**6. BİYOLOJİK NUTRİENT GİDERİMİ**

 Atık su çıkışındaki azot ve fosforların da giderimi gerekir. Giderim aşağıdaki şekillerde yapılır:

 **1.** Fosfor giderimsiz azot giderimi

 **2.** Azot ve fosfor giderimi

 **3.** Nitrifikasyonlu ve nitrifikasyonsuz fosfor giderimi

 **4.** Mevsimlik azot giderimiyle birlikte yıl boyunca (year-round) fosfor giderimi

**6.1. Azot giderimi**

 Azot atık sularda değişik şekillerde bulunur ve atık su arıtımı sırasında çeşitli dönüşümlere uğrar.

Organik Azot

(proteinler, üre)

Amonyak azotu

Organik Azot

(bakteri hücreleri)

Organik Azot

(net üreme)

Bakteriyel bozunma

ve hidroliz

Nitrit ( NO2-)

Nitrat ( NO3-)

Azot gazı (N2)

Lisiz ve otooksidasyon

O2

O2

Organik karbon

N

İ

T

R

İ

F

İ

K

A

S

Y

O

N

Amonyak azotunun giderimi için iki proses kullanılır:

**1. Asimilasyon (özümleme, sindirme):** Azot bir nutrient olduğu için arıtımdaki mikroorganizmalar azotu asimile ederek (yani sindirerek) bünyelerine katarlar. Bu azotun bir kısmı atık suya hücrelerin ölümü ve lisizi sonucu geri döner.

**2.** **Nitrifikasyon-denitrifikasyon:** Amonyak önce nitrit sonra nitrata daha sonra da azot gazına dönüşür.

**6.1.1. Biyolojik Nitrifikasyon**

 Nitrifikasyon, nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesinin ilk adımıdır.

***Proses tanımı:***

*Nitrosomonas* bakterisi, bir dizi seri tepkime sonucu, amonyağı nitrite dönüştür.

*Nitrosomonas*

55 NH4+ + 76 O2 + 109 HCO3- C5H7O2N + 54 NO2- + 57 H2O + 104 H2CO3

*Nitrobakter* ise, nitriti nitrata dönüştürür.

*Nitrobakter*

400 NO2- + NH4+ + 4 H2CO3 + HCO3- + 195 O2  C5H7O2N + 3 H2O + 400 NO3-

 Tepkimeler incelenirse, 1 mg amonyak azotunun nitrat azotuna dönüşümü için 4.3 mg O2 gerekli olduğu görülür. 8.64 mg bikarbonat anyonu ( HCO3-) da kullanılır. Nitrifikasyon prosesi, azot giderimini tam olarak gerçekleştirmez. Ancak oksijen gereksinim basamağını elimine eder.

 Nitrifikasyon bakterileri birçok inhibitöre duyarlı bakterilerdir. Amonyak ve nitroz asitin yüksek derişimleri inhibitördür; pH etkisi de önemlidir. pH=7.5-8.6 aralığı uygundur. O2 derişimi önemlidir; ortamdaki çözünmüş O2 derişimi 1 mg/L’ nin altında ise, oksijen kısıtlayıcı bileşen olur ve nitrifikasyon yavaşlar.

***Proses uygulaması:***

Nitrifikasyon prosesleri ,

1. Asılı çoğalan (suspended growth)
2. Bağlanarak çoğalan (attached growth) olmak üzere ikiye ayrılır.

**Asılı çoğalan** arıtım proseslerinde nitrifikasyon, karbonlu madde giderimi ile aynı biyoreaktörde veya konvansiyonel aktif çamur prosesini takip eden ikinci bir reaktörde yapılabilir. Oksidasyon için hava veya saf oksijen kullanılır. Karbonlu madde giderimi ve nitrifikasyon aynı reaktörde yapılırsa, buna “tek kademeli nitrifikasyon” denir. Nitrifikasyon ayrı yapıldığında, aynen aktif çamur prosesindeki gibi bir reaktör ve çöktürme tankı içerir.

 **Bağlanarak çoğalan** proseslerde, asılı çoğalan proseslerde olduğu gibi tek kademeli veya ayrı reaktörlerde gerçekleştirilir. Damlatmalı filtreler, dolgulu kuleler nitrifikasyon amacıyla da kullanılır. Nitrifikasyon, karbon oksidasyonu ile aynı reaktörde gerçekleştiğinde biyolojik filmler nitrifikasyon reaktörlerine göre daha kalındır.

**6.1.2. Biyolojik Denitrifikasyon**

Denitrifikasyon, azot gideriminin ikinci basamağıdır.

***Proses tanımı:***

Temel biyokimyasal yolizi anoksiktir, yani oksijenin olmadığı ortamda nitrat azotunu biyolojik olarak azot gazına çeviren prosestir (anoksik denitrifikasyon).

Bu proseste kullanılan mikroorganizmalar:

*- Achromobacter - Flavobacterium - Bacillus*

*- Aerobacter - Lactobacilus - Brevibacterium*

*- Alcaligenes - Micrococcus - Proteus*

*- Pseudomonas - Spirillum*

Bu mikroorganizmalar şu tepkimeleri gerçekleştirir:

NO3- NO2- NO N2O N2

uygun pH aralığı 7-8 ve sıcaklık etkilidir.

***Proses uygulaması:***

**1.** Asılı çoğalan (suspended growth):

**2.** Bağlanarak çoğalan (attached growth)

**Asılı çoğalan** arıtım prosesleri, piston akışlı reaktörlerde gerçekleştirilebilir. Anaerobik bakteriler enerjilerini, nitratın azot gazına dönüşüm tepkimesinden sağlarlar; ancak hücre sentezi için karbon kaynağına ihtiyaçları vardır. Nitrifikasyona uğrayan atıkta karbonlu madde az olduğu için ilave karbon kaynağı eklemek gerekir. Bazı biyolojik denitrifikasyon sistemlerinde atık su veya hücre dokularından karbon ihtiyacı giderilir.

Gerektiği zaman metanol karbon kaynağı olarak kullanılır. N2 gazı çıkışı olduğu için mikroorganizmalar çökmez. Daha sonra durultucuya ihtiyaç vardır.

**Bağlanarak çoğalan** proseslerde (fixed film) denitrifikasyon, bakterilerin üzerine tutunduğu taş veya sentetik parçacıklar içeren kolon tipi bir reaktörde gerçekleşir. Durultucuya ihtiyaç olabilir veya olmayabilir. Kolon, hava veya su ile yıkanarak periyodik olarak temizlenir. İlave karbon kaynağı genellikle kullanılır. Kolonda akış genellikle yukarıdan aşağıyadır; fakat yukarı akışlı sistemler de kullanılır.

**6.2. Fosfor giderimi**

 Atık sularda fosfor, ortofosfat (PO4-3), polifosfat (P2O7) ve organik olarak bağlı fosfor olarak bulunur. Son iki bileşen girişteki miktarın % 70’ini oluşturur. Mikroorganizmalar fosforu hücre sentezi ve enerji taşınımı sırasında kullanırlar. Sonuç olarak girişteki fosforun % 10-30’u ikincil biyolojik işlemler sırasında giderilir. Çıkışta düşük fosfor derişimi sağlamak için ilave giderim gerekir. Havalı (anaerobik) koşullarda mikroorganizmaların daha fazla fosfora ihtiyaçları vardır. Anoksik koşullarda ise, hücrelerden fosfor bırakılır. Biyolojik fosfor giderimi reaktörde uygun koşullar yaratarak başarılabilir.

***Proses tanımı:***

*Acinetobacter* fosfor gideriminden sorumlu önemli bir bakteridir. Atık sudaki uçucu yağ asitleri (VFAs; Volatile Fatty Acids) substrat olarak havasız ortamda kullanılır ve fosfor açığa çıkar. İkinci aşamada, havalı koşulda mikroorganizma normalin üstünde fosfor kullanır. Fosfor, sadece hücrenin sentezi, enerji taşınımı ve yaşamını devam ettirmesi için harcanmaz; ayrıca depo da edilir. Aşırı fosfor içeren mikroorganizma çamuru uzaklaştırılır. Biyolojik fosfor giderimi, reaktör içinde havasız ve havalı koşullarda yapılır.

Azot ve fosfor giderimi birlikte yapılabilir.