Dersin Adı:Çevre Biyoteknolojisi

Dersin Kodu: 400100710041

Seçmeli Ders

Dersi Veren Öğretim Üyesi : Prof Dr Münevver Arısoy

Açık Ders Notları

**1 Hafta: Biyoteknoloji ve ilgili Tanımlar**

Biyoteknoloji terimi ilk defa 1920 yılında İngiltere’nin Leeds kentinde ‘’Biyoteknoloji Bürosu’nun ‘’ çıkardığı bir bültende kullanılmıştır.

Biyoteknoloji; Biyolojik sistemlerin ya da organizmaların kullanılarak onlardan yaralanıldığı, istenilen biçimlere, ürünlere dönüştürüldüğü bilimsel teknikler, endüstriyel yöntemlerdir.

Biyoteknoloji günümüzde çok yaygın bir uygulama alanına sahiptir. Bunlar arasında biyoloji, veterinerlik, tıp, çevre, madencilik, eczacılık, enerji eldesi, kozmetik, gıda, sanayi, endüstri vb. bulunmaktadır.

Biyoteknoloji son yıllarda özellikle Batı Avrupa, ABD, Japonya’ da gelişen bir bilim dalı olarak yerini almıştır. Ekonomileri gelişmiş ülkelerde AR-GE programları geliştirilmiş, kamu kuruluşlarının yanında özel sektörler de biyoteknoloji araştırmaları için şimdiye kadar ayırmadığı büyüklükte bütçeler ayırmıştır.

Bugün bilim dünyasını en çok ilgilendiren konulardan birisi insan genetik haritalarının çıkarılması ve kalıtsal hastalıkların engellenmesidir. Tıp alanında E.coli’ye insülin üretimi için uygun gen bölgesi transfer edilmiş ve istenilen miktarda ekonomik insülin biyoteknoloji ile elde edilmiştir.

**Tarım alanında**; Bitkilerin genetik materyalinin bazı kısımlarının çıkarılarak ya da bazı parçaların takılması ile bakteri, mantar ya da virüslü hastalıklardan etkilenmeyecek bitki geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Bitkiler arasındaki ya da mikroorganizmalardan bitkilere yapılan genetik aktarım sonucunda bakteri, mantar ya da virüs hastalıklarına karşı sadece savunma olmayacak ayrıca bitkilerin veriminde artış, bitkilerin fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı da dirençlik sistemleri geliştirilebilinecek. Genetik manupilasyona uğratılmış bu bitkilere Transgenik Bitkiler denilmektedir.

**Hayvancılık alanında;** yapılan biyoteknoloji çalışmalarında rekombinant DNA tekniği kullanılmaktadır.

1970 yılına kadar biyoteknoloji daha çok mikroorganizmalar ve uygun substratların kullanılması sonucu elde edilen değişik metabolik ürünlerin elde edilmesi ile uğraşan bir bilim dalı idi. ( Bu metabolikler; enzim, vitamin, amino asit, organik asitler, tek hücre proteini vs.) 1970’lerden sonra ise genetik çalışmalar hız kazanmış ve çalışmalarda özellikle prokaryotik canlılar kullanılmıştır. Ökaryotik canlılarda yapılan çalışmalar ise bitki ve hayvan üzerinde başlatılmıştır.

Biyoteknoloji alanında yapılan yatırımların;

* %60’ı Gen Mühendisliği
* %30’u Hücre Biyolojisi
* %10’ nu Mikroorganizmaların endüstriyel uygulamalarında kullanılmaktadır

Gen mühendisliği, canlının genetik yapısının incelenip uygun gen ya da DNA parçalarının bir başka organizmaya aktarılıp sonra da çeşitli ürünlerin teknolojik olarak elde edilmesine yönelik çalışır.

Gen mühendisliği çalışmaları ile istenilen tip mikroorganizma ve bitkiler ile bunlardan fazla miktarda istenilen ürünler elde edilmektedir. Bunun için genelde protoplast füzyon yönteminden yararlanılmaktadır.

Tarım alanında ayrıca Rekombinant DNA Teknolojisi kullanılarak bazı genler saf olarak elde edilip istenilen hücre kromozomuna yerleştirilmektedir Bu bitkiyi hastalıklara karşı daha dirençli hale getirebildiği gibi (Örn; bitkiler fungal hastalıklara karşı çok duyarlıdır. *Salmonella sp* bakterisinin oluşturduğu toksinler ise funguslar üzerine etkilidirler. *Salmonella sp*  de bu toksini kodlayan gen bölgesi bitkiye takılırsa bitki fungal hastalıklara karşı direnç kazanmış olur.) bazı bitkilerin havanın serbest azotunu tespit edip toprağın azot bakımından zenginleşmesini ve bitkinin de bundan yararlanmasını sağlayıp ekonomik kazanç sağlamasına neden olur. Biyoteknoloji beslenme sorununa da çözüm bulmaya yönelik çalışmalar yapmaktadır. Hızla çoğalan dünya nüfusu karşısında özellikle protein gereksiniminin bilinen yöntemlerle karşılanması güçleşmiştir. Bunun için alternatif protein üretiminde mikrobiyal protein (biyoprotein, tek hücre proteini üretimi önem kazanmıştır.)

Biyolojik protein üretiminde başta mayalar, algler, funguslar ve bazı bakteriler gelmektedir. Beslenme de alternatif olarak kullanılmak üzere mikroorganizmalardan elde edilen THP ve bazı amino asitlerin yanında bazı biyovitaminler, organik asitler, enzimler, antibiyotikler biyoteknolojik olarak üretilebilmektedir.

**Çevre alanında;** artıkların değerlendirilmesinde ve atıkların giderilmesinde biyoteknolojik yöntemler kullanılmaktadır.

**BİYOTEKNOLOJİNİN DÜNYA’DAKİ VE TÜRKİYE’DEKİ DURUMU**

20.yy’ın son teknoloji devrimlerinden olan biyoteknoloji özellikle son 10 yıl içinde insan sağlığı, tarım, kimya mühendisliği, çevre koruma, gıda sanayiye kadar giden hemen her alanda varlığını gerek bilimsel çalışmalar gerek uygulamaya yönelik çalışmalarda kendini göstermiştir. ABD ve Japonya bilim ve teknolojideki gelişmelerine bağlı olarak da biyoteknoloji alanında en gelişmiş ülkeler arasındadır.

Birlemiş Milletler biri İtalya-Trieste’de diğeri Yeni Delhi’de olmak üzere 2 büyük Biyoteknoloji Merkezi kurmuştur. Bu araştırma merkezlerinin amacı; araştırıcıların eğitilmesi ve araştırma programlarına düzenlemesine yöneliktir.

Uzak Doğu ülkeleri içerisinde biyoteknoloji üretiminden en çok Japonya pay almaktadır.

Kuzey Batı Avrupa’da ise biyoteknolojik gelişmelere bağlı olarak mevcut kanun ve kuruluşlarda da gerekli düzenlemeler yapılmaktadır.

Biyoteknolojinin kalkınmamızda büyük bir potansiyel taşıdığı gerçeğinden yola çıkarak ülkemizde de ilk kez 1980’li yılların başında TÜBİTAK bünyesinde Enzim Teknolojisi İhtisas Komisyonu (1982) ,1984 ve daha sonra Biyoteknolojide Türkiye’nin önceliklerini saptamaya yönelik İhtisas Komisyonları kurulmuş ve biyoteknolojik araştırmalara yönelik politikaların belirlenmesindeki ön çalışmalar yapılmıştır.

1985’de TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu “Biyoteknoloji Alanında Geliştirme Politikası” başlıklı bir rapor hazırlayarak bu konuda bir politika önerisi sunmuşlardır.1988’de hazırlanan, 6. beş yıllık kalkınma planında ( DPT’nin desteği ile ) Biyoteknoloji ile ilgili üretim ve araştırma politikalarına geniş yer verilmiş ve biyoteknolojinin öncelikli alanlardan olduğu vurgulanmıştır.

Sonuç olarak; TÜBİTAK ve DPT biyoteknolojik kalkınma konusuna baştan beri destek vermektedir. Bunların dışında yine TÜBİTAK bünyesinde kurulan MAM (Marmara Araştırma Merkezi) ve bunların da dışında bazı araştırma geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Üniversitelere bakılınca; öncülüğü ODTÜ yapmıştır. 1989 yılında ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı Biyoteknoloji Anabilim Dalı açılmıştır. 1991 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’ne bağlı Biyoteknoloji ABD ’da yüksek lisans ve doktora programlarını başlatmıştır. Halen Bilkent, Akdeniz Üniversitelerinde benzer girişimler başlamış durumdadır. Bunların yanında Hacettepe Üniversitesi’de Fen Fak. Biyoloji Bölümü bünyesinde Biyoteknoloji ABD, Biyomühendislik yüksek lisans programı mevcuttur. Üniversiteler dışında biyoteknoloji alanında en büyük araştırmalar MAM’ da yapılmaktadır.

**BİYOTEKNOLOJİ’DE BİYOGÜVENLİK**

Biyoteknoloji uygun biçimde değerlendirdiğinde sayısız yararlar getirmesine rağmen güvenilir olamayan bazı sistem ve teknolojilerin kullanımı bu konudaki bazı mevzuat eksiklikleri gerek sağlık gerek çevre açısından olumsuz (maddi-manevi) sonuçlar doğurabilmektedir. Bu konuda Avrupa Birliği genetik olarak değişikliğe uğratılmış (klonlanmış) organizmaların çevre ve endüstriyel uygulamaları için önemli olan bazı kural ve kısasları belirlemektedir. Ayrıca OECD Bilim ve Teknoloji Politikaları Komitesi tarafından düzenlenen toplantılar ve yapılan çalışmalar sonucunda önerilen bir dizi kriter ve ilkelerle üye ülkelere rehberlik etmek üzere yayınlanmaktadır.

Biyoteknoloji Eğitim-Öğretim ve Araştırma Programları: Genellikle 3 grup altında toplanmaktadır.

1. Moleküler Biyoteknoloji
2. Endüstriyel Biyoteknoloji
3. Çevre Biyoteknolojisi

**2 Hafta: Çevre ve Çevre Kirliliği**

Ekoloji bir diğer kullanımı ile çevre bilimi; biyoloji biliminin organizmalar ve onların çevreleri ile olan ilişkilerini inceleyen bir dalıdır. Bu durumda ekoloji doğanın yapısını ve işleme biçimini inceleyen bir daldır.

İnsanların çevre faktörleri ile ilgilenmesi, tarih öncesine kadar gitmesine rağmen ekoloji terimi ilk defa Ernst Haeckel tarafından 1867 yılında önerilmiştir. Ekolojinin ayrı bir bilim dalı olarak kabulü ise 1900’lü yıllara uzanmaktadır.

Ekoloji; protoplazma-hücreler-dokular-organlar- sistemler-organizmalar-populasyonlar-kommüniteler-ekosistemler-biyosfer’den oluşan biyolojik spektrumun organizma ve bunun üstündeki düzeyi ile ilgilenir.

Çeşitli kommünitelere bağlı olarak ekosistemde canlı ve cansız madde alışverişine dayanan bir sistem mevcuttur. Güneş ışığı ekosistemlerin tümünün enerji kaynağıdır. Aynı zamanda güneş canlıların günlük ve mevsimlik ritimlerinin düzenlenmesinde önemli bir çevre faktörüdür.

Çevre sorunlarının nedeni; doğa ve insan arasındaki ilişkilerin, doğal döngülerin yani temel olarak ekolojik dengenin bozulmasına dayanır. Hızlı nüfus artışı, doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı ve sanayileşme gibi birçok faaliyetler ekolojik dengenin bozulmasına neden olmakta ve çevre sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Çevre sorunu ve çevre kirlenmesi denince hem insan faaliyetlerine bağlı olarak meydana gelen hava, su, toprak, radyasyon, gürültü kirliliği hem de asit yağmurları, erozyon ve iklim değişikliğine bağlı ekolojik sorunlar akla gelmektedir.

**Çevre özelliklerine göre çevre kirliliği tipleri:**

Çevre özelliklerine göre çevre kirliliği fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3’e ayrılır.

**1. Fiziksel Kirlenme:**

**2. Kimyasal Kirlenme:**

**3. Biyolojik Kirlenme:**

**Çevre unsurlarına göre çevre kirliliği tipleri:**

Çevre unsurlarına göre çevre kirliliği; hava, su, toprak, radyoaktivite, gürültü ve pestisit olmak üzere farklı gruplara ayrılır.

**3. Hafta: Su kirliliği**

Yeryüzündeki suların % 97’sini okyanus ve denizlerdeki tuzlu sular, % 3’ünü ise tatlı sular oluşturmaktadır. Tatlı suların kendini temizleme kapasitesinin deniz ve okyanuslara kıyasla düşük olması da göz önüne alınacak olursa temiz ve tatlı su kaynaklarını bulmak günümüz koşullarında zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeraltı sularının savurgan bir biçimde kullanılması, endüstri ve sulama bölgelerinde plansız açılan kuyular, bazı endüstri atıklarının arıtılmadan suya karışması veya toprağa verilmesi, toprak bitki örtüsünün korunmaması, azalması veya erozyon, su kaynaklarının azalmasına veya kullanılamamasına yol açmaktadır.

Su doğada sürekli bir döngü halindedir; buharlaşır, bulut olur, yağmur ve diğer yağış şekilleriyle yeryüzüne geri döner. Yağış sularının % 35-40’ı yüzeysel su olarak akar; toprak altına sızan ve geçirgen olmayan tabakalara ulaşan su, yeraltı sularını oluşturur. Yeraltı suları kaynak suyu olarak yeryüzüne dönerken, bu sulara kuyu ve artezyenlerle ulaşılabilir.

Su kirliliği denince; çeşitli yollardan suya karışan bazı maddelerle suyun özelliklerinin ve kalitesinin değişip canlılar için zararlı hale gelmesi anlaşılmaktadır.

Suyun kirlendikten sonra temizlenmesi çok zor olduğundan kirlilik kaynaklarının erken teşhis edilip önlem alınması yerinde olur. Kirliliğin giderilmesinde her bir kirletici için ayrı bir metot gerekebilir. Ağır metaller canlılar için en zararlı kirleticilerdendir. Doğada bu metallerin toksisitesi ortamın pH’sına, sıcaklığına, ve başka metallerin konsantrasyonuna göre değişebilmektedir.

**Temiz suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri**

**Su kirliliği kaynakları ve kirleticiler**

**Sanayi kuruluşları:**

**Evsel atıklar:**

**Tarımsal faaliyetler:**

**Deniz taşımacılığı ve deniz kazaları:**

**Asit yağmurları:**

**Nükleer enerji üretim santralleri:**

**Soğutma tesisleri:**

**Kirleticiler su ekosistemine verildiğinde neler olur?**

Su ekosistemi öncelikle bu kirleticiyi doğal olarak yıkmaya, yok etmeye çalışır. Doğal olarak yok edilemeyen (rekalsitrant) kirleticiler örn: ağır metaller bulunduğu yerin fiziksel ve kimyasal durumuna göre çevresindeki canlılar üzerinde zararlı etkilerini gösterir. Etkili konsantrasyonlarda canlıların ölümüne neden olabileceği gibi yıkıma uğratılamadığı durumda da en küçük canlıda birikmeye başlayıp besin zincirinin üst basamaklarına doğru birikerek bize ulaşır. Toksik, mutajenik veya kanserojenik etkilere sahip olabilen bu kirleticiler ulaştığı canlıda sonraki kuşaklara da geçebilecek şekilde zararlı etkilerini gösterir.

Su ekosisteminde doğal olarak yok edilebilen, kirleticiler ise örn: organik bileşikler, su ortamında kendini organik madde kaynağı olarak gören mikroorganizmalarca oksijenli koşullarda yıkıma uğrarlar. Okside organik bileşiklerin meydana geldiği bu olaya mineralizasyon denir. Bu olayı güneşin de varlığında alg üremesi takip eder ve sonuçta göl ekosisteminde ötrifikasyon, deniz ekosisteminde ise Red-tide denen olay meydana gelir. Bunların sonucunda balık kırılması adı verilen olayla karşı karşıya gelinir. Balık kırılmasına ana nedenler; alg üremesine bağlı olarak toksik madde birikimi, su viskozitesinin artması ve buna bağlı solunum ve hareketin zorlaşması ve anaerobik parçalanma sayılabilir. Anaerobik parçalanmada amonyak, metan, hidrojen sülfür gibi canlıların yaşamını olumsuz etkileyen yarı stabil (kalıcı) son ürünler meydana gelir.

İnsan ve hayvan dışkıları ile suya karışan patojen mikroorganizmalar tifo, kolera gibi bazı fekal oral yolla bulaşan bulaşıcı hastalıklara yol açabilir.

**Suların analizi**

**1. Fiziksel analiz:**

**2. Kimyasal analiz**

**3. Bakteriyolojik analiz**

Bakteriyolojik analiz genellikle koliform grubu bakterilerin varlığının gösterilmesini içerir. Sağlıklı ve temiz su; içinde hastalık yapıcı mikroorganizmaların bulunmadığı, sağlık için gerekli kimyasal maddelerin ve minerallerin istenen düzeyde ve dengeli biçimde bulunduğu sudur. Su, insan yaşamı için vazgeçilmezken, gereken özellikleri taşımadığında sağlığı tehdit eden bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Fekal koliform bakteriler içerisinde yer alan *Escherichia coli*, sularda kirlilik indikatörü olarak kullanılmaktadır. *E. coli* insan ve hayvanların barsak florasında bulunan bir bakteridir. *E. coli* genellikle patojen bir mikroorganizma olmamakla birlikte suda görülmesi, suya insan ve hayvan dışkısının karıştığını gösterdiği ve suyun yine dışkıda bulunan tifo, kolera gibi salgın hastalıklara yol açacak diğer etkenleri de bulundurabileceği ihtimalini taşıdığı için önemlidir. *E. coli* tayini için öncelikle tahmin ve doğrulama deneyleri yapılmalı, daha sonra da tespit edilen koliform bakterilerin insan kaynaklı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla da Eijkman testi yapılmalıdır.

**İçme suyunda bakılması gereken kriterler ve değerleri**

Aşağıda, EPA (ABD) tarafından kabul edilen ve uygulanan içme suyu kriterleri ve değerleri verilmiştir.

**Fiziksel Kriterler**

Bulanıklı 5 birim

Renk 15 birim

Koku 3 defa

**Bakteriyolojik Kriterler**

Koliform 1 koliform/100 ml

**Kimyasal Kriterler**

Arsenik 0.01 mg/l

Demir 0.3 mg/l

Çinko 5 mg/l

Bakır 1 mg/l

Klorür 250 mg/l

Sülfat 250 mg/l

Siyanür 1 mg/l

Fenoller 0.001 mg/l

Kurşun Hiç bulunmamalıdır. TSE maksimum 0.05 mg/l’ye izin vermektedir.

**4.Hafta: Su Arıtım Sistemleri**

**Suların arıtımı**

Toplum bireylerinin kullanımına sunulan suyun sağlığa zararlı olabilecek hiçbir etmeni bulundurmaması gerekir. Su arıtımında fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemler tek tek kullanılabileceği gibi, suya ve kullanılacağı yere göre bu yöntemlerin tümü de kullanılabilir. Fiziksel yöntemlerle suyun içerisindeki büyük, kaba partiküller bir takım filtrelerden geçirilerek sudan ayrılır. Kimyasal yöntemlerle su kimyasal maddeler kullanılarak, örneğin dezenfektanlar kullanılarak, arıtılır. Biyolojik yöntemlerle arıtım ise organik kirleticilerin mikroorganizmalar kullanılarak okside edilmesi esasına dayanarak yapılır.

1. **Birinci kademede arıtım:**

Fiziksel arıtım adı da verilen bu arıtımda, su içerisindekibüyük ve asılı partiküllerin çelik ızgaralardan geçirilerek veya kendi ağırlıkları ile çöktürülmesi ve sudan ayrılması hedef alınır.

**2. İkinci kademede arıtım:**

Biyolojik arıtım adı da verilen ikinci kademede arıtım, anaerobik olarak da yapılabilmekle beraber, daha çok havalandırmalı yani aerobik biyolojik arıtım süreçleri üzerine kurulmuştur. Biyolojik arıtımda yer alan oksidasyon havuzlarında, sulardaki organik kirleticilerin oksitlenmesi ve okside inorganik bileşiklere çevrilmesi hedef alınır. Biyolojik arıtımda, atık su içerisinde bulunan karbonhidrat, protein, üre, çeşitli tuzlar, bitki koruma ilaçları, sabun, deterjan v.b. kirleticiler belirli mikroorganizmalar tarafından % 90-95 oranında mineralize edilmiş olur. Bu işin gerçekleşebilmesinde özel oksidasyon tankları kullanılır. Gelen kirli su, aktif çamur veya sekonder çamur denen mikroorganizma topluluğu ile bir arada tutulur. Bu arada mikroorganizmaların organik kirleticileri okside edebilmeleri için olayın gerçekleştiği aerobik havuzların ya da tankların iyi bir şekilde havalandırılması gerekir. Biyolojik arıtımda oksidasyon (stabilizasyon) havuzları, havalandırmalı lagün sistemleri, aktif çamur sistemi, ve biyofilm kullanılan arıtım sistemleri (damlatmalı filtre, biyodisk reaktör v.b.) kullanılabilmektedir. Aktif çamuru oluşturan Z*oogloea*; *Zoogloea ramigera, Aerobacter aerogenes* ve *Corynebacterium leavaniforme, Sphaerotilus natans* ve *Beggiatoa* sp.türleri ile *Escherichia, Pseudomonas, Streptococcus, Micrococcus, Nitrosomonas,* *Nitrobacter* cinslerine ait bakteri türlerinden oluşur.. Oksidasyon havuzlarında bulunan mikroorganizmaların belli bir süre sonunda sayıları artar ve azalan azot ve fosforun da etkisi ile salgıladıkları ekstra sellüler polisakkaritlerle birbirleri ile bir araya gelip floklar oluştururlar. Floklar da aslında bir organik kirlilik olduğu için oluşan flokların çökmesi sağlandıktan sonra alıcı ortama verilmeleri daha uygun olacaktır. Flok çökmesi olayından sonra anaerob duruma gelen ortam için daha sonra katı ve yarı katı organik maddelerin temizlemesine yönelik olarak anaerobik arıtım tankları kullanılabilir. Anaerobik arıtımda yer alan mikroorganizmalar anaerob mikroorganizmalardır. Bu arıtım sonrasında kirlilik yok edildiği gibi ürün olarak da birtakım organik asitler, alkol ve enerji açısından oldukça zengin olan biyogaz yani metan gazı üretilebilir. Biyolojik arıtım sonucunda suyun BOİ değeri % 90 azalır.

**3. Üçüncü kademe arıtım:**

Üçüncü kademe arıtıma, ileri arıtım ya da tersiyer arıtım adı da verilmektedir. Bu arıtım daha çok gelişmiş ülkelerde kullanılmakta ve çoklukla kimyasal yöntemleri içermektedir. Fiziksel ve biyolojik arıtımdan çıkmış suyun BOİ değeri büyük oranda giderilmiş olmakla birlikte, içerisinde hala bir miktar organik ve inorganik maddeler bulunmaktadır. Daha çok aktif çamur kaynaklı süspansiyonlar, bu kademede kullanılacak elektrodializ ve ters osmozu zorlaştıracağı için öncelikle ortamdan uzaklaştırılır. Bu işlem için alüminyum sülfat (alum) kullanılır. Üçüncü kademeye gelen atık sularda az da olsa bulunabilen organik maddeler aktif karbon kullanılarak ya da kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılır. Atık sularda azotlu ve fosforlu bileşiklerin bulunması ötrifikasyona neden olacağı için ortamdan uzaklaştırılması istenir. Bunların dışında tersiyer arıtımda sodyum, potasyum, magnezyum, klor, sülfat gibi bazı iyonların da giderilmesi gerekir. Bunun için ters osmoz ve elektrodiyaliz metodları kullanılmaktadır.

**5.Hafta: Mikrobiyal Pestisitler**

İnsan, hayvan ve bitki sağlığını dış parazitlerden korumak ve aynı zamanda tarımda verimin ve ürünün kapasitesini artırmada zorunlu olarak kullanılan kimyasal maddeler genel olarak pestisit olarak tanımlanır. Pestisitler kullanım yerlerine göre,

* İnsektisitler (böceklere karşı)
* Herbisitler (yabancı otlara karşı)
* Fungusitler (funguslara karşı)
* Molusitler (yumuşakçalara karşı)
* Rodendisitler (kemiricilere karşı)
* Akarasitler (uyuz böcekler ve parazitlere karşı)

**Pestisitler;**

1. Klorlanmış Hidroklorik asitler (DDT, Siklodien, BHC)
2. Klorlanmış fenoksi asitler
3. Organofosfatlar
4. Karbonatlar
5. Pretroitlerr: Modern insektisitler içinde en hızlı gelişenidir.Purethırum denen bitkiden elde edilen Az kullanımda bile artan toksisitere sahip ancak oldukça artan maliyet ile üretiliyor. Bunun yanında bu insektisitlerin alıcılığı azalır toksisitleri artırır. Ayrıca memelilere karşı azalan tosisite gösterir.
6. Mikrobiyal insektisitler…

**Pestisitlerin İnsan Üzerine Etkisi**

* Akut eklem romatizması
* Kollojen doku hastalıkları Bakırlı Pestisitler
* Lösemi
* Tüm canlılar için tolere edilemez Civalı Pestisitler
* Karaciğerde birikir şiroza neden olur. Klorlu Hidrokarbonlu Pestisitler
* Depresyon, kas zayıflığı,
* Görme bozukluğu, his bozukluğu, Organik Fosforlu Pestisitler
* Konsantrasyon bozukluğu

**Kimyasal Pestisitlere Alternatifler**

1. Biyolojik Mücadele :
2. Dayanıklı Bitki Yetiştirmek :
3. Çekici (Cezbediciler) Genetik kontrol :
4. Hormon kullanımı Toksik, mutajenik ve kanserojenik özellikleri olan insektisitler besin zinciri boyunca bitkiler bunları yiyen hayvanlar ve insana doğru biyobirikim (biyomagnifiye) olmakta ve sonuçta zararlı etkilerini göstermektedir.

Kimyasal insektisitlerin bu zararlı etkilerinden dolayı biyoteknolojik çalışmalarda mikrobiyal insektisit üretimine önem verilmiştir. Mikrobiyal insektisit denince akla entomopatojen mikroorganizmalar gelmektedir.

1.500 adet (küf, virüs, bakteri, Prozoa) mikrobiyal insektisit olarak kullanılabilecek durumdadır. Mikrobiyal insektisit için bakteri ve virüs tercih edilmektedir.

Mikrobiyal insektisit denilince ilk akla gelen Entomopatojen mikroorganizmalardır.

**6 Hafta: Mikrobiyal İnsektisitlerin Biyoteknolojik Olarak Üretimi**

**Entomopatojen Mikroorganizmaların Özellikleri**

1.Canlılar üzerine toksik etkileri hiç olmamalı ya da çok düşük seviyede olmalı

2.Sadece spesifik böcek üzerine etkili olmalı.

3.Üretim teknolojileri mümkün ve sürekli olmalı.

**ENTOMOPATOJEN BAKTERİLER**

Mikrobiyal insektisit olarak kullanılan yaklaşık 100 tür entomopatojen bakteri bulunmaktadır. Ancak endüstriyel üretimi gerçekleştirilen bakteriler;

* *Bacillus thuringiensis*
* *Bacillus popiliae*
* *Bacillus moritai ‘*dir.

Entomopatojen bakteri olarak spor yapan bakteriler bulunmaktadır.

Entomopatojen bakteriler içerisindeki

*B.thuringiensis’* in ürettiği toksinler;B-toksin ( Biotox, Tokobacterin, ksybacillin, eksotoksin). Endotoksin (ticari adı; Agritol, bakthane vb. )

*B.popilliae’* nin ürettiği toksik maddeler; Doom ve Japademics

*B.moritai* ‘nin toksinleri; Rabirusu

Bu bakterilerin mikrobiyal insektisit olarak uygulanmasında; öncelikle bakteri ekonomik olan besiyerinde üretilir, çöktürülür. Toksin endotoksin ise bakteri hücre duvarı parçalandıktan sonra, toksin eğer ekzotoksin ise toksin süpernatantdan saf olarak elde edilir, paketlenir ve uygulanır.

**ENTOMOPATOJEN VİRÜSLER**

Bugüne kadar yaklaşık 600 virüsün biyoinsektisit olarak kullanılabi – leceği saptanmıştır. Ancak bunlardan;

Dendrolims virüsü (ticari adı: Matsakemin)

Leliothis virüsü ( tic. adı: biotrol VH2, Elcar, Virex, Viron/H )

Lymanteria virüsü ( tic. adı: Virin-ENSH ) ‘leri bu çalışmalarda daha çok kullanılmaktadır.

Entomopatojen virüslerin etkilerinin spesifik olması ve etkilerinin yüksek olması nedeniyle kullanım üstünlüğüne sahiptir. Ancak üretimlerinin zor olması (in vivo; hücre içi üretim) nedeniyle endüstriyel üretimi pahalı olmaktadır. Bu ise kullanımda bir dezavantaj oluşturmaktadır.

**ENTOMOPATOJEN FUNGUSLAR**

Entomopatojen fungusların tür sayısı yaklaşık 500’ dür. Entomopatojen fungusların etkileri entomopatojen virüsler gibi spesifik değildir. Yani birçok böcek üzerine etkili olabilmektedir.

Entomopatojen fungusların büyük çoğunluğu Phycomycetes ve Deuteromycetes sınıfında bulunmaktadır.

Entomopatojen fungusları etkilerini kimyasal maddeler ile kullanıldığında daha iyi etki gösterirler.

**ENTOMOPATOJEN PROZOA**

Entomopatojen protozoaların böceklere karşı etkileri hem az hem de çok stabil değildir. Şuana kadar 15 protozoa türü mikrobiyal insektisit olarak denenmiş ancak 5 türünden olumlu yanıt alınmıştır. Bunlardan;

*Nosema algerea*; sivrisinek kontrolünde

*Nosema trogoderma*; ürünlerin depolanması sırasında kullanımı uygun bulunmuştur.

**MİKROBİYAL İNSEKTİSİTLERİN BİYOTEKNOLOJİK ÜRETİMİ**

İki yöntemle gerçekleştirilir;

1. in-vitro üretim; bakteri ve fungusların üretimi için uygulanmaktadır.

Bakteriler için ( örn; *B. thuringiensis*) yarı katı ve derin kültrasyon

Funguslar için yüzeysel kültrasyon tercih edilir.

1. in-vivo üretim; virüs ve protozoalar için uygundur. İn-vitroya kıyasla daha pahalıdır.

**ENTOMOPATOJEN MİKROORGANİZMALARIN GÜVENİRLİĞİ**

Entomopatojen mikroorganizmalar enfeksiyona neden olma ve çoğalma özelliği göstermelerinden dolayı kullanımlarında güvenliğe dikkat edilmelidir. Bu organizmaların besin maddeleri üzerindeki kalıntıları ve yüksek canlılar üzerindeki toksik etkileri henüz tam olarak çalışılmamıştır. Bu durum bir risk faktörüdür. Bazı bilim adamlarının bu mikroorganizmaların zaten doğada bulunduklarından yola çıkarak tehlikeli olmadıklarını ifade etmelerine karşın, entomopatojen mikroorganizmaların insan ve çevre için risk oluşturma ihtimali mutlaka test edilmelidir.

**7 Hafta: Toprak Kirliliği ve Kimyasal Pestisitler**

Besin maddelerinin üretimi, tüketimi ve depolanmaları sırasında besin değerini bozan ve besinleri yok eden, zarar veren haşereleri, mikroorganizmaları ve diğer zararlıları yok etmek için kullanılan maddelere genel olarak pestisit denir. Pestisitler kullanıldıkları yerlere ya da etkili olduğu gruba göre isimlendirilirler. Buna göre;

Böceklere karşı kullanılanlar İnsektisit

Otlara karşı kullanılanlar Herbisit

Mantarlara karşı kullanılanlar Fungisit

Afitlere karşı kullanılanlar Afisit

Akarlara karşı kullanılanlar Akarisit

Alglere karşı kullanılanlar Algisit

Kemiricilere karşı kullanılanlar Rodentisit

Kuşlara karşı kullanılanlar Avisit

Nematodlara karşı kullanılanlar Nematosit

Yumuşakçalara karşı kullanılanlar Mollusid

gibi isimler alırlar.

İnsektisitler içinde en çok tanınanı olan DDT, 1874 yılında Othmar Zeidler tarafından bulunmuştur. 1939 yılında Paul Meuller insektisitlerle çalışırken DDT’nin değişik etkileri ile karşılaşmıştır. DDT’nin İkinci Dünya Savaşı’nda Amerikan ordusunda bit ve pireye karşı, 1943-1944 yıllarında İtalya’da ise tifüs salgınına karşı kullanılması salgın hastalıkların önlenmesinde maddeyi mucizevi hale getirmiştir. DDT bunların dışında uzun yıllar tifo, malarya, lekeli humma, kolera gibi salgın hastalıklara karşı da kullanılmıştır. DDT’nin hedef zararlılar dışındaki böcek, balarısı, balık, kuş, ve memelileri de olumsuz etkilemesi, toprakta uzun süre kalması ve besin zinciri yolu ile biyolojik yükseltgenmeye de bağlı olarak miktarının artarak canlılarda toplanması nedeni ile 1950’li yılların sonlarına doğru kullanım alanları ciddi bir şekilde sınırlanmaya başlanmıştır.

**Bazı Pestisitlerin Toprakta Kalış Süreleri**

**Pestisit Toprakta kalış süresi (yıl)**

Parathion 16

Aldrin 14

DDT 17

Endrin 14

Heptaklor 14

Lindan 14

Propazin 2-3

Simazin 2

Diuron 15

Monuran 3

Pestisitler kimyasal formüllerine göre;

**1. Klorlanmış hidrokarbonlar:**

**2. Klorlanmış fenoksi asitler:**

**3. Organofosfatlar: Karbamatlar:** En yeni pestistlerden olan karbamatlar, karbamik asidin organik esterleri veya tuzlarıdır. İnsektisit, fungusit bazıları da mollusit olarak kullanılmaktadır. Dayanıklılık açısından organofosfatlara benzeyen karbamatlar, hızlı bir şekilde yıkıma uğrar, organizmada birikme özelliği göstermez. Toksik etkileri çok farklı olan karbamatların canlı vücudundaki etkisi organofosfatlardaki gibi astilkolinesterazı deaktive ederek olur. Karbamatlar ayrıca, hücre bölünmesini durdurarak büyümeyi engeller ve hedef canlının ölmesine neden olarak da etkisini gösterebilir.

**5. Pretroitler:**

**Dirençlilik**

DDT'nin bulunmasından kısa bir zaman sonra sivrisinek karasinek ve bitleri tamamen ortadan kaldırılabileceği sanılmıştı. 1947 yılında İtalyan bilim adamları karasineğin, (*Musca domestica)*, DDT'ye dirençli olmaya başladığını bildirdiler. Zamanla çeşitli türlerin direnç kazanması ile ilgili bulguların sayısı arttı. 1948 yılında 12 böcek türü dirençlilik kazanmışken 1954 yılında 25, 1957 yılında 76, 1960 yılında 137, 1965 yılında 165, 1975 yılında 175, 1978 yılında 225, 1980 yılında 400 türün çeşitli ilaçlara dirençli olduğu bildiriliyordu. Ancak dirençli bireylerden oluşan ve geride kalan bu populasyonun, yeteneğini gelecek kuşaklara aktaracağı unutulmamalıdır.

**Birikim**

Biyositlerin besin zinciri içerisinde birikmelerine biyolojik yükseltilme/yükseltgenme denir.

Yırtıcı kuşların çeşitli türleri bir çok ülkede bu denli yüksek dozları besin zinciri yoluyla aldığı için, ya ortadan kalkmıştır, ya da kalkma tehlikesiyle karşı karşıyadır.

**8 Hafta: Arasınav**

**9 Hafta: Pestisitlerin Biyoteknolojik Yöntemlerle Giderimi ve Alternatif Yöntemler**

Pestisit birikiminin en fazla olduğu yer daha önce de belirtildiği gibi özellikle nötr yağ dokusudur. Örneğin klorlu pestisit miktarı yağ dokusunda karaciğer dokusundan 10 kat, dieldrin ise yağ dokuda kan dokuya oranla 156 kat daha fazla birikmektedir. Bu farklılık, organın ya da dokunun işleyişi ile ilgilidir. İnsan vücuduna en çok besin yolu ile giren pestisitlerin günlük alınan miktarı da bu yolla hesaplanabilir.

**Pestisitlerin İnsan Üzerine Etkisi**

**Bakırlı pestisitler**;

**Civalı pestisitler**

**Klorluhidrokarbonlu pestisitler**

**Organik fosforlu pestisitler**

**Pestisitlerin Etki Mekanizmaları ve Yapılan Deneysel Çalışmalar**

**Fiziksel etkisi olan pestisitler:**

**Protoplazma üzerine etkili pestisitler:**

**Sinir üzerine etkili pestitler:**

**Davranış bozukluğuna neden olan pestisitler:**

**Zararlı Mücadelesinde Kimyasal Kullanımına Alternatif Uygulamalar**

Çeşitli bitki hastalıkları, orman zararlıları, zararlı böcekler, yabancı otlar, sivrisinek, karasinek, hamam böceği, tahtakurusu, tatarcık, bit, pire, gibi vektörler ile bakteri, ve mantarlara karşı kimyasal mücadele programı dahilinde kullanılan kimyasal pestisitler yukarıda da değinildiği gibi çevre ve insan üzerine birtakım önemli zararlara neden olmakta bu yüzden son zamanlarda kimyasal pestisitlerin yerini alabilecek alternatifler araştırılmaktadır.

Kimyasal pestisitlerin yerini alabilecek başlıca alternatifler şunlardır:

**1. Biyolojik mücadele:**

**2. Dayanıklı bitki yetiştirmek:**

**3. Çekiciler (cezbediciler):**

**4. Genetik kontrol:**

1. **Hormon kullanımı:**

Zararlı Mücadelesinde Ekosistem Yönetimi

Bu mücadele yöntemini uygularken birçok farklı uygulamadan yararlanılabilir. Bu uygulamalar aşağıda başlıklar halinde verilmiştir:

1. Zararlı canlının biyolojik ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi
2. Kimyasal mücadelenin (pestisit kullanımı) azaltılması
3. Genetik kontrol
* Sterilizasyon
1. Sürdürülebilir alternatiflerin belirlenmesi ve uygulanması
2. Çevresel kontrol ölçümleri yapılması
* Ürün rotasyonu
* Heterokültür
* Tuzak ürünler ve alanlar oluşturulması
1. Doğal predatör, parazit ve hastalık etkenlerinin kullanılması.

**10. Hafta: Plastik Kirliliği**

Petrolden elde edilen plastikler(sentetik polimerler)’in üretimi her geçen yıl daha da artmaktadır. (Örn: 1980’lerde 61 milyon ton plastik üretilmişken 1990’larda bu rakam %30 artışla 140 milyon tona ulaşmıştır.) Üretilen bu plastik malzemenin çoğu kullanımdan sonra fonksiyonunu kaybetmekte ve plastik atık olarak çevre kirlenmesine yol açmaktadır. Petrolden elde edilen bu tür sentetik maddeler (polipropilen) toprakta uzun süreler parçalanamadan kalmaktadır. Bu nedenle biyolojik olarak parçalanabilen ve kirlilik oluşumuna engel olan polimerlerin (biyoplastik = mikrobiyal termoplastik) üretimi önem kazanmıştır.

Biyoplastiğin ham maddesi poly-β-hydroxybutyrate (PHB)’tır. PHB intraselüler bir depo maddesi olup granüller halinde mikroorganizma stoplazmasının farklı yerlerinde bulunur. PHB ortam koşulları sınırlandırıldığı zaman (örn: N, P, S, Mg, O sınırlaması durumlarında) sentezlenir. Sentezlenen PHB besin maddelerinin azaldığı durgunluk fazında yine mikroorganizma tarafından karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılır.

Mikroorganizmalar PHB dışında da bazı polimerleri biyoplastik olarak üretilirler. Örneğin;

3-hydroxy-2methylbutyrate(3H2MB)

3-hydroxy-2methyl-valerate(3H2MV)

Yine mikroorganizmaların ürettiği bazı biyopolimerlerdendir. Ancak biyoplastikler içinde endüstriyel üretimi en yaygın olan PHB’dir.

**Termoplastiklerin Özellikleri**

1. Polietilen’e oranla (sentetik elde edilen petrol’den yapılan plastik) biyoplastik’in 4 kat daha sert olduğu saptanmıştır. Bu durum paketlemede biyoplastik kullanımını olumlu etkilemektedir.
2. Biyoplastiklerin kaynama dereceleri daha yüksektir. (185oC)
3. Sentetik plastikler gibi şekil kazandırılarak değişik amaçlarla kullanılabilir.
4. Doğada parçalanan biyopalstik bitkilerin gelişimini olumlu etkiler. (Gübre görevi görür)
5. Biyopalstik toparakta mikroorganizmalar tarafından su ve CO2’e dönüştürürlür.
6. Biyoplastiklerin sentez ve parçalanmasındaki sürkülasyon çevre korunmasında çok önemlidir.

**11. Hafta: Mikrobiyal Plastiklerin Biyoteknolojik Üretimi**

**Biyoplastiğin Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar**

Mikroorganizmalar içinde bakterilerin diğerlerine oranla daha yüksek PHB sentezlediği saptanmıştır. Ayrıca, PHB sentezinin plazmit tarafından kontrol edildiği saptanmıştır. Biyoplastiklerin endüstriyel üretiminde birçok bakteri grubu kullanılmasına rağmen en çok tercih edilen bakteriler;

* Alcaligenes latus
* Alcaligenes euotrophous’tur.

 Endüstride Alcaligenes latus’un mutant tipleri kullanılmakta olup bu bakterinin ürettiği PHB miktarı bakteri kuru ağırlığının %80’inde daha fazladır. Ayrıca Alcaligenes latus’un kopolimer üretimleri de incelenmişlerdir. (R-3-hydroxybutirate 3HB ve 4-hydroxybutirate 4HB), 4 HB’nin gamma butirolakton’dan meydana geldiğini ancak ortamda sadece gamma-butirolakton olduğunda bakterinin üretemediğini ve polimer de üretemediğini saptamışlar. Ancak ortamda 3HB ve 4HB’nin olduğu durumda fruktoz şekeri ikisinin bakteri üretmesini stimüle ettiğini bulmuşlardır.

 Yapılan çaşlışmalarda Alcaligenes euotrophus bakterisinin de özellikle basit substratlarda artan miktarlarda PHB depoladığı (%80) ve bu nedenle endüstriyel üretimde daha fazla kullanıldığı saptanmıştır.

**Poli β Hidroksi Butirat (PHB) Üreten Diğer Mikroorganizmalar**

* Yapılan çalışmalarda Acinobacter cinsine dahil türlerin (RA 3757) fosfat, amonyum ve sülfat içeren ortamlarda sırasıyla %20, %7,8, %11,5 oranında PHB ürettiği saptanmıştır.
* Azospirillium brasilense türü ile yapılan çalışmalarda özellikle Oksijenin sınırlı tutulduğu C/N oranının yüksek tutulduğu durumlarda PHB üretiminin arttığı gözlenmiştir.
* Ancak yapılan çalışmalarda PHB üretiminde en fazla Alcaligenes türlerinde daha sonra Rhizobium türlerinde üretildiği saptanmıtır. Rhizobium türlerindeki PHB üretimi %55 oranında bulunmuştur.
* Bunların dışında toprak bakterilerinden Azotobacter ile de çalışmalar yapılmış yaklaşık %2,7 oranında PHB ürettiği bulunmuştur.
* Ancak Aeschynomene indica ile yapılan çalışmalarda bu organizmanın hiç PHB üretemediği bulunmuştur.
* Yapılan araştırmalar nodül oluşturan, azot fiske edebilen bakterilerin nitrogenaz aktivitesiyle PHB üretimi arasında ters bir ilişki olduğunu hidrogenaz enzimiyle ise doğru orantı olduğunu göstermektedir.
* Bunların dışında Bacillus cinsi sporlu bakterilerinde PHB ürettiği ancak sporulasyon döneminde PHB’yi ürettiği ancak sporulasyon döneminde PHB’yi karbon ve enerji kaynağı olarak kullanıldığı gözlenmiştir.
* Metan bakterileri de özellikle ortamda az miktarda (%0,5) metanol bulunduğu oluşumlarda %27 oranında PHB üretmektedirler.
* Fungusların ise PHB ürettiği ancak bunun oranının çok düşük olduğu fungusların en önemli görevinin toprakta PHB’yi parçalamak olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla funguslar PHB üretiminde endüstriyel olarak kullanılmamaktadır.

**Biyoplastiklerin Mikrobiyal Parçalanması**

Biyoplastikler (termoplastikler)’in toprakta parçalanma süresi 2 ay ile 2 yıl arasında değişmektedir. Biyoplastikler aerobik koşullarda CO2 ve H2O’ya anaerobik koşullarda ise CH4’a dönüşmektedir.

Biyoplastikler PHB depolimeraz enzimi ile yıkılmaktadır.

**Biyoplastk Üretiminde Kullanılan Substratlar**

Endüstriyel üretimde ucuz hammadde kullanımı esastır. Biyoplastik üretiminde kullanılan ya da en iyi ürünün elde edildiği substrat karbon kaynağı glukoz ve sakarozdur. Ancak üretimde tek karbonlu bileşik olarak metan metanol, iki karbonlu bileşik olarak asetikasit, etanol, dört karbonlu bileşik olarak bütirik asit kullanılmaktadır.

Mikroorganizmalar PHB’i (C4H6O2) değişik biyokimyasal yollarla sentezler.

Biyoplastikler genellikle Asetil CoA’nın 3 aşamalı reaksiyonu sonucu elde edilir.

**12. Hafta: Temiz Enerji Kaynakları**

Dünya nüfusunun hızla artması sonucunda enerji kaynakları azalmakta, mevcut kaynakların değeri artmakta ve yeni kaynak arayışı söz konusu olmaktadır. Ancak enerji kaynağı arayışında, enerji kaynaklarının ekolojik dengeyi bozmayan, çevre kirliliğine neden olmayan kaynakların seçimine özen gösterilmelidir. Günümüzde kullandığımız petrol, kömür gibi çevre kirliliğine neden olan enerji kaynaklarının yerini temiz enerjiler olarak adlandırılan rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, dalga enerjisi ve biyogaz yeni enerji kaynakları olarak yerini almaktadır.

Bir biyokütle enerjisi olan biyogaz, organik atıkların anaerobik ortamda metan bakterilerinin faaliyeti sonucu ortaya çıkardığı yanıcı bir gazdır. Açığa çıkan bu gaz organik maddenin yapısına göre değişmekle birlikte %60 oranında metan ve %40 oranında CO2 gazı içerir. Modern üretim süreçlerinde bu gazı saflaştıran donanımlar bulunmaktadır. Biyogaz üretiminde zaten mikrobiyal parçalanmayla doğaya karışacak organik maddenin anaerobik koşullarda parçalanması söz konusudur. Sonrasında işlemden arta kalan atık (organik) ise toprak için son derece önemli bir gübre olarak karşımıza çıkar. Bu gübre toprak için çok önemli olan azot ve fosfor gibi elementleri içerir. Biyogaz üretimi sırasında santrifüj ile ayrılan suyun dörtte üçü seracılıkta kullanıldığında bitkisel üretim veriminin önemli ölçüde arttığı, örneğin mısır tarımında gübrenin sulu olarak kullanımının verimi en az %15 arttığı saptanmıştır. Biyogaz üretimi sonrasında elde edilen ahır gübresinin normal koşullarda saklanarak fermente ettirilen ahır gübresinden daha üstün nitelikte olduğu saptanmıştır.

**13. Hafta: Biyogaz Üretimi:** Biyogaz üretimi organik maddelerden anaerobik yıkım sonucu metan (CH4) ve karbondioksit (CO2) oluşturma sistemine dayanır. Burada kullanılan organik madde hayvanların gübreleridir. Anaerobik yıkım için bakterilerin bu gübre üzerinde yeterli tutunma yüzeylerini bulması gerekir. Kısacası gübre partikülleri olabildiğince küçültmek ve bakterilerin ihtiyaç duyduğu yüzey alanlarını genişletmek gerekmektedir. Sığır ve kanatlı hayvan gübrelerinde bu durum pek sorun olmaz ancak koyun ve keçi gübrelerinin anaerobik yıkım tanklarına (çukurların) alınmadan önce parçalama yapma gerekebilir.

Biyogaz üretiminde; üretiminde ahırdan çıkan gübre, önce gübre çukuruna aktarılır. Buradan da sindirimin olduğu bölmeye aktarılır. Metan üretiminin olduğu bu bölümde 2 ayrı sıcaklıkta tutularak 2 ayrı grup mikroorganizmanın faaliyet göstermesi sağlanabilir. Sıcaklık 37oC tutulursa bu mezofilik bakterinin optimum çalışmasını sağlar, 55oC tutulursa da termofil bakterilerce sindirim gerçekleştirilmiş olur. 55oC sindirim daha kısa sürede olmasına rağmen ısıtma enerjisi ihtiyacı fazla olmaktadır. 37oC’de de ısıtma enerjisi miktar daha az olduğu için sindirim daha uzun sürede gerçekleşmesi de tercih edilir. Ancak 37oC-55oC arasındaki sıcaklıklarda üretim aritmetik olarak artmaktadır. Yani 37oC üretim 10 birim, 55oC üretim 20 birim iken 43oC 3 birim olabilmektedir.

pH: Sindirim sırasında ortam pH’sının ~7.0-7.6 arasında olması gerekmektedir. Diğer şartlar sağlandığında bu kendiliğinden oluşmaktadır.

Ayrıca iyi bir sindirimin olabilmesi için;

* Ortamdaki organik asit konsantrasyonunun (sirke asiti cinsinden) 500-1500mg/lt olması
* Ortamda kesinlikle oksijen olmamalıdır
* Anaerobik fermentasyonun gelişmesi için, ışığında bulunduğu CO2’li ortamda, Oksijen üreten klorofilli canlıların bulunmaması gerekir.
* Asgari su miktarı %50 olmalıdır. Verimli bir üretim için ise su miktarı %88 olmalıdır.
* Ortamdaki S miktarı en az 200mg/lt olmalıdır.
* Karbon dengesinin optimuma yakın olması gerekir.

(Optimum C dengesi=$\frac{organik C}{Organik madde}$ = 0.53)

Şartlar sağlandığında üretim sonu elde edilen biyogaz verimide yüksektir. Oluşan gaz tesisin üstüne kurulan gaz deposundan rahatlıkla alınır. Ancak gazı fanlarla olmak emin bir yol olabilir.

Görüldüğü gibi biyokütle yüksek oranda enerji içermektedir. Oysa biyogaz araçlarda bile yakıt olarak kullanılabilmektedir. Biyogaz üretimi için hazırlanan çukurlarda öncelikle aerobik mikroorganizmaların ortamdaki oksijeni bitirmesi hedeflenir. Metan oluşumu 3 aşamada meydana gelir.

İlk aşamada → Organik polimerler yapı taşlarına (amino asit, monosakkarit, yağ asitleri, glisin) yıkılır.

İkinci aşamada → Anaerobik fermantasyon sonucunda bu yapı taşları uçucu yağ asitleri ve (kaproik asit, asetik asit, bütinkasit, propiyonlu asit) etanole döner. Ayrıca CO2 ve H meydana gelir. (Asidifikasyon aşaması)

Üçüncü aşamada → Asit ve etanolden metan gazı meydana gelir.

2 mol Et.OH’dan → 3 mol CH4’dır.

Metan oluşumunda yer alan bakteriler; Methanoloccterium, Methanobacilliy, Methanococcus, Methanosaraina’dır.

**Hidrojen Biyogazı Üretimi**

 Biyogaz olarak Hidrojen gazı fotosentetik ve nonfotosentetik bazı bakteri ve algler tarafından anaerobik koşullarda artan oranda üretilir. Bu gaz yanma sırasında diğer yakıtlar gibi hava kirliliği yaratması ve ısı miktarının/enerji miktarının artmış olması nedeniyle tercih edilir.

Enerji kaynağı Eneri Miktarı

Hidrojen H2 → 28,6

Methan CH4 → 12,0

Gazolin C8H18 → 10,6

Etanol C2H5OH → 6,4

Metanol CH3OH → 4,8

Amonyak NH3 → 4,4

Hidraliz N2H4 → 4,0

Hidrojen gazı iki şekilde üretilir.

1. Sudan Termokimyasal

Radyolojik yöntem

Elektrokimyasal

1. Biyoteknolojik Yöntem

Hidrojen üretim mekanizması bakterinin türüne ve metabolizmasına göre farklılık oluşturur.

Hidrojen gazı üretimi bazı koliform ve clostridum türlerinde, CH metabolizması sonucunda oluşan pürivat’ın formik asit ve CO2’e dönüşmesi sırasında olur.

**14. Hafta: Katı Çevre Kirleticileri**

Toplumun gelişmişlik durumuna göre bir insanın meydana getirdiği katı atık günde 20 kg’a kadar çıkabilir. Bu atığın yaklaşık 2 kg kadarı biyolojik ihtiyaçlardan açığa çıkmaktadır. Katı atıklara uygulanan işlemler 4 aşamadan geçmektedir. Bu basamaklar:

**1. Kaynakla mücadele**

**2. Toplama**

**3. Boşaltma**

**4. Geri kazanma:** Geri kazanmanın zorlukları atıkların toplanmasından başlar; ayrılması, temizlenmesi, işlenmesi ve tüketiciye satılmasına kadar devam eder. Geri kazanılması üzerinde çalışılan maddeler:

1. Kağıt geri kazanımı

2. Cam geri kazanımı:

3. Metal geri kazanımı:

4. Organik madde geri kazanımı:

**15. Hafta:Katı Atıkların Biyoteknolojik Yöntemlerle Yok Edilmesinde Biyolojik Sistemler ve Önemi**

**Katı Atıkların Yok Edilmesinde Mikroorganizmaların Önemi**

Katı atıkların yararlı bir şekle dönüştürülmesinde yani kompostlamada, atık su arıtımında da olduğu gibi alg, protozoa, bakteri, küf mantarları ve aktinomiset grubunun yer aldığı ve Zooglea olarak tanımlanan mikroorganizma topluluğu görev alır.

**Aerob Parçalanma (yıkım):** Aerob mikroorga-nizmalar, oksijenli koşullarda organik bileşikleri tam olarak parçaladıklarında sonuçta CO2, H2O ve yüksek miktarda enerji açığa çıkmaktadır (mineralizasyon

**Anaerob Parçalanma (kokuşma):** Anaerob mikroorganizmalar oksijensiz koşullarda organik bileşikleri parçaladıklarında elde edilen enerji oldukça azdır. Anaerobik parçalanma sonunda oluşan asitler, metan, H2S, NH3, aminler, kokulu bileşikler olduğundan ve bu parçalanma da tam bir parçalanma olmadığı için atıkların oksijensiz koşullarda parçalanması pek istenmez.

Organik atıkların parçalanması sırasında açığa çıkan enerjinin bir kısmı mikroorganizmalarınn faaliyetleri sırasında kullanılmakta bir kısmı da dışarı verilmektedir. Aerobik koşullarda açığa çıkan enerji çok fazla olduğundan aerobik parçalanmanın olduğu ortamın sıcaklığı 70-80˚C’ye çıkar. Anaerobik parçalanmanın olduğu yerlerde ise çıkan enerji az olduğundan ortamın sıcaklığı ancak 40-50˚C’ye çıkabilmektedir. Atıkların parçalandığı yerlerdeki bu şekildeki sıcaklık artışına kendi kendine ısınma adı verilir.

**Kompost Sürecinde Etkili Olan Mikroorganizmalar**

Kompostlamanın başlangıcında ortamda bulunan protozoa, alg, bakteri, aktinomiset, ve küf mantarları, sıcaklığın zaman içinde artışına bağlı olarak yerini bakteri, aktinomiset ve küf mantarlarına bırakır. Kompostlamada kendi kendine ısınma üç aşamada olur ve her aşamadaki mikroorganizma topluluğu farklıdır.

**1. Birinci Aşama:** Sıcaklık bu aşamada 45-50˚C’ye çıkmaktadır. Bu aşamada optimum üreme sıcaklığı 40˚C olan sporlu yada sporsuz olan mezofil bakteriler ve küfler hızlı bir şekilde çoğalmaktadır.

**2. İkinci Aşama:** Bu aşamaya termofil safha da denir. Bu aşamada gerek sıcaklığın etkisiyle gerekse bazı *Streptomyces,* küf mantarı ve *Bacillus* türlerinin ürettikleri antibiyotiklerin etkisiyle kompostlama sırasında atıklarda patojen mikroorganizma kalmamakta ve kompostlar sağlık yönünden zararsız hale gelmektedir.

1. **Üçüncü Aşama:** Bu aşama soğuma aşamasıdır. çevre kirlenmesine neden olan katı atıklar, organik madde bakımından zengin, su tutma kapasitesi yüksek, bitki besin maddeleri içeren ve tarımın her alanında kullanılabilen organik gübre haline dönüşmüş olur.

**16. Hafta: Final**