

# **INGURUGIRO TEKNOLOGIA**

Luis M. Camarero Estela

M. Arritokieta Ortuzar Irigorri

Natalia Villota Salazar

# **14. EFLUENTE LIKIDOEN TRATAMENDURAKO PROZESUAK: BIOLOGIKO ANAEROBIOAK ETA ELIKAGAI DEUSEZTAPENA**

## **14.1. METABOLISMO ANAEROBIOA ETA PROZEDURAREN PARAMETROAK**

## **14.2. BIOMASA SUSPENTSIOAN DUTEN TRATAMENDU ANAEROBIOKO SISTEMAK**

14.2.1. DIGESTIO ANAEROBIO ARRUNTA

14.2.2. KONTAKTUKO ANAEROBIKO PROZESUA

14.2.3. UASB

## **14.3. BIOMASA FINKOA DUTEN TRATAMENFU AEROBIOKO SISTEMAK**

14.3.1. OHANTZE FINKOAK

14.3.2. FLUIDIZATUTAKO OHANTZEAK

14.3.3. DIGESTIO ANAEROBIOA BI FASETAN

## **14.4. TRATAMENDU BIOLOGIKO SISTEMEN KONPARAKETA**

## **14.5. ELIKAGAIEN EZABATZE BIOLOGIKOA**

14.5.1. NITROGENOAREN EZABATZEA

14.5.2. FOSFOROAREN EZABATZEA

# 14.1. METABOLISMO ANAEROBIOA ETA PROZEDURAREN PARAMETROAK

## PROZEDURA BIOLOGIKO ANAEROBIOAK

**O<sub>2</sub>-rik ez dagoela** bakteria anaerobikoek **biodegradagarri den materia organikoa** desegiten dute

### Produktuak:

- CH<sub>4</sub>, eta CO<sub>2</sub>
- SH<sub>2</sub> eta NH<sub>3</sub> kantitate txikiak

### Abantailak

- Tratamendua aerobioan baino, urek karga organikoa handiagoa izan dezakete
- ↓ Lokatz ekoizpena
- Aprobetxagarria den CH<sub>4</sub> ekoizten du (0,35 Nm<sup>3</sup>/kg OEK kenduta)
- Aireztapen energia aurrezten du

### Desabantailak

• ↑ t<sub>egote</sub> ( ↑ V erreaktore)

• Ingurumen tenperatura baino tenperatura handiagotan jarduten da → Beroketa gehigarria

# MATERIA ORGANIKOAREN DIGESTIO ANAEROBIAREN ETAPAK

## LEHEN HIDROLISIA

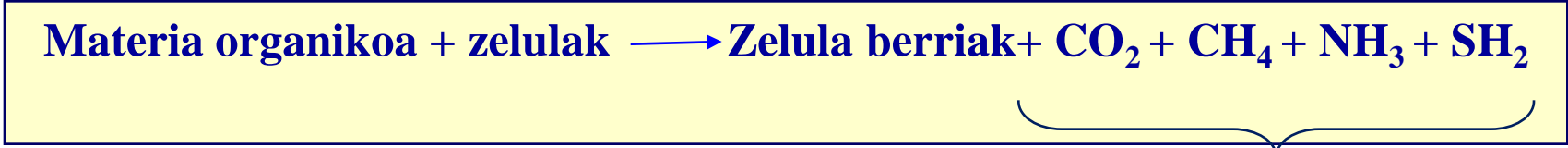
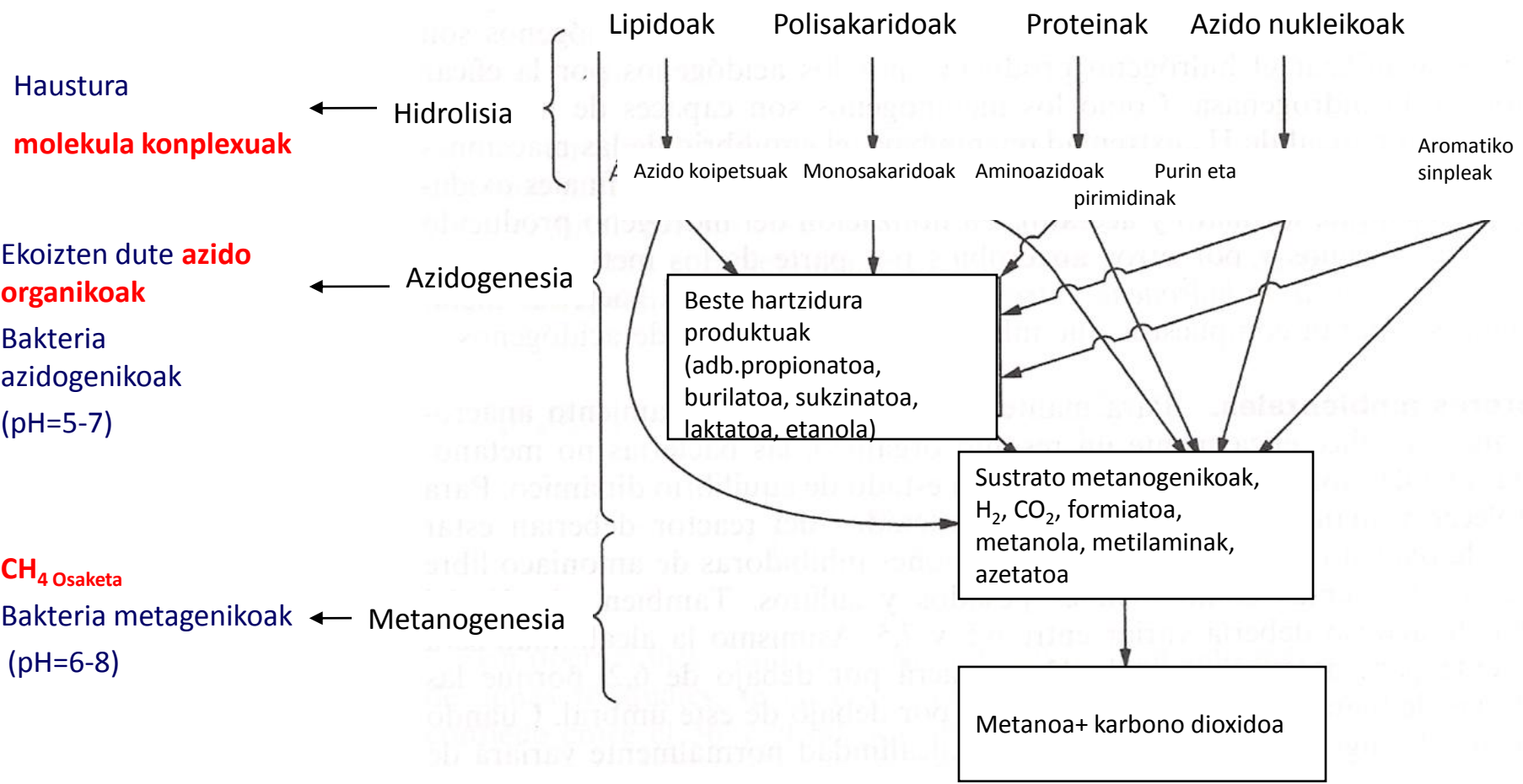
- MOLEKULA HANDI ETA KONPLEXUAK MOLEKULA TXIKIAGOETAN ETETERA MIKROORGANISMOEK HORRELA METABOLIZATU AHAL DITZATEN
- ZELULA KANPOKO ENTZIMAK

## BIGARREN AZIDOGENESIA

- HIDROLISIAREN PRODUKTUAK  $\Rightarrow$  AZIDO ORGANIKOAK,  $H_2$ ,  $CO_2$
- BAKTERIA AZIDOGENIKOEN PH = 5,0-7,0 ARTEAN OPERATZEN DUTE

## HIRUGARREN METANOGENESIA

- AZIDOGENESI PRODUKTUAK  $\Rightarrow$   $CH_4$
- BAKTERIA METANOGENIKOAK: ANAEROBIO ZORROTZAK
  - JARDUERA PH= 6.0-8.0 TARTETIK KANPO UZKURTZEN DA
  - AURREKO ETAPAK BAINO PROZESU GELDOAGOA (ETAPA MUGATZAILEA)



**BIOGAS - BIOGASA**

# INGURUMEN PARAMETROAK

## pH-AREN KONTROLA

**BAKTERIA AZIDOGENIKOAK** GARATU daitezzen (pH=5-7) eta metagenikoak (pH=6-8)

## TENPERATURA

**T MESOFILOAK** (T=30-40°C) edo **T TERMOFILOAK** (T=50-60°C)

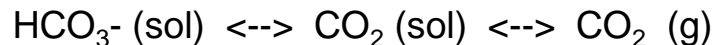
**BEROKETA** behar du

**AZIDOTASUN HEGAZKORRA**  $HA + NaHCO_3 \rightarrow NaA + H_2O + CO_2$

↑ **[AZIDO ORGANIKOAK]** prozesua oker doala adierazten du: ez da metanogenesia ematen ari

**CO<sub>2</sub> ASKATZEN** du eta **BIOGASEAN PROPORZIOA** handia da

## ALKALINITATEA



**[KARBONATO]** ata **[BIKARBONATO]** NAHIKO (>1000 ppm) pHa TARTE EGOKIAN mantentzeko

pH <6,0 bakteri metanogenikoak inibitzen dituzte

# DISEINU ETA LAN PARAMETROAK

**HASIERAKO INOKULAZIOA** eta **ABIATZEKO FASEA**  
**BAKTERIA ANAEROBIOAK OSO GELDIRO HAZTEN DIRA**

↑ **[HASIERAKO]** eta **MOLDATZE EPE LUZEAK** behar ditu (hilabeteak)

## ELIKAGAIK

Tratamendu aerobioa baino **N eta P behar txikiagoak** ( $OEB_5:N:P = 100:0,5:0,1$ )

## EGOTE DENBORA

Tratamendu aerobioa baino  $t_{egote}$  handiagoak  $\Rightarrow$  **ERREAKTOREAREN TAMAINA HANDIAGO**

## BIOGASAREN EKOIZPENA ETA KONPOSIZIOA

Teorikoki  $0,35 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4$ / ezabatutako OEK ekoizten du

**Osatutako BIOGASA :**

**CO<sub>2</sub>** (30-40%)

**CH<sub>4</sub>** (60-70%)

**SH<sub>2</sub> eta NH<sub>3</sub>** kantitate txikiak

# 14.2. BIOMASA SUSPENTSIOAN DUTEN TRATAMENDU ANAEROBIOKO SISTEMAK

## 14.2.1. OHIZKO DIGESTIO ANAEROBIOA

NAHASTE PERFEKTUZKO ERREAKTORE ITXIA

SOLIDOEN BIRZIRKULAZIORIK GABEKOA

$t_{\text{egote}} > 10$  EGUN

$T \sim 35^{\circ}\text{C}$

AGITAZIOA

MEKANIKOA

BIOGASAREN BIRZIRKULAZIOA

SOLIDOAK BANATZEKO AGITAZIO ETA BEROKETARIK GABEKO BIGARREN ETAPA bat egon daiteke

ERABILERA

↑ [SOLIDOAK] duten LOKATZ EDO HONDAKINAK



## 14.2.2. KONTAKTUZKO PROZEDURA ANAEROBIOA

Ohizko tratamenduaren **ALDAKETA**, **SOLIDOEN BIRZIRKULAZIOA** BARNERATZEN du

### DIGESTIOAREN OSTEAN

**JAULKIPENA** edo **FLOTAZIOA** dela eta **NAHASTEA BANATZEN** da

**LOKATZ ANAEROBIOA BIRZIRKULATZEN** da

t egote = 1-7egun → < V erreaktorea

Ura **[SOLIDOAK] Ez oso handiak**

### ELIKADURA INDUSTRIAKO HONDAKIN-URAK

## 14.2.3. UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

### Lokatz manto anaerobioa gorantzeko fluxuarekin

#### TRATAMENDU ANAEROBIOA

EFLUENTEAK ↑ **Karga organikoa**

**OEK = 500-20.000 mg/L (ezabatzearen eraginkortasuna= 78-85%)**

#### HONDAKINA

**HONDOTIK** sartzen da (**abiadura=0,6–0,9 m/h**)

**SOLIDOAK PIKOR EDO MALUTA** eran aurkitzen ditu

**ANAEROBIKOKI DEGRADATZEN DUTE**

#### GASA

Sistemari **NAHASTE**A eraginez gasa **IGOTZEN** da

**BANATZAILEEK SOLIDOEN IRTEERA EKIDITZEN** dute (**BARRUKO BIRZIKLATZEA**)

Tenperatura baxuagoetan operatzen du

$t_{\text{egote}} = 4-24$  ordu

# 14.3. BIOMASA FINKOA DUTEN TRATMENDU ANAEROBIOKO SISTEMAK

## 14.3.1. OHANTZE FINKOAK

**GEOMETRIA ETA MATERIAL** desberdinetako **BETEGARRIDUN OHANTZEA** non **BAKTERIA ANAEROBIAK** itsasten diren

Efluentek **ERAMATEN EZ** dituzten **BAKTERIAK**

**T baxuagoekin** eta **HONDAKIN DILUITUAGOEKIN** lan egiten dute

**GORANTZAKO** edo **BEHERANTZAKO FLUXUA**

## 14.3.2. OHANTZE FLUIDIZATUAK

Behetik sartzen den **UR EFLUENTEAK SUSPENSIOAN** mantentzen ditu **PARTIKULAK**, zeinen gainean **MIKROORGANISMOAK IMMOBILIZATUAK DAUDE**

**Betegarria: Pikortutako ikatz aktiboa**

tegora hidraulikoa = 9 ordu- 1 egun

## 14.3.3. DIGESTIO ANAEROBIA BI FASETAN

**MIKROORGANISMO TALDE BAKOITZAREN GARAPEN BALDINTZAK OPTIMIZATZEKO AZIDOGENESI ETA METANOGENESIAREN ERREAKTOREAK BANANDU**

Bakteria azidogenikoak: **pH hobe**zina = 5,6

Bakteria metanogenikoak: **pH hobe**zina = 7,0 denbora zelular luzeagoak

**ERAGINKORTASUNA** hobetzeko **BI ERREAKTORE** behar dira, horregatik **EZ DAUDE INSTALAZIO ASKO**

### LOKATZAK TRATATZEKO ADIBIDEA

#### 1. Azidogenesisia

T=55°C; pH azidoa; 2 egun

#### 2. metanogenesisia:

T=35°C; pH basikoa; 10 egun

**PATOGENOAK** detektatu daitezkeen neurrian baino gehiago **EZABATZEN** dira

# 14.4. TRATAMENDU BIOLOGIKO SISTEMEN KONPARAKETA

## MATERIA ORGANIKOAN EDUKIA

HONDAKIN-URAK AEROBIOEK BAINA KARGA ORGANIKO HANDIAGOA

TRATAMENDU ANAEROBIOA

HONDAKIN-URAK BIOMASA FINKOA BAINO KARGA ORGANIKO HANDIAGOA

SUSPENDITUTAKO BIOMASAREKIN TRATAMENDUA

## IKUSPEGI EKONOMIKOA

ZENBAIT TRATAMENDU TEKNIKOKI BIDERAGARRIAK DIRA

ENERGI GASTUA:

BEROKETA  
OXIGENAZIO  
BERZIRKULAZIOA  
BIOGASA

GASTU GEHIGARRIAK:

ELIKAGAIK  
ALKALINITASUNA

ERREAKTORAREN TAMAINA ETA ZENBAKIA

EFLUENTEAREN KALITATEA

# 14.5. ELIKAGAIEN EZABATZE BIOLOGIKOA

**FOSFOROA ETA NITROGENOA** ur gezen **EUTROFIZAZIOAREN** erantzuleak → isurkien mugak

## HIRIKO HONDAKIN-URAK

**MATERIA FEKALAK**

**JAKIEN HONDAKINAK**

## INDUSTRIAKO HONDAKIN-URAK

**ELIKAGAIEN SEKTOREA**

**LEHENGAIEN HONDAKINAK**

**GARBIKETA LANAK** ( $\text{H}_3\text{PO}_4$  eta  $\text{HNO}_3$ )

**ESNE-INDUSTRIA**

**HILTEGIAK**

## ELIKAGAIEN EZABATZEA

**METODO BIOLOGIKOAK**

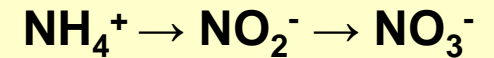
**METODO FISIKO-KIMIKOAK**

## 14.5.1. NITROGENOAREN EZABATZE BIOLOGIKOA

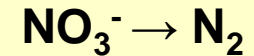
### NITRIFIKAZIO-DESNITRIFIKAZIO PROZESUA

NITROGENO INORGANIKOA ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  Y  $\text{NH}_4^+$ ) ERAGINKORTASUNEZ EZABATZEN DU =70-80%

•NITRIFIKAZIO AEROBIOA (BAKTERIA AUTOTROFOAK)



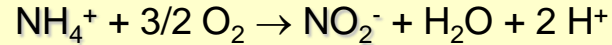
•DESNITRIFIKAZIO ANOXIKOA (BAKTERIA HETEROTROFOAK)



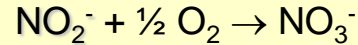
# NITRIFIKAZIOA

**BAKTERIA AUTOTROFO AEROBIOAK (4,3 mg O<sub>2</sub>/mg N<sub>NH4</sub> ezabatua)**

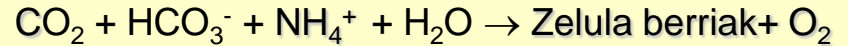
**NITROSOMONAK**



**NITROBAKTER**



**ZELULA BERRIAK ERATZEN DITUZTE**



**↑t<sub>egote</sub> ZELULARRA eta MATERIA ORGANIKO GUTXI: BAKTERIA HETEROTROFOEN hazkuntza EKIDITU**

**ERREAKTOREAK:**

**BIOMASA SUSPENTSIOAN**

BIOMASA FINKOA (lokatz aktiboetan sarriago)

**NITRIFIKAZIOA LOKATZ ERAGINKORREN PROZEDURAN: aldaketak egin**

**O<sub>2</sub> gehigarria**

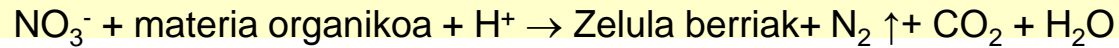
**↑t<sub>egote</sub> zelularra (v hazkunde bakteria nitrifikanteena < v hazkunde bakteria heterotrofak)**

**Kare (CaO) edo Sosarekin (NaOH) hornitu nitrifikazioak ↓ pH eragiten baitu**



# DESNITRIFIKAZIOA

PROZEDURA ANOXIKOA: BAKATERIA HETEROTROFEK NITRATOAK e<sup>-</sup> HARTZAILETZAT ERABILTZEN DITUZTE



ERREAKTOREAK SUSPENDITUTAKO KULTIBOAK

↓ [O<sub>2</sub>] > 1 mg/L ez dago desnitrifikaziorik

↑ MATERIA ORGANIKOA

ITURRIA: HONDAKIN URA

KANPOTIK (METANOLA)

NITRIFIKAZIO-DESNITRIFIKAZIO PROZEDURA :

- NITRIFIKAZIOA + DESNITRIFIKAZIOA (C ITURRIAREKIN HORNITU)
- DESNITRIFIKAZIOA + NITRIFIKAZIOA

# **NITRIFIKAZIOA + DESNITRIFIKAZIOA (C ITURRIAREKIN HORNITU)**

**HONDAKIN-UREK MATERIA ORGANIKOAREN EDUKI ↑**

**LEHENENGO ERREAKTOREA**

**BAKTERIA NITRIFIKANTEEN IHARDUERA INIBITZEN DUTEN MIKROORGANISMO  
HETEROTROFOAK**

**BIGARREN ERREAKTOREA**

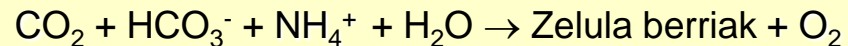
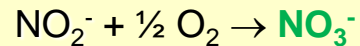
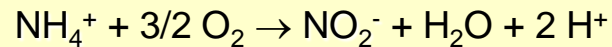
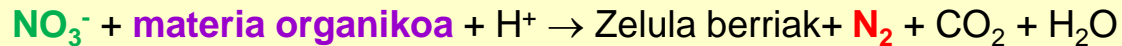
**MATERIA ORGANIKOAREN HORNIDURA BEHAR DU**

# DESNITRIFIKAZIOA + NITRIFIKAZIOA (LUDZACK-ETTINGER MLE-TIK MOLDATUA)

BIGARREN ERREAKTOREA

NITRATOAK EKOIZTEN DITUZTE

EFLUENTEEN ALDEA LEHENGO ERREAKTORERA BIRZIRKULATUA NITRATOAK  $\rightarrow$   $N_2$  (GAS) EMAN DEZATEN



## 14.5.2. FOSFOROAREN EZABATZE BIOLOGIKOA

- HAZKUNDE MIKROBIANOAK %10-30-EAN MURRIZTEN DU FOSFOROA
- LOKATZ AKTIBOETAN ERATUTAKO BAKTERIAK : %1-2 P, PURGAREKIN EZABATZEN DIRA
- FOSFOROAREN EZABATZEA BIDE BIOLOGIKOTIK GIRO AEROBIOAK ETA ANAEROBIOAK TXANDAKATZEN DITU → LOKATZA BIO-P MIKROORGANISMOZ HORNITUZ

BIO-P-MIKROORGANISMOEK (*ACINETOBACTER*) %7 RAINOKO P BILTEGIRATZEN DUTE

- ERREAKTORE ANAEROBIOA: MIKROORGANISMOEK FOSFOROA ASKATZEN DUTE
- ERREAKTORE AEROBIOA : MIKROORGANISMOEK FOSFOROA KONTSUMITZEN DUTE (ASKATUTAKOA+ EFLUENTEAN DATORRENA)
- JAULKIPENA ETA P ETA MIKROORGANISMOEN BANAKETA