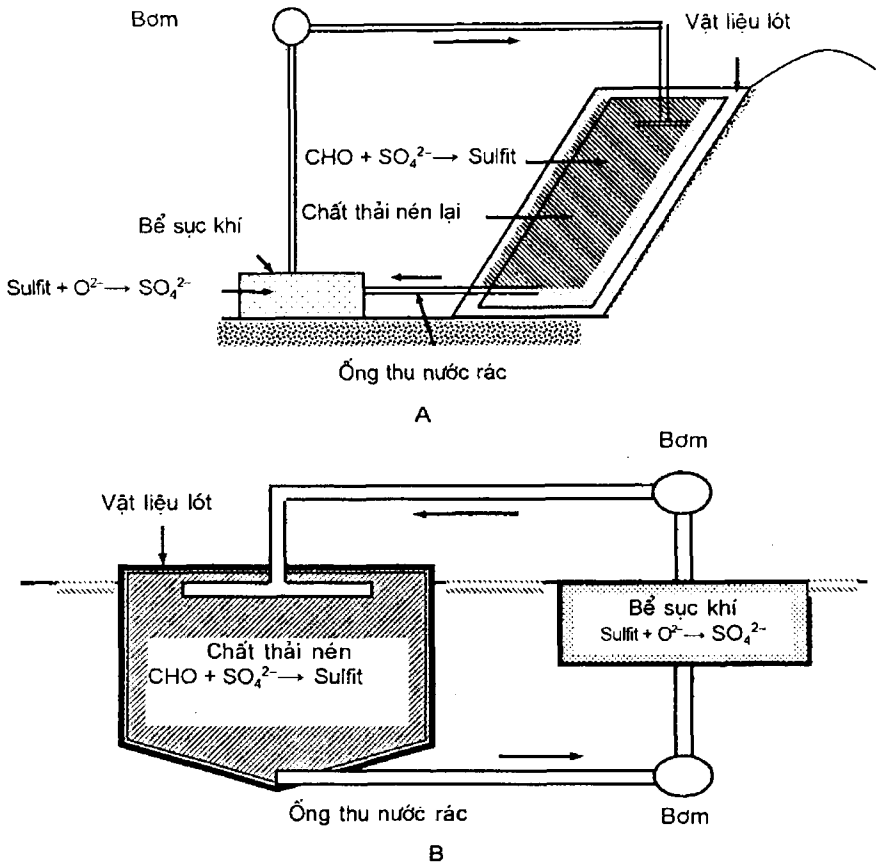
Sơ đồ trên cũng chỉ là giả định, vì methan được hình thành, hoặc do acid acetic phân giải, hoặc do CO_2 hoàn nguyên nhờ phản ứng hydro:



Do vậy, lên men hydro, lượng khí ($CO_2 + H$) chỉ bằng 1/3 khối lượng cellulose bị phân giải, còn lên men methan thì lượng khí ($CH_4 + CO_2$) cao hơn, bằng 1/2 khối lượng cellulose bị phân giải. Nhờ có sự phân bố các vi sinh vật phân giải cellulose trong tự nhiên mới thực hiện được chu trình carbon từ cellulose (Gusterov, 1970).

12.6.2. Kiểm soát sinh khí methan

Sơ đồ xử lý rác thải bằng phương pháp chôn lấp có kiểm soát methan được mô tả trên hình 12.2 (quy mô thử nghiệm) và hình 12.3 (quy mô bãi chôn lấp lớn).

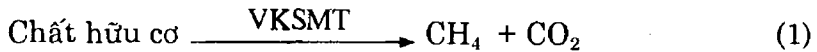


Hình 12.2. Sơ đồ mô tả chôn lấp rác

có áp dụng biện pháp kiểm soát sự phát sinh khí methan

A. Mô hình dựa vào sườn núi để xây dựng; B. Mô hình đào hố chôn lấp ở đất bằng.

Quá trình chuyển hoá các chất hữu cơ nhờ vi khuẩn sinh methan (VKSM) được trình bày ở phương trình (1) và vi khuẩn khử sulfat (VKKS) ở phương trình (2).



Sử dụng vi khuẩn khử sulfat có nhiều ưu điểm hơn vi khuẩn sinh methan như sau:

- VKKS thích nghi với quá trình biến động nhiệt độ bề ủ hơn VKSM.

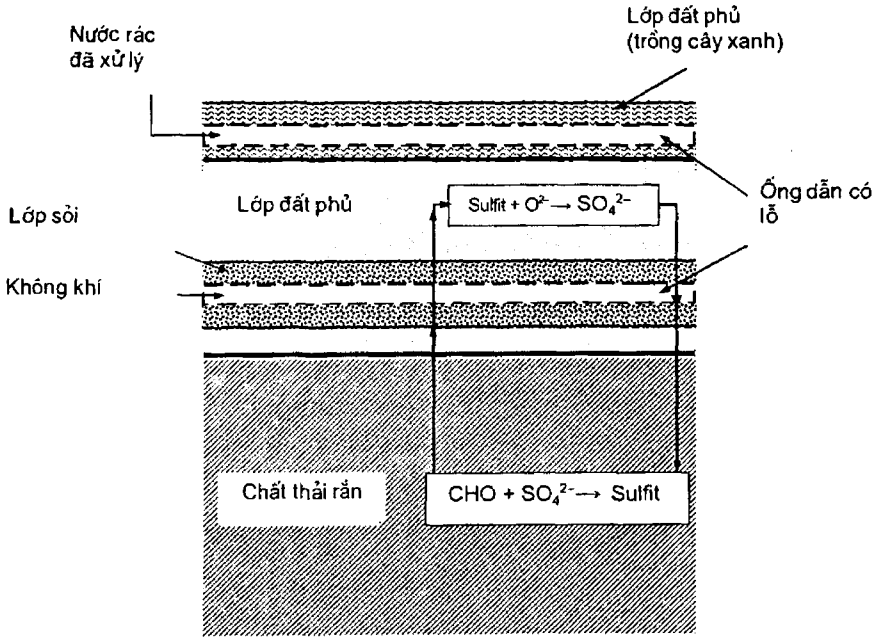
- VKKS sử dụng các loại cơ chất rộng hơn so với VKSM, VK này chỉ sử dụng acetat, hydro và hydroxid carbon.

- Sulfit sinh ra trong quá trình khử sulfat trong bề ủ có thể cố định

(fix) các kim loại nặng độc (Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Zn, Al) và không cho chúng lan ra môi trường.

– Gần đây, nhiều nhà nghiên cứu đã công bố quá trình khử sulfat đóng vai trò quan trọng trong việc phân huỷ nhiều chất gây ô nhiễm vi thể như PAH_s, PCP và dioxin.

– Nhiều loại vi khuẩn khử sulfat có hoạt tính phân giải cellulose mạnh.



Hình 12.3. Sơ đồ xử lý rác thải bằng phương pháp chôn lấp có kiểm soát sulfat

12.7. SẢN XUẤT KHÍ SINH HỌC (BIOGAS)

12.7.1. Khái quát chung

– Chất thải hữu cơ như rác thải sinh hoạt cũng như sinh khối rắn có tiềm năng cao sản sinh biogas. Quá trình phát triển sản xuất hai pha lỏng – rắn biogas, bao gồm giai đoạn thủy phân mở và hầm ủ methan lớp cố định, cho phép sản xuất biogas từ hầu hết chất thải rắn có khả năng phân huỷ sinh học và các nguồn tái tạo như ngô, cây cỏ, cây mía,... Hơn nữa, bã thải của các quá trình công nghiệp như nước thải glycerin từ sản xuất biodiesel, cũng có thể chuyển hoá thành biogas thành công. Đúng như sự tách biệt khó khăn giữa thủy phân và methan hoá, đây là quá trình đặc biệt bền vững. Từ lâu không phát hiện thấy sự cố nào. Thủy phân giải phóng CO₂ và cho phép oxy hoá lưu huỳnh. Bởi vậy,

biogas có nồng độ methan cao (>70%) và nồng độ H₂S thấp (<100ppm). Không cần thiết có máy khuấy hoặc các thiết bị đảo trộn khác mà chỉ cần bơm chất lỏng. Việc sản sinh khí sinh học chỉ cần kiểm soát lần đầu, sau đó dễ dàng tiêu thụ ổn định.

– Quá trình lên men kỵ khí sinh methan xem ra đơn giản hơn so với quá trình hiếu khí, nhưng thực chất đó là vấn đề khá phức tạp liên quan đến động học quần thể của hệ vi sinh vật kỵ khí. Nếu giữ số quần thể vi sinh vật không đổi thì hệ vi sinh vật yếm khí phải cung cấp chất hữu cơ nhiều gấp 5 lần so với hệ hiếu khí. Trong thực tế, tải trọng cặn bùn trong nước thải phải là 1,67kg chất khô/m³/ngày. Giống quá trình xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ cao (xem mục 6.6.3), hiện nay người ta rất quan tâm đến xử lý chất thải chăn nuôi, nông nghiệp để sản xuất khí sinh học hiệu suất cao (bảng 12.4).

Bảng 12.4. Hiệu suất khí cực đại và hàm lượng methan lý thuyết (theo Baserga U, 1998)

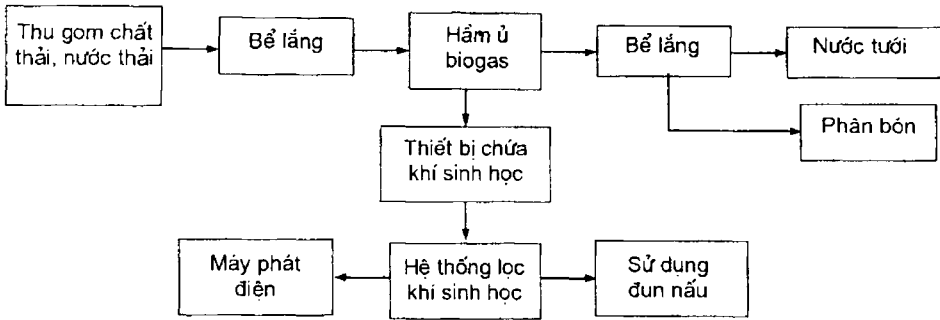
Cơ chất	Khí sinh học (m ³ /t TS)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)
Hydratcarbon ^a	790 – 800	50	50
Protein thô	700	70 – 71	29 – 30
Chất béo thô	1.200 – 1.250	67 – 68	32 – 33
Lignin	0	0	0

^a Chỉ các polyme từ hexose, không phải inulin và hexose đơn

– Cũng giống như quá trình xử lý nước thải, quy trình sản xuất khí sinh học từ rác thải được trình bày trên hình 12.4.

+ Chất thải từ các chuồng trại, nhà máy sản xuất thực phẩm, chất thải nông nghiệp (như rơm rạ, bùn mía,...) qua hệ thống thu gom đến bể lưu giữ, trước khi cho vào hầm ủ khí sinh học, chất thải phải cắt nhỏ, sau đó bổ sung nước và cho vào hầm ủ. Chất ủ được lưu trong hầm ủ khí sinh học 20 ngày, nhờ quá trình lên men kỵ khí phân giải các hợp chất hữu cơ sẽ sản sinh ra khí sinh học. Hỗn hợp chất thải và nước sau thời gian được phân huỷ trong hầm ủ khí sinh học sẽ chảy ra bể lắng gạn sinh học, sau đó được dùng làm phân bón và tưới cho cây trồng.

Khí sinh học được dẫn vào bình chứa khí. Trong khí sinh học còn có chứa nhiều khí CO₂ và một ít khí H₂S, ảnh hưởng đến chất lượng khí. Trước khi sử dụng để đun nấu, chạy máy phát điện, cần phải lọc khí để loại khí CO₂ và H₂S.



Hình 12.4. Sơ đồ quá trình lên men sản xuất và thu hồi khí sinh học (biogas)

-- Lọc khí sinh học được thực hiện qua 2 giai đoạn:

Tách CO_2 : Khí sinh học từ hầm ủ cho qua hệ thống lọc loại bỏ khí CO_2 , H_2S và hơi nước. Khí sinh học được sục qua nước vôi, CO_2 bị hấp thụ thông qua phản ứng với $Ca(OH)_2$ tạo thành $CaCO_3$ và nước. $CaCO_3$ kết tủa, có thể loại ra khỏi dung dịch.

Tách khí H_2S : Khí H_2S là khí ăn mòn sắt thép, do đó có thể sử dụng oxid sắt hay phôi sắt (phế liệu sau khi phay tiện cơ khí) trộn với vỏ bào, cho khí sinh học qua sẽ giữ lại H_2S . Phương pháp này gọi là phương pháp "rửa khí khô". Phôi sắt phơi khô, có thể tái sử dụng được 2-3 lần.

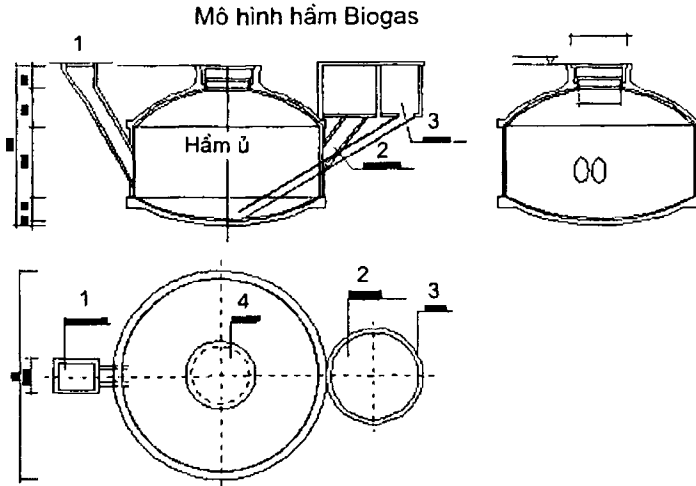
Quy mô sản xuất khí sinh học phụ thuộc vào nguồn chất thải: Từ quy mô gia đình đến quy mô công nghiệp.

12.7.2. Hầm biogas quy mô hộ gia đình

Ngày nay, các nhà khoa học đã quan tâm nghiên cứu cải tiến, hoàn thiện công nghệ và xây dựng hầm ủ khí sinh học quy mô hộ gia đình cho khu vực nông thôn chăn nuôi tập trung và cải tiến công nghệ phù hợp với điều kiện nông thôn Việt Nam, từ đó nâng cao hiệu quả sản xuất, giảm thiểu ô nhiễm môi trường trong chăn nuôi và cải thiện đời sống của nông dân. Gần đây, Viện Khoa học Năng lượng, Viện KH&CNVN đã xây dựng quy trình công nghệ "Hầm Biogas quy mô hộ gia đình" và đã ứng dụng trên 100 hầm ủ quy mô hộ gia đình vào thực tế.

Hầm ủ quy mô hộ gia đình này có một số thay đổi so với các loại hầm truyền thống khi bể điều áp được phân thành hai phần riêng biệt là ngăn điều áp và ngăn thải cặn (hình 12.6), có một số điểm ưu việt so với những mô hình Biogas đang được lưu hành hiện nay: thi công đơn giản; có kết cấu bền vững, bảo đảm chống rò rỉ nước và khí do được tăng cường bằng keo chống thấm, vì thế tăng khả năng sinh khí; có khả năng tự tổng cặn bã nên không bị ùn tắc cặn, có khả năng tự phá váng bề mặt; mức độ sinh khí nhanh, sản lượng khí cao, ổn định trong mọi điều kiện thời tiết; thiết bị khử H_2S tiên tiến đã nâng cao chất lượng biogas,

làm tăng tuổi thọ của thiết bị sử dụng như bếp, nồi cơm, đèn,... và chiếm diện tích nhỏ, tiết kiệm nhân công.

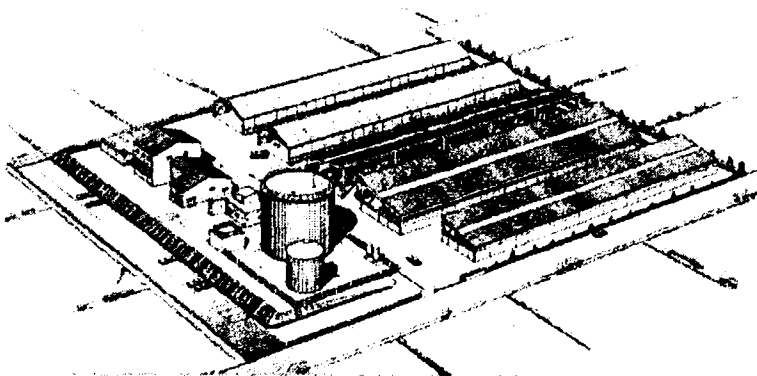


Hình 12.5. Hầm ủ quy mô hộ gia đình của Viện Khoa học năng lượng, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

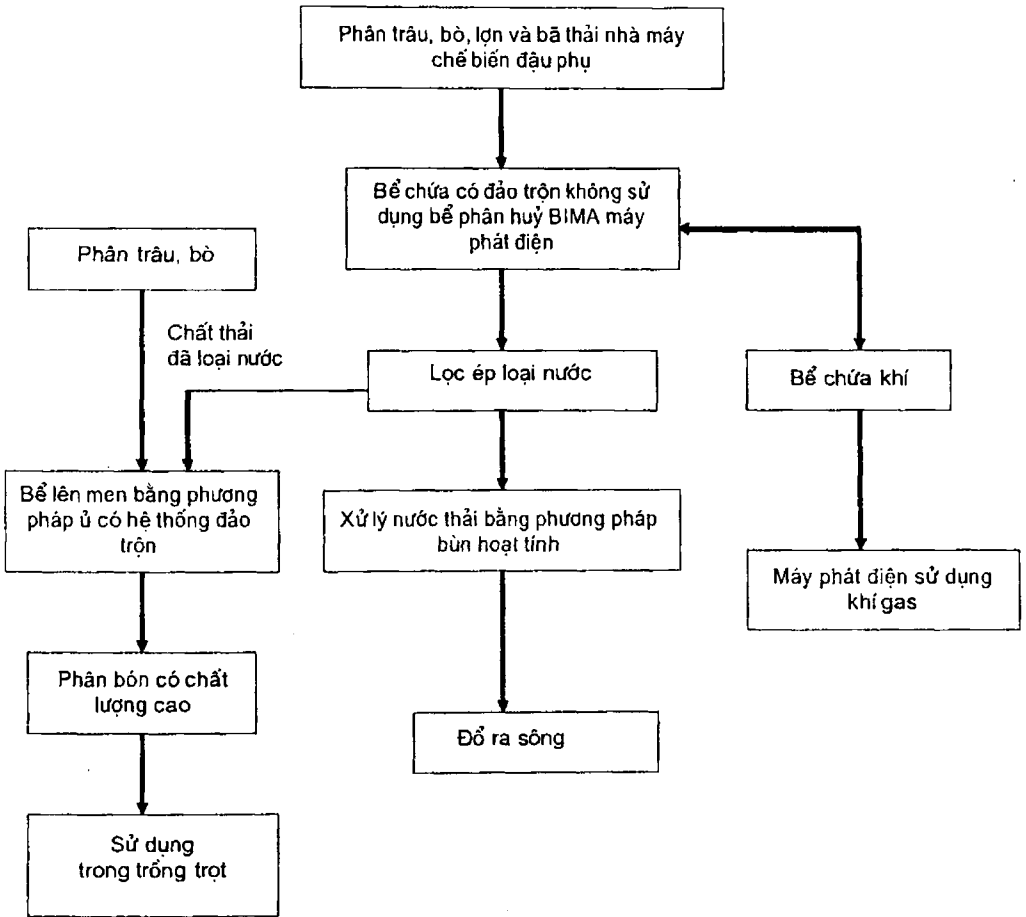
1. Đầu vào; 2. Thu nước và điều áp; 3. Thu bùn thải; 4. Đáy hầm ủ

12.7.3. Hầm biogas quy mô công nghiệp

Quy mô công nghiệp xử lý chất thải và sản xuất khí sinh học làm nhiên liệu sinh học thường lớn, bao gồm cả quá trình xử lý nước thải và sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh vật chất lượng cao. Lấy ví dụ một cơ sở xử lý chất thải sản xuất khí sinh học ở Yagi, Kyoto, Nhật. Nhà máy sản xuất xử lý chất thải nông nghiệp để thu nhận khí sinh học sản xuất điện được đầu tư 10 triệu USD. Mô hình của nhà máy trên hình 12.6, các quá trình xử lý chất thải kỵ khí, xử lý nước thải thải ra, sản xuất điện và sản xuất phân hữu cơ vi sinh vật trên hình 12.7.



Hình 12.6. Mô hình nhà máy xử lý chất thải Biomass ở Trung tâm Yagi Bio-ecology, Kyoto, Nhật Bản

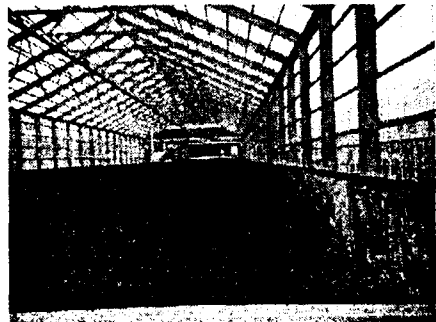


Hình 12.7. Sơ đồ quá trình công nghệ sản xuất khí sinh học kết hợp xử lý nước và sản xuất phân bón hữu cơ chất lượng cao ở Trung tâm Yagi Bio-ecology, Kyoto, Nhật Bản

Ngoài thu khí sinh học sản xuất điện phục vụ cho nhà máy và cung cấp điện cho mạng lưới điện quốc gia, nhà máy còn sản xuất phân bón hữu cơ chất lượng cao cho cây trồng (hình 12.8, 12.9 và 12.10).



Hình 12.8. Hầm ủ kỵ khí



Hình 12.9. Bể ủ hiếu khí



Hình 12.10. Sản phẩm phân bón hữu cơ

ÔN TẬP CHƯƠNG 12

1. Vì sao xử lý rác thải bằng phương pháp chôn lấp đòi hỏi phải an toàn?
2. Cơ sở để thiết kế và xây dựng bãi chôn lấp rác thải an toàn.
3. Vì sao phải kiểm soát nước rác và khí gas của bãi chôn lấp chất thải?
4. Sử dụng vi khuẩn khử sulfat có những ưu điểm gì hơn vi khuẩn sinh methan?
5. Trình bày nguyên tắc kiểm soát nước rác và khí thải bãi chôn lấp rác bằng vi sinh vật khử sulfat.
6. Trình bày nguyên tắc và quy trình công nghệ sản xuất khí sinh học ở cấp độ gia đình và cấp độ lớn.

Chương 13

XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG Ứ HIẾU KHÍ

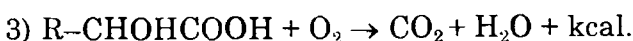
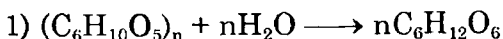
13.1. NGUYÊN TẮC Ứ HIẾU KHÍ

Giống như các quá trình phân giải các chất hữu cơ trong tự nhiên, quá trình phân giải hợp chất carbon trong tự nhiên là quá trình sinh hoá phức tạp. Nhờ hoạt động sống của vi sinh vật, một số lượng lớn chất hữu cơ bị phân giải và làm giảm khối lượng. Trong quá trình này, các hydratcarbon (cellulose, pectin, hemicellulose, lignin,...) được phân giải thành những phần nhỏ hơn, sinh khối vi sinh vật mới được tạo thành, các sản phẩm của quá trình trao đổi chất, các chất khí (N_2, CO_2) và các acid hữu cơ như: acid formic, acid acetic, acid propionic, acid béo, acid lactic,... Các chất hữu cơ này có thể tiếp tục chuyển hoá thành các sản phẩm khác.

Chu trình chuyển hoá hợp chất carbon được chuyển hoá qua hàng loạt các phản ứng hoá học và xúc tác mỗi phản ứng là một enzym. Để duy trì sự sống, các vi sinh vật sử dụng các sản phẩm do chúng phân huỷ hay do vi sinh vật khác chuyển hoá. Trong quá trình chuyển hoá vật chất trong tự nhiên có nhiều loại vi sinh vật cùng tham gia. Sản phẩm chuyển hoá của chúng vi sinh vật này lại là cơ chất cho vi sinh vật khác. Hoạt động của vi sinh vật diễn ra phức tạp và có mối liên quan chặt chẽ với nhau.

Cellulose là hợp chất carbon phân bố nhiều nhất, là thành phần cơ bản của tế bào thực vật và là nguồn carbon dự trữ lớn nhất trong tự nhiên. Do vậy, sản phẩm của quá trình phân giải cellulose là một phần cơ bản nhất tạo nên phân hữu cơ và mùn rác. Chúng giữ vai trò to lớn trong sản xuất nông nghiệp.

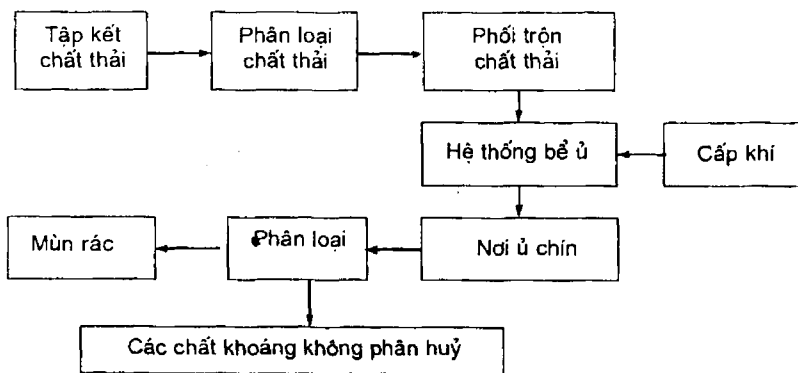
Lên men phân giải cellulose hiếu khí có ý nghĩa quan trọng đối với cây trồng. Cũng như phân giải kỵ khí, cellulose được phân giải thành các acid hữu cơ, thường là các acid uronic (acid mùn) và các oxid acid đơn giản hơn. Các chất này tiếp tục bị oxy hoá và sản phẩm cuối cùng là CO_2 và H_2O . Cơ chế hoá học của lên men cellulose phức tạp, song có thể tóm tắt theo các phương trình sau:



Qua các giai đoạn trung gian trong quá trình phân giải cellulose hình thành đường hoà tan và các acid hữu cơ có ý nghĩa rất quan trọng. Chúng là nguồn dinh dưỡng thích hợp cho các loại vi sinh vật đất, đặc biệt là các vi sinh vật cố định nitơ (*Azotobacter* và *Clostridium*). Trong phân bón hữu cơ chứa nhiều cellulose, người ta phát hiện thấy nhiều vi sinh vật cố định nitơ phát triển mạnh. Ngoài cellulose, vi sinh vật còn phân giải các chất pectin, lignin,... các chất này dễ bị oxy hoá nhờ các vi sinh vật thành CO_2 , H_2O , các loại đường và acid hữu cơ như acid galactonic, acid acetic,...

13.2. QUY TRÌNH XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP Ủ HIẾU KHÍ

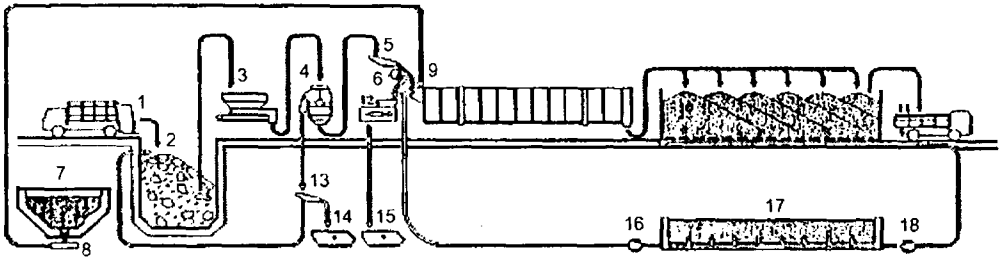
Như trình bày ở chương 5, phụ thuộc vào từng loại chất thải và lượng chất thải cần xử lý mà người ta có thể chọn phương pháp ủ bằng hệ thống ủ hở hoặc kín, quy mô thiết bị, nhà xưởng và máy móc thiết bị phù hợp. Hệ thống xử lý chất thải chung theo sơ đồ trình bày ở hình 13.1 và 13.2.



Hình 13.1. Sơ đồ chung của hệ thống xử lý chất thải bằng phương pháp ủ hiếu khí

Chất thải trước khi ủ, cần phân tích thành phần và các nguyên tố dinh dưỡng, sau đó cần bổ sung các chất dinh dưỡng thích hợp để đảm bảo tỷ lệ C: N: P: K = 100: 10: 4: 1.

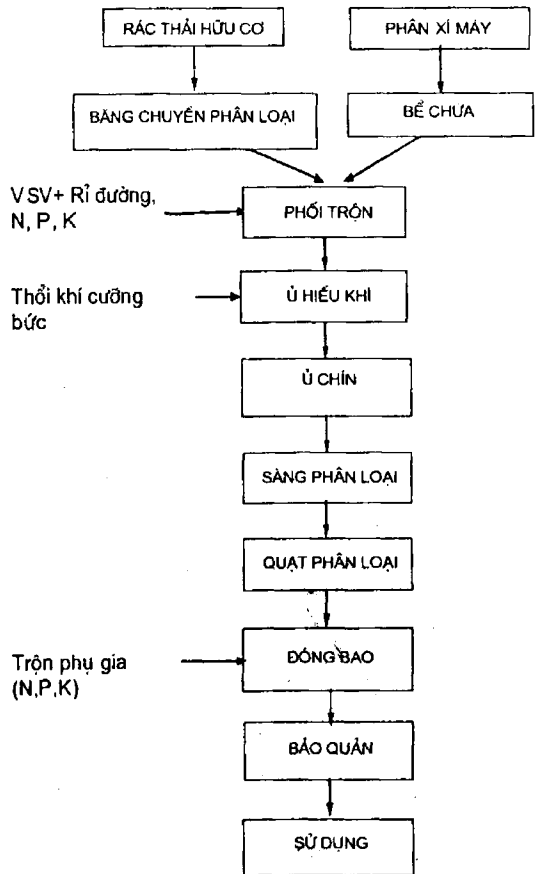
Phần lớn lượng rác thải đô thị ở nước ta chủ yếu dùng biện pháp chôn lấp để xử lý. Năm 1979, thành phố Hồ Chí Minh đã xây dựng xí nghiệp Chế biến rác thải tại Hóc môn do Đan Mạch viện trợ. Tuy thiết bị rất hiện đại, nhưng do nhiều nguyên nhân, hiện nay nhà máy không hoạt động. Một giải pháp tình thế hiện nay của thành phố là dùng biện pháp ủ kỵ khí nhờ vào vi sinh vật có sẵn trong tự nhiên để sản xuất phân bón.



Hình 13.2. Sơ đồ quá trình xử lý rác thải bằng phương pháp ủ

1. Cấp rác; 2. Hầm chứa rác; 3. Phân loại; 4. Máy nghiền; 5. Sàng rung; 6. Phân loại sắt; 7. Hầm chứa bùn; 8. Bơm bùn; 9. Hệ thống ủ; 10. Ủ chín; 11. Vận chuyển mùn rác; 12. Thu gom sắt vụn; 13. Sàng tuyển; 14. Chất thải không nghiền được; 15. Sắt vụn; 16. Hút khí từ hệ thống phân loại; 17. Lọc khí qua đất; 18. Hút khí từ khu vực ủ chín.

Năm 1992, Hà Nội đã xây dựng nhà máy Chế biến phế thải làm phân bón tại Cầu Diễn do UNDP tài trợ theo quy trình công nghệ của Newzeland (thổi khí cưỡng bức), mỗi năm sản xuất được khoảng 30.000 tấn phân bón, sơ đồ quy trình công nghệ được trình bày ở hình 13.3. Tuy nhiên, quá trình xử lý rác làm phân bón có bổ sung phân xí máy đã gây mất vệ sinh và quá trình phân huỷ chậm, các chất hữu cơ không được phân huỷ triệt để. Năm 1998, thành phố Việt Trì cũng đã xây dựng một xí nghiệp xử lý rác thải theo quy trình của Cầu Diễn có cải tiến hệ thống thổi khí nên thời gian xử lý nhanh hơn. Hiện nay, Xí nghiệp Chế biến rác thải Cầu Diễn, Hà Nội đang xây dựng một dây chuyền xử lý rác theo phương pháp ủ hiếu khí do Tây Ban Nha đầu tư xây dựng hiện đại và quá trình xử lý hoàn thiện hơn.



Hình 13.3. Sơ đồ công nghệ xử lý rác thải sinh hoạt để sản xuất phân bón tại Nhà máy Chế biến phế thải Cầu Diễn, Hà Nội

Xí nghiệp Chế biến rác Cầu Diễn đã thay thế hoàn toàn việc bổ sung phân xí máy bằng bổ sung chế phẩm EM và chế phẩm vi sinh vật vào bể ủ, đã rút ngắn được thời gian ủ và giảm đáng kể được mùi hôi bốc lên trong quá trình xử lý (xem hình 11.4).

Rác thải sinh hoạt của các thành phố của nước ta thường lẫn nhiều đất cát, thủy tinh, xỉ than, túi nilon,... nên gặp rất nhiều khó khăn trong việc phân loại rác trước khi đưa vào bể ủ. Sơ đồ quá trình công nghệ xử lý rác thải sinh hoạt làm phân bón hữu cơ tại Xí nghiệp Chế biến phế thải Cầu Diễn Hà Nội theo hình 13.3. Hệ thống ủ gồm 32 bể được xây kiên cố bằng bê tông, có mái che mưa nắng, dưới sàn có hệ thống rãnh phân phối khí. Mỗi bể có thể xử lý được 150 tấn rác nối với hệ thống quạt thổi khí cưỡng bức gắn với hệ thống điều nhiệt (hình 11.4). Căn cứ vào cửa mở của hệ thống quạt thổi khí, cũng có thể tính toán được khả năng lên men trong suốt quá trình ủ. Thời gian đầu, nhiệt độ trong bể ủ thường lên cao, nhiệt độ bể luôn giữ ở $52 \pm 2^\circ\text{C}$, cho nên quạt thổi khí thường phải chạy tăng cường, khi nhiệt độ hạ dần, số lần quạt chạy sẽ giảm dần. Khi nhiệt độ hạ xuống dưới 30°C là quá trình lên men kết thúc, bể ủ chuyển sang giai đoạn ủ chín. Ngoài ra, do quá trình quạt thổi, nhiệt độ bể ủ cao, cho nên phải thường xuyên bổ sung nước, bảo đảm cho độ ẩm của bể ủ luôn luôn thích hợp. Sau khi kết thúc giai đoạn ủ chín, rác được phân loại theo hệ thống sàng và quạt, tách phần mùn khỏi rác để chế biến thành phân bón hữu cơ, phần còn lại mang đi chôn lấp. Thường lượng mùn đạt 30 – 40% lượng rác đưa vào ủ.

13.3. TĂNG CƯỜNG QUÁ TRÌNH LÊN MEN PHÂN GIẢI CÁC CHẤT HỮU CƠ TRONG BỂ Ủ RÁC THẢI

Muốn thúc đẩy nhanh quá trình xử lý rác thải làm phân bón hữu cơ, phục vụ cho nông lâm nghiệp, cần tuyển chọn các chủng vi sinh vật phân giải nhanh các chất hữu cơ khó phân huỷ có nhiều trong thành phần rác thải và phải phù hợp với điều kiện của bể ủ (nhiệt độ cao $50 - 60^\circ\text{C}$, độ ẩm thấp – do quá trình thổi khí mạnh, cơ chất thường bị khô nhanh). Đặc biệt, trong số các chất hữu cơ có trong rác thải sinh hoạt, thì thành phần cellulose nhiều và khó phân giải nhất. Do vậy cần tuyển chọn các chủng vi sinh vật chịu được nhiệt độ cao, có hoạt tính phân giải cellulose, bổ sung vào bể ủ, sẽ rút ngắn thời gian ủ.

13.3.1. Thành phần rác thải sinh hoạt (RTSH)

Bảng 13.1. Thành phần RTSH đưa vào xử lý tại Xí nghiệp Chế biến phế thải Cầu Diễn, Hà Nội và Việt Trì, Phú Thọ

Thành phần	Tỷ lệ các thành phần trong rác thải (%)	
	Cầu Diễn, Hà Nội	Việt Trì, Phú Thọ
Hợp chất hữu cơ	53	78 – 80
Giấy vụn	4 – 5,5	1
Giẻ rách, gỗ vụn	1 – 1,5	1 – 1,5
Cao su, nilon	4 – 6	2,5 – 3,0
Vỏ ốc, xương, gạch, đất,...	5 – 7	2 – 4
Kim loại, vỏ đồ hộp	0,1 – 0,5	0,1
Rác vụn <10mm	30 – 35	8 – 10

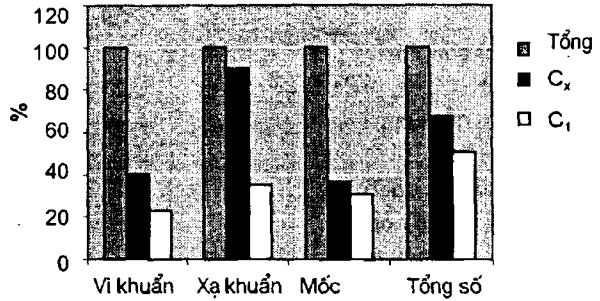
Để cho quá trình phân huỷ chất thải được tốt hơn, cần phải đánh giá thành phần rác thải khi đưa vào bể xử lý. Qua phân tích cho thấy, thành phần các chất hữu cơ có trong rác thải đô thị của Hà Nội và Việt Trì khá cao (Hà Nội: 53%, Việt Trì: 78 – 80%) (bảng 13.1) so với thành phần RTSH của một số nước trên thế giới (xem chương 1), rất thuận lợi cho việc xử lý làm phân bón hữu cơ. Tuy nhiên, trong thành phần của rác đưa vào xử lý còn lẫn nhiều các tạp vô cơ khó phân huỷ, điều này ảnh hưởng lớn đến quá trình xử lý, cũng như chất lượng mùn tạo thành. Do vậy, cần phải có biện pháp phân loại rác ngay từ nguồn để loại bỏ các chất không phân huỷ được và sử dụng chúng vào mục đích khác hoặc chôn lấp.

13.3.2. Các nhóm vi sinh vật có trong bể ủ rác thải sinh hoạt

Để phân tích sự biến động của các nhóm vi sinh vật trong bể ủ rác thải hiếu khí, mẫu được lấy ở các độ sâu khác nhau (trên bề mặt; sâu: 0,5m, 1m, 1,5m và 2m) và ở các điểm khác nhau của bể ủ, trộn lẫn đều, kiểm tra số lượng các nhóm vi sinh vật ở 30°C và 45°C, thời gian lấy mẫu 6 ngày/1 lần trong suốt quá trình ủ. Kết quả cho thấy, số lượng vi sinh vật có sẵn trong bể ủ cũng rất lớn, từ ngày thứ hai của quá trình ủ, hầu hết các nhóm vi sinh vật đều phát triển, song ưu thế trong bể ủ từ ngày thứ 6 đến ngày thứ 18 là nhóm xạ khuẩn và vi khuẩn. Đây là những vi sinh vật ưa nhiệt, hiếu khí và chúng phát triển được trên môi trường có chứa cellulose – là nguồn carbon duy nhất, những chủng này có khả năng sinh cellulase. Số lượng của vi khuẩn và xạ khuẩn ưa nhiệt nuôi ở 45°C cao hơn ở 30°C. Các nhóm xạ khuẩn và nấm mốc phát triển

chậm hơn: Sau 3 đến 6 ngày mới phát hiện thấy xạ khuẩn ưa nhiệt và số lượng đạt cực đại từ ngày thứ 18 – 24, còn sau 12 – 18 ngày mới phát hiện nấm mốc và đạt cực đại vào giai đoạn cuối của quá trình xử lý khi nhiệt độ của bể ủ lạnh đi.

Số lượng nấm mốc phát triển ở 45°C ít hơn ở 30°C, bởi vì hầu hết các chủng nấm mốc chỉ ưa ấm (nhiệt độ tối thiểu 28 – 30°C), không có khả năng chịu nhiệt, nhưng bào tử của chúng vẫn có thể tồn tại ở nhiệt độ cao hơn (50 – 55°C), thậm chí bào tử của một số chủng nấm mốc có thể tồn tại ở 70– 75°C. Ở



Hình 13.4. Tỷ lệ các chủng có hoạt tính cellulase của các nhóm vi sinh vật phân lập từ bể ủ rác thải Cầu Diễn, Hà Nội khi nuôi ở 45°C

giai đoạn đầu của quá trình ủ, nhiệt độ của bể ủ tăng nhanh, các bào tử nấm mốc chưa phát triển, khi nhiệt độ của bể ủ xuống thấp dưới 45°C, các bào tử nấm mới bắt đầu phát triển, chúng tiếp tục phân huỷ cơ chất còn lại trong bể ủ. Đặc biệt qua phân tích, không thấy nấm men phát triển trên môi trường Hansen trong cả quá trình xử lý.

Nếu phân tích số lượng vi sinh vật kỵ khí xuất hiện trong bể ủ cao thì có thể khẳng định độ thông khí của bể ủ còn thấp, cần cải tiến hệ thống phân phối khí của bể ủ, giúp cho vi sinh vật hiếu khí sẽ phát triển nhanh hơn, quá trình phân giải nhanh hơn và hiệu quả sẽ tốt hơn.

Trong quá trình kiểm tra đánh giá sự biến động của các nhóm vi sinh vật trong quá trình ủ rác thải, số lượng chủng có khả năng phân giải cellulose như sau: vi khuẩn chiếm 40%; xạ khuẩn: 90% và nấm mốc: 36 – 37% trong tổng số chủng đã phân lập của từng nhóm (hình 13.4).

Trong số các chủng xạ khuẩn phân lập được từ bể ủ rác thải thì số chủng thuộc về nhóm xám (Gy) là cao nhất, chiếm 67,5% tổng số chủng phân lập được, sau đó là nhóm đỏ (red) – 23,75% và cuối cùng là nhóm trắng (white) – 8,75%. Không thấy xuất hiện các chủng thuộc nhóm xanh (Gn), xanh da trời (B) và tím (V). Khả năng phân giải carboxyl methylcellulose (CMC) và bột giấy của các chủng vi sinh vật cũng khác nhau. Kết quả được trình bày ở bảng 13.2.

Bảng 13.2. Tỷ lệ các chủng vi sinh vật có hoạt tính cellulase (nuôi ở 45°C)

Tổng số chủng vi sinh vật có hoạt tính cellulase	Hoạt tính C _x (%)		Hoạt tính C ₁ (%)	
	Yếu	Mạnh	Yếu	Mạnh
140	43,02	56,98	66,1	33,9

Hoạt tính yếu (D-d) < 20mm; Hoạt tính mạnh (D-d) > 20mm.

Để phân lập và tuyển chọn các chủng vi sinh vật ưa nhiệt có khả năng sinh tổng hợp cellulase cao, chọn các chủng có khả năng sinh trưởng được trên môi trường có chứa bột cellulose và bột CMC ở 50°C. Ở nhiệt độ này, các chủng nấm mốc không phát triển được. Trong số 140 chủng vi sinh vật có hoạt tính cellulase cao đã chọn được: 12 chủng xạ khuẩn (ký hiệu C1, C3, CD-30, CD-31, CD-62, CD-69, CD-610, N24, N43, CD-99, CD-108 và CD-5.12) và 8 chủng vi khuẩn (ký hiệu CD-1, CD-2, CD-3, CD-4, 9, CD-14, CD-45 và C5) có hoạt lực cellulase (cả C₁ và C_x) mạnh.

Kết quả phân loại các chủng phân lập từ bể ủ rác thải Cầu Diễn thường gặp các loài sau:

- Vi khuẩn: *Bacillus stearothermophilus*, Donk (1920), 373^{Al} → ATCC12980; *Bacillus circulans*, Jordan (1890), 821^{Al} → ATCC 4513; *Bacillus polymyxa*, Prazmowski (1880), Macé (1889), 588^{Al} → ATCC 842.

- Xạ khuẩn: *Streptomyces thermoflavus* (Kudrima & Makximova) Pridham 1970 → ISP 5574; *Streptomyces arabicus* Shibita et al. 1957 → ISP 5252; *S. flavoviridis* Krasil'nikov, 1941, Pridham et al. 1958 → ISP 5153; *S. pulcher* Rao, Renn & Marsh, 1967 → ISP 5566; *S. tendae* Ettliger, Corhaz&Hutter, 1958 → ISP 5101; *S. thermodiastaticus* (Bergey et al.) Waksman, 1953 → ISP 5573; *S. flavovirens* (Preobranzhenshaya, 1957), Pridham, 1958 → ISP 5152; *S. sclerotiolus* (syn. *Chania antibiotica* Thirumalchar) → ISP 5269; *S. gedanensis* Waksman, 1953 → ISP 5518.

Hoạt lực cellulase nhận được từ các nguồn carbon khác nhau của các chủng cũng khác nhau. Điều này liên quan đến cấu trúc của các loại cơ chất và nhu cầu trao đổi chất của từng chủng vi sinh vật. Trong các loại cơ chất dùng làm thí nghiệm thì CMC và bột cellulose có ảnh hưởng tốt nhất lên sinh tổng hợp cellulase (C₁ và C_x) của chúng.

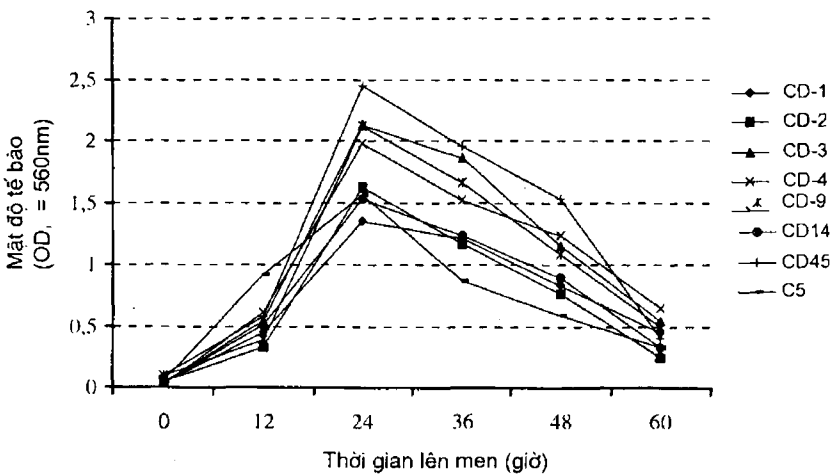
Rỉ đường là sản phẩm phụ của công nghiệp mía đường, trong thành phần của rỉ đường, ngoài nguồn carbon là chủ yếu, còn có các chất khác như nitơ, biotin và các chất khoáng. Rỉ đường thường được dùng để bổ

sung vào bể xử lý rác thải. Kết quả nghiên cứu cho thấy, rỉ đường có tác dụng tốt lên sinh trưởng và sinh tổng hợp cellulase của các chủng vi sinh vật.

13.3.3. Động thái sinh trưởng và sinh tổng hợp cellulase của các chủng vi khuẩn và xạ khuẩn

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho phép lựa chọn được môi trường và các điều kiện lên men thích hợp cho các chủng vi khuẩn và xạ khuẩn: Nguồn carbon là glucose, nguồn N là pepton và các muối khoáng khác như trong thành phần của môi trường MPB và Gauze1, pH = 7,0; lắc trên máy lắc tròn 220 vòng/ phút, ở 45°C.

Nghiên cứu động thái sinh tổng hợp cellulase của các chủng tuyển chọn trên môi trường có nguồn carbon là bột cellulose và các điều kiện khác được trình bày ở hình 13.5.



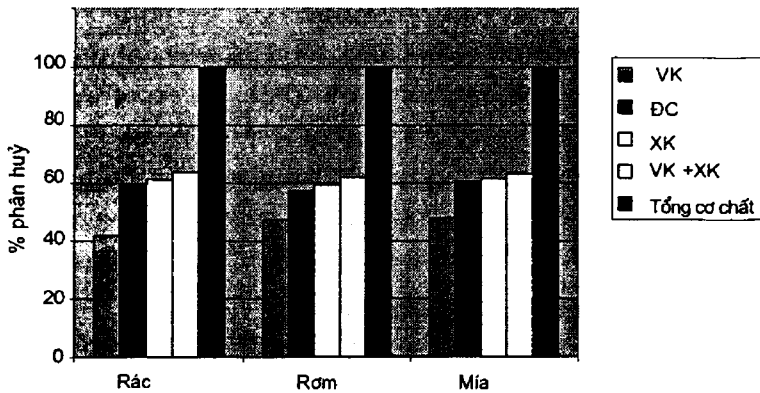
Hình 13.5. Động thái sinh trưởng của các chủng vi khuẩn trong bể ủ rác thải

Đối với vi khuẩn, lượng sinh khối tích lũy cao nhất ở 24 giờ. Như vậy, nếu nhân giống để lên men tạo chế phẩm, có thể sử dụng giống vi khuẩn từ 20 đến 24 giờ nuôi cấy.

Kết quả nghiên cứu động thái sinh trưởng của các chủng xạ khuẩn cho thấy, các chủng xạ khuẩn bắt đầu sinh trưởng nhanh sau 12 giờ nuôi cấy và lượng sinh khối của hầu hết các chủng xạ khuẩn đạt cao nhất từ 36 đến 48 giờ lên men. Thời gian nhân giống xạ khuẩn tốt nhất là 36 – 48 giờ.

13.3.4. Khả năng phân giải cellulose tự nhiên của các chủng vi khuẩn và xạ khuẩn tuyển chọn trong điều kiện phòng thí nghiệm

Rác thải sinh hoạt, rơm rạ và bã mía được cắt nhỏ (8 – 10cm), bổ sung nước và hấp thanh trùng ở 1atm, kéo dài 60 phút. Riêng bã mía xử lý với dung dịch NaOH 0,5%, sau đó hấp thanh trùng ở 1atm, kéo dài 30 phút, rửa sạch, trung hoà đến pH = 7 và lại được hấp thanh trùng tiếp 30 phút. Cho vào các bình dung tích 5 lít (2/3 dung tích), khoảng 1,2kg cơ chất với độ ẩm 55%. Các chủng giống được nuôi riêng từng chủng trong bình tam giác 200ml/1.000ml, trên máy lắc tròn 220 vòng/phút, ở 40 – 45°C, kéo dài từ 24 – 36 giờ. Mẫu thí nghiệm bổ sung 150ml giống/bình, của từng nhóm vi khuẩn, xạ khuẩn và hỗn hợp của cả hai nhóm. Các bình lên men đặt trong tủ ổn nhiệt 50°C ± 2°C, có thổi khí, thời gian 30 ngày. Mẫu đối chứng là mẫu các cơ chất không thanh trùng, do vi sinh vật tự nhiên phát triển.



Hình 13.6. Khả năng phân giải cellulose tự nhiên của các nhóm vi sinh vật

VK: Hỗn hợp của các chủng vi khuẩn; XK: Hỗn hợp của các chủng xạ khuẩn đã nghiên cứu; VK+ XK: Hỗn hợp của vi khuẩn và xạ khuẩn đã nghiên cứu.

Kết quả trình bày ở hình 13.6 cho thấy khả năng phân giải cellulose tự nhiên ở các lô thí nghiệm đều cao hơn các lô đối chứng từ 15 – 20%. Các lô thí nghiệm bổ sung hỗn hợp các chủng xạ khuẩn cao hơn các chủng vi khuẩn, nhưng khả năng phân giải tốt nhất là các lô thí nghiệm có bổ sung hỗn hợp của cả các chủng xạ khuẩn và vi khuẩn. Như vậy, bổ sung hỗn hợp các chủng vi khuẩn và xạ khuẩn vào thì sẽ phân giải cellulose tự nhiên tốt hơn.

13.4. SẢN XUẤT CHẾ PHẨM VI SINH VẬT BỔ SUNG VÀO BỂ Ủ RÁC THẢI

Từ các kết quả nghiên cứu đặc điểm sinh học, các yếu tố ảnh hưởng lên sinh trưởng, sinh tổng hợp cellulase và khả năng phân giải cellulose

tự nhiên của hỗn hợp các chủng nghiên cứu cho thấy: có thể sử dụng các chủng này để nhân giống sản xuất chế phẩm vi sinh vật ưa nhiệt bổ sung vào bể xử lý rác thải hiếu khí.

13.4.1. Nhân giống 1 (trong bình tam giác)

Các chủng giống được giữ trên các môi trường thạch nghiêng, trước khi cấy vào bình tam giác được hoạt hoá bằng cấy vào các ống thạch nghiêng cho phát triển tốt, sau đó cấy vào bình tam giác và lắc trên máy lắc tròn 220 vòng/phút, 20 – 24 giờ với các chủng vi khuẩn và 30 – 36 giờ với các chủng xạ khuẩn, ở 45°C.

13.4.2. Nhân giống 2 (trong bình lên men 10 lít)

Sau khi nhân giống, các chủng vi khuẩn và xạ khuẩn trong bình tam giác mọc tốt, được bổ sung từ 5 – 10% giống hỗn hợp các chủng vi khuẩn và các chủng xạ khuẩn vào 2 bình lên men có sục khí, nuôi ở nhiệt độ từ 40 đến 45°C. Kết quả phân tích số lượng của từng nhóm vi sinh vật cho thấy, mật độ tế bào của các chủng vi khuẩn trong bình lên men 10 lít lớn nhất ở 36 giờ, còn sinh khối của các chủng xạ khuẩn lớn nhất ở 60 giờ lên men. Vì vậy, thời gian làm giống cấp 2 của hỗn hợp các chủng vi khuẩn trong bình lên men tốt nhất ở 24 – 36 giờ, còn các chủng xạ khuẩn là 48 – 60 giờ. Đây là thời gian các chủng vi sinh vật đang sinh trưởng tốt nhất, để bổ sung vào môi trường lên men xốp.

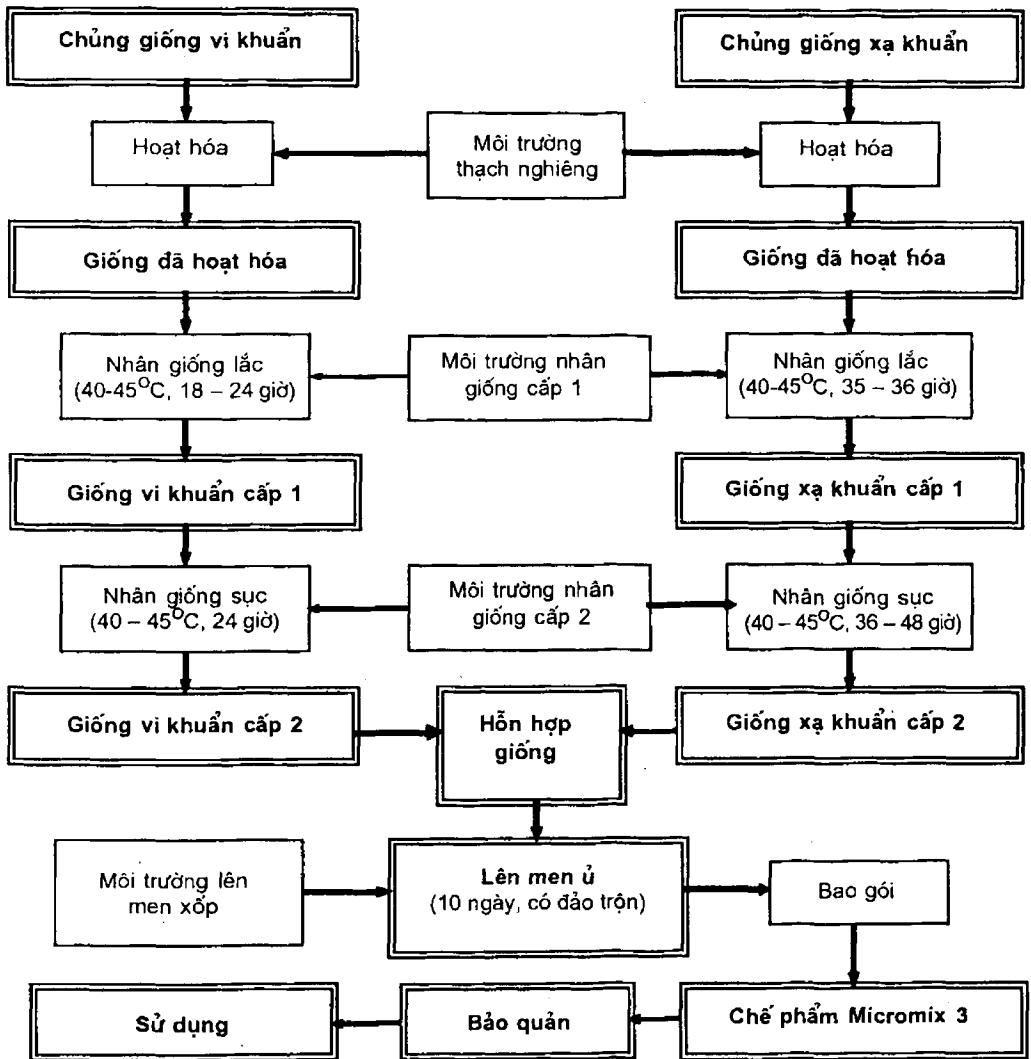
13.4.3. Nhân giống trên môi trường xốp

Môi trường lên men xốp phải đảm bảo độ ẩm 50 – 55%, được đắp thành đồng cao 0,5m, Lượng giống cấy vào đồng ủ từ 5 – 10% (V/W), hàng ngày có đảo trộn, nhiệt độ nuôi 40 – 50°C, thời gian nuôi kéo dài 10 đến 12 ngày. Kết quả phân tích số lượng các nhóm vi sinh vật trên môi trường cellulose phải đạt: Vi khuẩn trên 10^9 CFU/g và xạ khuẩn trên 10^7 CFU/g chế phẩm đủ tiêu chuẩn làm giống bổ sung vào bể ủ. Bổ sung thêm những phụ gia cần thiết, đóng gói và bảo quản ở nơi thoáng mát.

13.4.4. Thời gian bảo quản chế phẩm

Chế phẩm Micromix 3 đóng trong túi polyme hàn kín, bảo quản ở nhiệt độ bình thường và thoáng mát kéo dài được 2 tháng. Qua nhiều lần thí nghiệm cho thấy, để chế phẩm Micromix 3 đảm bảo chất lượng tốt, không sử dụng chế phẩm làm giống để lên men sản xuất chế phẩm tiếp, nếu sử dụng như vậy thì hiệu suất xử lý rác thải sẽ giảm đi đáng kể.

Tóm tắt quy trình sản xuất chế phẩm Micromix 3 được trình bày ở hình 13.7.



Hình 13.7. Sơ đồ quy trình sản xuất chế phẩm Micromix 3

13.5. SỬ DỤNG CHẾ PHẨM MICROMIX 3 TRONG PHÂN HỦY HIẾU KHÍ RÁC THẢI GIÀU CELLULOSE

13.5.1. Xử lý rác thải ở quy mô pilot (bể ủ 1,2m³)

Kết quả nghiên cứu khả năng phân hủy rơm rạ và rác thải sinh hoạt trong bể ủ 1,2m³ được trình bày ở bảng 13.3 và 13.4.

Việc bổ sung chế phẩm Micromix 3 trong quá trình xử lý rơm rạ, rác

thải sinh hoạt đã thúc đẩy nhanh quá trình phân huỷ: lượng mùn thu được cao hơn (25,33 – 29%) so với quá trình phân huỷ do vi sinh vật trong tự nhiên. Đồng thời chất lượng của mùn thu được cũng có chất lượng cao hơn. Đặc biệt, làm tăng nguồn nitơ dễ tiêu từ 12 – 16,7% và acid humic – 25% so với đối chứng (bảng 13.4).

Bảng 13.3. Khả năng phân giải chất hữu cơ trong bể ủ rơm rạ của chế phẩm Micromix 3 (bể ủ 1,2m³)

Bể ủ	Khối lượng cơ chất ngày đầu (kg)		Khối lượng cơ chất ngày kết thúc (kg)				Tỷ lệ mùn so với đối chứng (%)
	Tươi	Khô tuyệt đối	Tươi	Khô tuyệt đối	Chất khô sau rửa	Mùn	
Đối chứng	150	58,86	131	19,650	8,518	11,14	100
Thí nghiệm	150	58,86	115	20,889	6,637	13,95	125,16

Bảng 13.4. Kết quả phân tích thành phần mùn rác với cơ chất rơm rạ và rác thải sinh hoạt (RTSH) (bể 1,2m³)

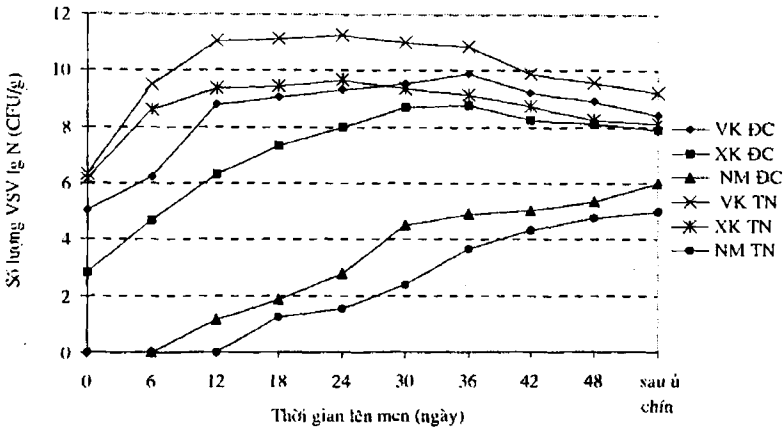
Bể ủ	Cơ chất	Mùn (%)	Σ C (%)	Σ N (%)	N% dễ tiêu	Acid humic (%)
Đối chứng	Rơm	43,4	14,88	0,60	0,12	2,92
	RTSH	37,2	5,0	0,457	0,048	0,496
Thí nghiệm	Rơm	55,8	16,03	0,76	0,14	3,67
	RTSH	48,0	5,5	0,488	0,054	0,620
Thí nghiệm/Đối chứng (%)	Rơm	125,16	107,8	112,6	116,7	125,7
	RTSH	129,03	110,0	106,7	112,5	125

13.5.2. Xử lý rác thải sinh hoạt ở quy mô xí nghiệp (150m³)

13.5.2.1. Sự biến động của các nhóm vi sinh vật trong bể xử lý rác thải sinh hoạt có bổ sung chế phẩm Micromix 3

Sử dụng chế phẩm Micromix 3 bổ sung vào bể ủ rác thải sinh hoạt có thổi khí (30kg chế phẩm Micromix 3/ 150m³ rác thải) được tiến hành theo quy trình của Xí nghiệp Chế biến chất thải Cầu Diễn Hà Nội (hình 13.2). Nhiệt độ của bể ủ được khống chế trong khoảng 50⁰ ± 2⁰C bằng quạt thổi khí tự động. Kết quả nghiên cứu sự biến động của các nhóm vi sinh vật cho thấy, số lượng xạ khuẩn và vi khuẩn ưa nhiệt có khả năng phân giải cellulose trong bể ủ có bổ sung chế phẩm Micromix 3 cao hơn nhiều đối chứng (hình 13.8). Trong quá trình phân giải các chất hữu cơ

bằng phương pháp ủ hiếu khí, nhiệt lượng trong đồng ủ toả ra nhiều hơn, đồng nghĩa với tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật trong bể ủ mạnh hơn. Do đó, đòi hỏi lượng khí cung cấp cho bể ủ lớn hơn.



Hình 13.8. Sự biến động của các nhóm vi sinh vật phân giải cellulose trong bể ủ 150m³ hiếu khí, nuôi kiểm tra ở 45°C.

VK ĐC: Số lượng vi khuẩn trong bể đối chứng = 10⁶ CFU/g; XK ĐC: Số lượng xạ khuẩn trong bể đối chứng = 10⁶ CFU/g; NM ĐC: Số lượng nấm mốc trong bể đối chứng = 10⁶ CFU/g; VK TN: Số lượng vi khuẩn trong bể thí nghiệm = 10⁶ CFU/g; XK TN: Số lượng xạ khuẩn trong bể thí nghiệm = 10⁶ CFU/g và NM TN: Số lượng nấm mốc trong bể thí nghiệm = 10⁶ CFU/g.

Số lần quạt hoạt động trung bình trong một ngày của bể thí nghiệm cao hơn hai lần so với bể đối chứng. Đặc biệt trong 12 ngày đầu, thời gian quạt chạy trong 1 giờ của bể bổ sung chế phẩm Micromix 3 nhiều gấp 2,1 lần so với bể đối chứng. Điều đó chứng tỏ rằng, trong thời gian đầu, vi sinh vật phân giải các chất hữu cơ trong bể thí nghiệm phát triển tốt hơn, nhiệt lượng toả ra nhiều hơn nên quạt phải hoạt động nhiều hơn trong một ngày.

Thời gian hoạt động của quạt ở cửa số 1 (lưu lượng khí 3.900m³/giờ) của bể đối chứng kéo dài 28 ngày, trong khi đó ở bể thí nghiệm chỉ có 12 ngày. Thời gian này tương ứng với pha log, pha sinh trưởng mạnh nhất của vi sinh vật. Sau đó sang pha ổn định nhu cầu oxy ít hơn, khả năng sinh nhiệt cũng ít đi. Do vậy, lượng không khí cần quạt vào bể ủ cũng giảm dần. Hơn nữa trong quá trình ủ rác thải, tốc độ lên men càng mạnh, lượng mùn tạo thành càng nhiều làm cho áp suất của không khí trong ống thổi vào bể ủ tăng dần. Nếu cửa của quạt càng lớn thì lưu lượng khí thổi vào bể ủ càng ít (cửa số 2 là 3.000m³/giờ, cửa số 3 là 2.000m³/giờ,... cửa số 6 là 200m³/giờ) và đến khi nhiệt lượng sinh ra ít, nhiệt độ thấp hơn 40°C thì chuyển sang ủ chín (không thổi khí).

Hiệu suất lên men ở bể ủ rác thải có bổ sung chế phẩm Micromix 3 đã làm cho quá trình phân giải nhanh hơn, đã rút ngắn được thời gian lên men từ 47 ngày thổi khí xuống còn 32 ngày so với chế phẩm vi sinh vật của Xí nghiệp đang sử dụng.

13.5.2.2. Chất lượng mùn sau khi ủ

Lượng mùn ở bể bổ sung chế phẩm Micromix 3 nhiều hơn: Với 150m³ rác ủ, bể đối chứng chỉ thu được bình quân 45m³ mùn, trong khi đó bể thí nghiệm thu được 55,50m³ mùn, tăng từ 20 – 25%. Chất lượng mùn rác sau khi ủ ở bảng 13.5 cho thấy, các chỉ tiêu phân tích ở bể thí nghiệm đều cao hơn trên 10% so với bể đối chứng, trong đó lượng mùn cao hơn 22,52%, hàm lượng nitơ dễ tiêu: 20%, acid humic tăng 10,64%.

Bảng 13.5. Kết quả phân tích thành phần mùn rác của bể ủ rác thải sinh hoạt (150m³)

Bể ủ	Mùn (%)	Σ C (%)	Σ N (%)	N% dễ tiêu	Σ P (%)	Σ K (%)	Acid humic %	pH (H ₂ O)
Đối chứng ¹	30,72	2,52	0,08	0,01	0,52	0,95	0,47	7,62
Thí nghiệm 1	37,64	3,78	0,09	0,012	0,67	1,05	0,52	7,75
Thí nghiệm / Đối chứng (%)	122,52	150	112,5	120	128,85	110,5	110,64	-

Sử dụng chế phẩm Micromix 3 trong xử lý chất thải nông nghiệp (rơm, rạ) và rác thải sinh hoạt sẽ cho hiệu quả kinh tế cao hơn: tiết kiệm được thời gian xử lý, lượng mùn thu được nhiều hơn (tăng 20 – 25%) và chất lượng mùn tốt hơn (nitơ dễ tiêu tăng 12 – 20%, acid humic tăng 10 – 25%).

ÔN TẬP CHƯƠNG 13

1. Trình bày quy trình xử lý chất thải bằng phương pháp ủ hiếu khí.
2. Vì sao phải tăng cường quá trình lên men phân giải các chất hữu cơ trong bể ủ chất thải?
3. Vì sao phải lựa chọn các chủng vi sinh vật để tăng cường quá trình lên men phân giải các chất hữu cơ trong bể ủ chất thải?
4. Trình bày tóm tắt quy trình sản xuất chế phẩm vi sinh vật bổ sung vào bể ủ chất thải.

CHÚ GIẢI CÁC THUẬT NGỮ

Acid amin (amino acid)– chất hữu cơ có chứa một hoặc nhiều nhóm amin ($-NH_2$), một thành phần xây dựng nên protein.

Actinomyces (xạ khuẩn): có hình dạng giống nấm mốc ở chỗ tạo thành hệ sợi, nhưng lại là vi sinh vật đơn bào, không có nhân thực và có kích thước giống vi khuẩn.

Aerobacter aerogenes: một loài vi khuẩn trong nhóm coliform.

Ao hồ thông khí: Ao xử lý nước thải trong đó có khuấy và khuếch tán không khí bằng phương pháp sục khí để cấp thêm oxy.

Bể sục khí (aeration tank): Bể hoặc bồn mà trong đó hỗn hợp chất lỏng, nước thải, bùn và các chất lỏng khác được sục khí.

BOD (nhu cầu oxy sinh học): Tổng số lượng oxy cần thiết cho vi sinh vật oxy hoá các chất hữu cơ.

Bùn hoạt tính: Chất rắn có hoạt tính sinh học trong nhà máy xử lý nước thải bằng phương pháp bùn hoạt tính.

Chất thải (còn gọi là rác thải): Các chất do hoạt động của con người tạo ra và không còn giá trị sử dụng vào mục đích phục vụ cuộc sống của con người.

Chủng giống thích nghi: Các chủng giống vi sinh vật đã lựa chọn dùng cho một cơ chất và nước thải đặc thù.

Cơ chất (substrat): Các chất có trong tự nhiên, cơ thể vi sinh vật có thể sử dụng và chuyển hoá thành các dạng chất khác.

Cổ khuẩn (Archea, trước đây còn gọi là vi khuẩn cổ, Archeobacteria) là vi sinh vật cơ thể nhân sơ có thể phát triển trong môi trường khắc nghiệt.

Diauxie (hiện tượng sinh trưởng kép hai cơ chất): Trên đồ thị sinh trưởng, phát triển thấy có 2 pha tiền phát, hai pha tăng tốc, hiện tượng này được Monod gọi là hiện tượng sinh trưởng kép do 2 nguồn dinh dưỡng khác nhau (có thể có 3 cơ chất gọi là triauxie và nhiều cơ chất là polyauxie).

Độ kiềm: Khả năng trung hoà nước bằng một acid; bicarbonat, carbonat và ion hydroxid sẽ làm pH tăng lên. Được biểu thị bằng mg/l đương lượng $CaCO_3$ hoặc meq/l.

Động vật nguyên sinh (còn có tên nguyên sinh động vật): Các vi sinh vật có nhân thật, đơn bào.

Hệ sinh thái được quy định bởi các điều kiện lý học, hoá học, vị trí địa lý và thực tế địa chất của nó.

Hiếu khí: Đòi hỏi sự có mặt của phân tử oxy tự do.

Hoạt tính enzym đặc hiệu (hoạt tính riêng): Hoạt tính của một enzym trên một khối lượng protein, thường biểu thị đơn vị enzym (U) trong mg protein (U/mg).

Hoạt tính enzym: Hoạt tính của một enzym biểu thị một lượng enzym chuyển hoá một lượng cơ chất nhất định, trong khoảng thời gian xác định.

Kỵ khí (anaerobic) Đòi hỏi oxy kết hợp như SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , và không có phân tử oxy tự do.

Loại bỏ amoni (amonia stripping): cho nước đi qua tháp ngược chiều với không khí từ dưới lên làm cho NH_3 tách ra khỏi nước, bay ra cùng không khí.

Nồng độ cho phép đi qua (Allowble breakthrough concentration): Nồng độ cực đại chấp nhận được của chất tan đầu ra từ hấp phụ carbon hoặc cột trao đổi ion.

Nước thải: Nước đã qua sử dụng trong sản xuất hoặc sinh hoạt chứa các chất bẩn và được thải ra môi trường.

Phân huỷ hiếu khí: Phân huỷ các chất hữu cơ huyền phù bằng vi sinh vật hiếu khí.

Quá trình bùn hoạt tính: Sự tăng sinh khối của vi sinh vật huyền phù trong nổi phản ứng và phân huỷ các chất hữu cơ hoà tan.

Tảo (algae): Cơ thể thực vật bậc thấp, đơn bào hoặc đa bào, thường sống trong nước và có khả năng đồng hoá thức ăn bằng quang hợp.

Than hoạt tính: Những hạt cacbon có năng lực hấp phụ cao.

Ủ kỵ khí (anaerobic composting): là quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ không có mặt của oxy, sản phẩm cuối cùng là khí CH_4 , CO_2 , NH_3 , một lượng nhỏ các loại khí khác, acid hữu cơ và sinh khối vi sinh vật.

Ủ rác (composting): Đống ủ được cấp khí bằng cách đảo trộn cơ học hoặc bằng hệ thống cấp khí cưỡng bức, tạo điều kiện thích hợp (nhiệt độ, độ ẩm) để vi sinh vật phát triển chuyển hoá chất thải thành mùn.

Ủ rác hiếu khí (aerobic composting) là quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ có mặt của oxy, sản phẩm cuối cùng là H_2O , CO_2 và sinh khối vi sinh vật.

Vi khuẩn hiếu khí: Vi khuẩn đòi hỏi phân tử oxy tự do cho quá trình sống của mình.

Vi khuẩn kỵ khí (còn có tên là vi khuẩn yếm khí – anaerobic bacteria): Vi khuẩn không đòi hỏi phân tử oxy tự do cho quá trình sống của mình.

Vi khuẩn kỵ khí tùy tiện (anaerobic bacteria): Vi khuẩn không đòi hỏi phân tử oxy tự do cho quá trình sống của mình.

Vi nấm (fungi) – là những cơ thể có nhân thật (eucaryotae), vừa có dạng đơn bào, vừa có dạng đa bào. Trong nhóm này được chia thành nấm mốc (mold) và nấm men (yeasts).

Sinh cảnh (biotope): Một vùng có điều kiện môi trường không thay đổi cung cấp nơi ở cho tập hợp thực vật và động vật riêng biệt. Nó cũng đồng nghĩa với thuật ngữ nơi ở, nhưng trong khi chủ thể của nơi ở là một loài hay một quần thể, còn chủ thể của sinh cảnh là cộng đồng sinh vật.

Hệ sinh thái (ecosystem): Được quy định bởi các điều kiện lý học, hoá học, vị trí địa lý và thực tế địa chất của một môi trường. Một hệ sinh thái bao gồm các quần thể sinh vật trong cùng một nơi và các yếu tố vật lý và hoá học tạo nên môi trường không sống và vô sinh. Có nhiều ví dụ về hệ sinh thái: một bể cá, một cánh rừng, một cửa sông, một đồng cỏ,...

Phân huỷ sinh học (bio-degradation): Sử dụng các sinh vật sống, thường là vi sinh vật, thực vật và sản phẩm sinh ra từ chúng, hoặc kết hợp các yếu tố môi trường để phân huỷ, khử độc hay cô lập các chất độc trong môi trường.

Lọc sinh học (biofiltration): Một công nghệ điều khiển nhằm loại bỏ và oxy hoá những hợp chất khi bị nhiễm bẩn nhờ vi sinh vật.

Genomics: Sự nghiên cứu hệ gen (genom) nhằm xác định trình tự toàn bộ DNA và lập bản đồ di truyền cấp độ nhỏ của cơ thể sinh vật.

Proteomics: Sự nghiên cứu protein cấp độ lớn, cụ thể là cấu trúc và chức năng của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

Tài liệu tham khảo tiếng Việt

1. Đường Hồng Dật, Nguyễn Lâm Dũng, Nguyễn Đường, Trần Cẩm Vân, Hoàng Lương Việt, *Giáo trình vi sinh vật học trồng trọt*. Nxb Nông nghiệp, 1979.
2. Ngô Kế Sương, Nguyễn Lâm Dũng, *Sản xuất khí đốt (biogas) bằng kỹ thuật lên men kỵ khí*. Nxb Nông nghiệp, 1997.
3. Nguyễn Lâm Dũng, Nguyễn Đình Quyến, Phạm Văn Ty, *Vi sinh vật học*. Nxb Giáo dục, 1997.
4. Tăng Thị Chính, *Nghiên cứu các vi sinh vật phân giải xenluloza trong phân huỷ rác thải hiếu khí và ứng dụng*, Luận án tiến sĩ sinh học, 2001.
5. Tiêu chuẩn Việt Nam (1980): TCVN 2652-78 ÷ 2681-78 (Phương pháp phân tích hoá, lý học và vi khuẩn của nước).
6. Trần Hiếu Nhuệ, *Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*. Trường Đại học Xây dựng, 1990.

Tài liệu tham khảo tiếng nước ngoài

1. Beffa T. et al., 1996. *Applied & Environmental Microbiology* 62, 1723-1727
2. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Vol.2, vol.3, vol.4, Williams Wilkins, 1989.
3. Bolan F.I. (1985), *Water treatment*, Mir publishers.
4. Cheremisinoff P. N. (1994), *Bio-management of wastewater and wastes*. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
5. Chorpra S. and P. Mehta, (1985), Influence of various nitrogen and carbon sources on the production of pect-, cellul- and proteolytic enzymes by *A. niger*. *Fol. Microbiol.*, 30: 117-125.
6. Deacon J., (2002). *The Microbial World: Bacterial colonies, Gram reaction and cell shapes*. Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh
7. Deschamps F. and M.C. Huet, (1985). Xylanase production in solid-state fermentation: A study of its properties. *Appl. Microb. Biotechnol.*, 22: 177-180.

8. Euger, M.D. and B.P. Sleeper, (1965), Multiple cellulase system from *Streptomyces antibioticus*—*J. Bacteriol.*, 89, 23–32.
9. Fergus C. L., (1969), The cellulolytic activity of thermophilic fungi and Actinomycetes. *Mycologia*, vol. 61, 120–134.
10. Fogarty, W.M. (1983): *Microbial Enzymes and Biotechnology*, Applied Science Pub., London.
11. G. Straatsma et al., 1995. *Canadian Journal of Botany* 73, S1019–1024.
12. Goksoyr J. and J. Erikson, (1980), Celluloses. *Microbial enzymes and bioconversion*. Acad. press, London, vol. 5: 283–333.
13. Humphrey A.E., (1975). Economical factors in the assessment of various cellulosic substances as chemical and energy resources. *Biotechnol. Bioeng. Sym.*, 5: 49–65.
14. Jeris, J.S. and A.W. Regan, (1973), Controlling environmental for optimal composting, III. The effect of pH, nutrient, storage and paper content. *Compost. Sci.*, vol. 14: 16–22.
15. Kalaichevan, G. and K. Ramasany, (1989), Isolation, identification and characterization of lignolytic *Streptomyces* sp. *Proceedings National seminar on Biotechnology of lignin degradation, Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar*, 21–30.
16. Langworthy, T. A. (1978), *Microbial life in Extreme pH values*. In "Microbial life in Extreme Environments" (ed. Kushner D. J.) Academic Press, London and New York, pp 318–368.
17. Lobinok A.G. (1989), *Công nghệ sinh học các men từ vi sinh vật*. Nauka và technika, Minsk (tiếng Nga).
18. Loginova L.G., Golovacheva, P.S., Golovina, I.G., (1973), *Sovremennute predstavlenija o termophilii microorganismov*. Izd. "Nauka", M., 1–275.
19. Loginova, M.G., Golovacheva, R.S. and Shecherbakov, M. A. (1966), Thermophilic bacteria forming active cellulolytic enzymes. *Mikrobiologia*, 35, 796 – 804.
20. Lutzen N.V. and M. H. Nielson, (1983), *Cellulose and their application in the conversion of lignocellulose to fermentable sugars*. *Phil. Trans. R. Soc.*, London, 300: 283–291.
21. Phililippe Revin & Nguyen The Dong (2002), *Quản lý và xử lý chất thải rắn*. Lớp chuyên đề Việt–Pháp, Đồ Sơn, Hải Phòng, 16–26/ 9/ 2002.

22. S 5 Swedish environment protection agency (1990), *Biological -- chemical characterization of industrial wastewater*, Solna, Sweeden.
23. Sanal, B., B. Karan and Y. Stabinsky (1990), Stability of two novel serine proteinases in commercial laundry detergent formulations. *Biotechnol. and Bioengeer.*, V. 35, 650-652.
24. Schönborn W. (1986), Microbial Degradations. in "*Biotechnology*" (ed. H. J. Rehn and G. Ree), vol. 8, VCH.
25. Stutzenberger F. J., Kaufmann, R.D. and R.D. Lossin, (1970), Cellulytic activity in municipal solid waste composting. *Canad. J. Microbiol.*, 16 (7): 553 - 558.
26. Tchobanoglous G., F.L. Burton, (1991), *Wastewater engineering-- Treatment, disposal and reuse*, 3th ed., Mc Graw-Hill, Inc.
27. *Water quality - Guidelines for determination of total organic carbon (TOC)*. Switzeland, 1997.

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Phần thứ nhất

CƠ SỞ SINH HỌC XỬ LÝ CHẤT THẢI, NƯỚC THẢI

Chương 1. CƠ SỞ SINH HỌC KIỂM SOÁT CHẤT THẢI, NƯỚC THẢI

1.1. Cơ sở sinh học kiểm soát môi trường	5
1.2. Các phương pháp xử lý chất thải, nước thải	14
1.3. Xử lý nước thải	18
1.4. Khả năng phân huỷ sinh học	20
Ôn tập chương 1	23

Chương 2. CƠ SỞ SINH HỌC – SINH THÁI HỌC TRONG XỬ LÝ CHẤT THẢI BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

2.1. Phân huỷ vi sinh vật – cơ sở của sinh thái học và quá trình trao đổi chất trong sinh giới.....	24
2.2. Quần thể vi sinh vật và nguồn cung cấp dinh dưỡng	29
2.3. Tăng cường xử lý chất thải.....	33
Ôn tập chương 2	34

Chương 3. VI SINH VẬT PHÂN HUỶ CÁC CHẤT TRONG TỰ NHIÊN

3.1. Khái niệm về vi sinh vật.....	35
3.2. Vi sinh vật phân giải các chất hữu cơ trong tự nhiên.....	43
3.3. Các vi sinh vật phân giải hydratcarbon trong bể ủ rác thải	51
Ôn tập chương 3	53

Chương 4. ĐẶC TRƯNG CỦA CHẤT THẢI

4.1. Đặc tính lý học, hoá học và sinh học của chất thải, nước thải.....	54
4.2. Phương pháp mô tả đặc tính chất thải công nghiệp	57
Ôn tập chương 4	63

Phần thứ hai

CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Chương 5. NƯỚC THẢI, PHÂN LOẠI NƯỚC THẢI VÀ ĐẶC TÍNH CỦA NƯỚC THẢI

5.1. Nguồn nước, lưu lượng nước và thành phần của nước thải	64
5.2. Phương pháp lấy mẫu và xử lý các mẫu nước thải	73
5.3. Mối tương quan giữa các thành phần chất rắn có trong nước thải.....	73
5.4. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước thải	75
Ôn tập chương 5	86

Chương 6. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG CÔNG NGHỆ VI SINH

6.1. Cơ sở sinh học trong xử lý nước thải	87
6.2. Phân loại các phương pháp xử lý nước thải	97

6.3. Xử lý nước thải bằng bể hiếu khí (quá trình bùn hoạt tính)	99
6.4. Xử lý nước thải bằng màng sinh học cố định (FIXED – BIOFILM).....	103
6.5. Xử lý nước thải bằng ao hồ ổn định (WASTE–WATER STABILIZATION PONDS).....	109
6.6. Xử lý nước thải bằng lên men kỵ khí (quá trình sinh methan).....	115
6.7. Những điểm cần chú ý khi thiết kế các quy trình xử lý	125
Ôn tập chương 6	126

Chương 7. TÍNH TOÁN CÔNG NGHỆ VÀ MÔ HÌNH HOÁ

QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

7.1. Tính toán công nghệ quá trình xử lý nước thải	128
7.2. Mô hình hoá quá trình xử lý nước thải.....	149
Ôn tập chương 7	168

Chương 8. MỘT SỐ MÔ HÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

ĐIỂN HÌNH

8.1. Công nghiệp hoá chất.....	170
8.2. Lọc và chế biến dầu mỏ.....	174
8.3. Sinh hoá và dược phẩm.....	179
8.4. Sản xuất giấy.....	182
8.5. Giết mổ động vật.....	185
8.6. Công nghiệp sữa.....	188
8.7. Công nghiệp bia	191
8.8. Công nghiệp sản xuất đường.....	194
8.9. Kết luận chung.....	199
Ôn tập chương 8	199

Phần thứ ba

CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT XỬ LÝ RÁC THẢI

Chương 9. CHẤT THẢI RẮN VÀ PHÂN LOẠI CHẤT THẢI

9.1. Chất thải và các loại chất thải	200
9.2. Thành phần của chất thải	200
9.3. Hydratcarbon và các enzym phân huỷ hydratcarbon	202
Ôn tập chương 9	211

Chương 10. VI SINH VẬT CHỊU NHIỆT VÀ CÁC YẾU TỐ

ẢNH HƯỞNG ĐẾN PHÂN HUỶ RÁC THẢI

10.1. Phân loại vi sinh vật theo nhiệt độ	212
10.2. Ủ chất thải (COMPOSTING).....	218
10.3. Các vi sinh vật phân giải hydratcarbon trong bể ủ rác thải.....	222
Ôn tập chương 10	224

Chương 11. XỬ LÝ RÁC THẢI BẰNG CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT

11.1. Cơ sở sinh học của biện pháp xử lý rác thải.....	225
--	-----

11.2. Các phương pháp xử lý rác thải.....	232
11.3. Phương pháp xử lý rác thải bằng công nghệ vi sinh vật có điều khiển.....	236
11.4. Đánh giá chất lượng mùn rác	243
11.5. Sản xuất phân bón hữu cơ từ mùn rác	248
Ôn tập chương 11	253
Chương 12. XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHÔN LẤP	
12.1. Nguyên lý của phương pháp chôn lấp chất thải.....	255
12.2. Mô hình bãi chôn lấp.....	255
12.3. Cơ sở để thiết kế và xây dựng bãi chôn lấp	256
12.4. Kỹ thuật vận hành bãi chôn lấp.....	258
12.5. Kiểm soát nước rác và khí gas bãi chôn lấp chất thải.....	258
12.6. Kiểm soát nước thải, khí thải bãi chôn lấp rác thải bằng vi khuẩn khử sulfat (Vkk _{sf}).....	261
12.7. Sản xuất khí sinh học (BIOGAS)	263
Ôn tập chương 12	268
Chương 13. XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG Ủ HIẾU KHÍ	
13.1. Nguyên tắc ủ hiếu khí.....	269
13.2. Quy trình xử lý chất thải bằng phương pháp ủ hiếu khí.....	270
13.3. Tăng cường quá trình lên men phân giải các chất hữu cơ trong bể ủ rác thải.....	272
13.4. Sản xuất chế phẩm vi sinh vật bổ sung vào bể ủ rác thải	277
13.5. Sử dụng chế phẩm Micromix 3 trong phân huỷ hiếu khí rác thải giàu cellulose	279
Ôn tập chương 13	282
Chú giải các thuật ngữ.....	283
Tài liệu tham khảo chính	286

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:

Phó Tổng biên tập PHAN DOãn THOẠI
Giám đốc Công ty CP Sách ĐH-ĐN NGÔ THỊ THANH BÌNH

Biên tập nội dung và sửa bản in:

NGUYỄN HỒNG ÁNH

Trình bày bìa:

BÍCH LA

Thiết kế sách và chế bản:

TRỊNH THỰC KIM DUNG

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ VI SINH VẬT XỬ LÝ CHẤT THẢI

Mã số: 7K852Y0 – DAI

In 1.000 bản (QĐ: 31), khổ 16 x 24 cm. In tại Công ty CP In Thái Nguyên.

Địa chỉ: Phường Quang Trung, TP. Thái Nguyên.

Số ĐKKH xuất bản: 575 – 2010/CXB/15 – 924/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2010.