EIE-06-256 REEPRO

Intelligent Energy Europe

# ការជំរុញប្រសិទ្ធិភាពប្រើប្រាស់ថាមពលថ្មី

# នៅប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍

## BG – ជីវៈឧស្ម័ន

សៀវភៅសិក្សា

អ្នកនិពន្ធ

**Phouthanouthong Xaysombath**

វិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវវិទ្យាសាស្ត្រ និងបច្ចេកទេស

អាជ្ញាធរជាតិសំរាប់វិទ្យាសាស្ត្រ និងបច្ចេកទេស

ខែ កក្កដា ឆ្នាំ ២០០៨

The REEPRO project receives funding from the European Commission within the COOPENER Programme.
The contents of this document are the sole responsibility of the authors and can under no circumstances be regarded as reflection of the position of the Europe Union.

# បញ្ជីមាតិកា

1 មូលដ្ឋានមីក្រូសរីរាង្គ ៩ិចវ្យបិាល ពាសិចសឬ ... 1

2 ការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន ... 2

3 ការដំណើរការ និងប៉ារ៉ាម៉ែត្រ ... 4

3.1 ការបំបែកធាតុរបស់សារធាតុសរីរាង្គ ... 4

3.1.1 សរីរាង្គ ... 4

3.1.2 ការបំបែកធាតុ និងការបំលែងសារធាតុសរីរាង្គ ... 4

3.1.3 សារធាតុវត្ថុធាតុដើម ... 5

3.1.4 ទិន្នផលហ្គាស ... 6

3.2 កត្តាដែលមានឥទ្ធិពល ... 7

3.2.1 ស៊ីតុណ្ហភាព ... 7

3.2.2 សមាសភាព និងរចនាសម្ព័ន្ធរបស់ទឹក ... 8

3.2.3 កំរិត pH ... 10

3.2.4 ទំហំលំហរ ទំងន់តាមទំហំ និងដង់ស៊ីតេមាឌ ... 10

3.2.5 សមាសភាពឡផ្ទុកឧស្ម័ន ... 11

3.2.6 រូបធាតុរឹង និងបរិមាណទឹក ... 12

3.2.7 កត្តារាំងស្ទះ ... 13

3.3 ចំណាត់ថ្នាក់ដំណើរការ AD ... 13

3.3.1 ការបែងចែក ដំណើរការ១ជំហាន ២ជំហាន និងពហុជំហាន ... 13

3.3.2 ដំណើរការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់ក្នុងលក្ខណៈស្ងួត និងសើម ... 15

3.3.3 ការផ្គត់ផ្គង់រូបធាតុកែច្នៃ ... 16

3.4 រយៈពេលប្រមូលផ្តុំនៃជីវៈម៉ាស (Biomass Retention) ... 17

3.5 តុល្យភាពម៉ាស និងទិន្នផលថាមពល ... 18

4 រូបធាតុដើម និងរូបធាតុទទួលបាន និងការប្រើប្រាស់ ..... 19

4.1 លាមកសត្វ ..... 19

4.2 សំណល់សរីរាង្គ ..... 21

4.3 ការដឹកជញ្ជូនសារធាតុកែច្នៃ ..... 22

4.4 ការស្តុកទុករូបធាតុដើមកែច្នៃ ..... 24

4.5 ការប្រើប្រាស់សំណល់ឡ ..... 24

4.5.1 វិធីសាស្ត្រប្រើជាមួយដី ..... 25

4.5.2 ជីសរីរាង្គសំណល់ឡ ..... 27

5 លក្ខណៈសម្បត្តិនៃប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នក្នុងស្រុក ..... 31

5.1 លូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើម ..... 32

5.2 ទុយោបង្ហូរវត្ថុធាតុដើម ..... 32

5.3 ឡផលិតឧស្ម័ន ..... 33

5.4 ឡស្តុកផលិតផលឧស្ម័ន ..... 34

5.5 អាងបញ្ចេញ (Outlet/Displacement Chamber) ..... 35

5.6 អាងកាកសំណល់ឡ ..... 37

6 ការធ្វើជីវឧស្ម័ន ..... 38

6.1 ការប្រើចង្ក្រានឧស្ម័នសំរាប់ការចំអិនអាហារ ..... 39

6.2 ការប្រើប្រាស់អំពូលសំរាប់បំភ្លឺ ..... 39

6.3 ដំណើរការម៉ាស៊ីន ..... 40

7 ខ្នាត និងលក្ខណៈទូទៅនៃឡក្នុងស្រុក ..... 40

8 ឧទាហរណ៍ការគណនានៃឡជីវឧស្ម័នក្នុងស្រុក ..... 41

9 ឯកសារយោង ..... 44

# បញ្ជីតារាង

តារាងទី ១: ការប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសបែប micro-biology [Bidlingmaier 2000] ....................................២

តារាងទី ២: ការបំបែករបស់សារធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ និងមានការវត្តមានមីក្រូសរីរាង្គ [Bidlingmaier 2000] .......................................................................................................... ៥

តារាងទី ៣: ទិន្នផលហ្គាសជាទ្រឹស្តីនៃសារធាតុធម្មជាតិ [Bidlingmaier 2000]........................................ ៦

តារាងទី ៤: តំរូវការរូបសាស្ត្រនិងគីមីជាអប្បបរមាសំរាប់ការបង្កើតមេតាន [Bidlingmaier 2000]............... ៦

តារាងទី ៥: ភាពសមស្របនៃសារធាតុសំរាប់ប្រព្រឹត្តកម្មជីវសាស្ត្រ [Bidlingmaier 2000]......................... ៨

តារាងទី ៦: កំរិតទំងន់វត្ថុធាតុដើម [Ottow and Bidlingmaier 1997] ............................................ ១០

តារាងទី ៧: ភាពខុសគ្នារវាងដំណើរការដែលមាន១ជំហាន និង២ជំហាន [Grüneklee 2002].................. ១៤

តារាងទី ៨: តំរូវការខុសគ្នានៃការធ្វើអ៊ីដ្រូកម្ម និងមេតានកម្ម [Grüneklee 2002] ............................... ១៤

តារាងទី ៩: ភាពខុសគ្នារវាងដំណើរដោយគ្មានខ្យល់ក្នុងលក្ខណៈស្ងួត និងសើម [Grüneklee 2002] .......... ១៥

តារាងទី ១០: សមាសភាពផ្សំនៃជីវៈម៉ាស ........................................................................... ១៨

តារាងទី ១១: បរិមាណថាមពលរបស់ជីវម៉ាស និងមេតាន............................................................... ១៨

តារាងទី ១២: លាមកសត្វ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ......................................................... ១៩

តារាងទី ១៣: វត្ថុធាតុកែច្នៃខ្នាតឧស្សាហកម្ម ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ [FNR 2004] ............. ២០

តារាងទី ១៤: សំណល់ទីក្រុង សារធាតុកែច្នៃ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ [FNR 2004] ............... ២២

តារាងទី ១៥: ការចំណាយលើការដឹកជញ្ជូន [Leible et al. 2003]......................................................២៣

តារាងទី ១៦ :សំណល់ជីលាមកសត្វស្រស់ Fresh and digestated manures [Schulz 1989]............. ២៧

តារាងទី ១៧: ចរឹកលក្ខណៈជីវៈឧស្ម័ន [BLfU 2004] .................................................................... ២៨

តារាងទី ១៨: ការវាយតំលៃទៅលើទិន្នផលជីវៈឧស្ម័ន [BLfU 2004] ................................................. ២៩

តារាងទី ១៩: ទំហំគំរប..........................................................................................................៣៧

តារាងទី ២០: បរិមាណនៃលាមកសត្វដែលត្រូវការប្រចាំថ្ងៃ ............ 40

តារាងទី ២១: ការផលិតឧស្ម័ន ............ ៤១

## បញ្ជីរូបភាព

រូបភាពទី ១: អត្រាលូតលាស់នៃល្បឿង និងគោ/ក្របី [Bidlingmaier 2000] ............ 1

រូបភាពទី ២: ខ្សែចង្វាក់ចំណីអាហារក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ [Bidlingmaier 2000] ............ ២

រូបភាពទី ៣: ការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន [Schlegel 1992] ............ ៣

រូបភាពទី ៤: អត្រាទំនាក់ទំនងអាស៊ីតកម្មបាក់តេរីដោយមានវត្តមានគ្លុយកូស ជាមួយនឹងសីតុណ្ហភាព ............ ៨

រូបភាពទី ៥: ការផលិតឧស្ម័នជាក់លាក់ដែលអាស្រ័យលើបរិមាណរូបធាតុរឹងនៅក្នុង digestion reactor [Böhnke et al. 1993] ............ ១៣

រូបភាពទី ៦: រូបធាតុទទួលបានថ្មីៗពីការឡើងមេ ............ ២១

រូបភាពទី ៧: Malted barley [BioVAG 2007] ............ ២១

រូបភាពទី ៨: Olive pomace [www.biopower-gmbh.de] ............ ២១

រូបភាពទី ៩: Pressed pomace [www.jenskleemann.de] ............ ២១

រូបភាពទី ១០: ការចាក់សំណល់សរីរាង្គទៅក្នុងរោង ប្រព្រឹត្តកម្ម [BioVAG 2007] ............ ២២

រូបភាពទី ១១: Segregation of impurities [BioVAG 2007] ............ ២២

រូបភាពទី ១២:ឡានដឹកលាមក ............ ២៣

រូបភាពទី ១៣: ធុងសណ្ដោងសំរាប់ការដឹកជញ្ជូនសំណល់ឡ និងការប្រើ [BioVAG 2007] ............ ២៦

រូបភាពទី ១៤: ការប្រើប្រាស់សំណល់រឹងរបស់ឡ [www.asw-wessendorf.de] ............ ២៦

រូបភាពទី ១៥: ការប្រើប្រាស់សំណល់រាវរបស់ ឡ Application of liquid digestates [www.asw-wessendorf.de] ............ ២៦

រូបភាពទី ១៦: អត្រាលិតផលឧស្ម័ន -បរិមាណបញ្ចូល [BLfU 2004] ............................................... ៣០

រូបភាពទី ១៧: អត្រាផលិតឧស្ម័ន និងជីវិមាស កំណត់ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័នអាស្រ័យរយៈពេលរងក្នុងទឹក [BLfU2004] ........................................................................................................ ៣១

រូបភាពទី ១៨: លូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើម .......................................................................................... ៣២

រូបភាពទី ១៩: ទុយយោបង្ហូរវត្ថុធាតុដើម ...................................................................................... ៣៣

រូបភាពទី ២០: ឡផលិតឧស្ម័ន....................................................................................................... ៣៣

រូបភាពទី ២១: ឡស្តុកឧស្ម័ន ......................................................................................................... ៣៥

រូបភាពទី ២២: កន្លែងហូរចេញពីឡ.............................................................................................. ៣៦

រូបភាពទី ២៣: Cover slabs for outlet .......................................................................................... ៣៧

រូបភាពទី ២៤: ជីវឧស្ម័នសំរាប់ចំអិនអាហារ.................................................................................... ៣៩

រូបភាពទី ២៥: អំពូលជីវឧស្ម័ន...................................................................................................... ៤០

# បញ្ជីអក្សរកាត់

| | |
|---|---|
| BTU/m³ | British Thermal Unit / cubic mater |
| B | biomass (ជីវម៉ាស) |
| C | carbon (កាបូន) |
| COD | chemical oxygen demand (តំរូវការអុកស៊ីសែនគីមី) |
| CH4 | methan (មេតាន) |
| CO2 | carbon dioxide (កាបូនឌីអុកស៊ីដ) |
| C/N | carbon / nitrogen ratio (កាបោន/ ប្រភាគនីដ្រូសែន) |
| cm | centimeter (សង់ទីម៉ែត្រ) |
| dm | dry meter content (បរិមាណសារធាតុស្ងួត) |
| GGC | agriculture and biogas limited company (ក្រុមហ៊ុនកសិកម្ម និងជីវឧស្ម័ន) |
| G | the gas production rate (អត្រាការផលិតហ្គាស) |
| Gy | specific gas yield (ទិន្នផលហ្គាសជាក់លាក់) |
| Gp | Specific gas production (ផលិតផលហ្គាសជាក់លាក់) |
| Gt | the total gas production(ទិន្នផលហ្គាសសរុប) |
| Gc, max | maximum hourly gas consumption (ការប្រើប្រាស់ហ្គាសច្រើនបំផុតក្នុងឯកតាមេ:ag¦ |
| g/l | gram / liter (ក្រាម/ លីត្រ) |
| e.g | exempli gratia |
| H2 | hydrogen (អ៊ីដ្រូសែន) |
| HRT | hydraulic retention time |
| i.e | id est |
| J | joule |

| | |
|---|---|
| k | Gas storage coefficient (មេគុណស្តុកហ្គាស) |
| K | potassium (ប៉ូតាស្យូម) |
| kg | kilogram (គីឡូក្រាម) |
| kJ | kilo Joule (គីឡូស៊ូល) |
| $kWh/m^3$ | kilowatt hour / cubic meter (គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង/ ម៉ែត្រគូប) |
| kg/d | kilogram / day (គីឡូក្រាម/ ថ្ងៃ) |
| LSU | Standard gas yield values per livestock unit (តំលៃទិន្នផលហ្គាសជាស្តង់ដា ក្នុងមួយក្បាល) |
| Ld | Digester loading |
| l | liter (លីត្រ) |
| $MJ/m^3$ | Mica Joule / cubic meter (មីកាស៊ូល/ ម៉ែត្រគូប) |
| mg | milligram (មីលីក្រាម) |
| $m^3/t$ wm | cubic meter / ton (ម៉ែត្រគូប/ តោន) |
| $mg/m^3$ | milligram / cubic meter (មីលីក្រាម/ ម៉ែត្រគូប) |
| µm | micromet (មីក្រូម៉ែត្រ) |
| N2 | Nitrogen (នីដ្រូសែន) |
| O2 | Oxygen (អុកស៊ីសែន) |
| odm | organic dry matter (សារធាតុសរីរាង្គស្ងួត) |
| P | phosphorus (ផូស្វ័រ) |
| PVC | Polyvinyl chloride (ប៉ូលីវីនីល ក្លរីដ) |
| RT | Retention time (រយៈពេលស្ថិតនៅក្នុងអាង) |

| | |
|---|---|
| Sd | substrate input quantity (បរិមាណសារធាតុដាក់ចូលក្នុងថ្ងៃ) |
| sm³ | Square  cubic meter |
| TS | total solid conten (បរិមាណអង្គធាតុរឹងសរុប) |
| Tc,max | time of maximum consumption (ការប្រើប្រាស់ម៉ោងច្រើនបំផុត) |
| Tz, max | maximum zero consumption time (ម៉ោងដែលប្រើប្រាស់សូន្យច្រើនបំផុត) |
| t/m3 | tone / cubic meter ratio (តោន/ ប្រភាគម៉ែត្រគូប) |
| Vg | gasholder volume (វ៉ូលីម ឧបករណ៍ផ្ទុកហ្គាស ) |
| Vol | volume (ចំណុះ) |
| Vd | Digester volume (ចំណុះអាងស្តុកឧស្ម័ន) |
| VS | Volatile solids content (បរិមាណអង្គធាតុរឹង ដែលងាយហើរ) |
| Vc, max | maximum gas consumption (ការប្រើប្រាស់ហ្គាសច្រើនបំផុត) |
| v/v | Volume / volume (មាឌ/មាឌ) |
| W | the weight of feeding materials available per day (ទំងន់ឧបករណ៍ផ្តល់ចំណីអាហារក្នុងមួយថ្ងៃ) |

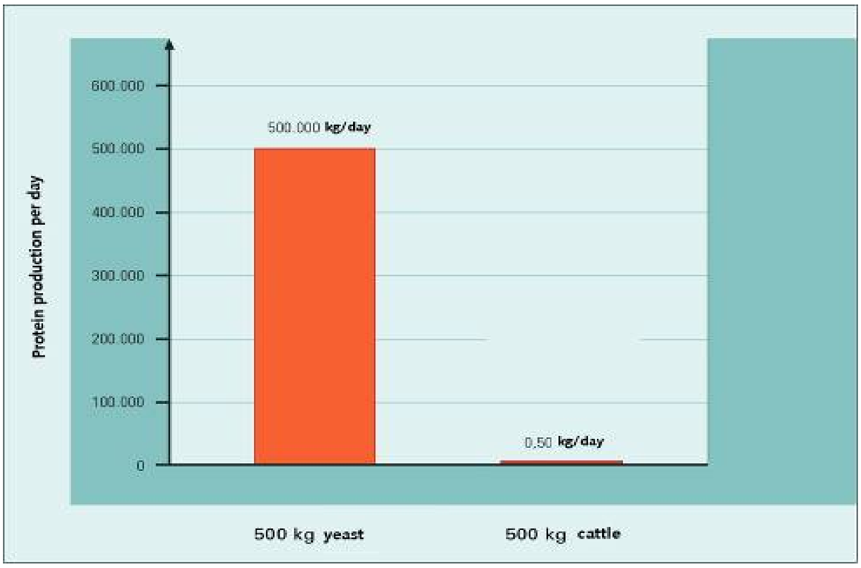
# 1 មូលដ្ឋានមីក្រូសរីរាង្គ (Microbial Basics)

សរីរាង្គរស់រានមានជីវិតទាំងអស់ សុទ្ធតែមានកោសិកាតូចៗ ដែលជាកោសិកាគ្រឹះនៃជីវិត និងកើតមានតាមរយៈមេតាប៉ូលីសសារធាតុវត្ថុធាតុដើម។ បើសិនជាគ្មានមេតាប៉ូលីស គ្មានជីវិត គឺមានន័យថាសរីរាង្គស្លាប់។ នៅក្នុងន័យបច្ចេកទេស មេតាប៉ូលីស គឺជាការថយចុះនៃសារធាតុវត្ថុធាតុដើម ឧទាហរណ៍ ការក្លាយជាកំប៉ុស្តិ៍ការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន និងរុក្ខជាតិសំរាប់សំអាតទឹកកខ្វក់។

មីក្រូសរីរាង្គជាទូទៅមានទំហំតូច។ ពពួកសរីរាង្គតូចៗទាំងនោះមានដូចជា:

- បាក់តេរី
- សត្វពាហនៈ (ឧ. ពពួកប៉ារ៉ាមេស៊ីឯកកោសិកា)
- រុក្ខជាតិ (ឧ. វីរជាតិឯកកោសិកា) និង
- ផ្សិត (ឧ. មេដំបែ)

នីតិវិធីតាមវិទ្យាសាស្ត្រ នៅក្នុងបច្ចេកវិទ្យាបរិស្ថាន គឺធ្វើឡើងដោយបាក់តេរី។ បាក់តេរីមានទំហំ១មីក្រូអូម (μm) ហើយសរីរាង្គផ្សេងទៀត គឺមានទំហំតិចជាង១០មីក្រូអូម (μm )។ វាមានសម្ព័ន្ធភាព/ទំនាក់ទំនងខ្ពស់ រវាងផ្ទៃខាងលើនិងវូលីម ដែលធ្វើអោយប្រគល់មកវិញនូវសំភារៈនៃសរីរាង្គតូចជាច្រើនដូចជា ប្រភាគ ដែលប្រគល់ត្រលប់មកវិញ គឺជាប្រភាគចំពោះផ្ទៃកខាងលើ។ យោងទៅតាមការកើនឡើងគឺជាអត្រាកើនឡើងដូច ដែលបង្ហាញនៅរូបភាពទី១-១ បើប្រៀបធៀបនឹង អត្រាកើនឡើង ៥០០ គ.ក នៃល្បឿង និងគោ/ក្របី ៥០០ គ.ក។.




**រូបភាពទី ១: GRtalUtlas;énel,Ig nigeKa¼RkbI [Bidlingmaier 2000]**

សរីរាង្គតូចមានសារៈសំខាន់ចំពោះដំណើរការជាច្រើននៅក្នុងគ្រួសារ និងក្នុងឧស្សាហកម្ម។ សរីរាង្គតូចស្ថិតនៅក្នុងប្រភេទដែលចាស់បំផុត ក្នុងចំណោមសរីរាង្គនៅក្នុងស្រុក ឧទាហរណ៍ វាត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សំរាប់ផលិតស្រាបៀរ វ៉ាញ់ និង vinegar ។ល។

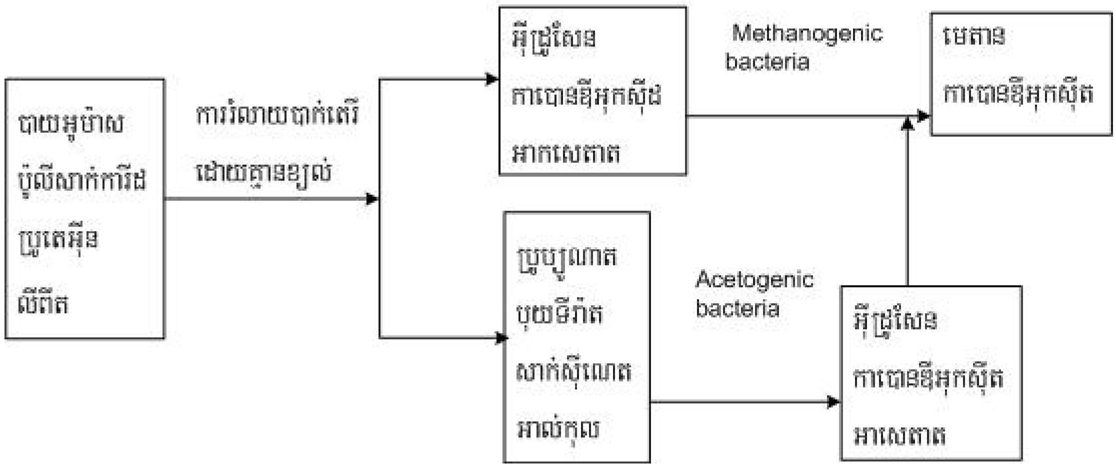
វិស្វករផ្នែកសេនេទិច និងបរិស្ថានបានបង្កើតផលិតផលជាច្រើន ដោយផ្អែកលើមេតាប៉ូលីសmicrobial។ ការកែច្នៃផ្នែកជីវសាស្ត្រ ទៅលើកាកសំណល់សរីរាង្គ ត្រូវបានគេធ្វើរហូតមករាប់សតវត្សមកហើយ នៅក្នុងប្រទេសចិន និងប្រទេសឥណ្ឌា។ ផលប្រយោជន៍ដែលធំបំផុតនៃដំណើរការ microbial នៅក្នុង ភាពផ្ទុយគ្នាខាងដំណើរការផ្នែកគីមី គឺ high specificity និងជាទិន្នផលខ្ពស់។

**តារាងទី ១: ការប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសបែប មិចរ្យ-ប៊ីល្យេងយ ឱ្យពិដលិនងមារិរ ២000ឱ**

| **ការប្រើប្រាស់** | **ផលិតផល** |
|---|---|
| ការផលិតចំណីអាហារ | វ៉ាញ់ ស្រាបៀរ ផាសតា្ស ចំណីប្រចាំថ្ងៃ វិនងោរ្យ អាស៊ីដស៊ីទ្រិក និងស្ក |
| ថ្នាំពេទ្យ | អង់ទីប៊ីយូទិច អង់ស៊ីម និងសារធាតុអាណាហ្វិឡាក់តិច |
| បច្ចេកវិទ្យាបរិស្ថាន | ការកែឆ្នៃកាកសំណល់ ការកែឆ្នៃទឹកកខ្វក់ ការកែឆ្នៃដី ពតរេ ផុរិចិចាត្យិន |
| កសិកម្ម | Silages |

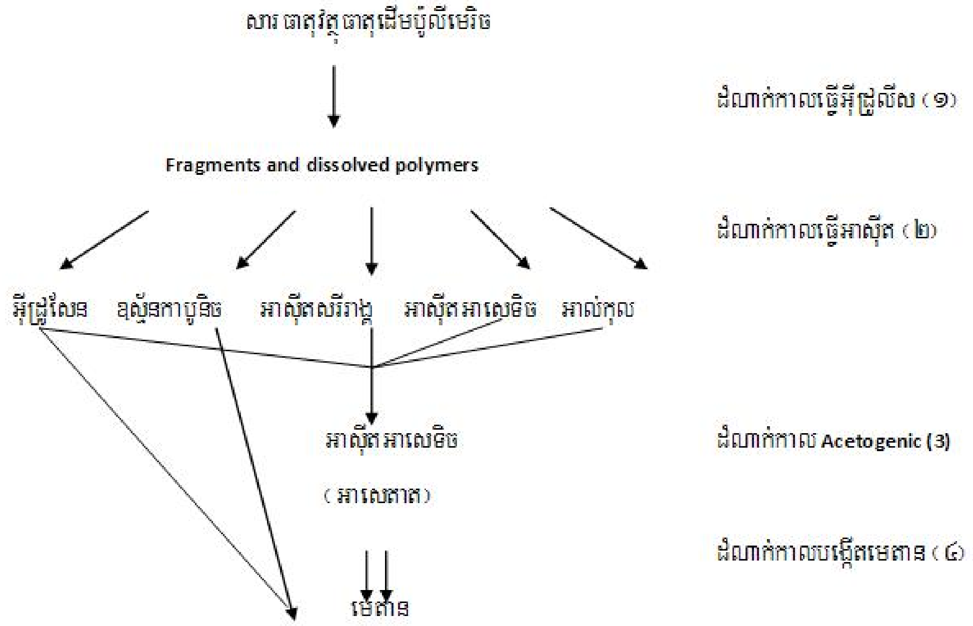
## 2 ការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន

ការរំលាយមីក្រូសរីរាង អាចឃើញនៅកន្លែងដែលខ្វះអុកស៊ីសែន និងមានវត្តមានសមាសធាតុសរីរាង្គ។




**រូបភាពទី ២: ខ្សែចង្វាក់ចំណីអាហារក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ [Bidlingmaier 2000]**

បាក់តេរីអនុវត្តការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន ឧទាហរណ៍ គ្លុយកូស មានលទ្ធភាពដើម្បីស្រូបយក និង មេតាប៉ូលីសសារធាតុវត្ថុធាតុដើម ទៅក្នុងផលិតផលចុងក្រោយកាបោនឌីអុកស៊ីត និងទឹក។ វាមិនអាចទៅរួច នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន ។ ការថយចុះការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន នៃសំភារៈសរីរាង្គ អរហ្គានិច ទៅជាជីវឧស្ម័ន (មេតាន, ឧស្ម័នកាបូនិច) ជាដំណើរការនៅក្នុងជំហានជោគជ័យទាំងបួន ដែលមាន-ពាក់ព័ន្ធនឹងក្រុមបាក់តេរីដែលខុសគ្នា។




**រូបភាពទី ៣: ការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន** [Schlegel 1992]

ក្នុងកំឡុងពេលដំណាក់កាលដំបូង ហៅថាដំណាក់កាលអ៊ីដ្រូលីស ម៉ូលេគុលដែលមិនទាន់រលាយ(ប៉ូលីម៉ែរ) ត្រូវបានក្លាយទៅជាពុកផុយ ដោយអង់ស៊ីមជាទំរង់រលាយ។ នៅក្នុងដំណាក់កាលទី២ ដំណាក់កាលបំលែងជាអាស៊ីដសរីរាង្គដែលមានខ្សែចង្វាក់ខ្សោយ (ឧទាហរណ៍ អាស៊ីដប៊ុយទីរិច អាស៊ីដប្រូពីអូនិច អាស៊ីដអាសេទិច) អាល់កុល អ៊ីដ្រូសែន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត ដែលបង្កើតដោយបាក់តេរីដែលរំលាយ។ ដំណាក់កាលបន្ទាប់ត្រូវគេអោយឈ្មោះថាដំណាក់កាលអាក់សេតូសេនិចៈ ដោយសារតែបាក់តេរីអាក់សេតូសេនិច ជាអាស៊ីដអាសេទិចដែល-បង្កើតឡើងដ៏សំខាន់ពីអាល់កុល និងអាស៊ីតអាសេទិចដែលបង្កើតមុនៗ។ អាស៊ីតអាសេទិចនិង smaller extent អ៊ីដ្រូសែន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត ត្រូវបានប្តូរទៅជំហានទីបួន-ដំណាក់កាលធ្វើមេតាន នៃបាក់តេរី ដែលបង្កើតមេតានទៅជាមេតាន។ ការបំលែងទៅជាអាស៊ីត និងអ៊ីដ្រូលីស ត្រូវគេអនុវត្តដោយ different facultative និងជា-កាតព្វកិច បាក់តេរីដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន។ បាក់តេរីដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន មានន័យថាការធ្វើអុកស៊ីតកម្មចុងក្រោយបង្អស់នៃ សារធាតុវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គ ដែលសំបូរទៅដោយថាមពល ទៅជាអសរីរាង្គ គឺផលិតផលចុងក្រោយដែលមានថាមពលខ្សោយ ឧទាហរណ៍កាបូនឌីអុកស៊ីត និងទឹក។ សក្តានុពលខ្ពស់ redoxរវាងអ៊ីដ្រូសែន

និងអុកស៊ីសែនដែលអាចបង្កើតទិន្នផលថាមពលខ្លាំងសំរាប់បាក់តេរីដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន។ អុកស៊ីសែនមិនអនុគ្រោះក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការរំលាយដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន។ បាក់តេរីដែលពាក់ព័ន្ធត្រូវតែបំបែកចេញនូវ organic matter និងបំលែងជា fission products នៅក្នុងវិធីនេះ ពួកវាអាចស្រូបយកអ៊ីដ្រូសែន។ ថាម-ពលនេះគឺបញ្ចេញតែប្រតិកម្ម redox រវាង organic matters. ទិន្នផលថាមពលមានតិចជាង ក្នុងកំឡុងពេលធ្វើអុកស៊ីតកម្មជាមួយអុកស៊ីសែនចប់។ មេតាប៉ូលីសដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន ហៅថាការរំលាយ។ ឈ្មោះរបស់ការរំលាយនេះត្រូវបានគេកំណត់ដោយ ផលិតផលសំខាន់។ ឧទាហរណ៍បើសិនជាអាស៊ីតឡាក់ទិចត្រូវគេបង្កើតឡើងការរំលាយនេះត្រូវគេចាត់ថ្នាក់ជា ការរំលាយអាស៊ីតឡាក់តិច។

# 3 ការដំណើរការ និងប៉ារ៉ាម៉ែត្រ

## 3.1 ការបំបែកធាតុរបស់សារធាតុសរីរាង្គ

### 3.1.1 សរីរាង្គ

មីក្រូសរីរាង្គដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែនដែលខូចខាត អាចរស់បានដោយគ្មានអុកស៊ីសែន។ សរីរាង្គ ដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន ដែលមានកាតព្វកិច្ច ជាអ្នកជំនាញដូចអុកស៊ីសែន បំពុលទៅលើពួកវា។ សំភារៈសរីរាង្គដែលរំលាយមីក្រូសរីរាង្គទាំងនេះ គ្មានប្រើប្រាស់អុកស៊ីសែនទេ ពួកវាប្រើកាបោនសរីរាង្គជាអ្នកទទួលយកអុកស៊ីសែនជំនួសវិញ។ ដូច្នេះ ជីវឧស្ម័ន មានសរុបទៅមានកាបានឌីអុកស៊ីតដល់ទៅ៤០%។ ការខូចខាតការគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែនរបស់សរីរាង្គកាបោនទៅជាមេតានបានកើតឡើងជាច្រើនដង នៅដំណាក់កាលបន្តបន្ទាប់។ ដំណើរការតូចៗទាំងអស់ពឹងផ្អែកទៅលើគ្នាទៅវិញទៅមក ហើយបង្កើតខ្សែចង្វាក់អាហារ។

### 3.1.2 ការបំបែកធាតុ និងការបំលែងសារធាតុសរីរាង្គ

ជំហានដំបូងគឺអ៊ីដ្រូលីស។ បាក់តេរីដែលឡើង (មេ) កាត់សមាសធាតុប៉ូលីមេរិច ឧទាហរណ៍ដូចជា កាបោនអ៊ីដ្រាតប្រូតេអ៊ីន និងខ្លាញ់ ដែលជាការឆ្លើយតបទៅនឹងម៉ូណូមែរ។ អង់ស៊ីមខាងក្រៅត្រូវគេប្រើសំរាប់បំបែក ម៉ាក្រូម៉ូលេគុល។ Both, facultative and obligate anaerobic bacteria hydrolyse substrates មានសារតុម៉ូណូមេរិចដែលគេបង្កើតឡើង ត្រូវបានស្រូបយក និងរំលាយទៅក្នុងអាស៊ីតសរីរាង្គ អាល់កុល កាបោនឌីអុកស៊ីតអាម៉ូញាក់ និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្វាត នៅក្នុងដំណាក់កាលទី២ គឺដំណាក់កាលអាស៊ីត។

អាសេតូសេនិចជាច្រើន (អាស៊ីតអាសេទិចដែលបង្កើតឡើង) និងបាក់តេរី methanogenic បំលែង (ផលិតផលនេះ/) ពពួកនេះយ៉ាងលឿន ទៅជាកាបោនឌីអុកស៊ីត និងមេតាន។ ក្រុមបាក់តេរីទាំងពីរនេះជាពពួកអន្តរពឹងផ្អែកដូចដែលពួកវារស់នៅក្នុងសម្ព័ន្ធភាព ស៊ីមបីយ៉ូទិច ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងតំរូវការអាហាររបស់ពួកវា។ ពួកវា

បង្កើតsynthropic (ពឹងផ្អែកdependent) biocoenosis Methanogenic bacteria អាចត្រឹមតែធ្វើមេ-តាប៉ូលីស អាសុីតអាសេទិច អុីដ្រូសែន និងកាបោនឌីអុកសុីត ទៅជាមេតាន។ (តារាងខាងក្រោម)

**តារាងទី ២: ការបំបែករបស់សារធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ និងមានការវត្តមានមីក្រូសរីរាង្គ**
[Bidlingmaier 2000]

| | **ដំណើរការ** | **បាក់តេរី** | **សារធាតុវត្ថុធាតុដើម** | **ផលិតផល** |
|---|---|---|---|---|
| ដំណាក់កាលទី១ | អុីដ្រូលីស | Fermentative | ប្រូតេអុីន កាបោនអុីដ្រាត ខ្លាញ់ | អាមីណូអាសុីត ស្ករ អាសុីតខ្លាញ់ |
| ដំណាក់កាលទី២ | ការបង្កើតអាសុីត | Fermentative | អាមីណូអាសុីត ស្ករ អាសុី-តខ្លាញ់ | អាសុីតសរីរាង្គ អាល់កុល |
| ដំណាក់កាលទី៣ | ការបង្កើតអាសុី-តអាសេទិច | Acetogenic | អាមីណូអាសុីត ស្ករ អាសុី-តខ្លាញ់ អាសុីតសរីរាង្គ អាល់កុល | អាសុីតអាសេទិច អុីដ្រ-ដូសែន កាបោនឌីអុកសុីដ |
| ដំណាក់កាលទី៤ | ការបង្កើតមេតាន | Methanogenic | អាសុីតអាសេទិច អុីដ្រូសែន កាបោនឌីអុកសុីត | មេតាន |

### 3.1.3 **សារធាតុវត្ថុធាតុដើម**

វាមិនមានការខុសគ្នាខ្លាំងនោះទេ នៅក្នុងការផ្សំវត្ថុធាតុដើមនៃបាក់តេរីដែលគ្មានខ្យល់អុកសុីសែន បើប្រៀបធៀបទៅ មីក្រូសរីរាង្គដែលគ្មានខ្យល់អុកសុីសែន។ fermentability of used substrates (ឧ. កាកសំណល់សរីរាង្គ) និងទិន្នផលហ្គាស ជាពិសេសនោះទិន្នផលមេតានពឹងផ្អែកជាសំខាន់លើការផ្សំ រចនាសម្ព័ន្ធវត្ថុធាតុ(/ប្រភព)ដើម (ទំហំតូច)ហើយប្រភេទនៃដំណើរការដែលគ្មានខ្យល់អុកសុីសែន។ ការខូចខាតដែលគ្មានខ្យល់អុកសុីសែន រឺការខូច ផ្នែកខ្លះដែលគ្មានខ្យល់អុកសុីសែនមានដូចជាstarch, ស្ករ ប៉ិបទីន ប្រូតេអុីន និងប៉ិបទីត ខ្លាញ់ សែលុយឡូស និង hemicellulose ។

លក្ខណៈនៃការខូចសែលុយឡូស និង hemicelluloses ពឹងផ្អែកទៅលើ lignin content of the materials ដូចជាសែលុយឡូស និងhemicelluloses តែងតែភ្ជាប់ជាមួយបន្ទាត់ (រឺជួ)នៅក្នុងម៉ាទ្រិចនៃសារធាតុ ធម្មជាតិ (ការការពារប្រឆាំង នឹងអង់សុីមអុីដ្រូលីស)។

### 3.1.4 ទិន្នផលហ្គាស

សារធាតុសរីរាង្គ ត្រូវបានបំលែងទៅជាមេតានក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការរំលាយដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន។ ជាទ្រឹស្តីទិន្នផលមេតានដែលខ្ពស់បំផុតនៃសមាសធាតុខ្លះត្រូវគេរកឃើញនៅក្នុងសារធាតុសរីរាង្គ ត្រូវបានគេបង្ហាញនៅក្នុងតារាងខាងក្រោម។ ទិន្នផលហ្គាសពិតប្រាកដ គឺជាធម្មតារវាង៣00 ទៅ៦00 លីត្រក្នុងមួយគ.ក (odm), ដោយផ្អែកលើប្រភេទសារធាតុវត្ថុធាតុដើម។ សមាសធាតុមេតាននៅក្នុងជីវឧស្ម័នគឺច្រើន(Fmvary) រវាង ៥0 ទៅ៧0%។ រវាង៤0-៨៥% សារធាតុសរីរាង្គត្រូវបានខូចខាតក្នុងដំណើរការរំលាយ។

**តារាងទី ៣: ទិន្នផលហ្គាសជាទ្រឹស្តីនៃសារធាតុធម្មជាតិ** [Bidlingmaier 2000]

| **Substrate** | **Gas yield**<br>[l/kg dm] | **Methane content**<br>[Vol.-%] | **កំរិតកំដៅ 9៖ុប**<br>[kJ/sm3] |
|---|---|---|---|
| កាបោនអ៊ីដ្រាត | 900 | 50 | 17800 |
| ប្រូតេអ៊ីន | 700 | 70 | 24900 |
| ខ្លាញ់ | 1200 | 67 | 23700 |

* ស្តង់ដាម៉ែត្រគូប

**តារាងទី ៤: តំរូវការរូបសាស្ត្រនិងគីមីជាអប្បបរមាសំរាប់ការបង្កើតមេតាន** ឱ្យពិដលិនងមារិរេ ២000ឱ

| **ប៉ារ៉ាម៉ែត្រ** | **តំរូវការ** |
|---|---|
| អុកស៊ីសែន | < 1 ppm, redox potential +400 to -300 mV, inconsistent data |
| អ៊ីដ្រូសែន | 6 Pa (Pascal), bound to microbial flocs |
| ពន្លឺ | no dependency |
| តំលៃ ផះ | approx. 7 (6,8-7,2), alkalophilic organisms have their optimum at pH 9,3 and acidophilic down to pH 5, adjustment with lime milk |
| ស៊ីតុណ្ហភាព | minimal optimum temperature at 20°C (waste water treatment), meso-philic digestion between 30 and 35°C, thermophilic at 55-60°C |

| ប៉ារ៉ាម៉ែត្រ | តំរូវការ |
|---|---|
| បរិមាណអំបិល | possible between 2,5-25 mS/cm electrical conductivity |
| បរិមាណកាបូន | up to 200 mg/l COD |
| អាស៊ីតកាបូនិក | approx. 65 mg/l CO2 dissolved |
| C:N:P:S | overall process: 2.000:15:5:3 |
| សូដ្យូម | 45-200 ppm, Na:K approx. 1:1, optimum for methane generation at 200 to2.000 ppm |
| ប៉ូតាស្យូម | 75-250 ppm |
| ម៉ាញ៉េស្យូម | 10-40 ppm |
| កាល់ស្យូម | 0-75 ppm |
| ផូស្វ័រ | 50-150 ppm |
| ស៊ុលភួ | 50-100 ppm |
| ដែក | 10-200 ppm |
| នីកែល | 0,5-30 ppm |
| កូបាល់ | 0,5-20 ppm |
| Molybdenum, Wolf-ram, Selenium | approx. 0,1-0,35 ppm |
| សង្កសី | 0-3 ppm |

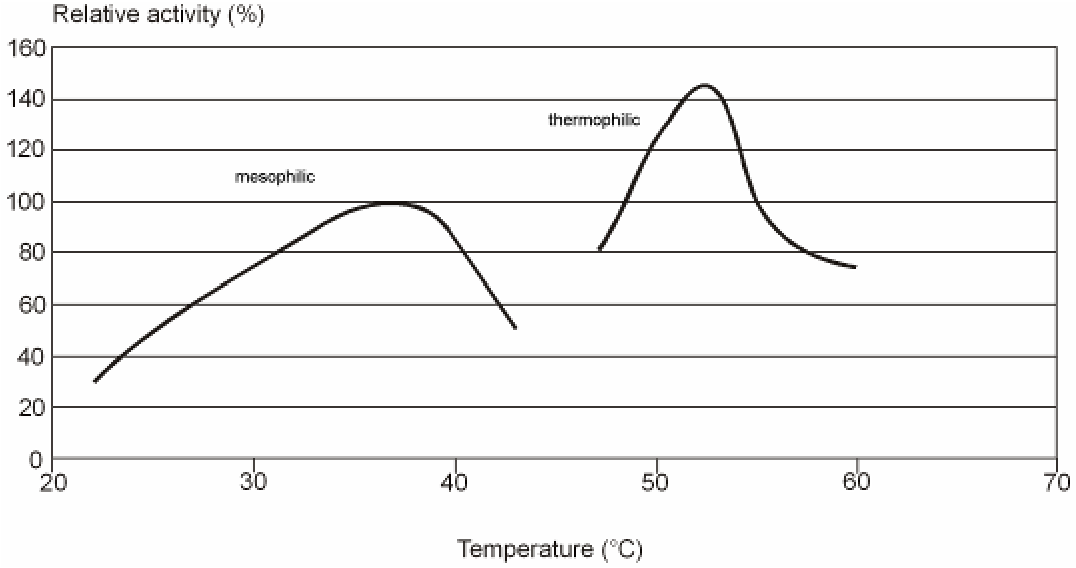
## 3.2 កត្តាដែលមានឥទ្ធិពល

### 3.2.1 ស៊ីតុណ្ហភាព

ឥទ្ធិពលពីរដែលមានលើខ្លួនរបស់ពួកវា កំណត់ពីឥទ្ធិពលស៊ីតុណ្ហភាពទៅលើប្រតិកម្មប៊ីយូគីមី។ យោងទៅតាមគោលការណ៍នៃ thermodynamics, ការកើនឡើងនៃ exponential of velocity គឺត្រូវគេធ្វើអោយបានជោគជ័យដោយកើនឡើងសីតុណ្ហភាព។ ការកំនត់សំរាប់ការកើនឡើង គឺអង់ស៊ីម ដែលជាក់ច្បាស់ទៅលើកំរិតសីតុណ្ហភាព optimal. ការផ្សាភ្ជាប់នៃម៉ូលេគុលអង់ស៊ីម បានប្រែក្លាយកាន់តែតិច បើសិនជាកំរិតoptimal នេះច្រើនលើសលប់។ ឱកាសនៅក្នុងរចនាសម្ព័ន្ធម៉ូលេគុលអាចធ្វើអោយបញ្រោស់បាននៅក្នុងដំណាក់កាលនេះ។ ពួកវាប្រែក្លាយទៅជាមិនអាចធ្វើអោយបញ្រោស់បានដោយបង្កើនសីតុណ្ហភាព។ ប្រតិកម្មបញ្ឈប់ដោយទៅតាម

denaturation នៃអង់ស៊ីម [Hartmann 1989]។ ប្រភេទនីមួយៗនៃមីក្រូសរីរាង្គមាន temperature optimum where the maximal material transformation is achieved. កំរិតសីតុណ្ហភាព២ turned out to be optimal នៅក្នុងការកែឆ្នៃតិមិជីវដែលគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន កំរិត mesophilic ពី៣៣អង្សាសេ ទៅ ៣៧ អង្សាសេ ហើយកំរិត thermophilic ពី៥០អង្សាសេ ទៅ៦៥អង្សាសេ។

បាក់តេរីដែលធ្វើអាស៊ីត សុទ្ធតែ insensible និងប្រែប្រួលយោងទៅតាមសីតុណ្ហភាព ambient របស់ពួកវា [Böhnke et al. 1993] ។ រូបភាពទី៣-១ បង្ហាញថាកំរិតសីតុណ្ហភាពសមស្របសំរាប់ការធ្វើអាស៊ីតកម្មគួយកូស។ កំរិតបំលែងកាន់តែខ្ពស់បង្ហាញនៅកំរិតសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។




**រូបភាពទី ៤: អត្រាទំនាក់ទំនងអាស៊ីតកម្មបាក់តេរីដោយមានវត្តមានគ្លុយកូស ជាមួយនឹងសីតុណ្ហភាព**

### 3.2.2 **សមាសភាព និងរចនាសម្ព័ន្ធរបស់ទឹក**

បរិមាណសំណើម និងស្ថេរភាពនៃទំរង់របស់សារធាតុរួមផ្សំ មានសារ:សំខាន់សំរាប់ដំណើរការបច្ចេកទេសនៅក្នុងប្រព័ន្ធរំលាយដែលមិនត្រូវការអុកស៊ីសែន។ ប៉ារ៉ាម៉ែត្រទាំងពីរនេះ មានភាពខុសប្លែកគ្នាសំរាប់សារធាតុផ្សេងៗគ្នា។ តារាង ៣-៤ បង្ហាញពត៌មានពីភាពសមស្របនៃសារធាតុរួមផ្សំសំរាប់ដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្មជីវសាស្រ្ត ឧទាហរណ៍ ការរំលាយដែលមិនត្រូវការអុកស៊ីសែន និងកំប៉ុសកម្ម។

**តារាងទី ៥: ភាពសមស្របនៃសារធាតុសំរាប់ប្រព្រឹត្តកម្មជីវសាស្ត្រ** [Bidlingmaier 2000]

| **សារធាតុ** | **រចនាសម្ព័ន្ធ** | **ភាពមានសំណើម** | **ភាពសមស្របសំរាប់ការរំលាយ** |
|---|---|---|---|
| សំណល់ផ្ទះបាយ | អាក្រក់ | ខ្ពស់ណាស់ | ល្អ |

| សារធាតុ | រចនាសម្ព័ន្ធ | ភាពមានសំណើម | ភាពសមស្របសំរាប់ការរំលាយ |
|---|---|---|---|
| សំណល់សរីរាង្គ (មកពីប្រភពផ្សេងៗ) | ល្អទៅជាអាក្រក់ | ពីមធ្យមទៅខ្ពស់ | ពីមធ្យមទៅល្អ |
| សំណល់ពីច្បារដំណាំ | ល្អ | ពីទាបទៅមធ្យម | ពីមធ្យមទៅអាក្រក់ |
| ស្មៅដែលកាត់ | អាក្រក់ | ខ្ពស់ណាស់ជាយថាភាព | ល្អ |
| MSW | ល្អ | មធ្យម | ពីមធ្យមទៅអាក្រក់ |
| លាមកមនុស្ស | អាក្រក់ | ខ្ពស់ណាស់ | ល្អ |
| ភក់គំនរសំរាម | អាក្រក់ | ខ្ពស់ណាស់ | ល្អ |
| លាមកសត្វ | អាក្រក់ | មធ្យម | មធ្យម |
| ជីអាចម៍សត្វ | អាក្រក់ | ខ្ពស់ខ្លាំងណាស់ | ល្អ |
| Beet sheets | អាក្រក់ | មធ្យម | ល្អ |
| ចំបើង | អាក្រក់ | ទាប | អាក្រក់ |
| សំបកឈើ | អាក្រក់ | ពីមធ្យមទៅទាប | អាក្រក់ |
| ស្លឹកឈើ | មធ្យម | ពីមធ្យមទៅទាប | អាក្រក់ |
| ដើមត្រែង | ល្អ | ច្រើនទាប | អាក្រក់ |
| ក្រដាស | ល្អ | ទាប | អាក្រក់ |
| Paunch | អាក្រក់ | ពីមធ្យមទៅខ្ពស់ | ល្អ |
| កាកផ្លែឈើ | អាក្រក់ | ខ្ពស់ | ល្អ |

### 3.2.3 កំរិត pH

កំរិត pH គឺជាកត្តាជ្រើសរើសសំខាន់សំរាប់ក្រុមអតិសុខមប្រាណ។ ប្រតិកម្មអង់ស៊ីមនីមួយៗ មានតំលៃ pH ខុសៗគ្នា។ ការផ្លាស់ប្តូរតំលៃ pH អាចធ្វើអោយប្រែប្រួលទៅដល់លក្ខណៈញែកចេញពីគ្នានៃក្រុមមុខងាររបស់អង់ស៊ីម និងមានឥទ្ធិពលលើសមាសភាពនៃ substrate [Hartmann 1989] ។ ឥទ្ធិពលទាំងពីរនេះអាចធ្វើអោយប្រែប្រួលទៅដល់ល្បឿននៃប្រតិកម្មគីមីជីវរបស់អង់ស៊ីម ដូចជា catabolism and anabolism ឧទាហរណ៍ ការលូតលាស់របស់សរីរាង្គតូចៗ។

កំរិតភាពស៊ាំសំរាប anaerobic biocoenosis ជាទូទៅមានតំលៃចាប់ពី pH = 6.8 to pH = 7.5 [Kapp 1984]។ តំលៃ pH បាសទាប ជាទូទៅកើតឡើងនៅក្នុងដំណាក់កាលមួយនៃប្រព័ន្ធរំលាយ mesophilic ដែលមានព្រឹត្តិកម្មជាមួយកំនកភក់សំរាម។ កំរិត pH អាចថយចុះខ្លាំងក្នុងករណី ដែលពពួកភក់ ឬរូបធាតុដើមមានកំរិតរចល់ខ្សោយ ដោយសារតែការកើតឡើងនូវអាស៊ីតខនិច ដែលបណ្តាលឱ្យកើតឡើងការរាំងស្ទះដល់បាក់តេរីមេតាន។

### 3.2.4 ទំហំលំហារ ទំងន់តាមទំហំ និងដង់ស៊ីតេមាឌ

ទម្ងន់មានសារៈសំខាន់សំរាប់សមត្ថភាពនៃកន្លែងទុកដាក់មួយ តែវាអាស្រ័យទៅលើសំណើម នៃលោហៈនោះ ចំពោះទម្ងន់ធ្ងន់វាជាបញ្ហាសំរាប់ដំណើរការបិតជិត នៅក្នុងតារាងខាងក្រោម ការរៀបចំទិន្ន័យខ្លះទៅ លើបរិមាណសំ ណើម នៃលោហៈសំរាប់ដំណើរការបិតជិតក្នុងការរំលាយអោយបានសមរម្យ។

**តារាងទី ៦: កំរិតទំងន់វត្ថុធាតុដើម** [Ottow and Bidlingmaier 1997]

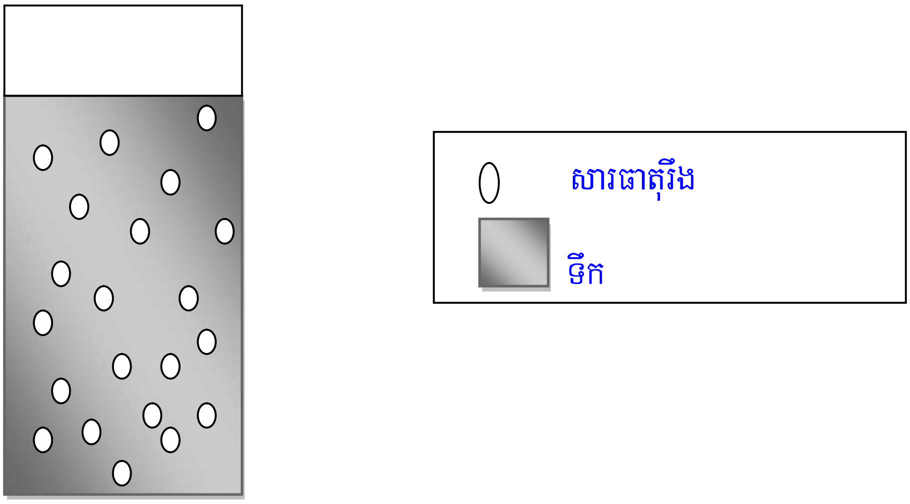
| រូបធាតុដើម | បរិយាយ | បរិមាណសំណើមី តោ៊ ងែហាត ឱ្យត.មះឧ |
|---|---|---|
| សំណល់សរីរាង្គ | សំណល់សរីរាង្គញែកចេញពីប្រភព | ០,៤-០,៧ |
| សំណល់បៃតង | ស្មៅ | ០,៤ |
| | ស្លឹកឈើ | ០,២ |
| សំណល់ទីក្រុង | ច្របល់ចូលគ្នា | ០,១-០,៣ |
| សំណល់ផ្សេងៗ | កាតុង/ក្រដាស់ | ០,១-០,៣ |
| | កំទិចក្រដាស់ | ០,៨ |
| | ផ្សិតគ្រួស | ០,៨ |
| | កាកផ្លែទំពាំងបាយ | ០,៤៥ |

| រូបធាតុដើម | បរិយាយ | បរិមាណសំណើមី តើ ងែហត ឱ្យត,មះឧ |
|---|---|---|
| | កាកផ្លែឈើ | 0,៣-0,៥ |
| | កករពីរោងចក្រ | 0,៤-0,៦ |
| | កាករុក្ខជាតិប្រេង | 0,២-0,៣ |
| | សំបកកាការ | 0,១ |
| | សំបកល្ហុងប្រេង | 0,៤-0,៥ |
| | | 0,២-0,២៥ |

### 3.2.5 សមាសភាពឡផ្ទុកឧស្ម័ន

ឡផ្ទុកឥស្ម័នប្រើជាប្រភពផ្តល់វត្ថុធាតុដើមសំរាប់សរីរាង្គខ្នាតតូច ពីអ្វីដែលពួកវាបានកើនឡើងនូវថាមពលដែលចាំបាច់ដើម្បីការពារការបង្កើតជីវិតរបស់ពួកវា និងសមាសភាពសំរាប់ការបំបែកនៃវត្ថុធាតុដើមកោសិកាថ្មីសំរាប់ការធំលូតលាស់របស់ពួកវា។ នៅក្នុងការរៀបចំដើម្បីធ្វើអោយបានសំរេចនូវអតិបរមាការបំបែកនៅក្នុងឡផ្ទុកឧស្ម័នសំរាប់សរីរាង្គទាំងអស់។ មិនមែនតែស្ថានភាពដែនកំណត់ដែលព័ទ្ធជុំវិញដែលត្រូវតែល្មម (កំដៅ កំរិត pH ។ល។) ប៉ុន្តែសំរាប់សមាសភាពនៃឡផ្ទុកឧស្ម័នផងដែរ ។ ការខ្វះវត្ថុធាតុដើមសំរាប់ជីវិតដូចជាកាបូន អាសូត ផូស្វ័រ និងវត្ថុធាតុសំណល់ផ្សេងទៀតគឺក៏មិនអាចទទួលបានដែរ។ ដូចនេះតំរូវការជាក់ស្តែងសំរាប់សមាសភាពនៃឡផ្ទុក ឧស្ម័នត្រូវធ្វើអោយមាន។

សមាសភាពនៃឡផ្ទុកឧស្ម័នមានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងផងដែរទៅលើ biocoenosis ។ សារធាតុដែលមានខ្លាញ់ច្រើននៅក្នុងឡផ្ទុកឧស្ម័ននិងជាហេតុនាំអោយកើនឡើងគួរអោយកត់សំគាល់នូវមេរោគកំឡុងពេល anaerobic biocoenosis ដែលអាចបំបែកជាតិខ្លាញ់ និងបំបែកធាតុរបស់ពួកវា។ យ៉ាងណាក៏ដោយនេះគឺជាការត្រឹមត្រូវតែមួយគត់ប្រសិនបើពេលវេលាគ្រប់គ្រាន់គឺផ្តល់អោយសំរាប់ការផ្លាស់ប្តូរ។



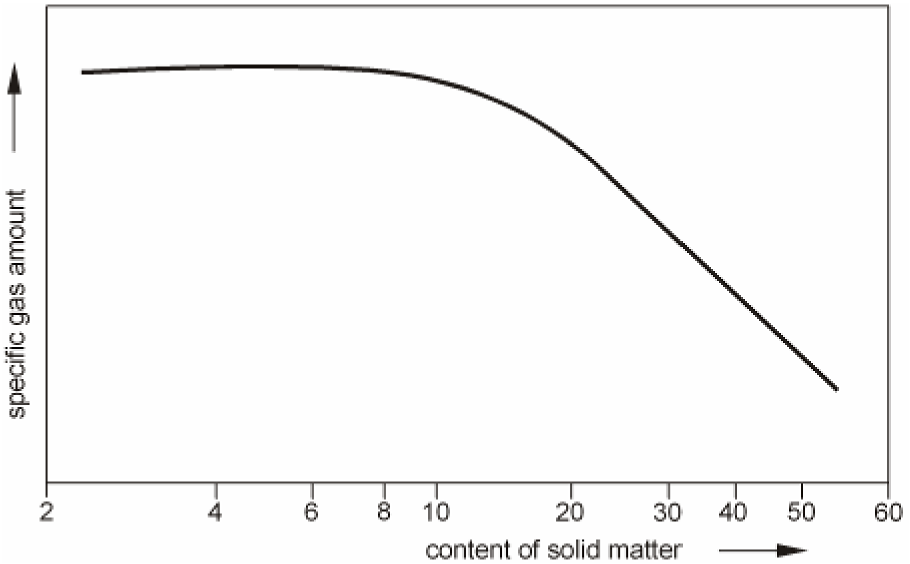

**ការលាយចូលគ្នារវាងសារធាតុរឹង និងទឹក**

### 3.2.6 រូបធាតុរឹង និងបរិមាណទឹក

បរិមាណវត្ថុធាតុរឹង ជាធម្មតាបានស្រង់ជា រូបធាតុស្ងួត រឺ បរិមាណរូបធាតុស្ងួត (dm គិតជា % (w/w) រឺ g/l) មានឥទ្ធិពលពិតប្រាកដទៅលើការខូចខាតនៅក្នុង anaerobic reactor ។ ឡផ្ទុកឧស្ម័នក្លាយមកជាមានភាពស្អិតច្រើនជាមួយការដែលធ្ងន់ឡើងៗនៃបរិមាណរូបធាតុរឹងដែលហូរកើនឡើង និង ការកើនឡើងរង្វាស់ចំនុះតំលៃនៃការផ្ទុកនៃ reactor ។

ប្រសិនបើឡផ្ទុកឧស្ម័នក្លាយមកជាមានភាពស្អិតដែលមិនមានការលាយគ្រប់គ្រាន់គឺអាចធ្វើទៅបាននៅក្នុង reactor បាក់តេរីនិងបានផ្គត់ផ្គង់គ្រប់គ្រាន់ជាមួយឡផ្ទុកឧស្ម័ន។ ជាការពិបាកចំពោះការខូចខាតរូបធាតុរឹង និងការថយចុះផលិតផលឧស្ម័នជាក់លាក់។ ប្រសិទ្ធភាពដូចគ្នាដែលបានកើតឡើងប្រសិនបើការផ្ទុកសរីរាង្គលើសពីតំលៃដែលគ្រោងជាបរិមាណនៅក្នុងឡផ្ទុកឧស្ម័នគឺមានកំរិតខ្ពស់ដែលអាចធ្វើអោយខូចដោយសារបាក់តេរី។

ដោយយោងតាមការស្រាវជ្រាវដោយ kapp(1984) បរិមាណរូបធាតុរឹងកើនឡើងរហូតដល់ 10 % (w/w) នៅក្នុង digestion reactor ដែលមិនមានឥទ្ធិពលសំខាន់ទៅលើ ការផលិតឧស្ម័នជាក់លាក់។ បរិមាណរូប-ធាតុរឹងខ្ពស់បណ្ដាលអោយ មានការថយចុះនៃការផលិតឧស្ម័នជាក់លាក់ ដូចដែលបានបង្ហាញនៅរូបភាពទី ៣.២។




**រូបភាពទី ៥: ការផលិតឧស្ម័នជាក់លាក់ដែលអាស្រ័យលើបរិមាណរូបធាតុរឹងនៅក្នុង digestion reactor [Böhnke et al. 1993]**

### 3.2.7 កត្តារាំងស្ទះ

ឡផ្ទុកឧស្ម័នជាច្រើនអាចហាម រឺ សកម្មភាពនៃការរលាយមានការយឺត ដូចនេះមានការកើននៃmicro សរីរាង្គ។ ដូចជាសមាសធាតុបានបាត់បង់នូវទ្រនាប់កំណត់កោសិកា រចនាសម្ព័ន្ធនៃ micro សរីរាង្គ (e.g. ម្សៅសាប៊ូ) រឺ អង់ស៊ីមសំរាប់ជាមូលដ្ឋានសំរាប់ការរំលាយ(e.g. លោហៈធ្ងន់)។ ឥទ្ធិពលដែលនាំអោយមានការខូចខាតខ្លាំងនៃសារធាតុទាំងនេះមានពិសេសគឺអាស្រ័យលើការប្រមូលផ្តុំ [Schlegel 1974], i.e. អត្តភាពនៃសារធាតុអាចមិនហាមចំពោះភាពសកម្មដែលនាំមុខ រឺការបំផ្លាញ។ ការហាមចាប់ផ្តើមជាមួយការប្រមូលផ្តុំពិតប្រាកដ។ ការហាមសារធាតុសំរាប់ ដំណើរការអាកាសជីវ រួមទាំង អុកស៊ីសែន ស្ពាន់ធ័រ អាស៊ីតសរីរាង្គ នីត្រាត អាម៉ូញូម និងអាម៉ូញ៉ាត ដែលជាលោហៈធ្ងន់ល្អ។

## 3.3 ចំណាត់ថ្នាក់ដំណើរការ AD

### 3.3.1 ការបែងចែក ដំណើរការ១ដំហាន ២ដំហាន និងពហុដំហាន

វាអាចធ្វើទៅបានក្នុងការបំបែកចេញពីគ្នារវាងដំណាក់កាលការញែកយកធាតុទឹកចេញ （hydrolysis） /ការឡើងជាតិជូរ（acidification）និងដំណាក់កាលការបញ្ចេញឧស្ម័នមេតាន។ ការបំបែកនេះមានដំណាក់កាលតាមផ្នែកនិមួយៗ គឺ ការបំបែកនៃដំណាក់កាលការញែកយកធាតុទឹកចេញនេះ អាស្រ័យ ទៅតាមការ កើន ឡើងពពួកបាក់តេរីម្យ៉ាងដែលជាអ្នកញែកយកធាតុទឹកចេញ។ ពេលនោះការញែកធាតុទឹញចេញនេះកើតមានឡើងយ៉ាងរហ័សដែលស្ទើរតែគ្មានវត្តមានឧស្ម័នមេតាន [Kaltschmitt und Hartmann 2001] ។ ដំណើរការបែបនេះ

ត្រូវតែមានដំណើការជាពីរដំណាក់កាលដាច់ខាត។ តារាងខាងក្រោម នឹងបង្ហាញពីភាពខុសគ្នាទូទៅរវាងដំណើរការមានតែមួយដំណាក់កាល និង មានពីរដំណាក់កាល។

**តារាងទី ៧: ភាពខុសគ្នារវាងដំណើរការដែលមាន១ជំហាន និង២ជំហាន** [Grüneklee 2002]

| | **ដំណើរការមានតែមួយដំណាក់កាល** | **ដំណើរការមានពីរដំណាក់កាល** |
|---|---|---|
| **គុណសម្បត្តិ** | តំលៃការវិនិយោគទាប<br>ដំណើរការបច្ចេកវិទ្យាមានភាពងាយស្រួល | សុវត្ថិភាពការ ដំណើរការខ្ពស់ (សកម្មភាពរបស់ពពួកអតិសុខុមប្រាណ) មានភាពងាយស្រួលក្នុងការបត់បែន ទៅតាមលក្ខខ័ណ្ឌដ៏ទៃទៀត |
| **គុណវិបត្តិ** | ពុំមានភាពទំនុកចិត្ត ដោយសារតែកើតមានជាតិអាស៊ីត ដែលធ្វើអោយសុវត្ថិភាពការ ដំណើរការទាប(សកម្មភាពរបស់ពពួកអតិសុខុមប្រាណ) | តំលៃការវិនិយោគខ្ពស់<br>ដំណើរការបច្ចេកវិទ្យាមានភាពស្មុគស្មាញ |

ម្យ៉ាងវិញទៀត រវាងដំណាក់កាលការញែកយកធាតុទឹកចេញ (hydrolysis) /ការឡើងជាតិ ជូរ (acidification)និងដំណាក់កាលការបញ្ចេញឧស្ម័នមេតាន មានតំរូវការលក្ខខណ្ឌបរិស្ថានខុសៗគ្នា ។ តារាងខាងក្រោម សង្ខេបពីតំរូវការខុសគ្នានេះ:

**តារាងទី ៨: តំរូវការខុសគ្នានៃការធ្វើអ៊ីដ្រូកម្ម និងមេតានកម្ម** [Grüneklee 2002]

| **ប៉ារ៉ាម៉ែត្រ** | **ដំណាក់កាលការញែកយកធាតុទឹកចេញ/ការឡើងជាតិជូរ** | **ដំណាក់កាលការបញ្ចេញឧស្ម័នមេតាន** |
|---|---|---|
| សីតុណ្ហភាព | 25 – 35 °C | mesophilic: 32 – 42 °C<br>thermophilic: 50 – 58 °C |
| តំលៃ ផះ | 5,2 – 6,3 | 6,7 – 7,5 |
| សមាមាត្រ ជ.ណ | 10 – 45 | 20 – 30 |
| ការផ្ទុកសាធាតុរឹង | < 40 % TS | < 30 % TS |
| សក្តានុពល ជ្រៀខ | +400 - -300 mV | < -250 mV |
| តំរូវការសារធាតចិញ្ចឹម C:N:P:S | 500 : 15 : 5 : 3 | 600 : 15 : 5 : 3 |
| ធាតុសំខាន់ៗផ្សេងទៀត | ពុំមានតំរូវការពិសេស | FatusMxan;[2] : Ni, Co, Mo, Se |

### 3.3.2 ដំណើរការរំលាយដោយគ្មានខ្យល់ក្នុងលក្ខណៈស្ងួត និងសើម

ដំណើរការបំបែកដោយខ្យល់អាចបំបែកជា ដំណើរការស្ងួត និងសើម អាស្រ័យតាមសារធាតុស្ងួត (dm) ដែលផ្ទុកនៅក្នុងសំភារៈដែលយកមកប្រើ។ ដំណើរការបំបែកដោយខ្យល់ស្ងួត ជួយថែរក្សាសារធាតុសរីរាង្គ ក្នុងសារធាតុស្ងួតពី ២០% ទៅ ៤០% [Weiland 2003, Köttner und Kaiser 2001]. សំភារៈ ដែលយកមក ប្រើក្នុងដំណើរការបំបែកដោយខ្យល់សើមមានផ្ទុកសារធាតុស្ងួតតែ១០%ទៅ ១៥%។ សារធាតុរឹង(ស្ងួត) មានខ្ពស់ជាង ៤០ ទៅ ៤៥% ធ្វើអោយមានការរាំងក្នុងការបំបែក រឺ អស្ថិរភាពដំណើរការ ដោយសារតែការហើររបស់ សារធាតុអាស៊ីតសរីរាង្គ ។ សារធាតុស្ងួត ដែលមាន នៅ ចន្លោះពី ១៥ ទៅ ២០ % ជាប្រភេទ ការបំបែកពាក់កណ្តាលខ្យល់ស្ងួត ។ ចំនួនចន្លោះនេះវាពុំបាន ដើរតួនាទីអោយសំខាន់នោះទេ ។ ចំពោះដំណើរការបំបែកដោយខ្យល់សើមបាន រក្សាគុណសម្បត្តបើប្រៀបធៀបជាមួយនិងដំណើរ ការបបែក ដោយខ្យល់ស្ងួត។ វាក៏អាចធ្វើបានដែរ ចំពោះ ការប្រើឧបករណ៏តាមទំលាប់ជាមួយនិងបច្ចេកទេស គឺបានសារ ធាតុរាវសុទ្ធ កំដៅល្អជាង លក្ខខណ្ឌ័នៃការផ្លាស់ប្តូរសមាសធាតុកើតមាន ហើយហា្គសមានភាពងាយស្រួល ក្នុងការរំដោះ ចេញពីបំបែកនេះ។ គុណវិបត្តិដ៏ធំធេងមួយនោះគឺ បរិមាណសំភារៈ ដែលយកមកប្រើច្រើនក្នុង ដំណើរការបំបែកដោយខ្យល់សើម ដែលនាំអោយមានអត្រាហូរច្រើន ឧទាហរណ៏ ឧបករណ៏សំរាប់បូមត្រូវការ ម៉ាស៊ីន ដែលមានកំលាំងធំ ហើយដំណើរការបំបែកទៀតសោតត្រូវការទំហំធំ។ តារាងខាងក្រោម ផ្តល់ពតិមាន អំពីភាពខុសគ្នា រវាងសកម្មភាពការបំបែកដោយខ្យល់សើម និង ស្ងួត។

**តារាងទី ៩: ភាពខុសគ្នារវាងដំណើរដោយគ្មានខ្យល់ក្នុងលក្ខណៈស្ងួត និងសើម** [Grüneklee 2002]

| | **ការបំបែកដោយខ្យល់ស្ងួត** | **ការបំបែកដោយខ្យល់សើម** |
|---|---|---|
| **គុណសម្បត្តិ** | ទំហំការបំបែកតូច ទំហំសំភារៈយកមកប្រើតូចវាអាចហូរមកនូវសារៈធាតុដែលមានផ្ទុកសារធាតុសរីរាង្គខ្ពស់។ | ប្រើប្រាស់ឧបករណ៏តាមទំលាប់ ជាមួយ-បច្ចេកទេស មានភាពងាយស្រួលដល់ការបំភាយហ្គាសពីធាតុរាវដោយសារតែមានការក្រឡុក |
| **គុណវិបត្តិ** | ត្រូវការប្រើឧបករណ៏ទំនើបជាមួយបច្ចេកទេស<br>ការបំបែកមិនអាចពេញលេញ<br>ទំហំបន្ទុកភ្លើងខ្ពស់<br>អាចនៅមានធាតុអាស៊ីត | ទំហំការបំបែកធំ<br>អត្រាហូរខ្ពស់ដោយសារតែការញែកធាតុរឹង និង រាវ |

បរិមាណទឹកសំអុយចេញពីដំណើរការដោយខ្យល់ស្ងួត និងខ្យល់សើម វាអាស្រ័យលើការផ្ទុកធាតុទឹករបស់ សំភារៈដែលយកមកប្រើ និង បរិមាណទឹកដែលត្រូវការផ្ទុកពេលធ្វើការបំបែក។ គឺជាអ្នកកំណត់នូវអេ ការផ្ទុកសំណើមត្រូវបានកំណត់ដោយការបង្ហូរចេញនៃដំណើរការបំបែកនេះដែរ។

### 3.3.3 ការផ្គត់ផ្គង់រូបធាតុកែច្នៃ

ការអោយចំណីប្រភេទវត្ថុធាតុដើមនេះមានសារៈសំខាន់ណាស់សំរាប់ពពួកមីក្រូសរីរាង្គ។ ប្រភេទការអោយចំណីវត្ថុធាតុដើមមានបីប្រភេទចំបង គឺប្រភេទអោយជាប្រចាំ (continuously) ប្រភេទអោយជាប្រចាំដែលមិនជាក់លាក់ (quasi-continuously) និង ជាក្រុមមានលក្ខខណៈជាប្រពន្ធ័(batch system) ។

**ការអោយចំណីជាក្រុម (Bacth Feeding)**

ជាប្រពន្ធ័ដែលមិនមានជាប្រចាំ **(Discontinuous systems)** ធ្វើការជាមួយដំណើរការជាក្រុម ហើយផ្លាស់ប្តូរអ្នកផ្ទុក ។ ដំណើរការអោយចំណីមិនមានជាប្រចាំនេះ ភាគច្រើនប្រើជាមួយនិង ការបំបែកដោយខ្យល់ស្ងួត។

*Batch load systems*: ជាការបំបែកដែលបានចប់ពេញលេញហើយបានបិទ (ហ្គាសបានបិទ)។ សារធាតុដែលបានបំបែកត្រូវបានផ្តាច់ក្រោយពីជ្រើសរើសពេលវេលាបំរុង
ហើយជំនួសដោយវត្ថុធាតុដើមដែលនៅស្រស់ ។វត្ថុធាតុដើមដែលបានបំបែកមួយផ្នែកនៅតែមាននៅក្នុងឧបករណ៏បំបែកនោះហើយត្រូវបានប្រើជាអ្នកបង្កើជាសំលេង(inoculum) ។មិនត្រូអោយមិនមានចំណីអាហារនិងការផ្តាច់នោះទេក្នុងអំឡុងពេលដំណើរការបំបែក។ ធុងសំរាប់ស្តុកសំភារៈសំរាប់ធ្វើការបំបែក ហើយនិងសំរាប់ជាសំភារៈប្រើត្រូវតែបង្កើនល្បឿន ដំណើរការបញ្ចូលនិងផ្តាច់ចរន្តភ្លើង។ ផលិតកម្មហ្គាសនៅក្នុងក្រុម ដែលមានលក្ខខណៈជាប្រពន្ធ័នេះមិនមានជាប្រចាំទេវា ចាប់ផ្តើមមានបន្ទាប់ពីមានការបញ្ចូលភ្លើងនោះ និងទទួលហ្គាសបានកំរិតខ្ពស់ហើយនៅទីបញ្ចប់ គឺធ្លាក់ចុះមកវិញ។ ប្រពន្ធ័នេះពុំអាចទទួលបានបរិមាណ និង គុណភាពហ្គាសស្ថិតស្ថេរទេនោះទេ។ ការរក្សាពេលវេលាដែលត្រូវបាន ផ្លាស់ប្តូរដោយទំហំនៃការបំបែក។

*Change container systems*: ដំណើរការនេះ ប្រើឧបករណ៏ផ្ទុកចំនួនពីរជាអ្នកធ្វើការបំបែក គឺ ទីមួយ សំរាប់ចាក់បំពេញយ៉ាងយឺត១ ហើយទីពីរប្រើសំរាប់បំបែកសំភារៈដែលត្រូវបំបែក ។ នៅពេលការបំបែកលើកទីមួយបានបញ្ចប់ហើយនោះ ការបំបែកលើកទីពីរបានផ្តាច់ចរន្តទៅជាឧបករណ៏សំរាប់ស្តុកទុកមួយ ដែលបំពេញ យឺត១ម្តង។ ដូចនេះស្ថេរភាពនៃបរិមាណហ្គាស និង គុណភាពអាចទទួលបានជោគជ័យ ហើយប្រើប្រាស់អ្នកបំបែកច្រើន ។

**ការផ្គល់ចំណីជាប្រចាំ និងការផ្តល់ចំណីជាប្រចាំដែលមិនជាក់លាក់ :**

ប្រពន្ធ័នៃការផ្តល់ចំណីជាប្រចាំ និង ការផ្តល់ចំណីជាប្រចាំដែលមិនជាក់លាក់ បែងចែកជាលំហូរតាមរយៈប្រពន្ធ័ការបញ្ចូលគ្នានិងការស្តុកទុក ។ ការផ្តល់ចំណីជាប្រចាំដែលមិនជាក់លាក់មានន័យថាត្រូវផ្តល់ចំណីយ៉ាងហោចណាស់មួយដងក្នុងមួយថ្ងៃដោយដំណាំភាគច្រើនទាំងនោះត្រូវប្រើការបញ្ចូលភ្លើងជាញឹកញាប់ ។

*លំហូរតាមរយៈប្រពន្ធ័ :* សារធាតុដែលចំរាញ់ត្រូវអោយចំណីអោយបានពីរ បីដងក្នុងមួយថ្ងៃ ចាប់តាំងពីឧបករណ៍ស្តុកកំពុងទទួល ដើម្បីធ្វើការបំបែក នៅពេលជាមួយគ្នានោះដែរចំនួន បំបែកវត្ថុធាតុដើម ដែលស្មើគ្នានោះត្រូវបានកាត់ផ្តាច់ចរន្ត ។ ការបំបែកតែងតែបំពេញបានយ៉ាងពេញលេញ ។ ការបំបែកនេះត្រូវតែជាអ្នកផ្តាច់ចរន្តក្នុងករណីណា ដែលមានការខូចខាត ការថែរក្សា និង ការជួសជុល ។ ចំពោះគុណសម្បត្តិវិញគឺជាអ្នកបន្តផលិតផលហ្គាសនិងសមត្ថភាពនៃការប្រើប្រាស់ប្រភេទនៃការបំបែកនេះអោយបានល្អ ។ផ្លូវចេញនិងផ្លូវចូលត្រូវតែដាក់បញ្ច្រាស់ទិសគ្នាដើម្បីចៀសវាងការលំហូរជុំវិលបានខ្លី (មានន័យថាការកាត់ផ្តាច់ សំភារៈដែលមិនបានបំបែក)

*ប្រពន្ធ័ស្តុកទុក:* មានតែប្រពន្ធ័បំបែកមួយប៉ុណ្ណោះត្រូវប្រើសំរាប់បំបែក ហើយនិងសំរាប់ស្តុកទុកសំរាប់ដំណើការបំបែក ។ ការបំបែកគឺពុំអ្វីឡើយបើសារធាតុដើមត្រូវបំបែកនោះ មានតែចំនួនដែលនៅសល់ណាមួយពិតប្រាកដប៉ុណ្ណោះ ដែលជាអ្នកចំលង ។ ឧបករណ៍ស្តុកទុកត្រូវបានបំពេញឡើងបន្ទាប់ពីកាត់ផ្តាច់ចរន្ត ។ ដំណើរការនេះមានគុណប្រយោជន៍ដោយរក្សាបាននូវពេលវេលាបានខ្ពស់ទោះបីជាពុំមានការបន្តមានផលិតផល ដោយសារតែមានបន្ទុកខ្ពស់ក៏ដោយ ។

*លំហូរតាមបំពងនិង ប្រពន្ធ័ស្តុកទុក* : ទាំងពីរដំណើរការនេះ ត្រូវបានបញ្ចូលគ្នា ហើយធុងស្តុកទុកបានចាក់បំពេញជាស្រេច ។ ដំណើរការនេះធ្វើអោយផលិតផលហ្គាសផលិតបានបន្តបន្ទាប់ ទោះបីជាលំហូរជុំវិញបានខ្លីនោះអាចកើតមានតាមរយៈការបំបែកនោះក៏ដោយ ។

## 3.4 រយៈពេលប្រមូលផ្តុំនៃជីវៈម៉ាស (Biomass Retention)

ការប្រមូលផ្តុំនូវជីវម៉ាសសកម្មនៅក្នុងប្រព័ន្ធនេះអាចកើតឡើងតាមរយៈការថែរក្សាទុកជីវម៉ាស ឬភាពរចល់មួយ ។ គុណប្រយោជន៍របស់វាគឺធ្វើឱ្យមានភាពពុកផុយរហ័ស ដែលអាចប្រើចំពោះឡដែលមានទំហំរេអាក់ទ័រតូច ។ ការថែរក្សាទុកជីវម៉ាសនៅក្នុងរេអាក់ទ័រក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់អាចធ្វើទៅបានតាមរយៈការតំឡើងនូវ ប្រព័ន្ធទ្រទ្រង់ ដែលក្នុងនោះមីក្រូសរីរាង្គអាចរស់នៅដោយមិនអាចផ្លាស់ទីបាន ។ ការថែរក្សាទុកជីវម៉ាសគឺជាការអនុវត្តន៍មួយ ដែលគេធ្វើឡើងនៅក្នុងដំណើរការមួយចំនួន ។ ដូចនេះសារធាតុកំណើរឹងចេញមកពីរេអាក់ទ័រគ្មានខ្យល់ ត្រូវបានញែក និងត្រឡប់ចូលទៅក្នុងរេអាក់ទ័រវិញ ។

## 3.5 តុល្យភាពម៉ាស និងទិន្នផលថាមពល

ការបំបែករបស់វត្ថុធាតុដើមដាក់ចូល អាស្រ័យទៅនឹងសមាសធាតុគីមីរបស់វា។ កត្តាមួយទៀត ដែលទាក់ទងទៅនឹងការជះឥទ្ធិពលទៅលើការបំបែកនេះ គឺរយៈពេលដំណើរការពុកផុយ។ អត្រាបំបែកធាតុនៅក្នុងប្រព័ន្ធពុយផុយក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ គឺរវាងពី ៤០-៦០% នៃសារធាតុសរីរាង្គ (odm)។ សមាសធាតុផ្សំរបស់ជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាងខាងក្រោម៖

**តារាងទី ១០: សមាសភាពផ្សំនៃជីវៈម៉ាស**

| ធាតុផ្សំ | លំដាប់ | មធ្យមភាគ |
|---|---|---|
| Methane | 45 - 70 Vol. % | 52 Vol. % |
| Carbon dioxide | 25 – 80 Vol. % | 50 Vol. % |
| Vapour (water) | 0-10 Vol.% | 3,1 Vol. % |
| Nitrogen | 0,01 - 5 Vol. % | 1,0 Vol. % |
| Oxygen | 0,01 - 2 Vol. % | 0,03 Vol. % |
| Hydrogen | 0 - 1 Vol. % | > 1 Vol. % |
| Hydrogen sulphide | 0,01-2,5 mg/m$^3$ | 0,7 mg/m$^3$ |
| Ammonia | 0,01-2,5 mg/m$^3$ | 0,7 mg/m$^3$ |

វត្តមានរបស់មេតាននៅក្នុងជីវឧស្ម័នអាស្រ័យទៅនឹងសំណល់ឡដែលដាក់ចូល។ កាបូនអ៊ីដ្រាតអាចផលិតនូវមេតានប្រហែលជា ៥០% ខ្លាញ់ ៧០% និងប្រូតេអ៊ីន ៨៤% (v/v)។ មេតានមានផ្ទុកនូវកំដៅ ៣៥ ៩០០ KJ/ម$^{៣}$ ជីវម៉ាស ៦៥% (v/v) មានកំដៅ ២៣ ៣០០KJ/ម$^{៣}$ ។ តារាងខាងក្រោមបង្ហាញនូវបរិមាណថាមពលក្នុងឯកតាផ្សេងគ្នា។

**តារាងទី ១១: បរិមាណថាមពលរបស់ជីវម៉ាស និងមេតាន**

| ឯកតាថាមពល | ជីវម៉ាស (60% methane) | មេតាន |
|---|---|---|
| MJ/m$^3$ | 21,5 | 35,9 |
| kWh/m$^3$ | 6,0 | 9,97 |
| BTU/m$^3$ | 20 417 | 34 028 |

# 4 រូបធាតុដើម និងរូបធាតុទទួលបាន និងការប្រើប្រាស់

## 4.1 លាមកសត្វ

*លាមកសត្វពាហនៈ* គឺជាវត្ថុធាតុដើមដែលមាននូវសារធាតុខនិជ ឬកាកសំណល់ពីការចិញ្ចឹមសត្វ។ ឧទាហរណ៍ លាមក ឬទឹកនោមសត្វជ្រូក គោក្របី និងសត្វមាន់។ វត្ថុធាតុទាំងនេះមានសក្តានុពលខ្ពស់ ដោយសារវាមាននូវបរិមានដ៏ច្រើនទៅតាមទំហំរបស់កសិដ្ឋានតាមប្រទេសឧស្សាហកម្ម ហើយពួកវាត្រូវតែទទួលនូវការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មទៅតាមតំរូវការបែបបរិស្ថាន។ លាមករាវរបស់សត្វជ្រូក និងគោមានផ្ទុកនូវសារធាតុស្ងួតទាប និងសមស្របសំរាប់ការបំបែកជាមួយនឹងវត្ថុធាតុដទៃទៀត ដែលមានបរិមាណសារធាតុស្ងួតខ្ពស់។

លាមករឹងភាគច្រើនត្រូវបានគេលាយជាមួយនឹងលាមករាវ ឧទាហរណ៍ លាមករាវដោយសារតែមានបរិមាណធាតុស្ងួតច្រើន ដែលអាចឱ្យគេអាចបូមបាន។ វត្ថុធាតុដើមរឹងត្រូវបានគេធ្វើឱ្យមានលក្ខណៈឯកសណ្ឋានមុនពេលធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មដោយគ្មានខ្យល់។

ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់លាមកសត្វផ្សេងៗ ខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទសត្វ និងបែបផែននៃការចិញ្ចឹម (ក្នុងទ្រុង/ក្រៅទ្រុង) ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាងខាងក្រោម។ លាមកថ្មីសំដៅចំពោះលាមកសត្វរាវ ហើយលាមកថ្មីរឹងសំដៅចំពោះលាមកសត្វដុំ/រឹង។ បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមស្ថិតនៅដដែលក្នុងកំឡុងដំណើរការបំបែកដោយគ្មានខ្យល់ត្រូវបានគេប្រើយកមកគណនានូវផ្ទៃតំរូវការសំរាប់ការប្រើប្រាស់ជី។

**តារាងទី ១២: លាមកសត្វ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ**

| វត្ថុធាតុដើម | dm | odm | ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន | | CH4 - content | សារធាតុចិញ្ចឹម | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | N | NH4 | P2O5 | K2O | Mg |
| | [%] | [% dm] | [m³/t wm] | [m³/t odm] | [Vol.-%] | [% dm] | | | | |
| លាមកគោ | 8-11 | 75-82 | 20-30 | 200-500 | 60 | 2,6-6,7 | 1-4 | 0,5-3,3 | 5,5-10 | 0,3-0,7 |
| លាមកជ្រូក | approx. 7 | 75-86 | 20-35 | 300-700 | 60-70 | 6-18 | 3-17 | 2-10 | 3-7,5 | 0,6-1,5 |
| លាមកគោ | approx. 25 | 68-76 | 40-50 | 210-300 | 60 | 1,1-3,4 | 0,22-2 | 1-1,5 | 2-5 | 1,3 |
| លាមកជ្រូក | 20-25 | 75-80 | 55-65 | 270-450 | 60 | 2,6-5,2 | 0,9-1,8 | 2,3-2,8 | 2,5-3 | - |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| លាមកមាន់ | approx. 32 | 63-80 | 70-90 | 250-450 | 60 | 5,4 | 0,39 | - | - | - |

ការកែច្នៃផលិតផលកសិកម្មផ្តល់នូវសំណល់សរីរាង្គផ្សេងគ្នា។ ពួកវាភាគច្រើនត្រូវបានប្រើប្រាស់សំរាប់ការបង្កើតថាមពលនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ ជាពិសេសអនុផលដែលបានមកពីការផលិតស្រាបៀរ ផលិតកម្មម្សៅស្ករ ការដុះមេរបស់អាល់កុល មានលក្ខណៈសមស្រប។ តារាងខាងក្រោមនេះបង្ហាញនូវប្រភេទរូបធាតុដើមកែច្នៃផ្សេងៗ:

**តារាងទី ១៣: វត្ថុធាតុកែច្នៃខ្នាតឧស្សាហកម្ម ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ** [FNR 2004]

| **វត្ថុធាតុដើម** | **dm [%]** | **odm [% dm]** | **ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន [m³/t wm]** | **[m³/t odm]** | **CH4 - content [Vol.-%]** | **សារធាតុចិញ្ចឹម N [% dm]** | **NH4** | **P** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ធញ្ញជាតិផលិតស្រាបៀរ | 20-25 | 70-80 | 105-130 | 580-750 | 59-60 | 4-5 | - | 1,5 |
| hogwash (grain) | 6-8 | 83-88 | 30-50 | 430-700 | 58-65 | 6-10 | - | 3,6-6 |
| hogwash (pota-toes) | 6-7 | 85-95 | 36-42 | 400-700 | 58-65 | 5-13 | - | 0,9 |
| hogwash (fruits) | 2-3 | approx. 95 | 10-20 | 300-650 | 58-65 | - | - | 0,73 |
| Pulp | appr.13 | approx. 90 | 80-90 | 650-750 | 52-65 | 0,5-1 | 0,04 | 0,1-0,2 |
| fruit water | 3,7 | 70-75 | 50-56 | 1500-2000 | 50-60 | 4-5 | 0,8-1 | 2,5-3 |
| process water | 1,6 | 65-90 | 55-65 | 3000-4500 | 50-60 | 7-8 | 0,6-0,8 | 2-2,5 |
| pressed spent slices | 22-26 | approx. 95 | 60-75 | 250-350 | 70-75 | - | - | - |
| Molasse | 80-90 | 85-90 | 290-340 | 360-490 | 70-75 | 1,5 | - | 0,3 |
| apple pomace | 25-45 | 85-90 | 145-150 | 660-680 | 65-70 | 1,1 | - | 0,3 |
| fruit pomace | 25-45 | 90-95 | 250-280 | 590-660 | 65-70 | 1-1,2 | - | 0,5-0,6 |
| vine pomace | 40-50 | 80-90 | 250-270 | 640-690 | 65-70 | 1,5-3 | - | 0,8-1,7 |

**រូបភាពទី ៦: រូបធាតុទទួលបានថ្មីៗពីការឡើងមេ**

**រូបភាពទី ៧: Malted barley [BioVAG 2007]**

**រូបភាពទី ៨: Olive pomace [www.biopower-gmbh.de]**

**រូបភាពទី ៩: Pressed pomace [www.jenskleemann.de]**

## 4.2 សំណល់សរីរាង្គ

ធនធានសំណល់បានចែកដាច់ពីគ្នាទៅតាមតំបន់ ជាពិសេសសំណល់សរីរាង្គគឺជារូបធាតុកែច្នៃដែលគ្រប់គ្រាន់សំរាប់ធ្វើឡជីវឧស្ម័នប្រសិនបើមិនមានចំនុះសមាសភាព lignin ។ រូបធាតុកែច្នៃទាំងនេះតំរូវអោយនៅបិទជិតមុននិងធ្វើប្រព្រឹតិកម្ម , i.e. ញែកចេញនៃធាតុមិនសុទ្ធដូចជា អំបែងកែវ និងថង់ផ្លាស្ទិក ។ រូបធាតុកែច្នៃផ្សេងៗទៀតមានដូចជាសំណល់អាហារដែលបានមកពីចង្ក្រានអាហារដ្ឋាន សំណល់មកពី សត្វឃាត និងខ្លាញ់មកពីការញែកយកចេញនូវជាតិខ្លាញ់(ភោជនីយដ្ឋាន) ទិន្នផលឧស្ម័ន និងសាមាសធាតុផ្សេងទៀត ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុង តារាងខាងក្រោម ។

**តារាងទី ១៤: សំណល់ទីក្រុង សារធាតុកៃច្នៃ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ [FNR 2004]**

| រូបធាតុកៃច្នៃ | dm [%] | odm [% dm] | ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន [m³/t wm] | ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន [m³/t odm] | $CH_4$ - ចំណុះ [Vol.-%] | សារធាតុបំប៉ន N [% dm] | សារធាតុបំប៉ន $NH_4$ [% dm] | សារធាតុបំប៉ន P [% dm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| សំណល់សរីរាង្គ | 40-75 | 50-70 | 80-120 | 150-600 | 58-65 | 0,5-2,7 | 0,05-0,2 | 0,2-0,8 |
| សំណល់អាហារ | 9-37 | 80-98 | 50-480 | 200-500 | 45-61 | 0,6-5 | 0,01-1,1 | 0,3-1,5 |
| សំណល់ទីផ្សារ | 15-20 | 80-90 | 45-110 | 400-600 | 60-65 | 3-5 | - | 0,8 |
| ការញែកយកខ្លាញ់ចេញ | 2-70 | 75-93 | 11-450 | approx. 700 | 60-72 | 0,1-3,6 | 0,02-0,15 | 0,1-0,6 |
| ចំនុះពោះជ្រូក | 12-15 | 75-86 | 20-60 | 250-450 | 60-70 | 2,5-2,7 | - | 1,05 |
| ចំនុះពោះ | 11-19 | 80-90 | 20-60 | 200-400 | 58-62 | 1,3-2,2 | 0,4-07 | 1,1-1,6 |
| flotate sludge | 5-24 | 80-95 | 35-280 | 900-1200 | 60-72 | 3,2-8,9 | 0,01-0,06 | 0,9-3 |
| សំណល់បៃតង | appr. 12 | 83-92 | 150-200 | 550-680 | 55-65 | 2-3 | - | 1,5-2 |

**រូបភាពទី ១០: ការចាក់សំណល់សរីរាង្គទៅក្នុងរោងប្រព្រឹត្តកម្ម [BioVAG 2007]**

**រូបភាពទី ១១: Segregation of impurities [BioVAG 2007]**

## 4.3 ការដឹកជញ្ជូនសារធាតុកៃច្នៃ

ការដឹកជញ្ជូនរូបធាតុកៃច្នៃអាស្រ័យលើប្រភេទនិងលក្ខណៈនៃរូបធាតុដែលបានប្រើទាំងនោះ។ រូបធាតុរាវត្រូវបានដឹកជញ្ជូនជាមួយ（សុញ្ញាកាស）ឡានស៊ីទែន（រូបភាព ៤-៨）សំណល់រឹងមួយមាន（DM> 15%）ជាមួយ-ឡាន រឺរថយន្តសណ្តោងកសិដ្ឋាន។ សំណល់ជីរឹងអាចត្រូវបានគេចាក់ដោយប្រព័ន្ធបំពង់បង្ហូរ។ រោងចក្រខ្លះដំណើរការដោយរថយន្តផ្ទាល់ខ្លួនសូម្បីតែការប្រើប្រាស់រថយន្តផ្គត់ផ្គង់នូវវត្ថុធាតុដើម។

**រូបភាពទី ១២:ឡានដឹកលាមក**

ការចំនាយទៅលើការដឹកជញ្ជូននៅក្នុងប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ និងអូទ្រីសប្រហែលជាតំលៃ ២.៩០ អឺរ៉ូក្នុង១តោន និងគីឡូម៉ែត្រ [Rittler 2003]។ ការអនុវត្តសំណល់ឡ ដឹកជញ្ជូនទៅកាន់តំបន់អនុវត្ត តំលៃ ២.៥០អ៊ឺរ៉ុ ក្នុង១តោន និងគីឡូម៉ែត្រ [Niederbacher 2004]។ ចំងាយការដឹកជញ្ជូនអាចជាតំលៃមួយសំរាប់ការជ្រើសរើសនៃការដាក់បញ្ចូលរូបធាតុផ្សេងៗ។ ចំណាយការដឹកជញ្ជូននៃសំណល់សរីរាង្គជាមួយនិងប្រព័ន្ធនៃការដឹកជញ្ជូនផ្សេងៗគ្នាក្រោមលក្ខ័ណសហគមន៍អ៊ឺរ៉ុប (ប្រទេសអូទ្រីស) ប្រៀបធៀបគ្នានៅក្នុងតារាង ៤-៤ ។

ចំណាយការដឹកជញ្ជូនត្រូវបានគណនាអាស្រ័យលើមូលដ្ឋានថ្លៃនៃការបរិភោគ រាប់ទាំងអាយុកាលប្រើប្រាស់នៃម៉ាស៊ីន និងមធ្យមភាគល្បឿន [Theißing 2006].

**តារាងទី ១៥: ការចំណាយលើការដឹកជញ្ជូន** [Leible et al. 2003]

| **ការដឹកជញ្ជូន** | **ដឹកជញ្ជូន** | **ចំណាយ** | **ចំណាយជាក់ លាក់** | |
|---|---|---|---|---|
| | រយះចំងាយ [km] | [€ per transport] | [€/t], [€/m³] | [€/(t, km], [€/m³ km] |
| | 1 | 61,4 | 5,12 | 5,12 |
| រឺម៉កសន្តោង ជាមួយស៊ីទែនសុញ្ញាកាស | 3 | 67,1 | 5,59 | 1,86 |
| (12m³) | 5 | 72,7 | 6,06 | 1,21 |
| | 10 | 86,9 | 7,24 | 0,72 |
| | 1 | 93,0 | 3,32 | 3,32 |
| ត្រាក់ទ័រជាមួយរឺម៉កសន្តោងពីរ | 3 | 99,3 | 3,55 | 1,18 |
| (2 x 14t working load) | 5 | 105,5 | 3,77 | 0,75 |

| ការដឹកជញ្ជូន | ដឹកជញ្ជូន | ចំណាយ | ចំណាយជាក់ លាក់ | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | 10 | 121,2 | 4,33 | 0,43 |
| | 1 | 127,2 | 5,09 | 5,09 |
| រថយន្តដឹក | 3 | 131,4 | 5,26 | 1,75 |
| (25t working load) | 5 | 135,5 | 5,42 | 1,08 |
| | 10 | 145,8 | 5,83 | 0,58 |

## 4.4 ការស្តុកទុករូបធាតុដើមកែច្នៃ

ការរក្សាទុករូបធាតុកែច្នៃ មានការផ្លាស់ប្តូរនូវសំភារៈផ្គត់ផ្គង់ និងការចែកចាយ។ រូបធាតុកែច្នៃ ត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងរណ្តៅ ធុង និងស៊ីទែន អាស្រ័យលើភាពស្ថិតថេររបស់ពយកគេ។ បរិមាណនៃមាត្រាដែលផ្ទុកត្រូវតែចាប់អារម្មណ៏លើចន្លោះពេលការផ្គត់ផ្គង់ និងការបែកបាក់ឡដែលអាចកើតឡើង។ ការកកនៃរូបធាតុនៅក្នុងរដូវត្រជាក់ ការសាយភាយក្លិន និងដំណើរការថយចុះ ត្រូវប្រយ័ត្នកំឡុងពេលរក្សាទុក [Theißing 2006].

## 4.5 ការប្រើប្រាស់សំណល់ឡ

សំណល់ឡជាច្រើនបានមកពីឡជីវឧស្ម័នដែលមានបរិមាណមេតានសំរាប់បង្កើតនូវមីក្រូសរីរាង្គ បង្កើតនូវជីវឧស្ម័នសូម្បីតែមិននៅក្នុងឡកំដៅ គ្រាប់តែវិធីនេះមានដំណើរការយឺត។ ពេលបើកធុងដែលផ្ទុកអាចបណ្តាលអោយមានការបាត់បង់ជាច្រើននូវជីវឧស្ម័ន រឺមេតាន ក្នុងករណីសំណល់ឡមិនទាន់ផលិតអស់។ បរិមាណខ្ពស់នៃ ammonium nitrogen នៅក្នុងការប្រៀបធៀបគ្នាជាមួយជីលាមកដែលវាវមានការភាយខ្ពស់នៅក្នុងប្រព័ន្ធបើកឧស្ម័នដែលផ្ទុក។ ធុងដែលផ្ទុកអាចធ្វើជាស៊ីទែននៅក្រោមដី ( បើក រឺធ្វើជាមួយខ្សែរាយតាមពិដាន) រឺជា ស៊ីទែនផ្នែកខាងលើ ជាធម្មតាគេធ្វើសណ្ឋានដូចជាបំពង់ ចំណុះដែលរក្សាទុកត្រូវអោយមានទឹកតិចនិងគួរតែសង់ដោយដៃអោយបានល្អិតល្អន់ច្បាស់លាស់ រឺធ្វើពីដែកថែប។ សំណល់ឡគួរតែរត់បានទៅមកក្នុងធុងផ្ទុកឧស្ម័នជាមួយនិងកំរិតនៃការហូរមួយដោយសេរី និងធុងគួរតែផ្តល់ជាមួយការការពារចំពោះការហូរដែលលើសហួសចំនុះ។ ធុងផ្ទុកឧស្ម័នត្រូវការលាយបញ្ចូលគ្នាដើម្បីអោយសព្វនូវសំណល់មុនពេលយកចេញ។ ផ្ទៃទាំងនេះត្រូវមានកំពស់សមរម្យយ៉ាងហោចណាស់ ២០សង់ទីម៉ែត្រ ដើម្បីការកកើតនៃរលកនៅក្នុងធុង។ សំណល់ឡជាធម្មតាវាមានសភាពរាវណាស់ដែលនោះបណ្តាលមកពីវិយោគកម្មលឿននៃសមាសធាតុ រាវ និងរឹង។ ខ្នាតធ្វើកន្លែងបើករបស់ធុងផ្ទុកឧស្ម័នគួរតែគិតគូពិចារណាទៅលើ បរិមាណស្ទះដែលអាចកើតឡើង។

វិជ្ជមាឧធុង កំរិតវត្ថុរាវ មានភាពជាប់លាប់សំរាប់សំណល់ និងលក្ខ័ណនៃអាកាសធាតុ មានអានុភាព សាយភាយ-ចំពោះការបើកធុងផ្ទុកឧស្ម័ន។ ការសាយភាយកើនឡើងជាមួយការកើនឡើងនៃវិជ្ជមាឧធុង និងការថយចុះផៃដែលទំនេរ។ ធម្មជាតិ និងទ្រនាប់ flotation សិប្បនិម្មិតនៃចំបើង រឺវត្ថុធាតុដើមដែលមានទំងន់ស្រាលបន្ថយនូវការសាយភាយអាម៉ូញ៉ាត អាចកើនឡើងមេតាន និងការភាយឧស្ម័នដែលបាញ់ចេញ។ សំណល់ឡដែលរាវត្រូវតែអោយបាត់អស់មុនពេលយកចេញដើម្បីធានាអោយសព្វល្អមទាំងអស់។

ការវាយចំបើងត្រូវបានដាក់ដោយផ្ទាល់ទៅផ្នែកខាងលើជាមួយនិងការជញ្ជ្រាំដំណាំដាក់បន្ថែម។ សៀវភៅមគ្គុទេសន៏ណែនាំសំរាប់ខ្នាតទ្រនាប់ដែលល្អមគ្រប់គ្រាន់គឺ៧ គីឡូក្រាមនៃចំបើង ក្នុង១ម៉ែត្រការេ ផ្នែកខាងលើ។ ការថយចុះនៃ តំលៃ pHជាទូទៅធ្វើអោយការសាយភាយមានការថយចុះ។ ការសាយភាយថយចុះធ្វើអោយខកខ-ានការចេញនៃឧស្ម័នទាំងអស់នោះ ថ្វីបើវាធ្វើអោយស្ទះទឹក និងឧស្ម័នត្រូវបញ្ចេញចោលដោយឡែកពីគ្នា ។

ធុងដែលបានបិទអាចត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ជាមួយនិងហ្វីលថង់ផ្លាស្ទិក ការសង់នៃសំឡីកែវបានធ្វើអោយផ្លាស្ទិកកាន់តែរឹងមាំ រឺ ធ្វើពីពិដានចាក់បេតុង។ សំភារៈសំរាប់សាងសង់ត្រូវធន់ប្រឆាំងនិងកាំរស្មីព្រះអាទិត្យដែលចែងចាំង និង-មិនច្រេះ។ ចន្លោះឧស្ម័នអាចភ្ជាប់ជាមួយប្រព័ន្ធឧស្ម័ននៃការប្រើប្រាស់ឡដែលបង្កើតជីវឧស្ម័ន។

### 4.5.1 **វិធីសាស្ត្រប្រើជាមួយដី**

ការប្រើប្រាស់នៃសំណល់ឡរាវអាចត្រូវបានអនុវតន៏ជាមួយវិធីសាស្ត្រស្រដៀងគ្នាដូចការប្រើប្រាស់នៃជីលាមកសត្វរាវ។ លក្ខណៈខុសៗគ្នាដូចជាបរិមាណរូបធាតុស្ងួត និងបរិមាណអាម៉ូញ៉ូមខ្ពស់ត្រូវបានគេពិនិត្យពិចារណា។ តំរូវការដើម្បីអោយមានផលគ្រប់គ្រាន់គឺការរៀបចំធុងសណ្តោង និងក្រុមបែងចែកត្រូវគ្រប់គ្រាន់។ បរិមាណនៃការដាក់ជីត្រូវបានគណនាដោយយោងទៅតាមការធ្វើកសិកម្មបានល្អ។

ការប្រើប្រាស់បន្ត គឺជាវិធីសាស្ត្រសាមញ្ញចំពោះការទទួលបានសំណល់ ជាមួយនិងរថយន្តស៊ីទែន រឺសណ្តោង ការដឹកជញ្ជូនវាទៅកាន់ទីដី និង ចាញ់បំពេញវា។

វិធីសាស្ត្រស្តុកទុកគឺជាវិធីមួយផ្សេងទៀត ការផ្ទុកសំណល់ឡពីធុងផ្ទុកមធ្យម រឺធុងសណ្តោងមធ្យមទៅជាការប្រើរថយន្តពិសេស។ ការប្រើប្រាស់រថយន្តពិសេសនេះអាចធ្វើច្រើនតំបន់ថ្វីបើវាមានការតំរូវអោយបន្ថែមនូវហត្ថពលិករ និងការវិនិយោគ។ ធុងសណ្តោងធម្មតា ធុងសណ្តោងជាច្រើនមានប្រដាប់បូម រឺមានម៉ាស៊ីនសំរាប់សប់ឧស្ម័នត្រូវបានគេប្រើជាសំខាន់។ ម៉ាស៊ីនសំរាប់សប់ឧស្ម័នធ្វើចំពោះសំពាធដែលលើស សំរាប់សំណល់ឡដែលប្រើប្រាស់ និងសំពាធខាងក្រោម សំរាប់បំពង់ ឡើងទៅលើរបស់សំណល់ឡ។ រូបភាព៤-៩ បង្ហាញជាឧទាហរណ៏មួយសំរាប់ធុងសណ្តោង។

**រូបភាពទី ១៣: ធុងសណ្តោងសំរាប់ការដឹកជញ្ជូនសំណល់ឡ និងការប្រើ [BioVAG 2007]**

សារៈសំខាន់ដើម្បីការចែកចាយគ្រប់គ្រាន់គឺមានក្រុមសំរាប់ចែកចាយ  ក្រុមចែកចាយតាមមែកធាងអាចធ្វើជាអ្នកចែកចាយយ៉ាងទូលាយនូវ ((deflectors, swivelling nozzles, nozzle bars etc) បំពង់ចែកចាយ និង-ការបំពង់បាញ់បញ្ចូល។  ការបែងចែកបណ្តោយគឺបានត្រូវពិនិត្យដោយល្បឿនប្រើប្រាស់  វិទំហំប្រដាប់បូម។ រូបភាពខាងក្រោម បង្ហាញការប្រើនៃសំណល់រឹងរបស់ឡ។

រូបភាពទី ១៤: ការប្រើប្រាស់សំណល់រឹងរបស់ឡ  [www.asw-wessendorf.de]

**រូបភាពទី ១៥: ការប្រើប្រាស់សំណល់រាវរបស់ L Application of liquid digestates [www.asw-wessendorf.de]**

### 4.5.2 ជីសរីរាង្គសំណល់ឡ

តំរូវការបំប៉នរបស់ឡគឺដាក់នូវជីលាមកសត្វ។ បរិមាណដែលល្អបំផុតគឺត្រូវបានខិតខំជាខ្លាំងដោយការគិតគូរទៅលើផ្នែកបរិស្ថានវិទ្យា និងការសន្សំសំចៃដើម្បីសំរេចអោយបានបរិមាណគ្រប់គ្រាន់នូវការកើនឡើងល្អបំផុតនៃឡ និងជៀសផុតនូវការបំផ្លាញទិន្នផលបរិស្ថានលើសលប់។ នេះមានន័យថាដំណោះស្រាយនៃបរិមាណ និងពេលវេលាប្រើប្រាស់គឺជាវប្បធម៌ដែលជាក់លាក់មួយ។ ជាគោលការណ៍មូលដ្ឋាន គឺគាត់ត្រូវផ្ទុកវិញនូវវត្ថុធាតុដើមបំប៉នដែលបានយកចេញ ដោយបានប្រមូលយកនូវជីវម៉ាសដែលខូច។ នេះជាការត្រឹមត្រូវយ៉ាងពិតប្រាកដសំរាប់ ផូស្វាត ($P_2O_5$) និងប៉ូតាស ($K_2O$) នៅពេលដែលអាសូតមានការបាត់បង់តិចតួចធម្មតា ឧទាហរណ៍ដោយការដុះលាងបាត់បង់អាម៉ូញាក់។ មានន័យថានៅក្នុងរយះពេលវែងដែលផូស្វាត និងប៉ូតាសត្រូវបានប្រើប្រាស់ទាំងស្រុងក្នុងឡថ្មីបើមានតែ ១០-២៥ % នៃផូស្វាត និង ៤០-៨០% នៃប៉ូតាស គឺបានប្រើសំរាប់រយះពេល១ឆ្នាំ។ សមាមាត្រដែលអាសូតអាចកើតមានយ៉ាងស្រួលនៅក្នុងសំណល់ឡគឺប្រហែលជា ៧០% ដោយអាស្រ័យលើការបញ្ចូល វត្ថុធាតុកែច្នៃ [BLfU 2004] ។

អាសូតមានឥទ្ធិពលខ្ពស់បំផុតនៅលើការលូតលាស់របស់ឡ នៅក្នុងការប្រៀបធៀបគ្នាជាមួយអាហារបំប៉នផ្សេងទៀត។ បរិមាណពេលវេលា និងការធ្វើ គឺមានសារសំខាន់សំរាប់អាសូតដែលល្អប្រើ រឺការបាត់បង់ជាយថាហេតុ។ បរិមាណ និងពេលវេលាប្រើប្រាស់នៃជីលាមកសត្វបានគណនាដោយផ្អែកលើអាសូតដែលមាននៃជីលាមកសត្វ តំរូវការអាសូតនៃឡ និងបរិមាណអាសូតនៅក្នុងដី។ បរិមាណធាតុសំណល់ជីសរីរាង្គដែលគ្រប់គ្រាន់សំរាប់ផ្គត់ផ្គង់ឡ។ រូបធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងជីសរីរាង្គត្រូវបានប្រើជាធនធានថាមពលដោយសរីរាង្គដី និងបង្កើននូវមមោក។

**តារាងទី ១៦ : សំណល់ជីលាមកសត្វស្រស់** Fresh and digestated manures [Schulz 1989]

| **ប៉ារ៉ាម៉ែត្រ** | **ជីលាមកជ្រូក** | | **ជីលាមកគោក្របី** | |
|---|---|---|---|---|
| | លាមកស្រស់ | ការបំបែក | លាមកស្រស់ | ការបំបែក |
| dm [%] | 5,38 | 3,45 | 10,03 | 6,76 |
| odm [%] | 3,75 | 2,01 | 7,35 | 4,66 |
| pH | 7,37 | 8,02 | 7,42 | 7,75 |
| total N [%] | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,38 |
| NH4-N [%] | 0,33 | 0,63 | 0,20 | 0,22 |

| ប៉ារ៉ាម៉ែត្រ | ជីលាមកជ្រូក | | ជីលាមកគោក្របី | |
|---|---|---|---|---|
| | លាមកស្រស់ | ការបំបែក | លាមកស្រស់ | ការបំបែក |
| NH4-N of the total N [%] | 68,80 | 80,00 | 48,80 | 57,90 |
| odm degradation | 46,40 | | 36,30 | |

ការប្រមូលផ្តុំអាហារបំប៉ននៅក្នុងសំណល់ឡកើនឡើង ប្រសិនបើកំរិតខូចខាតកើតឡើងព្រមៗគ្នាខ្ពស់ជាមួយរូបធាតុសរីរាង្គច្រើនបានប្រមូលផ្តុំ នៅពេលដែលមានការថយម៉ាសច្រើនកំឡុងពេលដំណើរការរលាយ។ ទិន្នផលឧស្ម័ន ខ្ពស់កាន់តែខ្ពស់ការខូចខាតម៉ាសស្ងួតរបស់សរីរាង្គកាន់តែខ្ពស់ដែរ។
ការប្រមូលផ្តុំអាហារបំប៉ននៅក្នុងសំណល់ឡមិនអាចគណនាបានអោយជាក់លាក់នោះទេ។ វាត្រូវបានប៉ាន់ស្មានជាតំលៃនៃការខូចខាត និងកំរិតរបស់ការប្រែប្រួលអាហារបំប៉ន និងសំណល់ខុសគ្នាជាមួយការប្រែប្រួលបរិមាណ dm ដែលប្រើ ជាពិសេសអ្វីដែលខូចខាតរបស់សំណល់សរីរាង្គមានការប្រែប្រួលយ៉ាងច្រើន។

ការខូចខាតរូបធាតុសរីរាង្គបញ្ចេញ អាចដាក់អាហារបំប៉នថែម ធ្វើអោយពួកវាអាចធ្វើទៅបានសំរាប់ឡ។ សំខាន់គឺ បរិមាណអាសូតជាក់ស្តែងដែលមាននៅក្នុងឡ នៅក្នុងសមមាត្រខ្ពស់នៃអាម៉ូញ៉ូម (តារាងប្រៀបធៀប ៤-៥)។ ប្រសិទ្ធភាពជីនៃលាមកសត្វ និងលាមកដែលរលាយគឺជាគោលការណ៍ដែលងាយស្រួលខូចខាតដូចគ្នារបស់អាសូតនៅក្នុងលាមកសុទ្ធគឺធ្វើអោយខូចខាតយ៉ាងរហ័ស និងឡដែលទំនេរ។ ការធ្វើអោយកកនូវសំណល់ឡសុទ្ធនៅក្នុងដីអាចហេតុអោយខ្វះនូវអុកស៊ីសែនដែលបណ្តាលមកពីឥទ្ធិពលបញ្ចេញឧស្ម័ន(ការបាត់បង់អាសូត)។ ជីលាមកសត្វដែលរលាយ រឺសំណល់ឡមិននាំអោយបាត់បង់អាសូតទេនៅពេលខ្វះនៃកាបូនដែលអាចមានកើតមាន។ ការដែលអាចកើតមាននៃផ្សែងស្អាត និង pH ក៏មានការកើនឡើងផងដែរដោយការរំលាយ។

#### 4.6.1.1 **ការប្រើប្រាស់ជីវៈឧស្ម័ន**

សមាធាតុនៅក្នុងជីវៈឧស្ម័នមានភាពប្រែប្រួល និងអាស្រ័យទៅនឹងប្រភេទនិងរចនាសម្ព័នរបស់វត្ថុធាតុដើមរបស់វាព្រមទាំងសីតុណ្ហភាពនៅពេលដំណើរការ និងពេលវេលានៃការរក្សាទឹកនៅពេលដំណើរការ [Kleemann and Melißß 1993]។ ជីវៈឧស្ម័នមានចរិកលក្ខណៈដូចមានចែងក្នុងតារាងខាងក្រោម។

**តារាងទី ១៧: ចរិកលក្ខណៈជីវៈឧស្ម័ន** [BLfU 2004]

| សមាធាតុ | ភាគរយមាននៅក្នុងជីវៈឧស្ម័ន |
|---|---|
| Methane ($CH_4$) | 50 – 75% |
| Carbon dioxide ($CO_2$) | 25 – 45% |
| Water ($H_2O$) | 2 – 7% |

| សមាធាតុ | ភាគរយមាននៅក្នុងជីវៈឧស្ម័ន |
|---|---|
| Nitrogen ($N_2$) | 0 – 2% |
| Hydrogen ($H_2$) | 0 – 1% |
| Oxygen ($O_2$) | 0 – 2% |
| Hydrogen sulphide ($H_2S$) | 0 – 2% |

សមាសធាតុមេតាន ដើរតួរសំខាន់នៅក្នុងការប្រើប្រាស់ ជីវៈឧស្ម័នសំរាប់ដុតកំដៅ ឬបំលែងទៅជាថាមពល។ សមាសធាតុឧស្ម័នមេតានអាចកំណត់នូវតំលៃកំដៅនៃ ជីវៈឧស្ម័ន។ តំលៃកំដៅ **21 MJ** ក្នុងខ្នាតបទដ្ឋានមួ-យម៉ែត្រគូបនៃ ជីវៈឧស្ម័ន កើតឡើងបានដោយសារជីវៈឧស្ម័នមានសមាសធាតុមេតានចំនួន **60%** ។ តំលៃមធ្យមនៃដង់ស៊ីតេនៃជីវៈឧស្ម័នដែលប្រហែល **1,22 kg** ក្នុងខ្នាតបទដ្ឋានមួយម៉ែត្រគូបនៃជីវៈឧស្ម័ន មានទំងន់ប្រហែលបើប្រៀបធៀបទៅនឹងខ្យល់ **(ដង់ស៊ីតេនៃខ្យល់ 1,29 kg/sm³)**។ ជាទូទៅជីវៈឧស្ម័នមិនពុល តែបើវាមានសមាសធាតុ **hydrogen sulphide** ខ្ពស់វាចនាំអោយគ្រោះថ្នាក់។ ជីវៈឧស្ម័នជាមួយនឹងខ្យល់ជំរិញក្នុងកំរិត ពី **1:3** ទៅ **1:12 (ជីវៈឧស្ម័ន: ខ្យល់)** អាចមានបន្ទុះកើតឡើង។ នៅក្នុងឡ **Digesters** ត្រូវបញ្ចូលខ្យល់មុននឹងយើងធ្វើការសំអាតថែទាំ ជៀសវាងគ្រោះថ្នាក់ដោយប្រតិកម្ម **suffocation** និងផ្ទុះ **[Schulz et al. 1982]**។ គុណភាពនិងបរិមាណជីវៈឧស្ម័នវាអាស្រ័យទៅនឹងវត្ថុធាតុដើម។ ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័នដែលចេញមកពីលាមករាវនៃពពួកសត្វទំពារអៀង ចិញ្ចឹមដោយចំណីស្មៅស្ងួត ទាបជាង ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័នដែលចេញមកពី លាមករាវនៃសត្វជ្រូក។

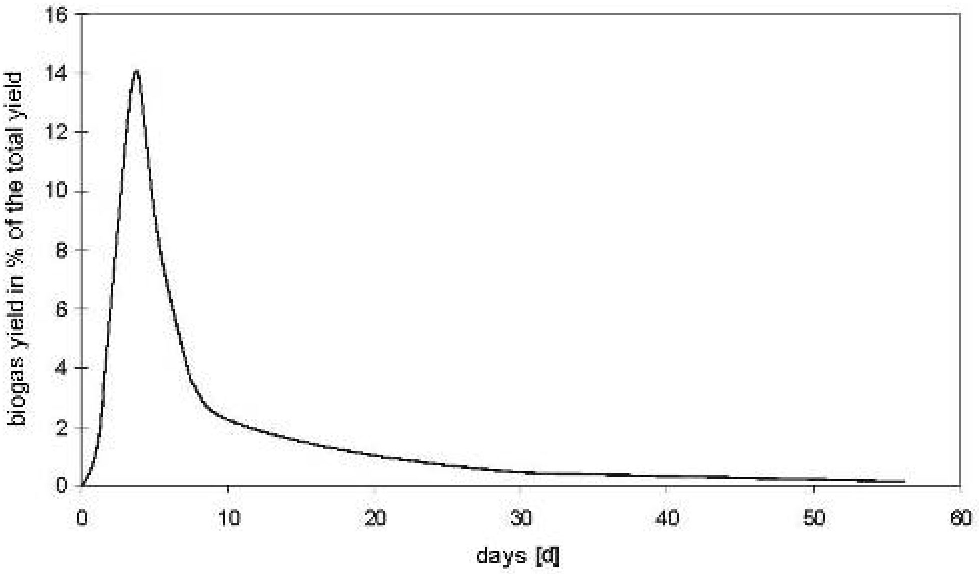
**តារាងទី ១៨: ការវាយតំលៃទៅលើទិន្នផលជីវៈឧស្ម័ន** [BLfU 2004]

| ចំណី | ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័ន [litre / kg dry mass] | មេតាន [%] | ឧស្ម័នកាបូនិក [%] |
|---|---|---|---|
| ចំណីស្រស់សំបូរដោយ protein | 700 | 70 - 71 | 29 – 30 |
| ចំណីស្រស់សំបូរដោយខ្លាញ់ | 1200 – 1250 | 67 – 68 | 32 – 33 |
| Carbohydrates | 790 – 800 | 50 | 50 |

វត្ថុធាតុដើមចាប់ផ្តើមធ្វើការបំបែកភ្លាមជាមួយនឹងទឹកនៅពេលណាដែលគេបញ្ចូលគ្នា ហើយបរិមាណជីវៈឧស្ម័នតិចតួចកើតឡើង។ ការកើតឡើង carbohydrates ធ្វើអោយកើតឡើងមេតានក្នុងរយៈពេលខ្លី ក្រោយពេលដែលមានប្រតិកម្ម hydrolysis និងការកើតឡើងជីវៈឧស្ម័នដល់កំរិតអតិបរិមា។ ក្នុងករណីវត្ថុធាតុមិនងាយ

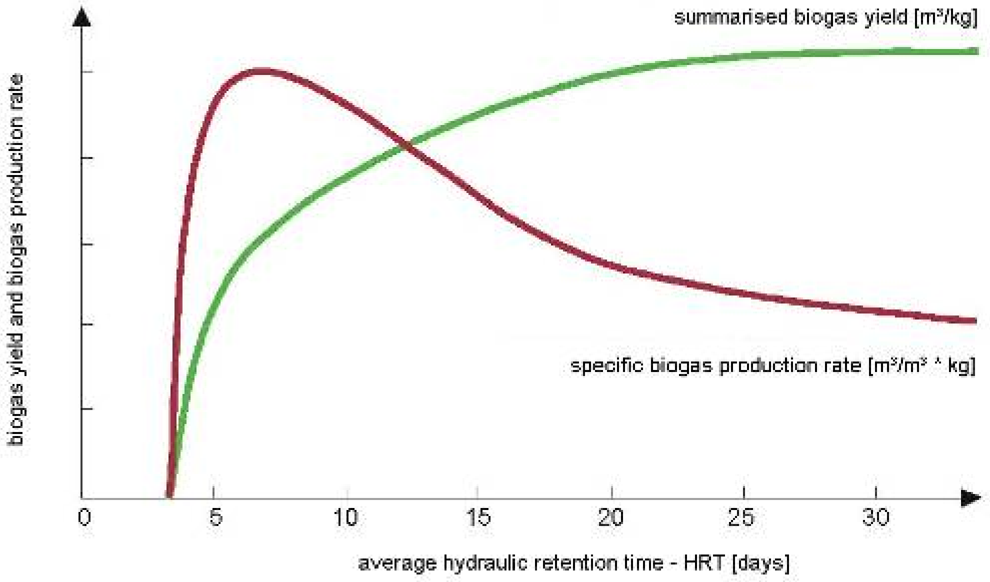
ធ្វើការបំបែក ធ្វើអោយមានការបំលែងទៅជា ជីវៈឧស្ម័ន និង ឧស្ម័មកាបូនិក។ នាំអោយការកើតឡើង ជីវៈឧស្ម័ន មានតិច។

ដំណើរការផលិត ជីវៈឧស្ម័ន ទាមទារអោយយើងបញ្ជូនវត្ថុធាតុដើមជានិច្ច តិច ឬច្រើន ដើម្បីអោយ ជីវៈឧស្ម័ន កើតឡើងមានភាពថេរ ដោយមិនអាស្រ័យទៅប្រភេទវត្ថុធាតុដើម និងភាពញឹកញាប់។




**រូបភាពទី ១៦: អត្រាលិតផលឧស្ម័ន — បរិមាណបញ្ចូល** [BLfU 2004]

សមិទ្ធិផលជីវៈឧស្ម័ន ($m^3$ ជីវៈឧស្ម័នក្នុងមួយ kg វត្ថុធាតុដើម ) អាស្រ័យទៅនឹង retention time (HRT) នៅក្នុងឡឧស្ម័ន។ HRT មានន័យថាជាផលធៀបរវាងមាឌសរុបនៃអាងឧស្ម័ន និងមាណនៃវត្ថុធាតុដើមដែលបញ្ចូលក្នុងមួយថ្ងៃ។ អត្រាផលិតឧស័ន្ទ ($m^3$ ក្នុងមួយ $m^3$ មាឌឡ និងថ្ងៃ) កើនឡើងនៅអំឡុងដំណាក់ការដំបូងនៃការបំបែក (ការចាប់ផ្តើមនៃប្រព័ន្ធ) និងក្រោយមកមានការថយចុះជាបន្តបន្ទាប់. វត្ថុធាតុដើមដែលកំណត់សមិទ្ធិផលជីវៈឧស្ម័នកើនឡើងជាលំលាប់ថេរជាមធ្យមមានរយៈពេលប្រហែលមួយខែ។




**រូបភាពទី ១៧: អត្រាផលិតឧស្ម័ន និងជីវម៉ាស កំណត់ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័នអាស្រ័យរយៈពេលរងក្នុងទឹក [BLfU 2004]**

សមាសធាតុនៅក្នុងឡធ្វើការបំបែក មានការយឺតយ៉ាវជាមួយនឹងការកើនឡើងនៃ **HRT** ក៏ដូចជាភាពងាយស្រួលនៃវត្ថុធាតុដើមដែលត្រូវនៅពេលដំណាក់ការដំបូង។ ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័នកើនឡើងទ្វេរដង បន្ទាប់មកថយចុះជាលំដាប់ដើម្បីរក្សានូវកំរិតថេរមួយគិតទៅតាមពេលវេលា។

ប្រើតែវត្ថុធាតុដើមដែលងាយបំបែក ជាទ្រឹស្តីមានរយៈពេលខ្លី ក្នុងការផលិតជីវៈឧស្ម័ន។ ក្នុងលក្ខណជាក់ស្តែង ការកើតឡើងនូវប្រតិកម្មអាស៊ីដកម្មទៅលើវត្ថុធាតុដើម ជាហេតុធ្វើអោយមានការរាំងស្ទះការកកើតឧស្ម័ន។ ហេតុនេះហើយ ការអោយឈ្មោះថា volumetric load or volume load វាសំខាន់សំរាប់ដមណើរការផលិតឧស្ម័ន។ វាផ្តល់នូវពត៌មានស្តីពីបរិមាណនៃសមាសធាតុសរីរាង្គ (kg odm)បញ្ចូលទៅក្នុងឡ។ សំរាប់ឡ single stage plants អោយដឹងថាសមាសធាតុដែលត្រូវបញ្ចូលក្នុឡ គឺជាមធ្យម 3,0 kg odm ក្នុង ម៉ែត្រគូប និងថ្ងៃ។ ឡដែលមាន stages ច្រើន អាចមានមាឌធំ។

## 5 លក្ខណៈសម្បត្តិនៃប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នក្នុងស្រុក

ប្រភេទឡឧស្ម័នដែលសង់នៅប្រទេសឡាវ ជាការសំរួលបច្ចេកទេសមកពីអាល្លឺម៉ង់ និងចិន ស្រដៀងនឹងម៉ូឌែលមកពីប្រទេសឥណ្ឌា Deenbandhu និង នេប៉ាល ។ ឡ domestic biogas system ចែកជា ៦ ផ្នែក ១ លូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើម ២ ឡផលិតឧស្ម័ន ៣ ឡស្តុកឧស្ម័ន ៤ លូបញ្ចេញសំណល់ ៥ ប្រព័ន្ធបង្ហូរឧស្ម័ន និង ៦ អាងស្តុកសំណល់ជាកំប៉ុស្តិ៍។ ល្បាយលាមកនិងទឹក ត្រូវបានចូលបញ្ចូលទៅក្នុងឡផលិតឧស្ម័ន តាមមានឡទី១ ។

នៅក្នុងឡផលិតឧស្ម័ន ល្បាយនៃវត្ថុធាតុដើមវាចាប់ផ្តើមធ្វើការបំបែក ហើយផលិតបានចេញឧស្ម័ន ដោយត្រូវបានស្តុកទុកនៅក្នុងឡស្តុកឧស្ម័ន នៅផ្នែកខាងលើនៃឡផលិតឧស្ម័ន។ ដោយសារមានសំពាធ ធ្វើអោយសំណល់នៅក្នុងឡផលិតឧស្ម័នត្រូវច្រានចេញតាម លូបញ្ចេញសំណល់ ចូលទៅក្នុងឡស្តុកសំណល់ជីកំប៉ុស្តិ៍។ ឧស្ម័នហូរឆ្លងកាត់ប្រព័ន្ធទៅកន្លែងប្រើ ដូចជាកន្លែងសំរាប់ចំអិនអាហារ។ ឡដែលកែសំរួលរួចហៅថា GGC model- មានលក្ខណៈដូចខាងក្រោម

## 5.1 លូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើម

លូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើមធ្វើឡើងចាក់បេតុងស៊ីមង់ សំរាប់បញ្ចូលល្បាយលាមកបសុសត្វ ឬល្បាយលាមកជ្រូក ។ល។ ល្បាយលាមកនិងទឹក ត្រូវកូវាជាមុនហើយទើបចក់វាចូល តាមលូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើម ទៅក្នុងឡផលិតឧស្ម័ន។

**រូបភាពទី ១៨: លូបញ្ចូលវត្ថុធាតុដើម**

## 5.2 ទុយយោបង្ហូរវត្ថុធាតុដើម

នៅមាត់ម្ខាងនៃទុយយោបង្ហូរវត្ថុធាតុដើម តភ្ជាប់ទៅនឹងមាត់លូវត្ថុធាតុដើមដែលជាកន្លែងលាយ និងម្ខាងទៀតទៅនឹងឡផលិតឧស្ម័ន ដោយប្រើទុយយោ PVC ពីរ កាលណាអណ្តូងមានកំពស់ 35 cm។ ទុយោភ្ជាប់ពីបង្គន់ត្រូវអោយនៅជិតដែលអាចធ្វើទៅបានទៅនឹងទុយយោបង្ហូរលាមកសត្វ ហើយគំលាតអតិបរិមា 45 degrees។

**រូបភាពទី ១៩: ទុយយោបង្ហូរវត្ថុធាតុដើម**

## 5.3 ឡផលិតឧស្ម័ន

ឡផលិតឧស្ម័នមានរាងជាបំពង់ ឬ ពងក្រពើ ជាកន្លែងដែលវត្ថុធាតុដើមធ្វើការបំបែក និងកកើតឧស្ម័ន។ ឡនេះរៀបចំឡើងដោយឥដ្ឋបូកជាមួយបាយអស៊ីម៉ង់ និងជញ្ជាំងខាងក្នុងបូកដោយល្បាយស៊ីម៉ង់ និងខ្សាច់។ ជញ្ជាំងឡអាចធ្វើឡើងដោយថ្មាំងថ្ម ដោយសារវាថោកជាងរៀបឥដ្ឋ ងាយរក។ ឈើសរសរនៅកណ្តាលឈរជាអក្ស និង ខ្សែសំរាប់វាស់អង្កត់របស់វា។ ចំនុចមួយចំនួនត្រូវកំណត់នៅពេលសាងសង់ឡផលិតឧស្ម័ន និងឡស្តុកឧស្ម័ន។ ឥដ្ឋត្រូវត្រាំទឹកអោយបានពី 10 ទៅ 15 នាទីមុននឹងយកវាមកប្រើ។ លាយបាយអសំរាប់រៀបឥដ្ឋ តំរឡើងនៅក្នុងល្បាយ ១ ភាគស៊ីម៉ង់ ៣ភាគ ខ្សាច់។ នៅចំកណ្តាលនៃរណ្តៅ មានដែក ឬទុយោត្រង់មួយសំរាប់តំរង់អោយត្រង់កែង (the 0.5" GI gas pipe) ដោយប្រើដឹងភ្ជាប់ខ្សែ។ ក្រោយពីវាស់ត្រឹមត្រូវហើយ យើងត្រូវមើលដែកបង្គោលឡើងវិញម្តងទៀត ថាតើវានៅនងកន្លែងដែរឬអត់។ ឥឡូវនេះយើងមើលទៅលើកាំនៃអណ្តូងម្តងដោយប្រើជំនួយជាខ្សែ។ រាល់ថ្មឥដ្ឋដែលរៀបធ្វើអោយជញ្ជាំងមានរាងជារង្វង់ គេអាចធ្វើបានដោយប្រើបាយអ។ ក្រោយពេលយើងកំណត់យកកាំប្រវែងណាមួយរួចហើយ យើងត្រូវគូសវាអោយចេញជារង្វង់ ស្រួលក្នុងការធ្វើកាពសាងសង់។

**រូបភាពទី ២០: ឡផលិតឧស្ម័ន**

## 5.4 ឡស្តុកផលិតផលឧស្ម័ន

មុននឹងបំពេញរណ្តៅដោយចាក់ដីពីលើ ដើម្បីធ្វើធ្វើអោយមានរាងទូលមានកំពូល ចាក់ដីុនៅជុំវិញឡ ដោយបង្ហាប់វាអោយហាប់ ដោយប្រើអាចម៍ដីដែលយើងជីក លុងរណ្តៅ។ កាលណាចាក់ដីបង្ហាប់រួចហើយ ទុយោដែលឈរ

ត្រង់អាចដកចេញបាន ដោយជំនួសដោយទុយោ 0.5" dia មានប្រវែងប្រហែល 0.5 m ចាក់ទៅក្នុងដីចំកន្លែងដដែលវិញ រួចហើយត្រូវរៀបផ្នែកខាងលើនៃឡអោយស្អាត ដោយត្រូវពិនិត អោយបានត្រឹមត្រូវ ដោយមើលផ្នែកខាងលើអោយរាបស្មើ និងខាងឈរត្រង់។

ចាំបាច់ណាស់ ដីចាក់លប់ត្រូវបង្ហាប់អោយហាប់ បើមិនដូច្នោះទេ វាអាចធ្វើអោយឡបាក់។ កាលណាការគ្របឡមានទ្រង់ទ្រាយត្រឹមត្រូវ តាមគំរូ ត្រូវខ្សាច់ពីអោយមានស្រទាប់ស្តើងនៅលើពុម្ព ដោយថ្នមៗទៅតាមលំនាំ។

កាលណាខ្សាច់ ឬដីធ្លាក់ចូលទៅក្នុងឡ ត្រូវតែកើបវាចេញ។ ដីដែលយកប្រើសំរាប់ពុម្ព ត្រូវតែ មានសំណើម ឬធ្វើអោយសើម ដើម្បីជៀសវាងដីស្ងួតពីជក់ទឹកពីស៊ីម៉ង់ដែលទើបនឹងបៀករួច។

មុននឹងចាប់ផ្តើមធ្វើការចាក់ពុម្ព ត្រូវមានគ្រប់គ្រាន់នូវ កំលាំងពលកម្ម សំភារៈសំណង់ ដូចជា ខ្សាច់ គ្រួស ស៊ីម៉ង់ និង ទឹក នៅនឹងកន្លែង។ នៅពេលចាប់ផ្តើមចាក់ត្រូវធ្វើអោយបានលឿនជាទីបំផុតដែលអាចធ្វើបាន ព្រោះវាអាចនាំអោយប៉ះពាល់ដល់គុណភាព។

បេតុងដែលមានលំនឹង ល្បាយរបស់ត្រូវ (ស៊ីម៉ង់ 1, ខ្សាច់ 2 និង ក្រួស 3 gravel) ។ បេតុងចាស់ជាង ៣0 នាទីមិនអនុញ្ញាតិអោយប្រើ។ ត្រូវគិតគូអំពីកំរាស់នៃ dome នៅពេលចាក់ពុម្ព ឧទាហរណ៏ កំរាស់ខាងក្នុង និងក្បែរមាត់លើត្រូវតែក្រាស់ជាងនៅកណ្តាល។ សំរាប់ឡដែលមានទំហំ 4, 6, 8 & 10 m3 កំរាស់មាត់លើ ត្រូវមានទំហំ 25 cm ដោយនៅផ្នែកកណ្តាលកំរាស់ត្រឹមតែ 7 cm។ សំរាប់ឡដែលមានទំហំ 15 & 20 m3 កំរាស់មាត់លើត្រូវមានទំហំ 25 cm ដោយនៅផ្នែកកណ្តាលកំរាស់ត្រឹមតែ 8&9 cm ។

ទុយយោតូចនៅផ្នែកខាងលើនៃពុម្ព ត្រូវរក្សាទុកនៅខាងឆ្វេង រហូតដល់ ទុយយោឧស្ម័នមេត្រូវបានតំលើង។ ក្រោយពេលប្រហែលមួយអាទិត្យ អាស្រ័យដោយសីតុណ្ហភាព អាចដកពុម្ពចេញបាន។ កាលណាដីត្រូវបានយកចេញអស់ ផ្ទៃនៃឡផ្ទុកឧស្ម័នត្រូវបានសំអាត ដោយដូសជាមួយច្រាសដែក និងទឹក។ ផ្ទៃនៃបេតុងទាំងមូលនៃ dome ត្រូវសំអាតមុននឹងបូក។ ការបូកត្រូវធ្វើយ៉ាងណា មិនអោយមានការជ្រាបឧស្ម័នបាន។ ការងារដុសខាត់មាន

1. ស្រទាប់ទី១ : ប៉ាតទឹកស៊ីម៉ង់ ស៊ីម៉ង់ ១ លាយទឹក ពី ៣ ទៅ ៥ ភាគទឹក ដោយប្រើអំបោស
2. ស្រទាប់ទី២ : បូកបាយអ កំរាស់ 10 mm ស៊ីម៉ង់ ១ និង ៣ ភាគខ្សាច់ ដោយប្រើស្លាបព្រាបៀក

3. ស្រទាប់ទី៣ : punning ស៊ីម៉ង់ សីម៉ង់ ខ្សាច់ កំរាស់ 3-5 mm ស៊ីម៉ង់ ១ និង ២ ភាគខ្សាច់ ដោយប្រេ-បីស្លាបព្រាបៀក
4. ស្រទាប់ទី៤ : បូកស៊ីម៉ង់ acrylic emulsion paint (paint ១ ភាគ និង ១០ - ១២ ភាគស៊ីម៉ង់ ) កំរាស់ 3 mm ដោយប្រើស្លាបព្រាបៀក
5. ស្រទាប់ទី៥ :បៀកស្រទាប់នេះអោយបានក្រាសជាមួយនឹង cement - acrylic emulsion paint (paint ១ ភាគ និង ២ ភាគស៊ីម៉ង់ )  កំរាស់ 10 cm

មុននឹងលាប បៀកស្រទាប់ថ្មី ត្រូវរង់ចាំអោយស្រទាប់មួយៗ មានអាយុមួយថ្ងៃសិន។ នៅពេលលាប ឬបៀកត្រូវធ្វើការដោយប្រុងប្រយត្នបំផុត ដោយមិនអោយមានការអាកខានឡើយ។ រាល់ស្រទាប់ត្រូវធ្វើឡើង ដោយរលួន និងស្អាត។ ឡឧស្ម័នដមណើរបានល្អអាស្រ័យទៅដោយកំរាស់នៃ dome ។

**រូបភាពទី ២១: ឡស្តុកឧស្ម័ន**

### 5.5 អាងបញ្ចេញ (Outlet/Displacement Chamber)

Turret សង់ឡើងសំរាប់ការពារ dome-gas pipe។ ការតំឡើង Turret ត្រូវធ្វើឡើងនៅពេលណា ការលាប និងបូកផ្ទៃខាងក្រៅនៃ ឡស្តុកឧស្ម័នធ្វើបានចប់សព្វគ្រប់។ Turret អាចជារាងបួនជ្រុង ឬអាចជារង្វង់ ។ ទំហំរបស់វា 20 cm។ កាលរង្វង់មានបន្ទាត់ផ្ចិត 20 cm ។ កំពស់ Turret ត្រូវ 40 cm ។ ក្នុងការតំឡើងឡបញ្ចេញ ការជីកដីត្រូវធ្វើឡើង ក្រោយពេល manhole។ ការសង់ធ្វើឡើង ជាដំណាក់ដូចខាងក្រោមៈ

- កាយដីធ្វើឡើងក្នុងជំរៅឡបញ្ចេញ បូកនឹងកំរាស់ការបូក និងកំរាស់បេតុង (inner depth+1.2+7.5 cm) គិតពីបាតមក។ កាលណាការជីធ្វើជំរៅដូចបានគ្រោងទុកហើយ កំរិតរបស់វា គឺជាកំរិតដល់ផ្នែកខាងលើនៃ manhole។ ដីបាតនៃឡបញ្ចេញខាងក្រោយ ត្រូវបង្ហាប់ បើមិនដូច្នោះវានឹងអាចបាក់។ នៅ-ផ្នែកខាងក្នុងនៃឡបញ្ចេញមានដូចបង្ហាញនៅក្នុងរូបបណ្តោយ ទទឹង និងកំពស់ (A, B and D)។

ប្រវែងបណ្តោយ ទទឹង នៃការជីកត្រូវស្របទៅតាមកំរាស់ជញ្ជាំង និងបាយអបូក។ ត្រូវកំណត់អោយបានច្បាស់លាស់នូវគំលាតនៃ floor of the manhole to floor of the outlet ដែលមានជំរៅនៃ ឡបង្ហូរចេញ បូកនងេកំរាស់បេតុង (7.5 cm).

- កាលណាការជីកដីហើយម្តង ត្រូវចាក់ស្រទាប់បេតុង មាន លាយ 1:2:3 (ស៊ីម៉ង់: ខ្សាច់: ដុំថ្ម) ដោយធ្វើការចាក់អោយបានស្អាត។ កាលណាចាក់បាតបេតុងបាន ហើយត្រូវរៀបជាពាំងឡើង ទៅតាមខ្នាតបណ្តោយទទឹង ដែលអនុញ្ញាតិអោយបូកមានកំរាស់ 2.5 cm នៅលើជាញ្ជាំងទាំងសងខាង។ បាយអស្រតាប់ទី១ (ស៊ីម៉ង់ ១ ភាគ ខ្សាច់ ៣ ភាគ) ។ រៀបថ្មនៅតាម កែងទៅការតំឡើង។ ជញ្ជាំត្រូវរៀបត្រង់ និងបូកអោយស្អាត (ស៊ីម៉ង់ ១ ភាគ ខ្សាច់ ៣ ភាគ) ។ នៅជញ្ជាំងខាងក្រៅត្រូវចាក់ដីលប់និងបង្ហាប់ជៀសវាងបាក់។.
- មាត់បង្ហូរខាងលើ មានមាត់កំពស់ 10 cm ខ្ពស់ជាងដី។ ដើម្បីជៀសវាងកុំអោយដីហូរចូល ជាពិសេសពេលភ្លៀង ហើយយកស្រួលផ្លូវបង្ហូរនេះធ្វើអោយស្របទៅនឹងអាង។ តែក្នុងករណីយពុំមានដីគ្រប់គ្រាន់អាចធ្វើតាមបែបផ្សេងទៀតបាន។ ជានិច្ចជាកាលការតមឡើងមាត់បង្ហូរ តាមបណ្តោយទ្រវែងនៃជញ្ជាំង។

**រូបភាពទី ២២: កន្លែងហូរចេញពីឡ**

- គំរបឡបង្ហូរចេញត្រូវធ្វើ នៅពេលយកមកវាមកគ្រប ធ្វើយ៉ាងណាអោយ សំណល់ដែលហូរចេញនៅពេលវាច្រើនអាចហ៊ារ ចេញតាមខាងបាន។

សំខាន់មួយទៀត ក្នុងការសង់គំរបនេះ ដោយប្រើដែក ដូចនេះបេតុងត្រូវចាក់ធ្វើយ៉ាងណាកុំអោយដែកអាចច្រេះបាន ដោយមានការប៉ាតបាយអ។

ពេលគំរបចាក់រួចត្រូវទុកវាអោយបាន ៥ ថ្ងៃ ទើបអាចយកមកគ្របបាន ហើយបន្ទះគំរបត្រូវមានកំរាស់ 7.5 ជាមួយនឹង reinforcement of 2 to 2.5 cm ពីបាតក្រោម។ បន្ទះគំរបត្រូវមានទំហំដែលអាចមនុស្ស បី ទៅ បួននាក់លើកបាន។ គំរបនេះមានតួនាទីកុំអោយកូនក្មេង ឬសត្វធ្លាក់ចូកបាន និងគ្របមិនអោយមានភ្លៀងហូរចូល និងពេលក្តៅកុំអោយវាងាយស្ងួត។

**តារាងទី ១៩: ទំហំគំរប**

| ទំហំឡ M3 | ទំហំគំរប ជា cm | | ចំនួនគំរប | Diameter of MS rod | ទំងំដែកសំរាប់ធ្វើគំរប kg |
|---|---|---|---|---|---|
| | បណ្តោយ | ទទឹង | | | |
| 4 | 145 | 55 | 3 | 8 | 10 |
| 6 | 145 | 58 | 3 | 8 | 12 |
| 8 | 155 | 65 | 3 | 8 | 13.5 |
| 10 | 155 | 68 | 3 | 8 | 15 |

**សំរាប់គំរបទាំងអស់** :

Thickness : 5 to 7.5 cm (2-3”)

Cover (bottom) : 2-2.5 cm (1”)

Spacing of rods places longitudinally : 15 cm (6”)

Spacing of rods in cross section : 30 cm (12”)

Concrete ratio : 1 part cement, 2 parts sand and 4 parts aggregate

Curing period : At least 5 days

**រូបភាពទី ២៣: Cover slabs for outlet**

## 5.6 អាងភាគសំណល់ឡ

កាកសំណល់ឡជាផ្នែកមួយនៃឡជីវឧស្ម័នទាំងមូល អត់មានឡគឺមិនមានសំណល់ទេ។ អប្បបរមានៃរណ្តៅជីកំប៉ុសចំនួន២ត្រូវតែជីកជិតគ្នា សំរាប់ផ្លូវហូរចេញនៅក្នុងផ្លូវមួយដែលសំណល់អាចចេញដោយងាយទៅក្នុងឡ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ត្រូវមានចន្លោះយ៉ាងហោចណាស់ ១០០សង់ទីម៉ែត្រ ហើយត្រូវតែនៅខាងឆ្វេងពីចន្លោះជញ្ជាំងផ្លូវចេញទៅនិងរណ្តៅជីកំប៉ុសដើម្បីជៀសវាងមានស្នាមប្រេះ នៅលើជញ្ជាំងនៃផ្លូវចេញរបស់ឡ។ រណ្តៅទាំងពីរ

នេះត្រូវតែប្រើឆ្លាស់គ្នា ដើម្បីចាប់បំពេញនូវសំណល់ដែលចេញមករបស់សំណល់ដែលបានរលាយ។ បរិមាណសរុបនៃរណ្តៅជីកំប៉ុសត្រូវតែ យ៉ាងហោចណាស់ស្មើរទៅនិងបរិមាណឡដែរ។ ជំរៅនៃរណ្តៅជីកំប៉ុសមិនត្រូវធ្វើអោយធំលើសពី១ម៉ែត្រទេ និង ចំងាយរវាងរណ្តៅជីកំប៉ុសពីរត្រូវតែមានប្រវែងធំជាង ៥០សង់ទីម៉ែត្រ និងបណ្តោយដែលខ្ពស់ត្រូវតែវែងជាងបាត និងភក់១០សង់ទីម៉ែត្របានបន្ថែមទៅលើគ្រប់ផ្នែកដើម្បីលើកអោយខ្ពស់ពីដី ដើម្បីជៀសវៀងមិនអោយមានទឹក ភ្លៀងហូរចូលនៅក្នុងរណ្តៅជីកំប៉ុស។ តារាងខាងក្រោមនេះបង្ហាញពីទំហំលំអិតនៃ-រណ្តៅជីកំប៉ុសសំរាប់បរិមាណ ឡខុសៗគ្នា ។

វាបង្កើតបាននូវជីដែលជឿជាក់ងាយស្រួលប្រើ រណ្តៅជីកំប៉ុសត្រូវបានចាក់បំពេញជាមួយកាកសំណល់កសិកម្ម រួមគ្នាជាមួយសំណល់ដែលចេញមកពីឡ។ វាជាអនុសាសដើម្បីសង់រណ្តៅអោយមានម្លប់ ដែលអាចជៀសវាងការទទួលពន្លឺព្រះអាទិត្យដោយផ្ទាល់ ។ ទីម្លប់នេះអាចត្រូវបានគេប្រើសំរាប់ការដាំដុះបន្លែ និងបន្លែវល្លិ៍។

## 6 ការធ្វើជីវឧស្ម័ន

ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សំរាប់គោលបំណងធំៗ ៣យ៉ាងគឺ:

- ចំអិនអាហារ
- ភ្លើង
- ដំណើរការទៅលើម៉ាស៊ីន

ចង្ក្រានជីវឧស្ម័នដែលសាមញ្ញមួយប្រើសំរាប់ការបញ្ឆេះអស់ពី ៣៥០ ទៅ ៤០០លីត្រ ឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង។ វីអាចថាក្នុង១០គីឡូក្រាមនៃ លាមកគោក្របីគ្រប់គ្រាន់សំរាប់ផលិតឧស្ម័នដែលអាចដុតជាមួយចង្ក្រានសំរាប់រយះពេល១ម៉ោង។ ការប្រើអំពូលជីវម៉ាសមានចំនួនតិចតួចជាងពាក់កណ្តាលនៃបរិមាណដែលត្រូវការសំរាប់ចង្ក្រានមួយពី (១៥០ ទៅ ១៧៥លីត្រ ឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង)។ ការប្រើឧស្ម័នរួមគ្នាមួយនិងសមមូលចំពោះ:

- ៥ គីឡូក្រាម នៃអុសដុត
- ១.៦ គីឡូក្រាម នៃធ្យូង
- ០.៧ លីត្រ នៃប្រេងកាត
- ០.៤៥ គីឡូក្រាមនៃ LPG
- ១.៦ ទៅ ១.៧ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោងនៃអគ្គិសនី

## 6.1 ការប្រើចង្ក្រានឧស្ម័នសំរាប់ការចំអិនអាហារ

ឧស្ម័នដែលបានផលិតនៅក្នុងឡបំលែងជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើជាមួយការដុតសំរាប់ចង្ក្រានឧស្ម័ន។ ឧស្ម័នចេញមកតិចៗ អាស្រ័យលើលំហូរជីវឧស្ម័នខាងលើ ចំពោះសំពាធខាងក្នុងឡបំលែងជីវឧស្ម័ន។ ដូចដែលនៅក្នុងចង្ក្រានឧស្ម័ន សំពាធនៃបរិយាកាសគឺបានកំរិតជាមួយនិងជំនួយនៃការតំឡើងក្បាលរង្វង់នៅបំពង់សំរាប់បញ្ចេះ ចំនួន២រន្ធ និងមានមុខកាត់ ៨មីលីម៉ែត្រ។ ក្បាលរង្វង់និងបំពង់ឧស្ម័នត្រូវបានប្រើសំរាប់ដំណោះស្រាយប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់របស់ចង្ក្រាន។

**រូបភាពទី ២៤: ជីវឧស្ម័នសំរាប់ចំអិនអាហារ**

## 6.2 ការប្រើប្រាស់អំពូលសំរាប់បំភ្លឺ

ជីវឧស្ម័នដែលផលិតនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នតាមផ្ទះត្រូវបានគេប្រើសំរាប់ការបំភ្លឺផងដែរ។ ប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃអំពូលជីវឧស្ម័នអាចរកបាននៅតាមទីផ្សារ។ គំរូរបស់ប្រទេសចិនត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយ។ ជាធម្មតាគំរូនេះគឺផ្តល់ជាមួយនូវអាគុយសំរាប់ការចាប់ផ្តើមដំណើរការ។ អំពូលគឺបំភ្លឺជាមួយកុងតាក់សំរាប់ការចាប់ផ្តើម វាជាដំណើរការដែលស្រួលបំផុត។ ចងចាំថាត្រូវតំឡើងកុងតាក់នេះអោយនៅឆ្ងាយពីដៃក្មេង។ ការប្រើអំពូលជីវម៉ាសរបស់ប្រទេសចិន ប្រហែលជា ១៥០ ទៅ ១៧៥ លីត្រ នៃឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង។ ការត្រួតពិនិត្យជាប្រចាំជាការចាំបាច់ដើម្បីមើលនូវការស្ទះនៃក្បាយទុយោបាញ់ចេញ។ សំបុកត្រូវប្តូរនៅពេលដែលវាធ្លុះរហែក រឺខូចខាត។

**រូបភាពទី ២៩: អំពូលជីវឧស្ម័ន**

## 6.3 ដំណើរការម៉ាស៊ីន

វាមិនសំដៅទៅលើឡជីវឧស្ម័នតាមផ្ទះទេ។

## 7 ខ្នាត និងលក្ខណៈទូទៅនៃឡក្នុងស្រុក

គំរូឡជីវឧស្ម័ន GGC បានកែប្រែ គឺទទួលបានជាប្រាក់ពីរដ្ឋាភិបាលនៃប្រទេសឡាវ PDR ក្រោមកម្មវិធីសាកល្បងឡជីវឧស្ម័ន។ មិនមានទំហំផ្សេងទៀត និងការបង្កើតណាដែលអាចបាន រឺទទួលជាប្រាក់ក្រោមកម្មវិធីនេះទេ។ តាមតារាងបង្ហាញពតិមានគ្រឹះខ្លះៗដែលពាក់ព័ន្ធទៅនិងទំហំផ្សេងៗគ្នានៃឡជីវឧស្ម័ន ដែលបានណែនាំពីពេលមុន។

**តារាងទី ២០: បរិមាណនៃលាមកសត្វដែលត្រូវការប្រចាំថ្ងៃ**

| ទំហំឡជីវឧស្ម័ន | ការដាក់វត្ថុធាតុដើម ដំបូង (លាមកគោក្របី រឺលាមកជ្រូក) | វត្ថុធាតុដើមលាមក ដែលដាក់ប្រចាំថ្ងៃ (kg) | ទឹកលាយជាមួយលាមក (litre) | ការប្រើចង្ក្រានជីវឧស្ម័ន(hour) | ការប្រើអំពូលជីវឧស្ម័ន (hour) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1500 | 20-40 | 20-40 | 3.5 to 4 | 8-10 |
| 6 | 2300 | 40-60 | 40-60 | 5.5 to 6 | 12-15 |
| 8 | 3000 | 60-80 | 60-80 | 7.5 to 8 | 16-20 |
| 10 | 3800 | 80-100 | 80-100 | 9.5 to 10 | 21-25 |

* ចំណុះនៃឡមានន័យថា តំលៃសំណល់ដែលរលាយ និងអាងផ្ទុកឧស្ម័ន

** មធ្យមភាគពេលវេលានៃការរង ៤០ថ្ងៃ

ផ្ទះសម្បែងត្រូវមានលាមកដែលអាចប្រើបានអោយច្រើនជាងតំរូវការ និងបន្ទាប់មកទំហំឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានជ្រើសរើសដោយការវាយតំលៃនូវមធ្យមភាគនៃការប្រើប្រាស់ : 0.៣៣ $m^3$ ក្នុងមនុស្សម្នាក់ក្នុង១ថ្ងៃ

**តារាងទី ២១: ការផលិតឧស្ម័ន**

| ទំហំឡ | ឧស្ម័នបញ្ចេញប្រចាំថ្ងៃ ($m^3$) | ទំហំគ្រួសារ(មនុស្ស) |
|---|---|---|
| $4m^3$ | 0.8 - 1.6 | 2 - 5 |
| $6m^3$ | 1.6 - 2.4 | 5 - 7 |
| $8m^3$ | 2.4 - 3.2 | 7 - 10 |
| $10m^3$ | 3.2 - 4.0 | 10 - 12 |

**សំគាល់ :** សំណល់ ដែលបានមកពីឡជីវឧស្ម័ន ដែលធ្វើហើយមានស្រាប់នៅជិតអាចបន្ថែម ប្រសិនបើអាច (៥0-៦0kg) ។

## 8 ឧទាហរណ៍ការគណនានៃឡជីវឧស្ម័នក្នុងស្រុក

ដោយយោងទៅតាមគំរូ ការផ្គត់ផ្គង់ជីវម៉ាសអាចកំណត់តែម្តងទៅលើមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការធ្វើសារពើភ័ណ្ឌសត្វពាហនៈ ។ ទាក់ទងនិងទិន្នន័យ ថាតើលាមកប៉ុន្មានត្រូវបានផលិតដោយប្រភេទសត្វខុស១គ្នា និងក្នុងមួយទំងន់សត្វដែលរស់នៃក្រុមសត្វពាហនៈដែលគេចង់បាន ។

ទិន្នផលលាមក= ទំងន់សត្វដែលរស់ x ចំនួនសត្វ x បរិមាណជាក់លាក់នៃលាមក

ជាញឹកញាប់ បរិមាណជាក់លាក់នៃលាមកបានផ្តល់ជា ភាគរយ នៃទំងន់សត្វដែលរស់សំរាប់១ថ្ងៃ នៅក្នុងទំរង់នៃជាដុំដែលសើម ចំនុះរឹងសរុប រឺចំនុះរឹងដែលហើរ ។

ការគណនាទំងន់នៃវត្ថុធាតុដើមដែលអាចគ្រប់គ្រាន់សំរាប់១ថ្ងៃ (w) ។ ការប៉ាន់ស្មានតំលៃនៃការផលិតឧស្ម័ន (G) និងគណនាការផលិតឧស្ម័នសរុប (Gt) ការផលិតឧស្ម័នសរុបនិងមានតំលៃស្មើទៅនិងបរិមាណដែលអាចកើនដោយតំលៃនៃការផលិតឧស្ម័ន (Gt=W x G) ។ តាមតារាងបង្ហាញនូវតំលៃនៃការផលិតឧស្ម័នពីវត្ថុធាតុសរីរាង្គខុស ១ គ្នា ។

ប្រសិនបើការផលិតឧស្ម័នសរុបត្រូវបានទទួលខ្ជាប់ខ្ជួននៅក្នុងការត្រួតពិនិត្យ នូវចំនួនបរិមាណសមាជិកគ្រួសារចំពោះតំរូវការលាមក ដែលត្រូវការអាចយកមកគណនាបានផងដែរ ។

## 8.1. ការចាត់លំដាប់ខ្នាតឡ

ទំហំនៃឡជីវឧស្ម័នអាស្រ័យលើបរិមាណ ។ គុណភាព ជាប្រភេទដែលជីវម៉ាសអាចផលិតបាន និង អាស្រ័យលើកំដៅសំរាប់ការរំលាយ។ ទំហំនៃការរលាយ, i.e. តំលៃការរលាយ (Vd), គឺបានកំណត់លើមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃពេលវេលាការរងដែលបានជ្រើសរើស (RT) និងបរិមាណវត្ថុធាតុដើមបញ្ចូលប្រចាំថ្ងៃ

Vd = Sd x RT ($m^3$ / ថ្ងៃ x ចំនួនថ្ងៃ)

វត្ថុធាតុដើមអាស្រ័យលើ តើមានទឹកប៉ុន្មានដែលបានបន្ថែមទៅក្នុងវត្ថុធាតុនៅក្នុងការរៀបចំដើម្បីអោយ បាននៅចំនុះរឹង ៤-៨ % ។

វត្ថុធាតុដើម(Sd) =ជីវម៉ាស(B) +ទឹក(W) ($m^3$ / ថ្ងៃ)

នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ននៃកសិកម្មភាគច្រើន គេធ្វើការលាយអនុបាតសំរាប់លាមក( គោក្របី និង,រឺជ្រូក) និងទឹក ១ពឹងចំនួនចន្លោះពី ១:៣ និង ២:១ ។

## 8.2 ការគណនាការផលិតឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ (G)

ចំនួននៃជីវឧស្ម័នបានផលិតក្នុងថ្ងៃនីមួយៗ (G, $m^3$ ឧស្ម័ន / ថ្ងៃ) ត្រូវបានគណនាទៅលើមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃទិន្នផលឧស្ម័នពិតប្រាកដ (Gy) នៃវត្ថុធាតុ និងវត្ថុធាតុដើមប្រចាំថ្ងៃ (Sd) ការគណនាអាចផ្អែកលើមូលដ្ឋានគ្រឹះ :

a./ The volatile solids content (VS) ចំនុះរឹងដែលហើរ

G = kg VS- input x spec. Gy (solids)

b./ The weight of the moist mass ទំងន់នៃដុំដែលសើម

G = kg biomass x spec. Gy (moist mass)

c./ Standard gas yield values per livestock unit (LSU) តំលៃស្តង់ដាទិន្នផលឧស្ម័នក្នុងមួយក្រុមសត្វពាហនះ (LSU)

G = no. of LSU x spec. Gy (species)

## 8.3 ការរៀបចំប៉ារ៉ាម៉ែត្រ

កំរិតនៃខ្នាតសុវត្ថភាពដែលពិតអាចត្រូវបានកើនឡើងដោយការកំណត់ចំនួននៃផែនការ parameters ការផលិតឧស្ម័ន (Gp), i.e. តំលៃការផលិតឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃក្នុង១ $m^3$ បរិមាណការរលាយ (Vd) និងបរិមាណដែលផ្ទុក (Ld) ត្រូវបានគណនាដោយយោងទៅតាមសមីការដូចខាងក្រោម :

Gp = G : Vd ($m^3$ gas / $m^3$ Vd x d)

Ld = TS (VS) input / $m^3$ digester volume (kg TS (VS) / $m^3$ Vd x d)

## 8.4 ទំហំឡផ្ទុកឧស្ម័ន

ទំហំឡផ្ទុកឧស្ម័ន , i.e. តំលៃឡផ្ទុកឧស្ម័ន (Vg), អាស្រ័យលើតំលៃមិនប្រែប្រួលនៃការផលិតឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់ឧស្ម័ន។ ឡផ្ទុកឧស្ម័នត្រូវតែបង្កើតដើម្បីគ្របដណ្តប់តំលៃការប្រើប្រាស់អោយបានខ្ពស់ (Vg1) និង-ដាក់ឧស្ម័នដែលផលិតកំឡុងពេល នៃពេលវេលាដែលមិនមានការប្រើប្រាស់រយះពេលវែលបំផុត(Vg2)។

Vg1 = gc, max x tc, max = vc, max

Vg2 = G x tz, max

Gc, max = maximum hourly gas consumption អតិបរមាការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នរាល់ម៉ោង

Tc,max = time of maximum consumption (h) រយះពេលនៃអតិបរមាការប្រើប្រាស់

Vc, max = maximum gas consumption ($m^3$) ការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នអតិបរមា

G = gas production ($m^3$ / h) ការផលិតឧស្ម័ន

Tz, max = maximum zero consumption time (h) អតិបរមាការប្រើប្រាស់ដល់ចំនុចសូន្យ

ទំហំដែលធំនៃ តំលៃ Vg (Vg1 or Vg2) កំណត់នូវទំហំនៃឡផ្ទុកឧស្ម័ន។ សុវត្ថភាពដែលតឹមទុក ១០-២០% ត្រូវបានបន្ថែម។ បទពិសោធន៏ការអនុវត្តបង្ហាញថា ៤០-៦០% នៃការផលិតឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃជាធម្មតាត្រូវបានរក្សាទុក។ តំលៃការរំលាយ vs. តំលៃឡផ្ទុកឧស្ម័ន(Vd : Vg-ratio).

## 8.5 ការគណនាតាមបែបសាមញ្ញ

### ឧទាហរណ៏ទីមួយ:

គ្រួសារមួយមានជ្រូក ១២ក្បាល ។ តើត្រូវការឡជីវឧស្ម័នទំហំប៉ុន្មានសំរាប់ជ្រូក ១២ក្បាល?

ចំលើយ: ដូចដែលយើងបានដឹងហើយថាជ្រូក ជាសត្វដែលអាចផលិតលាមកបានពី ២-៤ kg ក្នុង១ថ្ងៃ។ ដូចនេះ-វាត្រូវនិង ជ្រូក១២ក្បាល x ៤ kg ក្នុង១ថ្ងៃ ហើយវាស្មើនិង ២៤kg ក្នុង១ថ្ងៃ។ ដូចនេះ ទំហំឡប្រហាក់ប្រហែលទៅនឹង ៦ម៉ែត្រគូប។

# 9 ឯកសារយោង

Bastioli, C.; Cerutti, A.; Guanella, I.; Romano, G.C.; Tosin, M. (1995): Physical State and Behaviour of Starch-Caprolactone Systems. *Journal of Environmental Polymer Degradation*, 3 (2), pp. 81-95.

Bidlingmaier, W. (2000): Biologische Abfallverwertung. 1st Edn. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, Germany.

EPA (2002): U.S. Environmental Protection Agency - EPA. http://www.epa.gov

Yagi, T.; Irimajiri, T. (1997): Studies on Degradation of Polylactic Acid in Compost. Proc. of the International Conference on Organic Recovery and Biological Treatment into the Next Millennium ORBIT, Harrogate, UK. E.I. Stentiford (Ed.) Leeds, UK pp. 127-130.

Ghimire, Prakash C, Handbook for Domestic Biogas Construction, Vientiane, 2002