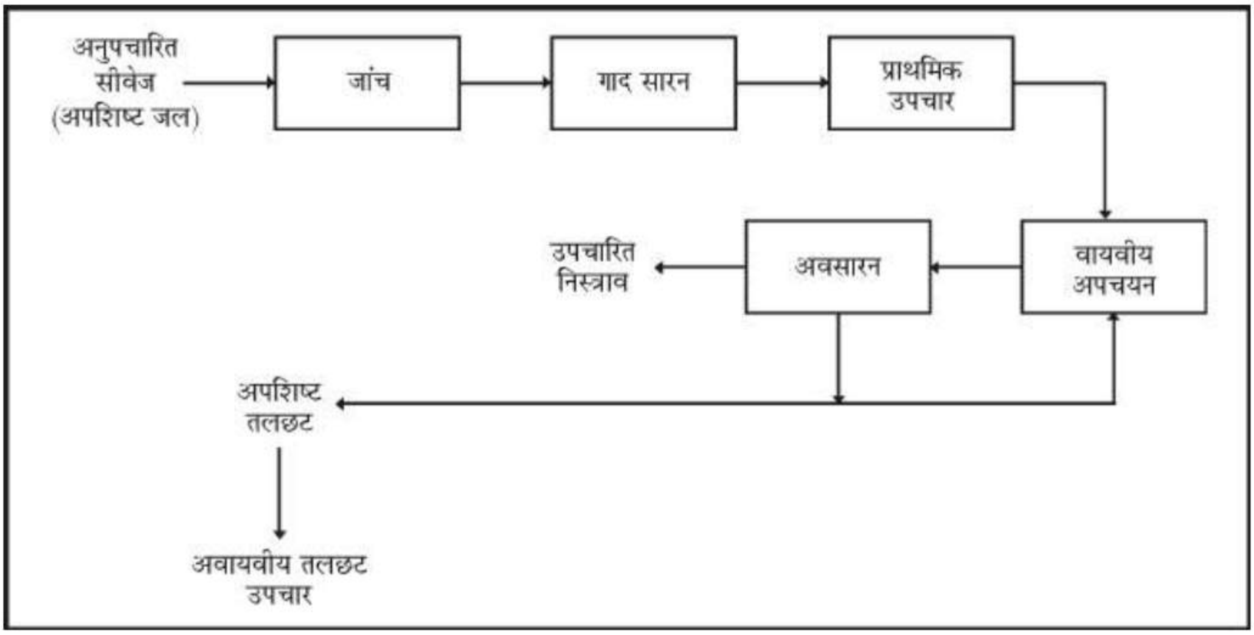
इकाई – 4
पर्यावरणीय जैवप्रौद्योगिकी
(Environmental Biotechnology)

परिचय (Introduction)

बढ़ते हुए औद्योगीकरण व शहरीकरण ने पर्यावरण प्रदूषण जैसी गंभीर समस्याओं को जन्म दिया है। इसके परिणामस्वरूप पर्यावरण के मूल घटक जल, वायु व भूमि प्रदूषण का शिकार हुए हैं। पर्यावरण जैवप्रौद्योगिकी जीवविज्ञान की वह शाखा है जिसमें पर्यावरण प्रदूषण से उत्पन्न अपशिष्ट जल, ठोस अपशिष्ट, अपशिष्ट मृदा आदि की सफाई कर उसे उपचारित कर पुनः प्रयोग की स्थिति में लाया जाता है। बढ़ती हुई जनचेतना के अनुरूप पर्यावरण की सुरक्षा, स्वास्थ्य एवं गुणवत्ता का ध्यान रखना अत्यन्त आवश्यक है। नई राजनीतिक व अर्थशास्त्र नीति के कारण बायोरेमिडियेशन एवं जैवपुनर्स्थापन तकनीकों का प्रयोग बढ़ा है जिसके फलस्वरूप मृदा एवं भूजल का स्वच्छीकरण संभव हो सका है।

अपशिष्ट जल उपचार (Waste Water Treatment)

वह जल जिसमें उपस्थित विभिन्न अशुद्धियों के कारण उसका लाभदायक उपयोग संभव न हो सके, अपशिष्ट जल कहलाता है। यह अपशिष्ट जल यदि पर्यावरण को क्षति पहुँचाये तो इसे प्रदूषक कहते हैं। अपशिष्ट जल में उपस्थित कार्बनिक व अकार्बनिक पदार्थों की मात्रा के आधार पर प्रदूषण को मापा जाता है। प्रदूषण मापन की विभिन्न विधियाँ जैसे जैविक आक्सीजन आवश्यकता (Biological Oxygen Demand, BOD), रासायनिक आक्सीजन आवश्यकता (Chemical Oxygen Demand, COD) निलम्बित



चित्र 4.1 : अपशिष्ट जल उपचार की विधि

ठोस, जैविक सूचक आदि है।

अपशिष्ट जल के उपचार की निम्न 5 अवस्थाएं होती हैं (चित्र 4.1) – (1) आरम्भिक उपचार (2) प्राथमिक उपचार (3) द्वितीयक उपचार (4) तृतीयक उपचार (5) आपंक उपचार।

उपरोक्त में से प्रथम चार प्रावस्थाएं वायवी एवं अवायवी दोनों ही विधियों में होती है, लेकिन आपंक उपचार विधि अवायवी होती है।

1. आरम्भिक उपचारः इस प्रक्रिया में जल में तैरने वाले ठोस पदार्थों को छानकर तथा निलंबित ठोस को सादन (Setting) द्वारा अलग किया जाता है।

2. प्राथमिक उपचारः इसके लिए ऊर्ध्व, क्षैतिज, अरीय बहाव वाले सादन टेंक काम में लेते है। जल के टेंक में प्रवेश से उसके टेंक से बाहर आने की अवधि (आवास समय) 15–45 मिनट होती है। इस अवधि में अधिकांश निलम्बित अशुद्धियां टेंक के तल पर जमा हो जाती है या जल के सतह पर मलफेन के रूप में तैरने लगती है। इस प्रक्रिया में जल की BOD में 40 प्रतिशत कमी आ जाती है। इस टेंक से प्राप्त सीवेज सादित सीवेज (Settled Sewage) कहलाता है।

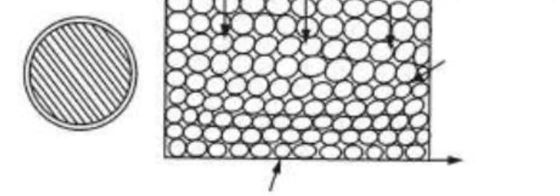
3. द्वितीयक उपचारः इसमें जल में घुले निलम्बित कार्बनिक पदार्थों का वायवीय या अवायवीय पाचन किया जाता है।

4. तृतीयक उपचारः इस प्रक्रिया में जैव उपचारित अपशिष्ट जल से निलम्बित कार्बनिक पदार्थों तथा फास्फेट आदि विशिष्ट यौगिकों को हटाया जाता है, जिससे जल की BOD ओर घट जाती है, ये क्रियाएँ भौतिक या रासायनिक होती है। फास्फेट को हटाने के लिए इसे फिटकरी या चूने से अवक्षेपित किया जाता है और अवक्षेप को छानकर अलग कर लेते है।

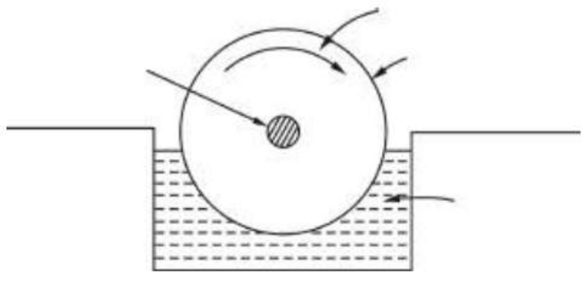
5. आपंक उपचारः उपचार के दौरान सादित (Settled) ठोस पदार्थों को आपंक कहते हैं। इसका उपचार मुख्य रूप से अवायवीय होता है।

अपशिष्ट जल का अवायवीय उपचार

इस प्रक्रिया में एक बड़ा सेप्टिक टेंक लिया जाता है जिसमें अवसादन एवं पाचन क्रिया सम्पन्न होती है। आजकल सेप्टिक टेंक में बाधिका (Buffles) लगायी जाती है, जो अवसादन में सहायक होती है (चित्र 4.2 एवं 4.3)। साथ ही पाचन की दक्षता बढ़ाने हेतु विभिन्न विधियों द्वारा सूक्ष्म जीवों की संख्या भी बढ़ायी जाती है।



चित्र 4.2 : च्यावी फिल्टर



चित्र 4.3 : च्यावी फिल्टर

सूक्ष्म जीवः अवायवीय पाचन की क्रिया में सूक्ष्मजीव प्रमुखतः जीवाणु आदि लिपिड, प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट के पाचन में सहायक होते है तथा मिथेन व CO_2 उत्पादित करते हैं।

1. डिसल्फोविब्रियो जैसे जीवाणु कार्बनिक अणुओं के आक्सीकरण हेतु सल्फर को इलेक्ट्रॉन ग्राही के रूप में उपयोग करते है। जिससे सल्फेट का सल्फाइड में अपचयन होता है।

कार्बनिक पदार्थ आक्सीकृत कार्बनिक पदार्थ

2. विनाइट्रीकारी जीवाणु कार्बनिक अणुओं के आक्सीकरण के लिए NO_3^- को इलेक्ट्रॉन ग्राही के रूप में उपयोग करते है, जिससे NO_3 (नाइट्रेट) का अपचयन होता है। उदासीन pH पर इस प्रक्रिया में नाइट्रोजन (N_2) बनती है, जबकि अम्लीय pH पर नाइट्रोजन ऑक्साइड बनता है।

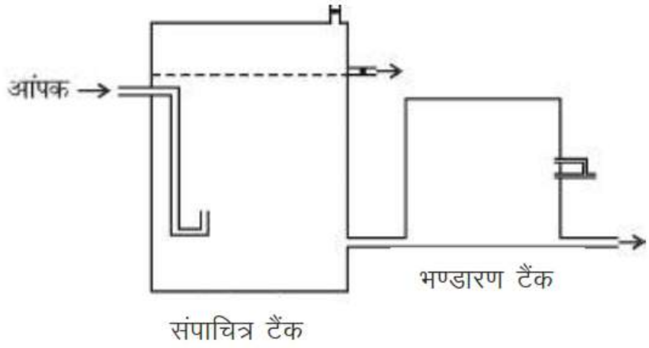
   कार्बनिक पदार्थ आक्सीकृत आर्बनिक पदार्थ।

3. मिथेनोजेनिक जीवाणु में उपस्थित सहकारकों (Coactors) जैसे मिथेनोप्टेरिन, मिथेनोफ्यूरेन एवं कोएन्जाइम M की सहायता से जीवाणु CO_2 को मिथेन (CH_4) में अपचयित करते हैं।

फिल्टर के गुटकों के चारों ओर सूक्ष्मजीवों द्वारा निर्मित एक जैविक फिल्म होती है। अपशिष्ट जल के प्रवाह की दिशा तीरों से इंगित है।

आपंक (Sludge) उपचारः सीवेज आपंक के उपचार द्वारा उसमें रोगजनकों का नाश किया जाता है तथा दुर्गंध में कमी आती है। ऐसे उपचारित आपंक को खेती में उर्वरक के रूप में काम में लेते है। उपचार के लिए प्राप्त आपंक तीन प्रकार का हो सकता है – (1) प्राथमिक उपचार के बाद प्राप्त अवसाद (Sediment) (2) वायवीय उपचार के बाद प्राप्त सक्रियत आपंक (3) प्राथमिक उपचार के दौरान उत्पन्न मलफेन (Scum)।

आपंक उपचार हेतु प्रयुक्त संपाचित्र में दो टैंक होते है, प्रथम



चित्र 4.4 : दो टैंकों वाली आपंक उपचार पद्धति

संपाचित्र टैंक तथा द्वितीय भण्डारण टैंक (चित्र 4.4)। आपंक को संपाचित्र टैंक में 30–40 मिनट तक रखा जाता है। इसमें आपकं धीरे– धीरे संहत (Compact) होता जाता है। आपंक संपाचित्रों की दक्षता का नियंत्रण संभव नहीं होता है, लेकिन यह जलवायु ऋतु परिवर्तन, आविषालु जैवअपघटनीय पदार्थों की उपस्थिति से प्रभावित होता है।

ठोस अपशिष्टः स्रोत, उपचार एवं प्रबन्धन

(Solid Waste: Sources, Treatment and Management)

ऐसे ठोस पदार्थ जिन्हें कचरे के रूप में फैंक दिया जाता है, जैसे पॉलीथीन, प्लास्टिक के डिब्बे, क्रॉकरी, पैकिंग सामग्री तथा इमारतों के निर्माण के बाद बचे व्यर्थ पदार्थ, उर्वरक, कागज उद्योग, रसायन संयंत्रों, पेट्रोलियम इकाईयों से निकले पदार्थ ठोस अपशिष्ट (Solid waste) के अन्तर्गत आते है।

विघटन के आधार पर ठोस अपशिष्ट दो प्रकार के होते है–

1. विघटनकारी प्रदूषक (Degradable Pollutants): ऐसे ठोस अपशिष्ट जो अपघटकों द्वारा विघटित होकर सरल पदार्थों में विभाजित हो जाते है, उसे विघटनकारी अपशिष्ट कहते हैं, जैसे सड़े गले फल, सब्जियां, घरेलू कचरा, मलमूत्र आदि।

2. अविघटनकारी प्रदूषक (Non-degradable Pollutants): ऐसे ठोस अपशिष्ट जो अपघटकों द्वारा अपघटित नहीं होते हैं और ये अपरिवर्तित रहते हैं, अविघटनकारी प्रदूषक कहलाते हैं। जैसे डी.डी.टी. , बी.एच.सी., एल्ड्रीन, टिन, एल्यूमिनियम आदि। ऐसे प्रदूषक जीवों में भोजन श्रृंखला एवं जैव–भू–रसायन चक्रों द्वारा संचित होते रहते है, इस क्रिया को जैवआवर्द्धन (Biomagnification) कहते हैं।

प्रभाव के आधार पर ठोस अपशिष्ट दो प्रकार के होते हैं–

1. प्रकोप युक्त अपशिष्ट (Hazardous Waste): ऐसे अपशिष्टों का पर्यावरणीय मानक नहीं होता है, इनकी सूक्ष्म मात्रा भी घातक होती है। जैसे नाभिकीय/रेडियोधर्मी पदार्थ, चिकित्सा संबंधित अपशिष्ट (Medical Waste)।

2. प्रकोप रहित अपशिष्ट (Non-hazardous Waste): इनके उपयुक्त पर्यावरणीय मानक होते हैं तथा जो एक निश्चित सान्द्रता के बाद ही हानिकारक होते हैं। ये पुनः दो प्रकार के होते है– (i) छोटे परिमाण के अपशिष्ट जैसे घरेलू, व्यावसायिक व संस्थानों के व्यर्थ पदार्थ। इन्हें सम्मिलित रूप से नगरपालिका ठोस अपशिष्ट (Municipal Solid Waste, MSW) कहते हैं। (ii) बड़े परिणाम के अपशिष्ट जैसे भवन निर्माण व ध्वस्तीकरण के व्यर्थ पदार्थ, संयंत्रों के टुकड़ें आदि। इन्हें सम्मिलित रूप से निर्माण व ध्वस्तिकरण अपशिष्ट (Construction and Demolition Waste) कहते हैं।

नगरीय व औद्योगिक अपशिष्ट के स्रोत या कारक (Sources or Causes of Urban and Industrial Wastes)

नगरों के अव्यवस्थित विकास एवं विस्तार तथा आस–पास स्थापित उद्योग धंधे, कल–कारखानों से पर्यावरण संतुलन काफी बढ़ा है। इस नगरीय अपशिष्ट में व्यावसायिक (Commerical) औद्योगिक (Industrial) व संस्थागत (Institutional) सभी प्रकार के अपशिष्ट मिले होते हैं। अतः इसे CII अपशिष्ट भी कहते हैं (C = Commercal; I = Industrial and I = Institutional)। नगरीय एवं औद्योगिक अपशिष्टों के मुख्य स्रोत निम्न है–

1. घरेलू अपशिष्ट (Garbage): इसके अन्तर्गत रसोईघर के अपशिष्ट, पॉलिथीन की थैलियां, प्लास्टिक धातुओं के डिब्बे, कागज, कांच, कपड़े के टुकड़े, पालतू पशुओं के अपशिष्ट भवन निर्माण, ध्वस्तीकरण के अपशिष्ट आदि शामिल है। उपरोक्त अपशिष्टों की मात्रा जनसंख्या पर निर्भर करती है।

2. औद्योगिक अपशिष्ट (Industrial Waste): इसके अन्तर्गत विभिन्न औद्योगिक इकाइयों जैसे– घी, शक्कर, शराब बनाने वाली इकाईयां, रसायन उद्योग, तेल शोधक उद्योग, धातु गलाने के कारखाने, तापीय ऊर्जा संयंत्र, कागज व लुगदी बनाने के कारखाने शामिल है।

3. व्यावसायिक अपशिष्ट (Commercial Waste): इसमें कागज, प्लास्टिक, बोरे, धातुओं के टुकड़े, परिवहन हेतु आवश्यक पदार्थ, सब्जी, अनाज मण्डियों तथा दूध उद्योग के अपशिष्ट सम्मिलित है।

4. रेडियाधर्मी अपशिष्ट (Radioactive waste): इसमें आण्विक विस्फोट, आण्विक हथियारों के परीक्षण से उत्पन्न अपशिष्टों के साथ चिकित्सीय उपयोग एवं विभिन्न प्रयोगशालाओं में उत्पन्न अपशिष्ट शामिल है।

5. खनन अपशिष्ट (Mining waste): खानों में होने वाले विस्फोटों से उत्पन्न ठोस अपशिष्ट, सीमेंट आदि उद्योगों में कच्चा माल प्राप्त करने हेतु डाइनामाइट से विस्फोट द्वारा उत्पन्न अपशिष्ट खनन अपशिष्ट कहलाते हैं।

6. मृत जीव (Dead organisms): नगरीय अपशिष्टों में विभिन्न जानवरों जिसमें कुत्ते, बिल्लियों, पक्षियों आदि के मृत शरीर सम्मिलित है।

ठोस अपशिष्टों के प्रभाव (Effects of Solid Waste)

1. ठोस अपशिष्टों से भूमि की सुन्दरता तो बिगड़ती ही है साथ ही इनके सड़ने से उत्पन्न होने वाली दुर्गंध वातावरण को प्रदूषित करती है।
2. ठोस अपशिष्टों में उपस्थित धातुएं जैसे सीसा, पारा, तांबा, आदि पर्यावरण में विषैला प्रभाव डालती है।
3. चिकित्सीय उपयोग से उत्पन्न अपशिष्ट जैसे दवाईयां, रसायन, सुईयां, सीसे के टुकड़े, रूई के साथ–साथ जीवाणु विषाणु विभिन्न बीमारियां फैलाते हैं।
4. ठोस कचरे से रोगवाहक जीव जैसे मच्छर, मक्खियां, चूहे आदि की जनसंख्या तेजी से बढ़ती है, जिससे विभिन्न रोग फैलते हैं।
5. रेडियोधर्मी अपशिष्टों में स्ट्रॉन्शियम–90, सीजियम–137 कोबाल्ट–60 आदि जल व वायु द्वारा हमारे शरीर में पहुंचकर रोग उत्पन्न करते हैं। सीजीयम केंसर कारक है, जबकि स्ट्रॉन्शियम हड्डियों में एकत्रित होकर उन्हें कमजोर व टेढ़ा कर देता है।
6. घरेलू अपशिष्टों में उपस्थित अम्ल, फिनाइल, डिटर्जेन्ट आदि भी जलप्रदूषण व सुपोषनीकरण (Eutrophication) की समस्या उत्पन्न करते हैं।
7. सूखे कचरे के कण हवा में उड़ते रहने से एलर्जी, दमा, नासा शोध (Rhinities) व विभिन्न त्वचीय रोग उत्पन्न होते हैं।

ठोस अपशिष्ट पदार्थों के नियन्त्रण के उपाय व प्रबन्धन

(Control Measures of Solid Waste Materials and Management)

ठोस कचरा प्रबन्धन एक ऐसी प्रक्रिया है, जो तीन चरणों में सम्पन्न होती है।

1. ठोस कचरा एकत्रण (Collection of Solid Waste)
2. ठोस कचरा परिवहन (Transportation of Solid Waste)
3. ठोस कचरा निष्पादन (Disposal of Solid Waste)

1. ठोस कचरा एकत्रण (Collection of solid waste)

(i) स्थान–स्थान पर कचरा पात्र होने चाहिये तथा भिन्न–भिन्न प्रकार के कचरे के लिए अलग–अलग कचरा पात्र हो ऐसी व्यवस्था होनी चाहिये।

(ii) परम्परागत ठेले गाड़ियों का प्रयोग कचरा एकत्रित करने हेतु किया जाता है।

(iii) कभी–कभी निर्धन व्यक्तियों द्वारा भी घर–घर से कचरा एकत्र किया जाता है।

उपरोक्त सभी तरीकों में यह सावधानी रखी जानी चाहिये कि सामान्य कचरे के साथ ज्यादा हानिकारक कचरा सम्मिलित न हो।

2. ठोस कचरा परिवहन

(Transportation of Solid Waste)

ठोस कचरे को पारम्परिक ठेले, ट्रेक्टर ट्रॉलियां व ट्रकों द्वारा परिवहन किया जाता है, इसमें कचरे को गाड़ियों की क्षमता के अनुसार भरना चाहिए ताकि परिवहन के दौरान इनके बिखरने की सम्भावना न रहे।

3. ठोस कचरा निष्पादन (Disposal of Solid Waste)

ठोस कचरा निष्पादन में निम्नलिखित विधियां है–

(a) होग फीडिंग (Hog Feeding)
(b) खुले में जमा करना (Open Dumping)
(c) दहन (Incineration)
(d) कम्पोस्ट बनाना (Compositing)
(e) भूमि भरण (Land Fills)
(f) समुद्र में डालना (Ocean Dumping)
(g) उत्पादन में कमी करना (Source Reduction)
(h) पुनर्चक्रण (Recycling)

(a) होग फीडिंग (Hog Feeding): यह ठोस अपशिष्ट के निस्तारण की पुरानी प्रचलित विधि है, इसमें रसोईघर से निकलने वाले फल, सब्जियों के छिलके व झूठन आदि अपशिष्टों को सूअर आदि जानवरों को खिलाया जाता है। 1953 से 1955 के मध्य एक जीवाणु जनित बीमारी के कारण कई देशों ने इस पर रोक लगा दी।

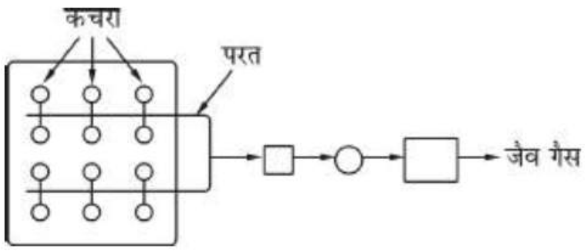
(b) खुले में जमा करना (Open Dumping): इसमें कचरे को खुले गड्ढ़ों में भर दिया जाता है, गड्ढे की दूरी व दिशा शहर से दूर इस प्रकार हो कि हवा के प्रभाव में शहर को नुकसान न हो। कुल ठोस अपशिष्ट के 75–80 प्रतिशत निष्पादन इस विधि से होता है।

इस विधि से कई प्रकार के रोगवाहक मक्खी, मच्छर, चूहे आदि की संख्या बढ़ जाती है, जिससे रोग फैलने का खतरा बढ़ जाता है तथा इसके कण वायु में उड़ने से वायु प्रदूषण भी होता है।

(c) दहन (Incineration): इस विधि में ज्वलनशील अपशिष्ट का 900–1100° से. पर दहन किया जाता है, जिससे केवल राख व अज्वलनशील घटक शेष रह जाते हैं। जिन्हें बाद में भूमि भरण विधि से निष्पादित किया जाता है। इस विधि से यद्यपि 50 से 75 प्रतिशत अपशिष्टों का निस्तारण हो जाता है, परन्तु वायु प्रदूषण की सम्भावना रहती है।

(d) कम्पोस्ट बनाना (Compositing): अधिक कार्बनिक पदार्थों वाले कचरे के निष्पादन की यह उत्तम विधि है। इसमें ऑक्सीजन आश्रित जीवाणुओं द्वारा कचरे का विघटन किया जाता है। ठोस कचरे को जैव–अपघटनीय व अनअपघटनीय भागों में अलग कर अपघटनीय पदार्थों को सड़ा कर खाद बनाया जाता है।

(e) भूमि भरण (Land fills): इस विधि में कचरे को गड्ढों में भरकर मृदा की मोटी परत से ढक देते हैं (चित्र 4.5)। कुल कचरे के 10 प्रतिशत भाग का निष्पादन इस विधि से किया जा सकता है। भूमि भरण में निम्नलिखित सावधानियां आवश्यक है–



चित्र 4.5 : भू–भरण (Landfill) स्थल से जैवगैस प्राप्ति विधि

(i) यह स्थल जल स्रोतों से दूर होना चाहिये क्योंकि विषैले पदार्थों के रिसाव से जल संक्रमित हो सकता है।

(ii) ढ़कने वाली मृदा की परत पर्याप्त मोटी (कम से कम 20 सेमी) होनी चाहिये।

(iii) भूमि भरण स्थल पर कम से कम पांच साल तक भवन निर्माण जैसे कार्य नहीं किये जा सकते है।

(iv) भूमि भरण स्थलों से शहर की स्थिति प्रभावी हवा की दिशा में नहीं होनी चाहिये। क्योंकि मैथेन गैस का रिसाव होने से आग लगने का खतरा रहता है।

(f) समुद्र में डालना (Ocean Dumping): विभिन्न रासायनिक अपशिष्ट, औद्योगिक अपशिष्ट, विस्फोटक सामग्री आदि सीधे समुद्र में डाल दी जाती है। इस प्रकार इस 38 मिलियन टन कचरे का निष्पादन प्रतिवर्ष कर लेते हैं, परन्तु इससे समुद्री पारिस्थितिक तंत्र को हानि पहुंचती है।

(g) उत्पादन में कमी करना (Source Reduction): ठोस कचरा उत्पादन में निम्न तरीकों से कमी की जा सकती है–

(i) आधुनिक तकनीक व अधिक क्षमता वाली मशीनों के उपयोग से औद्योगिक ठोस अपशिष्ट को कम किया जा सकता है।

(ii) बांधने में प्रयुक्त होने वाले पदार्थों की मोटाई व भार कम करके व्यावसायिक कचरे को कम किया जा सकता है।

(iii) घरेलू बगीचों में छोटे–छोटे कम्पोस्ट गड्ढे बनाकर घरेलू कचरा कम किया जा सकता है।

(iv) कागज, टिन व एल्यूमिनियम के डिब्बे आदि को सीधे पुनर्चक्रमण उद्योगों को भेजकर कचरे की मात्रा कम की जा सकती है।

(v) बायोगैस व विद्युत उत्पादन संयंत्र में भी कचरे का उपयोग किया जाता है।

(h) पुनर्चक्रण (Recycling): कई प्रकार के अपशिष्ट पदार्थ जैसे प्लास्टिक, कागज, काँच, लोहे व एल्युमिनियम, टिन के टुकड़ों को अलग कर पुनर्चक्रण द्वारा पुनः उपयोग में लाया जा सकता है। जर्मनी में 1991 में कई कारें ठोस अपशिष्ट की तरह उपलब्ध थी। इस विधि द्वारा उनका उपयोग कर एक कार से 2500 पाउण्ड स्टील, 500 पाउण्ड लोह, 50 पाउण्ड जिंक, 5 पाउण्ड एल्युमिनियम, 32 पाउण्ड ताँबा, 20 पाउण्ड सीसा प्राप्त किये गये।

वर्तमान में विभिन्न रसायनों, तेलों, गैसों, पुराने टायर आदि की चक्रण विधियाँ विकसित की जा रही है।

पर्यावरणीय विकास एवं ह्रास दोनों एक दूसरे के पूरक हैं। प्राकृतिक संसाधनों के अविवेक पूर्ण दोहन से पर्यावरण का सन्तुलन बिगड़ गया है। औद्योगिकीकरण, नाभिकीय, तापीय ऊर्जा परियोजनाओं ने जहां विकास के नये आयाम स्थापित किये है वहीं पर्यावरण को भी प्रदूषित किया है और उसकी मूल संरचना लगातार छिन्न–भिन्न होती जा रही है। प्रदूषण को नियंत्रित करने व पारिस्थितिकी सन्तुलन को पुनः स्थापित करने के लिए व्यक्तिगत, सामुदायिक, राष्ट्रीय व अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रयास आवश्यक है। हमारा कर्त्तव्य है कि हम आस–पास के पर्यावरण को साफ व प्रदूषण रहित रखे ताकि हम व हमारी आने वाली पीढ़ियां सुखी व स्वस्थ जीवन जी सके। चित्र 4.6 में शहरी ठोस अपशिष्ट प्रबन्धन की प्रक्रिया दर्शायी गई है।

वर्मी कम्पोस्ट (Vermi Compost)

जैविक अपशिष्टों की खाद में परिवर्तित करने की क्रिया को कम्पोस्टिंग कहते है। इस प्रक्रिया में केंचुआ आदि जीवों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। यह प्रक्रिया मुख्य रूप से सूक्ष्म जैविक स्तर की है। इस प्रक्रिया द्वारा पशुओं के अपशिष्ट मल–मूत्र, उद्योग, कृषि अपशिष्ट, फसलों के अवशेषों आदि को खाद में परिवर्तित किया जाता है। इस प्रक्रिया में निम्नलिखित जैविक अवशेष सम्मिलित होते हैं–

1. कृषि अवशेष (Agriculture Residues)

(a) सूखा जैविक अपशिष्ट (गेहूं की भूसी, मूंगफली के छिलके, सूखे पत्ते, धान की भूसा, मूंगफली के छिलके, अरहर का अवशेष आदि।

(b) सब्जियों का कूड़ा–करकट

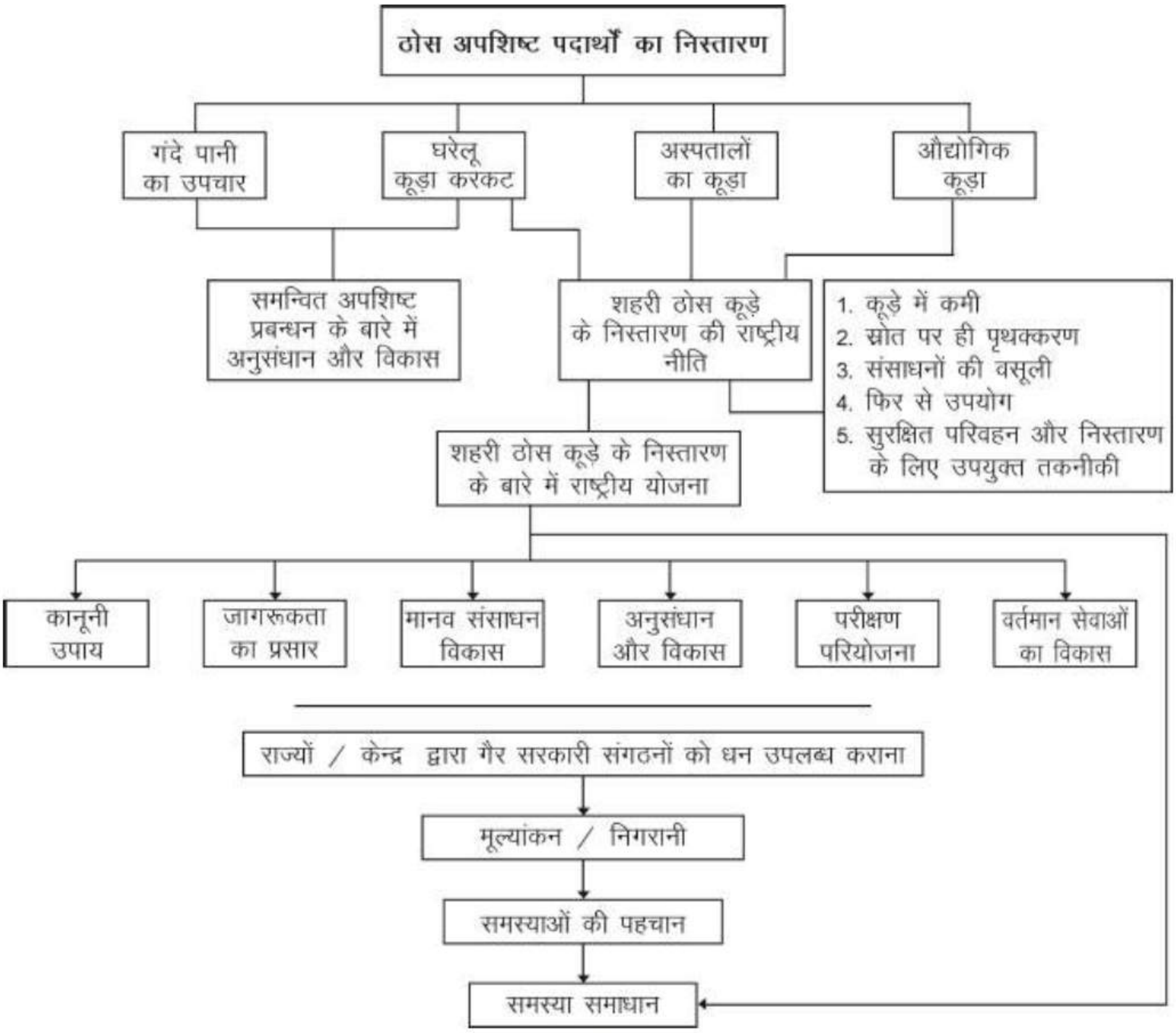
;c) गन्ने के रेशा उत्पादन के अपशिष्ट

(d) खरपतवार (गाजर घास–पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस)

(e) सोयाबीन के अवशेष

2. रेशम उत्पादन की प्रक्रिया में निकला अपशिष्ट

3. खाद्य उद्योगों द्वारा छोड़े गये अवशेष



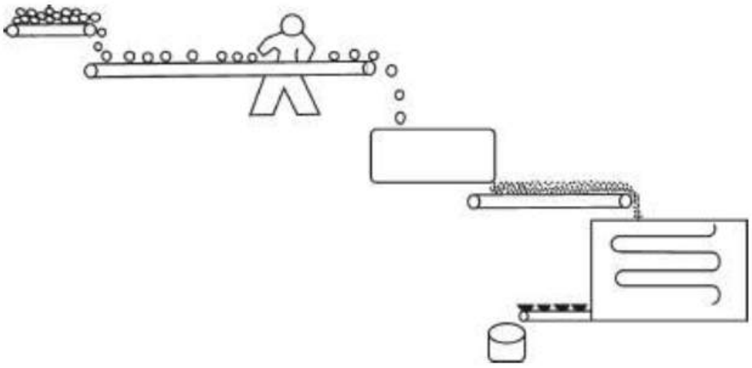
चित्र 4.6 : शहरी ठोस अपशिष्ट प्रबन्धन की प्रक्रिया

4. बायोगैस का कूड़ा
5. पशु खाद
6. डेयरी उद्योग, मुर्गी पालन उद्योग का अपशिष्ट
7. नगर निगम के ठोस रूप में छोड़े गये अपशिष्ट

कम्पोस्ट बनाने की विधि

निम्नलिखित चरणों में सम्पन्न होती है (चित्र 4.7)–

1. सीमेन्ट की रिंग के निचले हिस्सों की एक पॉलीथीन शीट द्वारा ढ़क जाता है।
2. शीट के ऊपर 15–20 सेमी. मोटी जैविक अपशिष्ट की परत बिछायी जाती है।
3. अब जैविक तत्वों (2 किलो.) के ऊपर फास्फेट तत्व के पत्थर छिड़क जाते हैं।
4. अब लगभग गाय के 15 किलो गोबर का घोल तैयार कर इस मिश्रण के ऊपर परत बिछायी जाती है।
5. रिंग को इन तहों को सामग्री से पूरी तरह समरूप तरीके से भर दिया जाता हैं।
6. इस सामग्री की तह के ऊपर गाय के गोबर या मिट्टी का लेप लगाया जाता हैं।
7. इस सामग्री को 20 दिनों तक सड़ने के पश्चात् इनके ऊपर केंचुओं को डाल जाता है। इस सामग्री के तहों में उपस्थित छिद्रों द्वारा ये केंचुएँ इस प्रवेश कर जाएंगे।
8. रिंग को जालियों या बोरियों से ढक दिया जाता है। ताकि पक्षी केंचुओं को न खाने पाएं।
9. इस पूरे मिश्रण पर तीन–तीन दिनों के अन्तराल में पानी का छिड़काव किया जाता है, यह क्रिया दो महिनों तक सतत् रखी



चित्र 4.7 : एक संतत कम्पोस्टिंग प्रचालन

जाती है। ऐसा करने से केचुओं की सही मात्रा में वाष्प मिलती रहती है और उनके शरीर का ताप भी सही बना रहता है। दो महीने की अवधि के पश्चात् काले रंग का, वजन में हल्का एवं खुशबूदार कम्पोस्ट तैयार हो जाता है।

10. कम्पोस्ट तैयार होने पर इस सामग्री को फर्श पर एक शंकु आकार में दो–तीन घंटों के लिए स्थिर छोड़ दिया जाता है। ताकि केंचुए धीरे–धीरे इनकी निचली तह तक पहुंच जाये।
11. इस ढेर के ऊपरी भाग को अलग कर निचले हिस्से को छान लेते है ताकि केंचुए अलग हो जायें इन केचुओं का पुनः नयी खाद बनाने में प्रयोग किया जा सकता है।
12. उपरोक्त विधि से तैयार कम्पोस्ट को थैलों में भरकर ठंडी जगह में संरक्षित रख देते हैं।

जीनोबायोटिक्स (Xenobiotics)

वे मानव निर्मित यौगिक जो या तो प्रकृति में पाए ही नहीं जाते हैं या मानव द्वारा पर्यावरण में विसर्जित मात्रा की तुलना में अत्यल्प मात्रा में पाये जाते हैं। सूक्ष्म जीवों द्वारा इन यौगिकों का अपघटन होता है। लेकिन कुछ जीवेत्तर यौगिक जैव–अनपघटनीय होते है तथा पर्यावरण में लम्बे समय तक बने रहते है इन्हें दुःसाध्य जीवेत्तर (Recalcitrant Xenobiotic) यौगिक कहते हैं।

दुःसाध्य जीवेत्तर यौगिकों के प्रकार (Type of Recalcitrant Xenobiotic Components)

इन यौगिकों के कुछ लक्षण इन्हें जैव–अनअपघटनीय बनाते हैं, जैसे–

1. हाइड्रोजन के स्थान पर हैलोजन होने से कार्बन–हैलोजन बंध को तोड़ने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
2. हाइड्रोजन के स्थान पर नाइट्रो, सल्फोनेट, एमीनो, कार्बेमाइल समूहों का पाया जाना।
3. शाखित ऋजु श्रृंखला।
4. वलयी संरचना।

उपरोक्त कारणों से जीवेत्तर यौगिक अनपघटनीय हो जाते है।

जीवेत्तर यौगिकों को निम्नांकित छः वर्गों में बांटा जा सकता है–

1. हेलोकार्बन (Halocarbon)
2. बहुक्लोरीनीत बाइफिनाइल (Polychlorinated biphenyls)
3. संश्लेषित बहुलक (Synthetic Polymers)
4. एल्किल बेंजिल सल्फोनेट (Alkyl Benzyl Sulphonate)
5. खनिज तेल मिश्रण (Mineral Oil Mixture)
6. अन्य (नाइट्रो, सल्फोनेट, एमीनो, मिथाक्सी आदि समूह युक्त)

जीवेत्तर यौगिकों से संकट (Xenobiotics Hazards)

1. बहुत से यौगिक दीर्घस्थायी (Persistant) होते हैं, जिससे समय के साथ पर्यावरण में इनकी सान्द्रता बढ़ती जाती है।
2. कुछ हैलोजनी हाइड्रोकार्बन कैंसर उत्पन्न करते हैं।
3. कई हैलोजनी एवं एरोमेटिक हाइड्रोकार्बन निम्न यूकेरियोटो और मानव तक के लिए आविषालु (Toxic) होते हैं। इनकी निम्न सान्द्रता से विविध चर्म रोग हो जाते हैं। तथा जननदर घट जाती है।
4. बहुत से यौगिक जैसे बहुक्लोरीनीत बाइफिनाइल, दुःसाध्य होने के साथ–साथ लिपिडरागी होते हैं। अतः जीव शरीरों में उनकी सान्द्रता में पर्यावरण की अपेक्षा 10–10 गुना तक बढ़ोतरी होती है। भोजन श्रृंखला की हर कड़ी के साथ इन विषाक्त पदार्थों की मात्रा बढ़ती रहती है।

जीवेत्तर यौगिकों के अपघटन की व्यावहारिक विधियां

जीवेत्तर यौगिकों का जैव अपघटन इन यौगिकों की सान्द्रता, घोल का pH, तापमान, जल एवं अन्य पोषक पदार्थों की उपलब्धता आदि पर निर्भर करता है।

जीवेत्तर यौगिकों के जैव अपघटन हेतु निम्नलिखित कारक प्रमुख है–

1. जीवेत्तर यौगिकों की सान्द्रता ऐसी हो जो आविषालु न हो और जैव अपघटन के लिए पर्याप्त हो।
2. इन यौगिकों की उपचार तंत्र में आपूर्ति लगातार होनी चाहिये ताकि इन अपघटित करने वाले सूक्ष्म जीवों की संख्या उच्च स्तर पर बनी रहे।
3. जैव अपघटन में बाधा डालने वाले यौगिकों की अनुपस्थिति आवश्यक है।

जीवेत्तर यौगिकों के जैव अपघटन में निम्न कारक सहायक होते है–

1. पर्याप्त मात्रा में पोषकों एवं सह उपापचयओं की उपस्थिति।
2. जीवेतर यौगिकों की सान्द्रता का आविषालु या संदमनक न होना।
3. सूक्ष्म जीवों के सक्षम कल्चरों द्वारा संरोपण (Inoculation) इसे जैव संवर्धन (Bioaugmentation) भी कहते हैं।

तेल प्रदूषक (Oil Pollutants)

कच्चे तेल व अन्य रासायनिक पदार्थों का समुद्रों के माध्यम से परिवहन किया जाता है इस दौरान कई बार ऐसे जल पोत दुर्घटनाग्रस्त हो जाते हैं जिससे कच्चा तेल (Petrolium or Crude Oil) तथा पेट्रोल, डीजल समुद्र की सतह पर फैल जाते हैं यह तेल जल से कम घनत्व का होने के कारण जल के ऊपर एक पतली परत बना लेता है। इस प्रकार के तेल फैलाव को आइल स्पिल (Oil Spill) कहा जाता है, इस प्रकार के तेल प्रदूषकों का प्रभाव निम्नलिखित तथ्यों पर निर्भर करता है।

(i) प्रदूषक तेल की प्रकृति (Nature of Oil Pollutant): कच्चे तेल में पॉलीसाइक्लिक एरोमेटिक हाइड्रोकार्बन (PAH) पाया जाता है, जो कि दीर्घायु होने के कारण गहरा प्रभाव डालते है। शुद्ध पेट्रोलियम उत्पाद जल्दी वाष्पीकृत होते हैं, परन्तु अधिक घातक होते हैं जबकि कच्चा तेल स्थायी होता है तथा कम घातक होता है।

(ii) स्थानीय परिस्थितियाँ: तेल के फैलाव के समय की स्थानीय परिस्थितियाँ वायु, जल का तापमान, वायु का वेग, जल धाराएँ आदि तेल रिसाव के प्रभाव को तय करते हैं।

तेल प्रदूषकों के प्रभाव (Effects of Oil Pollutants)

(a) तेल प्रदूषकों की विषाक्तता के कारण अनेक जीवों की मृत्यु हो जाती है।

(b) इसके प्रभाव से प्रकाश संश्लेषण की कमी, भोजन व O_2 की कमी से अनेक जीव मर जाते हैं।

(c) इसके प्रभाव से जातियों की मृत्यु होने से जैव विविधता में कमी आती है तथा खाद्य श्रृंखला व पारितंत्र के अन्य जीव प्रभावित होते हैं।

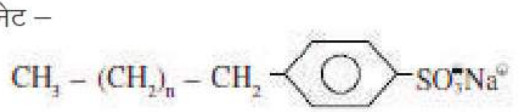
(d) ज्वलनशील होने के कारण कई बार तेल में आग लग जाती है, जिससे झुलसने से एवं गर्मी बढ़ने से अनेक जीव मर जाते हैं।

(e) कई समुद्री जीवों के श्वसन अंगों में तेल भर जाने से वे श्वसन के अभाव में मर जाते है।

(f) भोजन की कमी व दूषित मछलियों को खाने से बड़े समुद्री स्तनी जैसे व्हेल, उदबिलाव आदि की मृत्यु हो जाती है।

अपमार्जक पृष्ठ सक्रियक (Detergents Surfactants)

उच्चतर एल्केनों के सल्फेट या सल्फोनेटो के सोडियम लवण अपमार्जक कहलाते है। जैसे सोडियम P–एल्किल बेन्जीन सल्फोनेट –

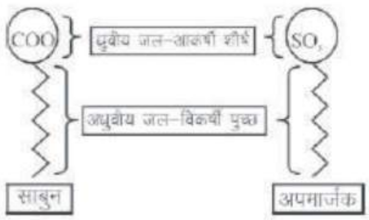


यद्यपि अपमार्जक रासायनिक दृष्टि से साबुन नहीं होते हैं लेकिन साबुन के समान धुलाई करते हैं। अतः इन्हें साबुनहीन साबुन (Soapless Soap) कहा जाता है।

अपमार्जक में एक लम्बी हाइड्रोकार्बन श्रृंखला होती है, जिसके एक सिरे पर ध्रुवीय समूह होता है, जो आकृर्षी होता है इस सिरे को ध्रुवीय जल आकर्षी शीर्ष (Polar Hydrophilic Head) कहते हैं।

अध्रुवीय तल प्रतिकर्षी पुच्छ (Nonpolar Hydrophobic tail) कहा जाता है। अपमार्जक पृष्ठ सक्रिय (Surface Active) होते हैं तथा जल के पृष्ठ तनाव को घटाते हैं।

1. तेल अथवा वसा द्वारा (By oil or Fats) : उच्च ताप ओर दाब पर ताम्र उत्प्रेरक की उपस्थिति में तेल या वसा हाइड्रोजन से क्रिया कर ग्लिसरॉल व प्राथमिक एल्कोहल बनाते है। प्राथमिक एल्कोहल सल्फ्यूरिक अम्ल व सोडियम हाइड्रॉक्साइड से क्रिया कर अपमार्जक का निर्माण करते हैं (चित्र 4.8)।



चित्र 4.8 : अपमार्जकों का संश्लेषण

$$\text{तेल या वसा} \xrightarrow[\text{दाब पर ताम्र उत्प्रेरक}]{H_2 \text{ द्वारा उच्च ताप व}} \text{ग्लिसरॉल + प्राथमिक एल्कोहल } RCH_2OH$$

$$RCH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4} RCH_2OSO_3H \xrightarrow{NaOH} RCH_2\,SO_3^{\ominus}Na^{\oplus}$$

अपमार्जक

2. रीड अभिक्रिया द्वारा (By Reed Reaction): एल्केन, सल्फर डाइ ऑक्साइड एवं क्लोरीन से क्रिया कर एक मध्यवर्ती उत्पाद बनाते है जो सोडियम हाइड्रोक्साइड से क्रिया कर अपमार्जक का निर्माण करते हैं।

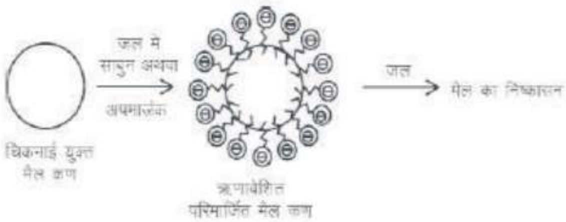
$$R\text{–}H + SO_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} RSO_2Cl + HCl$$

$$RSO_2Cl + 2\,NaOH \longrightarrow RSO_2O^{\ominus}Na^{\oplus} + NaCl + H_2O$$

अपमार्जक

अपमार्जक की परिमार्जन क्रिया (Cleansing Acton of Soaps and Detergents)

मैल कणों में चिकनाई युक्त वसा पायी जाती हैं। अपमार्जक की अध्रुवीय पुच्छ मैल के कण में प्रवेश कर जाती है तथा ध्रुवीय शीर्ष कण के चारों ओर व्यवस्थित हो जाते हैं। इस प्रकार से सम्पूर्ण कण ध्रुवीय हो जाता है एवं जल में विलेय होकर बाहर निकल आता है (चित्र 4.9)।



चित्र 4.9 : अपमार्जक की परिमार्जन क्रिया

समन्वित पीड़क प्रबन्धन (Integrated Pest Management)

यह पीड़कों के नियन्त्रण का सबसे प्रभावी तरीका है। यह विधि पीड़कों की संख्या को पूर्ण रूप से समाप्त करती है साथ ही पौधे के विघटन को भी बचाती है।

इस विधि में प्रत्येक फसल की किस्म और उसे हानि पहुंचाने वाले पीड़कों की पारितंत्र के अभिन्न अंग के रूप में माना जाता है, इसके पश्चात् किसान सही अनुक्रम में जोताई, जैविक व रासायनिक विधियों का प्रयोग करके पीड़कों का नियन्त्रण करते है।

पीड़कों की संख्या बढ़ने पर किसान पहले जैविक विधियों व जोताई की क्रिया करते है फिर भी नियन्त्रण न होने पर कीटनाशकों की सूक्ष्म मात्रा का प्रयोग करते हैं। पीड़क नियंत्रण की निम्नलिखित विधियां है–

1. जैविक नियन्त्रण

इसमें रोगजनकों, परजीवी व परभक्षियों का प्रयोग किया जाता है। इसके उदाहरण निम्न है–

(a) केलीफोर्निया में संतरों को भारी नुकसान पहुँचाने वाले स्केल कीटों का नियंत्रण ऑस्ट्रेलियाई लेडीबर्ड द्वारा किया जाता है, जो उन कीटों का भक्षण करती है।

(b) कसावा पोधे को नष्ट करने वाले माली बग पीड़क का नियन्त्रण पैरासीटॉइड वास्प (Parasitoid Wasp) द्वारा किया जाता है।

(c) खीरे के पौधे पर रहने वाले एक पीड़क रेड स्पाइडर माइट का नियंत्रण उसके खाने वाले एक परभक्षी जीव के माध्यम से किया जाता है।

(d) कीटों के सामान्य जीवन चक्र पर अवरोध पैदा करने के लिए ऐसे हार्मोनों का प्रयोग किया जाता है, जो उन्हें और अधिक परिपक्व होने, प्रजनन करने एवं अधिक उत्पन्न होने से रोकते हैं।

2. जोताई की विधियां

पीड़कों से नियन्त्रण हेतु निम्नलिखित जोताई की विधियां प्रचलित है–

(a) फसलों का चक्रीकरण: सामान्यतः मृदा में एक ही प्रकार फसल लगातार उगाने से कुछ पोषक तत्व पूर्ण रूप से समाप्त हो जाते हैं जबकि कुछ अन्य पोषक तत्वों का बिल्कुल भी प्रयोग नहीं होता है। इसके कारण भूमि में पोषक तत्वों का संतुलन बिगड़ जाता है, साथ ही कई प्रकार के रोगों व पीड़कों का विकास होता है। ऐसी स्थिति से बचने के लिए फसलों के चक्रीकरण की विधि काम में ली जाती है। इसके अन्तर्गत एक ही खेत में अलग–अलग प्रकार के पौधे एक के बाद एक उगाये जाते हैं, जिससे कीटों व बीमारियों पर नियन्त्रण हो जाता है तथा भूमि के उपजाऊपन में भी वृद्धि होती है तथा मृदा अपरदन में कमी आती है। जैसे लेग्युमिनेसी कुल की फसल उगाने से लेग्यूम (फलीदार पौधे चना आदि) मृदा में

नाइट्रोजन का स्तर बढ़ा देते हैं। इसके कारण वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को अधिक क्षमता से स्थिर किया जाता है, जिससे रासायनिक नाइट्रोजन उर्वरक की कम जरुरत पड़ती है। साथ ही धन की भी बचत होती है।

फसलों के चक्रीकरण में निम्नलिखित तथ्यों का ध्यान रखा जाना चाहिये–

(i) फलीदार फसलों को गैर फलीदार फसलों के बाद ही बोना चाहिये।

(ii) जिन पौधों की किस्मों को कम पानी (सिंचाई) की आवश्यकता है, उन्हें अधिक पानी (सिंचाई) की आवश्यकता वाले पौधे के बाद बोना चाहिये।

(iii) कम खाद की आवश्यकता वाली फसलों को अधिक खाद की मांग वाले पौधों के बाद बोना चाहिये।

पौधों के आवर्तनों के मुख्य प्रतिरूप निम्नानुसार है –

- हरा चना – गेहूं – मूंग
- मूंगफली – गेहूं – मूंग
- अरहर – गन्ना – गेहूँ – मूंग
- धान – गेहूं – मूंग

(b) मिश्रित फसल उगाना (Mixed Cropping): इस विधि में एक ही खेत में एक ही समय में, दो या दो से अधिक प्रकार के पौधों की किस्में उगाई जाती है, इसमें प्रायः एक लम्बे दीर्घकाल के पौधे को छोटी आयु के पौधे के साथ उगाते हैं ताकि परिपक्व होने के समय तक दोनों को पर्याप्त मात्रा में खाद्य पदार्थ एवं पानी मिल सके।

सामान्यतः मुख्य पौधे की किस्म के साथ फलीदार किस्म के खाद्यान्न को उगाया जाता हैं। फलीदार पौधे वायुमण्डलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करके भूमि के उपजाऊपन को बढ़ाते है, इससे रासायनिक उर्वरकों पर होने वाले खर्चे की बचत होती है।

इस पद्धति से फसल उगाने में कई विधियों का प्रयोग होता है–

पॉलीवैराइटल–बहु किस्में (Polyvarietal): इस प्रकार की कृषि जिसमें एक ही प्रकार के पौधे की विभिन्न किस्में उगाई जाती है।

इन्टर क्रॉपिंग–अन्तर फसली (Inter-cropping): इसमें एक ही खेत में एक ही समय में दो या दो से अधिक किस्म के पौधे उगाए जाते हैं, जैसे कार्बोहाइड्रेट तत्व युक्त अनाज मृदा से N_2 का उपयोग करते हैं और नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले फलीदार पौधे उसे वापस मृदा में भेज देते हैं।

3. बहुशस्यन (Polyculture)

इस प्रणाली में विभिन्न समय काल में परिपक्व होने वाले विभिन्न प्रकार के पौधों की एक साथ बुआई की जाती है, चूंकि विभिन्न पौधों के पानी व खाद की जरुरतें भी अलग–अलग होती है। अतः यह प्रणाली इनके लिए लाभदायक है। साथ ही पीड़कों का नियन्त्रण भी सफलतापूर्वक हो जाता है।

(c) कुछ कीटनाशकों का प्रयोग भी किया जाता है, जैसे पायरेथ्रम, रोटेनोन एवं नीम उत्पाद है।

(d) आनुवांशिक अभियांत्रिकी क्रियाओं द्वारा पौधों की ऐसी किस्में तैयार की गई, जो पीड़कों व बीमारियों का प्रतिरोध कर सके जैसे Bt जीन (*Bacillus Thuringiensis*) कपास को कीट प्रतिरोधी बनाता है।

आनुवंशिक रूपान्तरित जीव (Genetically Modified Organisms)

संजीन (Genome) के आण्विक संगठन को परिवर्तित करने से संबंधित प्रक्रमों को पुनर्योगज DNA प्रौद्योगिकी (Recombinant DNA Technology) कहते हैं। इस विधि द्वारा फसली पादपों, पालतु पशुओं और मानव की नस्ल को भी सुधारने के प्रयास किये जा रहे हैं।

ट्रांसजैनिक जीव वे जीव है जिसमें बाहरी जीन या जीनों को प्रवेश कराकर उन्हें मुख्य DNA। से स्थायी रूप से संयुक्त कर दिया जाता है।

जिसके कारण रूपान्तरित या ट्रांसजैनिक जीव बाह्य जीनों के अनुरूप लक्षणप्ररूप प्रकट करता है।

उपरोक्त कार्य जीन अभियांत्रिकी के सहयोग से संभव है। विज्ञान की इस नवीन शाखा के अन्तर्गत जीवों के DNA या जीनों में हेरफेर कर उनमें उपयोगी व इच्छित जीनों को प्रवेश कराया जाता है तथा अनुपयोगी और हानिकारक जीनों को बाहर निकाला जाता है। जीवों में विदेशी या बाहरी DNA के प्रवेश कराने की कई विधियां है, जिन्हें मुख्यतः दो प्रकारों में बांटा जा सकता है–

1. वेक्टर की सहायता से DNA स्थानान्तरण
2. DNA का प्रत्यक्ष स्थानान्तरण

1. वेक्टर की सहायता से **DNA** स्थानान्तरणः इस प्रक्रिया में वेक्टरों के रूप में प्लास्मिड, बेक्टिरियोफेज एवं कॉस्मिड प्रयुक्त होते हैं।

वेक्टर एक DNA अणु होता है, जिसके साथ एक अन्य DNA खण्ड को जोड़कर उसका क्लोन किया जाता है इच्छित जीन को उन्हीं के वेक्टरों के साथ क्लोन किया जा सकता है, जिनमें निम्नांकित गुण होते हैं।

(i) वेक्टर डी.एन.ए. परपोषी की कोशिका में प्रवेश कराने योग्य होना चाहिये।

(ii) यह परपोषी कोशिका में पुनरावर्त करने में समर्थ होना चाहिये।

(iii) वेक्टर युक्त कोशिकाओं की पहचान आसान होनी चाहिये।

वेक्टर की सहायता से DNA स्थानान्तरण की प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में सम्पन्न होती है–

(1) इच्छित जीनों की पहचान तथा पृथक्करण (Identification and isolation of desired genes)

(2) इच्छित जीनों का रोगवाहकों (वेक्टरों) में निवेशन (Insertion of desired genes into vectors)

(3) पुनर्योगज DNA का जीवाणु कोशिका में प्रवेश तथा बहुगुणन (Entry of RDNA into bacterial cell and multiplication)

(4) क्लोन्ड जीनों की पहचान तथा इनका अन्य जीवों में स्थानान्तरण (Identification of cloned genes and transfer into other organisms)

2. **DNA** का प्रत्यक्ष स्थानान्तरणः इस विधि में बिना वाहक की सहायता से DNA एक कोशिका से दूसरी कोशिका में स्थानान्तरित कर ट्रांसजैनिक जीव बनाये गये हैं।

ट्रांसजैनिक पादप (Transgenic Plants)

वे पादप जिनमें बाह्य जीनों का स्थानान्तरण कर उनमें उत्तम गुणों का समावेश किया जाता है तथा वे गुण उन पादपों में भावी पीढ़ियों में भी बने रहते है, ट्रांसजैनिक पादप कहलाते हैं। वर्तमान में फसल सुधार की दृष्टि से जिन उपयोगी गुणों वाले ट्रांसजैनिक पादपों की उत्पन्न करने में सफलता मिली है वे निम्नांकित है–

1. शाकनाशी प्रतिरोधी ट्रांसजैनिक पादप (Herbicide Resistance Transgenic Plants): एक ही खेत में मुख्य फसल के अतिरिक्त उगने वाली समस्त पादपों को खरपतवार या अपतृण कहते हैं। इस अपतृण के कारण मुख्य फसल की पैदावार में कमी आती है । अतः विभिन्न रासायनिक शाकनाशियों 2, 4 - D; 2, 4, 5, - T आदि का प्रयोग कर इन अपतृणों का नाश किया जाता है। लेकिन उपरोक्त रसायनों के प्रयोग से मुख्य फसल को भी हानि होती है साथ मृदा व पर्यावरण को भी क्षति पहुंचती है। इस समस्या के निराकरण हेतु जीन अभियांत्रिकी की सहायता से फसली पौधों में ऐसे स्थानान्तरण किये जाये जो इन पौधों का शाकनाशियों के प्रति प्रतिरोधी बना दें।

शाकनाशी प्रतिरोधी पादप निम्न दो विधियों से उत्पन्न किये जा सकते हैं–

(i) उत्परिवर्ती चयन (By Mutant Selection)

(ii) जीन स्थानान्तरण (By Gene Transfer)

आलू, टमाटर, पिटूनिया, तम्बाकू, मक्का आदि पौधों में जीन स्थानान्तरण द्वारा शाकनाशी प्रतिरोधी किस्में तैयार की गई है।

2. कीट–पीड़क प्रतिरोधी ट्रांसजैनिक पादप (Insect Pest Resistant Transgenic Plants): अनेक कीट तथा पीड़क फसली पौधों को अत्यधिक हानि पहुँचाते है इन कीटों को नष्ट करने के लिए कीटनाशियों, डी.डी.टी. आदि का प्रयोग किया जाता है, लेकिन ये कीटनाशी अविघटनशील होते हैं और खाद्य श्रृंखला के विभिन्न स्तरों पर एकत्रित होकर हानि पहुँचाते हैं। अतः ऐसी कीट प्रतिरोधी फसलें तैयार की गई हैं जिसमे कीटों एवं पीड़कों के प्रति प्राकृतिक रूप से प्रतिरोध विद्यमान हो।

उदाहरणः

;i) चंवला के ट्रिप्सिन संदमन जीन – चंवला (*Vigna unguicultata*) में CpTI जीन को कई कीटों के लिए विषाक्त पाया गया है। जिससे भण्डारण के समय यह कीटों व अन्य पीड़कों के प्रति प्रतिरोध दर्शाता है।

;ii) Bt विष के जीन – बेसिलस थूरिजियेन्सिस (*Bacillus thuringiensis*) नामक जीवाणु के बीजाणुओं द्वारा एक प्रोटीन विष उत्पन्न होता है। इस प्रोटीन को क्राइप्रोटीन (cry protein) कहते है, जो कीटों के प्रति प्रतिरोधी होता है। यह जीन तम्बाकू, कपास, टमाटर आदि में सफलतापूर्वक स्थानान्तरित कर लिया गया है।

(iii) गोल्डन चावल नामक ट्रांसजेनिक पादप में विटामिन ए प्रचुर मात्रा में होता है, साथ ही यह किस्म पीड़कनाशी भी है।

(iv) एक प्रकार के जीवाणु के जीन को निकालकर टमाटर के पकने की क्रिया को धीमा किया जा सकता है। यह जीन एथीलीन निर्माण के लिए उत्तरदायी है। इसकी कमी से टमाटर देरी से पकते है तथा लम्बे समय तक ताजे बने रहते हैं।

(v) आर्कटिक सागर की मछलियों के खून में पाई गई एन्टीफ्रीज प्रोटीनों के प्रयोग से पौधों पर सर्दी के मौसम के प्रभाव को (AEPs) कम किया जा सकता है। ऐसे एन्टीफ्रीज प्रोटीन तत्व बर्फीले पानी में रहती हुई ध्रुवीय मछलियों में पाया जाता है। तथा इस प्रक्रिया से ऐसे टमाटरों का उत्पादन प्रारम्भ हो गया है जिन पर सर्दी की वजह से बर्फ की पपड़ी नहीं जम सकती।

ट्रांसजैनिक जन्तु (Transgenic Animals)

जीन अभियांत्रिकी की सहायता से जन्तुओं में उपयोगी जीनों का प्रयोग नस्ल सुधार हेतु हुआ है। साथ ही विभिन्न रोगों के निदान हेतु प्रतिरोधिता विकसित हुई है। कुछ उदाहरण निम्नलिखित हैं –

(i) पराजीनी मूषक – मूषक पराजीनी जंतु के सभी अभिलक्षण पाये जाते हैं। वर्तमान में इसके अनेक आनुवांशिक स्टॉक उपलब्ध है। जीन स्थानान्तरण की विधियां सर्वप्रथम मूषकों पर ही प्रयोग द्वारा विकसित की जाती है।

(ii) पराजीनी खरगोश – चिकित्सीय महत्व के प्रोटीनों को पराजीनों द्वारा उत्पादन के लिए खरगोश का उपयोग किया जा रहा है। विभिन्न मानव जीनों को अलग–अलग प्रयोगों में पराजीनी खरगोश की स्तन ग्रन्थियों में अभिव्यक्त किया गया है और उनके उत्पाद दूध में से प्राप्त किये गये है, जैसे इटरल्यूकिन – 2, वृद्धि हार्मोन, ऊतक प्लाज्मोजन सक्रियक आदि।

(iii) पराजीनी भेड़ – कई मानव जीनों (रूधिर स्कंदन कारक – IX, α प्रतिट्रिप्सिन आदि) को प्रोटीन उत्पादन हेतु भेड़ों के स्तन ऊतकों में अभिव्यक्त किया गया है। साथ ही मानव वृद्धि हार्मोन जीन को मांस उत्पादन में सुधार के लिए भेड़ों में अभिव्यक्त किया गया है।

(iv) पराजीनी बकरी – अब तक मानव के कुछ जीन बकरी में स्थानान्तरित व अभिव्यक्त किये गये है। जैसे α–प्रतिट्रिप्सिन, प्रोटीन–C आदि।

(v) पराजीनी सूअर – सूअर के अंडों में काफी लिपिड पाया जाता है, जिससे नर पूर्व केन्द्रक (Male Pronucleus) को देख पाना कठिन होता है। सूअर अंडों का अपकेन्द्रण करने पर नर पूर्व केन्द्रक को देखने में आसानी होती है और इसमें DNA को सूक्ष्म इंजेक्ट किया जा सकता है। मांस उत्पादन में सुधार एवं अच्छे प्रोटीनों की प्राप्ति हेतु मानव जीनों को सूअरों में स्थानान्तरित किया गया है।

(iv) पराजीनी मछली – कार्प, रेनबो ट्राउट (Rainbow Trout) आदि कई मछलियों में जीन स्थानान्तरित किये गये हैं। रेनबो ट्राउट में वृद्धि हार्मोन जीन, कुक्कुट का b क्रिस्टलीय प्रोटीन (b-Crystalline Protein) जीन, शीत फ्लाउन्डर (Winter Flounder) का प्रतिहिमीकरण प्रोटीन जीन आदि स्थानान्तरित किये गये हैं।

अंडों के ट्रांस्फेक्शन के लिए DNA रचना को अंडों के कोशिका द्रव्य में सूक्ष्म इंजेक्ट या इलेक्ट्रोपोरेशन करते हैं इस प्रक्रिया के बाद जीवित बचे भ्रूणों से पराजीनी मछली प्राप्त होती है।

पराजीनी जंतुओं से जुड़े नैतिक मुद्दे (Ethical issues related to GMO's)

1. इन जंतुओं के शोध से जन्तुओं का अधिक कष्ट एवं यातना होती है। जबकि जंतु भी हमारी तरह जीवित और कष्ट / सुख के लिए संवेदनशील होते हैं।
2. प्रत्येक स्पीशीज एक अलग इकाई है और इस इकाई की पहचान को जीन स्थानान्तरणों द्वारा नष्ट नहीं करना चाहिए।
3. बहुत से लोगों का मानना है कि जंतुओं को भी मनुष्य के बराबर का दर्जा प्राप्त होना चाहिये।
4. कई लोगों का यह विचार है कि जंतुओं में मानव जीनों तथा जंतु जीनों के स्थानान्तरण से मनुष्यों की अद्वितीयता (मानवीयता) समाप्त हो जाएगी।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. अपशिष्ट जल का उपचार आरम्भिक, प्राथमिक, द्वितीयक एवं तृतीयक उपचार आदि चरणों में होता है।
2. सीवेज उपचार के दौरान सादित ठोस पदार्थों को आपंक कहते हैं।
3. ऐसे ठोस पदार्थ जिन्हें कचरे के रूप में फैंक दिया जाता है, ठोस अपशिष्ट कहलाते हैं।
4. जैविक अपशिष्टों को खाद में परिवर्तित करने की क्रिया को कम्पोस्टिंग कहते हैं। इसमें केंचुओं आदि जीवों की भूमिका के कारण वर्मीकम्पोस्ट कहलाता है।
5. ऐसे मानव निर्मित यौगिक जो सूक्ष्म जीवों द्वारा अनअपघटनीय होते हैं तथा पर्यावरण में लम्बे समय तक बने रहते हैं। जीनोबायोटिक्स कहलाते हैं।
6. समुद्र में तेल परिवहन पोतों के क्षतिग्रस्त होने के कारण कच्चा तेल समुद्र की सतह पर फैल जाता है जिसे ऑइल स्पिल कहते हैं।
7. उच्चतर एल्केनो के सल्फेट या सल्फोनेटों के सोडियम लवण अपमार्जक कहलाते हैं।
8. फसलों में पाये जाने वाले पीड़कों की संख्या का नियंत्रण बिना पौधों के विघटन समन्वित पीड़क प्रबन्धन कहलाता है।
9. ट्रांसजैनिक जीव वे जीव है जिसमें बाहरी जीनों को प्रवेश कराकर उन्हें रूपान्तरित कर दिया जाता है।
10. बी.टी. जीन बेसिलस थूरिजियेन्सिस नामक जीवाणु का जीन है जो क्राई प्रोटीन उत्पन्न करता है। यह कीट प्रतिरोधी होता है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न (Multiple Choice Questions)

1. अपशिष्ट जल में उपस्थित आपंक (Sludge) को सूक्ष्म जीवों की सहायता से उपचारित करते हैं। यह विधि है–
   (अ) वायवीय (ब) अवायवीय
   (स) विकल्पी वायवीय (द) कोई नहीं
2. CII अपशिष्ट में सम्मिलित है–
   (अ) व्यावसायिक अपशिष्ट
   (ब) औद्योगिक अपशिष्ट
   (स) संस्थागत अपशिष्ट
   (द) उपरोक्त सभी
3. निम्न में से कौनसा रेडियोधर्मी अपशिष्ट केंसर कारक है–
   (अ) स्ट्रांशियम–90 (ब) सोडियम–13
   (स) सीजीयम–137 (द) कोबाल्ट–60
4. जैविक अपशिष्ट पदार्थों को खाद में परिवर्तित करने की प्रक्रिया कहलाती है–
   (अ) कम्पोस्टिंग (ब) दहन
   (स) भूमिभरण (द) पुनर्चक्रण
5. हेलोकार्बन, बहुक्लोरीनीति हिफिनाइल आदि रासायनिक पदार्थ किसके उदाहरण है–
   (अ) खनिज पदार्थों के
   (ब) एन्जाइमों के
   (स) जीवेतर यौगिकों के
   (द) वायवीय अपघट्य पदार्थों के
6. निम्न में से ट्रांसजैनिक जीव का उदाहरण है–
   (अ) रेनबोट्राउट मछली (ब) Bt–कपास
   (स) गोल्डन चावल (द) उपरोक्त सभी
7. पौधों पर सर्दी के मौसम के प्रभाव को कम किया जा सकता है–
   (अ) AEPs प्रोटीन से (ब) a–प्रतिट्रिप्सिन से
   (स) Bt–जीन से (द) प्रोटीन–C से

अति लघूत्तरात्मक प्रश्न (Very Short Answered Questions)

1. अपशिष्ट जल क्या है?
2. आपंक किसे कहते हैं?
3. ठोस अपशिष्ट क्या है?
4. विघटनकारी अपशिष्ट कौनसे होते हैं?
5. जैवआवर्द्धन क्या है?
6. कम्पोस्ट क्या है?
7. भूमि भरण से क्या तात्पर्य है?
8. वर्मी कम्पोस्ट किसे कहते हैं?
9. जीनोबायोटिक्स क्या है?
10. तेल फैलाव से क्या समझते हैं?
11. अपमार्जक की परिभाषा दीजिए।
12. पीड़क क्या होते हैं?
13. पीड़कों के जैविक नियंत्रण की दो विधि लिखिए।
14. बहुशस्यन किसे कहते हैं?
15. ट्रांसजेनिक जन्तु के उदाहरण दीजिए।

लघूत्तरात्मक प्रश्न (Short Answered Questions)

1. औद्योगिक ठोस अपशिष्ट पदार्थों के स्रोत कौन–कौन से होते हैं ?
2. ट्रांसजेनिक जीव किन्हें कहते हैं ? उदाहरण दीजिए।
3. दुःसाध्य जीवेतर यौगिक क्या है ? समझाइये।
4. ठोस कचरे के निष्पादन की भूमि भरण विधि को समझाइये।
5. संक्षिप्त टिप्पणी लिखो–
   (अ) अपमार्जक (ब) तेल प्रदूषक

निबन्धात्मक प्रश्न

1. अपशिष्ट जल के अवायवीय उपचार की विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।
2. ठोस कचरा प्रबन्धन प्रक्रिया को विस्तार से सझाइये।
3. कम्पोस्ट बनाने की विधि के विभिन्न चरण समझाइये।
4. पीड़कों के नियन्त्रण की जोताई की विधियों को विस्तार से समझाइये।
5. ट्रांसजैनिक जीवों पर एक लेख लिखो।

उत्तरमाला: 1 (ब) 2 (द) 3 (स) 4 (अ) 5 (स) 6 (द) 7 (अ)