សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

អ៊ុន ពុធរ៉ាទី

OUN PUTHRATY

# ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុនៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតាន$CH_4$ក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

# EFFECTS OF RAW MATERIAL ON METHANE PRODUCTION IN BIOGAS DIGESTER AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

ថ្នាក់បរិញ្ញា ជំនាន់ទី ២៥

(២០១៦-២០២០)

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា

រាជធានីភ្នំពេញ ខែ តុលា ឆ្នាំ២០២០

# សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

មហាវិទ្យាល័យ វិស្វកម្មកសិកម្ម

FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

## សារណាបទ

THESIS

# ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតាន$CH_4$ក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

# EFFECTS OF RAW MATERIAL ON METHANE PRODUCTION IN BIOGAS DIGESTER AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

អ៊ុន ពុធរ៉ាទី

OUN PUTHRATY

សារណាបទ ថ្នាក់បរិញ្ញា ជំនាន់ទី ២៥

ភ្នំពេញ ខែ តុលា ឆ្នាំ ២០២០

**ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា**
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

**ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ**

**សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម**

**មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម**


អ៊ន់ ពុធរ៉ាទី

OUN PUTHRATY


# ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតាន $CH_4$ ក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

# EFFECTS OF RAW MATERIAL ON METHANE PRODUCTION IN BIOGAS DIGESTER AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

**សមាសភាពគណៈមេប្រយោគ**

| | | |
|---|---|---|
| ប្រធានគណៈមេប្រយោគ | ៖ | **សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត ម៉ៅ ម៉ុនថាន** |
| អ្នកដឹកនាំ | ៖ | **លោក សន ស៊ុយហ៊ាង** |
| ជំនួយការ | ៖ | **លោក ហ៊ិន លីហួរ** |
| | ៖ | **លោក មាន ចន្ទមករា** |

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រជំនាន់ទី ២៥
(២០១៦ – ២០២០)

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា
រាជធានីភ្នំពេញ ខែតុលា ឆ្នាំ២០២០

**ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា**
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

**សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម**
មហាវិទ្យាល័យ វិស្វកម្មកសិកម្ម

# សារណាបទ
THESIS

# ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុដើមទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតាន$CH_4$ក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

EFFECTS OF RAW MATERIAL ON METHANE PRODUCTION IN BIOGAS DIGESTER AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

## គណៈកម្មការសារណាបទ

| | | | |
|---|---|---|---|
| អ្នកដឹកនាំ | : **លោក** | **សន ស៊ុយហ៊ាង** | ........................... |
| ជំនួយការ | : **លោក** | **ហ៊ិន លីហួរ** | ........................... |
| | : **លោក** | **មាន ចន្ទមករា** | ........................... |
| ព្រឹទ្ធបុរស | : **លោក** | **ឡោ លីត្អួ** | ........................... |

**សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម**
**សាកលវិទ្យាធិការ**

# ការធានាអះអាងលើសារណាបទ

នាងខ្ញុំ សូមធានាអះអាងថា រាល់ទិន្នន័យ ខ្លឹមសារ និងលទ្ធផលស្រាវជ្រាវនៅក្នុងស្នាដៃសារណាបទនេះពិតជាមានលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រថ្មីមួយ ដែលមិនមែនជាស្នាដៃរបស់អ្នកដទៃ ហើយក៏មិនត្រូវបានគេបោះពុម្ពផ្សព្វផ្សាយ ឬ បង្ហាញឡើយ។

ភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ០៩ ខែ តុលា ឆ្នាំ២០២០

ហត្ថលេខា

**អ៊ិន់ ពុធរ៉ាធី**

# សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ទូលបង្គំ **អ៊ិន់ ពុធរ៉ានី**

## សូមក្រាបថ្វាយបង្គំ
## ព្រះករុណាព្រះបាទសម្តេច ព្រះបរមនាថ នរោត្តម សីហមុនី
## ព្រះមហាក្សត្រនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

សូមថ្លែងអំណរព្រះករុណាទិគុណ សម្តេចជាអម្ចាស់ជីវិតតម្កល់លើត្បូង ដែលបានបំពេញព្រះរាជបេសកកម្ម បង្រួបបង្រួមជាតិប្រទានសន្តិភាពដល់ប្រទេសជាតិ ជាពិសេសប្រទានឱកាសដល់កូនចៅ និងទូលបង្គំបានសិក្សារហូតបានសម្រេចជោគជ័យ។ ទូលព្រះបង្គំសូមថ្វាយព្រះពរ សូមព្រះអង្គទ្រង់ប្រកបដោយព្រះរាជសុខភាពបរិបូរណ៍ ព្រះបញ្ញាញាណឈ្លាសវៃ ព្រះកាយពលមាំមួន ព្រះជន្មាយុយឺនយូរជាងរយព្រះវស្សា ដើម្បីគង់ជាម្លប់ដ៏ ត្រជាក់ត្រជុំសម្រាប់ប្រជានុរាស្ត្រទូទាំងព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

**សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតជូនចំពោះ ៖**

- ថ្នាក់ដឹកនាំរាជរដ្ឋាភិបាល នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
- ថ្នាក់ដឹកនាំក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ
- សាកលវិទ្យាធិការ នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ដែលបានអនុញ្ញាត និង ផ្តល់លទ្ធភាពដល់នាងខ្ញុំបានក្រេបជញ្ជក់នូវចំណេះដឹងផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រ និង សង្គម ព្រមទាំងបង្កលក្ខណៈងាយស្រួលក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវ និង ជួយផ្តល់ឯកសារស្រាវជ្រាវ វិទ្យាសាស្ត្រច្រើន ក្នុងរយៈពេលធ្វើកម្មសិក្សារហូតទទួលបាននូវជោគជ័យជាស្ថាពរ។

**សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះ**

- ឯកឧត្តម **វេង សាខុន** រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួង កសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ
- សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **ម៉ៅ ប៊ុនថាន** សាកលវិទ្យាធិការ នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **សុក គន្ធី** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **សេង មុំ** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- លោក **អ៊ឹង រតនា** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- លោកស្រី **បេង ប៊ុននេត** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- បណ្ឌិត **អ៊ុក សាវិន** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាស្ត្រាចារ្យរងបណ្ឌិត **ឃួន ថាវរៈ** សាកលវិទ្យាធិការរង នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- លោក **ឡោ លីតួ** ព្រឹទ្ធបុរសនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម
- លោកស្រី **ឌុន វ៉ារី** ព្រឹទ្ធបុរសរងនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម
- លោក **សួស ចំណាន** ព្រឹទ្ធបុរសរងនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម
- បណ្ឌិត **ថេង ឌីណា** ព្រឹទ្ធបុរសរងនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

ដែលបានបង្កនូវលក្ខណៈងាយស្រួលដល់ការសិក្សា ជួយបង្ហាត់បង្រៀន ពន្យល់ណែនាំអស់ពីសមត្ថភាព និងជួយដាស់តឿនអប់រំគ្រប់បែបយ៉ាងក្នុងពេលសិក្សាកន្លងមក ។

## សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅជូនចំពោះ

– លោក **សន ស៊ុយហ៊ាង** ជាអ្នកដឹកនាំ

– លោក **ហ៊ិន លីហួរ** ជាជំនួយការ

– លោក **មាន ចន្ទមករា** ជាជំនួយការ

ដែលបានជួយពិនិត្យ ពន្យល់ណែនាំ ចង្អុលបង្ហាញផ្លូវក្នុងការធ្វើសារណាបទនេះប្រព្រឹត្តិទៅដល់ទីបញ្ចប់ ប្រកបដោយជោគជ័យ ពោរពេញដោយអត្ថន័យ និងខ្លឹមសារ។

## សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅជូនចំពោះ

– លោកឪពុក **អ៊ន់ ណារិទ្ធ**

– អ្នកម្តាយ **គង់ ម៉ារ៉ា**

ដែលលោកទាំងពីរបានផ្តល់កំណើត និងជួយចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សា ផ្គត់ផ្គង់ ទំនុកបម្រុងអស់ពីកម្លាំង កាយចិត្ត និងសម្ភារគ្រប់យ៉ាង។ ផ្តល់ការអប់រំទូន្មានប្រៀនប្រដៅ ដោយផ្តល់នូវដំបូន្មានល្អៗ ប្រកបដោយ ព្រហ្មវិហាធម៌គ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីជួយជំរុញដំណើរការសិក្សារបស់ខ្ញុំប្រព្រឹត្តទៅបានល្អប្រសើរ និងទីបំផុតនាងខ្ញុំបានបញ្ចប់ការសិក្សា ប្រកបដោយជោគជ័យជាស្ថាពរ។ ព្រមទាំងបងប្អូនទាំងអស់ និងមិត្តភ័ក្តរួមមហាវិទ្យាល័យដែលបានជួយជ្រោមជ្រែង អប់រំប្រៀនប្រដៅដាស់តឿន និងផ្តល់ជាកម្លាំងចិត្តដល់រូបខ្ញុំ រហូតដល់នាងខ្ញុំបញ្ចប់ការសិក្សានៅ មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម ដូចបំណង។

## សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតជូនចំពោះ

- មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្មាតធំនៅកម្ពុជា(BTIC)

សូមអរគុណដល់BTICដែលបានជួយជាថវិកាក្នុងការពិសោធន៍សារណាបញ្ចប់ការសិក្សាតាំងដើមរហូតដល់ចប់។

## សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតជូនចំពោះ

- លោក **ប៉ែន ណារី**
- លោក **ហេង ទិនៃ**
- កញ្ញា **ស៊ុយ យុងអ៊ី**
- កញ្ញា **ឈត់ ឆៀងពុធាទី**
- លោក **ម៉ង រដ្ឋា**

មិត្តសម្លាញ់ទាំងអស់ដែលបានស្គាល់ និងសិក្សារួមគ្នាដែលបានរួមចំណែកជួយ ក្នុងការសរសេរសារណាបញ្ចប់ការសិក្សា នេះហើយបានបង្កើតបរិយាកាសសប្បាយរីករាយទាំងនៅក្នុងថ្នាក់ និងក្រៅថ្នាក់ដែលជួយជំរុញឲ្យការសិក្សាប្រកបដោយភាពរីករាយនិងរីកចម្រើនទៅមុខ។

# សង្ខេបសារណា

ជីវឧស្ម័ន អាចត្រូវបានផលិតចេញពីវត្ថុធាតុដើមដែលអាចរកបានយ៉ាងទូលំទូលាយនិងមានច្រើនប្រភេទ រួមមានទាំង សំណល់កសិកម្ម កាកសំណល់ផ្ទះបាយ លាមកគោ លាមកជ្រូក និងលាមកសត្វជាច្រើនទៀត។ លើសពីនេះទៀត ការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នដែលបានមកពីឡជីវឧស្ម័នវាជួយរួមចំណែកកាត់បន្ថយផលប៉ះបរិស្ថាននិង អាចជួយ លើកកម្ពស់កម្រិតជីវភាពប្រជាជននៅជនបទបានមួយកម្រិតទៀត ។ ធាតុសំខាន់ៗ ដែលមានក្នុង ជីវឧស្ម័ន តាមរយៈ ការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នមានដូចជា ឧស្ម័នមេតាន($CH_4$) ៦0% និង កាបូនឌីអុកស៊ីត (៤0%) រួមទាំងឧស្ម័នផ្សេងៗទៀត។

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវនេះមានគោលបំណងសំខាន់៣គឺ(១) វិភាគរកសមាសធាតុ រូប-គីមី នៃវត្ថុធាតុដើម ទាំងបីប្រភេទ (២) ប្រៀបធៀបកម្រិតឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានរយៈពេលដែលផលិតឧស្ម័ន និង (៣) កំណត់ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណមេតានផលិតជាមួយលក្ខណៈរូប-គីមីរបស់វត្ថុធាតុដើម ។ ការស្រាវជ្រាវនេះរៀបចំឡើង ដោយជ្រើសរើសល្បាយ បីប្រភេទផ្សេងគ្នា មានលាមកគោ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដោយត្រូវដាក់ ក្នុងកម្រិតស្មើគ្នាប្រចាំថ្ងៃ ១០គីឡូ លាយទឹក។ ល្បាយលាមកទាំងបីនេះត្រូវដាក់ចូលក្នុងឡទាំងកំពុងដំណើរការ ស្រាប់ហើយ ក្នុងរយៈពេលមួយសប្តាហ៍ក្រោយមក គេត្រូវពិនិត្យបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានឆ្លងកាត់ ឧបករណ៍វាស់វែងលំហូរថាការដំណើរការឧស្ម័នពីឡថ្មីចាប់ផ្តើមដំណើរការឬនៅ។ ឡជីវឧស្ម័ននេះ ជាប្រភេទ (Floating Drum Digester) ក្នុងទំហំឡ១មានទំហំ ១ម$^{៣}$ ចំនួន ០២ ឡជីវឧស្ម័ន។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានបរិមាណជាមធ្យម ៥១៥.២៨ លីត្រ/ថ្ងៃ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែល ផលិតចេញពីលាមកជ្រូក មានបរិមាណជាមធ្យម ៤១៤.២២ លីត្រ/ថ្ងៃ និង បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកគោ មានបរិមាណជាមធ្យម ២៤៣.៨១ លីត្រ/ថ្ងៃ។ គុណភាពឧស្ម័នមេតាន $CH_4$ ដែលផលិតចេញពី ល្បាយ លាមកជ្រូក និង គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកគោ ជាមធ្យម ៥៦% ខណៈគុណភាព ឧស្ម័នមេតានដែលផលិតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ជាមធ្យម ៥២%។ ចំណែកការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានបរិមាណ ខ្លាញ់ ៣.២១% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៦0% Dry Matter (DM) ២១.៨៩%។ លាមក គោមានបរិមាណ ខ្លាញ់ 0.២0% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៣0% Dry Matter (DM) ១៦.២៧%។ លាមកជ្រូកមានបរិមាណ ខ្លាញ់ 0.0៥% ប្រូតេអ៊ីន ១0.៤0% % Dry Matter (DM)(%) ២៥.៤២%។

សរុបសេចក្តីមក យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ទទួលបានបរិមាណជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ ច្រើនជាង ប៉ុន្តែគុណភាព មេតានរបស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ ទាបជាងគេ ខណៈម៉ាសស្ងួន និងប្រូតេអ៊ីន ក្នុង លាមកជ្រូក មានភាគរយខ្ពស់ជាងគេ។

## ABSTRACT

Biogas can be produced from many resources which were easy to find properly such as agricultural waste, kitchen waste, cow dungs, pig manures, wastewater and other organic waste. In addition, the biogas consumption taken from biogas digester technically reduced the emission of greenhouse to atmosphere and prevented environmental hazards together with an improvement of livelihood in remote area. The biogas composition produced by biogas digester generally had methane content (60%) and carbon dioxide (40%) depended on kinds of substrates.

This study aims to (1) analyze physical and chemical appearances in three different substrates (2) compare a methane content of biogas in three different substrates (3) determine the interaction between a methane content of biogas and physical and chemical appearance in three different substrates. According to research methodology, cow dungs, pig manures and kitchen waste were chosen to add to two different biogas digesters in daily with a quantity of 10 kg mixed with water. After a week, it was to assess a biogas volume in each substrate through biogas meter in daily. The floating drum digester was selected to do in experimental research.

In a result of this, the biogas volume produced from kitchen waste was in average 515.28 l/d whereas, the biogas volume produced from cow dungs and pig manures were in average 414.22 l/d, 243.81 l/d respectively. Besides this, Methane content ($CH_4$) of cow dungs and pig manures was in average 56% while methane content ($CH_4$) of kitchen waste was in average 52%. Additionally, the portion of lipid, protein, dry meter (DM) in kitchen waste were 3.21%,5.6%, 21.89% respectively whereas, the percentage of lipid, protein, dry meter (DM) in cow dungs were 0.2%, 5.3%,16.27% parallelly. The portion of lipid, protein, dry meter (DM) in pig manures were 0.05%, 10.40%, 25.42% steadily.

In conclusion, the biogas volume of kitchen waste was higher than other substrates but the biogas quality of kitchen waste was less than other substrates whereas, dry matter and protein of pig manures had a high portion.

# បញ្ជីមាតិកា

**ទំព័រ**

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ ....... i

សង្ខេបសារណា....... ii

បញ្ជីមាតិកា....... iii

បញ្ជីពាក្យសរសេរកាត់....... iv

## ជំពូក ១ សេចក្តីផ្តើម

១.សេចក្តីផ្តើម ....... ១

១.១លក្ខណៈទូទៅ....... ១

១.២ មូលហេតុនៃការសិក្សា....... ២

១.៣ គោលបំណងនៃការសិក្សា....... ២

១.៤ ទំហំនៃការសិក្សា ....... ២

## ជំពូក ២ សំយោគឯកសារ

២.១ លក្ខណៈស្ថានភាពការបង្កើតជីវឧស្ម័ន....... ៣

  ២.១.១.ប្រវត្តិឡជីវឧស្ម័ននៅប្រទេសកម្ពុជា ....... ៣

២.២ ជីវឧស្ម័ន....... ៥

២.៣ ប្រភពថាមពលនៅកម្ពុជា ....... ៦

  ២.៤.១ មេតានដែលកើតឡើងពីដំណើរការ Digestion ក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌដែលគ្មានខ្យល់....... ៨

២.៥ ដំណើរការនៃការលាយរបស់លាមកសត្វ....... ១០

២.៦ លាមកសត្វ ....... ១១

២.៧.ប្រភេទវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ....... ១២

  ២.៧.១ លាមកសត្វ និងសំណល់រាវ....... ១២

  ២.៧.២ វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម....... ១៣

  ២.៧.៣ គោលការណ៍នៃឡជីវឧស្ម័ន....... ១៤

  ២.៧.៤ សមាសធាតុប៉ះពាល់ដល់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ....... ១៤

  ២.៧.៥ចំណីឡជីវឧស្ម័នពីឧស្សាហកម្ម....... ១៥

២.៨ លក្ខណៈនៃចំណីឡជីវឧស្ម័ន ............ ១៦
២.៨.១ និរន្តភាព និងភាពអាចរកបាន ............ ១៦
២.៨.២ ការរំលាយ ............ ១៦
២.៨.៣.ភាពមិនសុទ្ធនៃចំណីឡ និងផលប៉ះពាល់ ............ ១៧
២.៨.៤ .ធនធានដែលអាចរកបាន និងខ្សែចង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់ ............ ១៨
២.៩. ប៉ារ៉ាម៉ែត្រប្រតិបត្តិការសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ............ ១៩
២.៩.១.ប៉ារ៉ាម៉ែត្រសម្រាប់ចំណីឡ ............ ១៩

## ជំពូក ៣ វិធីសាស្រ្តសិក្សាស្រាវជ្រាវ

៣.១ ទីតាំងសិក្សាពិសោធន៍ ............ ២១
៣.២ សម្ភារប្រើប្រាស់សម្រាប់ពិសោធន៍ និងផលិត ............ ២២
៣.២.១លក្ខណៈទូទៅរបស់ឧបករណ៍វាស់ជីវៈឧស្ម័ន ............ ២២
៣.៣. វិធីសាស្រ្តសិក្សាស្រាវជ្រាវ ............ ២៣
៣.៣.១. ការកំណត់ទំហំសំណាក ............ ២៣
៣.៣.២. ការកំណត់បច្ច័យ ............ ២៤
៣.៣.៣.ការរៀបចំប្លង់ពិសោធន៍ ............ ២៤
៣៤.. ការជ្រើសរើសប៉ារ៉ាម៉ែត្រមកធ្វើការវិភាគ ............ ២៥
៣.៤.១. ម៉ាសធាតុស្ងួត(DM) ............ ២៥
៣.៤.២. សារធាតុសរីរាង្គស្ងួត (ODM) ............ ២៥
៣.៥. វិធីសាស្រ្តប្រមូលទិន្នន័យ ............ ២៦
៣.៥.១.ទិន្នន័យបឋម ............ ២៦
៣.៥.២.ទិន្នន័យមានស្រាប់ ............ ២៦
៣.៥.៣.វិធីសាស្រ្តវិភាគទិន្នន័យ ............ ២៦

## ជំពូក ៤ លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

៤.១ លទ្ធផល ............ ២៧

៤.១.១ ការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមី ...................................................................................... ២៧
៤.១.២ ការផលិតជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ ...................................................................................... ២៨
៤.១.៣ គុណភាពឧស្ម័នមេតាន ($CH_4$) ...................................................................................... ២៩
៤.១.៤ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ...................................................................................... ៣០
៤.១.៥ គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ$H_2S$ ...................................................................................... ៣១
៤.១.៦. គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ ...................................................................................... ៣២
៤.១.៧ កាកសំណល់ផ្ទះបាយ ...................................................................................... ៣៦
៤.១.៨ លាមកគោ ...................................................................................... ៤០
៤.១.៩ លាមកជ្រូក ...................................................................................... ៤៤
៤.២. ការពិភាក្សា ...................................................................................... ៤៤
៤.២.១ ការពិភាក្សាលើការវិភាគរូប និងគីមី ...................................................................................... ៤៤
៤.២.២ ការពិភាក្សាលើបរិមាណជីវឧស្ម័ន ...................................................................................... ៤៥
៤.២.៣ ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ...................................................................................... ៤៥
៤.២.៤ ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត ...................................................................................... ៤៥
៤.២.៥. ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ ...................................................................................... ៤៥
៤.២.៦. ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ ...................................................................................... ៤៥

## ជំពូក ៥ សន្និដ្ឋាន និង សំណូមពរ

៥.១. សន្និដ្ឋាន ...................................................................................... ៤៦
៥.២ សំណូមពរ ...................................................................................... ៤៦

**បណ្ណាល័យសាស្ត្រ**

**ឧបសម្ព័ន្ធ**

**ព្រឹត្តិបត្រព័ត៌មាននិស្សិត**

**មូលវិចារណ៍**

# បញ្ជីរូបភាព


| លំដាប់ | លេខលំដាប់ | ចំណងជើង | ទំព័រ |
|---|---|---|---|
| ១ | រូបភាពទី៣.១ | ផែនទីនៃទីតាំងពិសោធន៍ ............ | ១៣ |
| ២ | រូបភាពទី៣.២ | ឧបករណ៍វាស់វែងគុណភាពជីវឧស្ម័ន ............ | ១៤ |
| ៣ | រូបភាពទី៣.៣ | ការរៀបចំប្លង់ពិសោធន៍ ............ | ១៦ |

## តារាង

| លំដាប់ | លេខលំដាប់ | ចំណងជើង | ទំព័រ |
|---|---|---|---|
| ៤ | តារាងទី ៤.១ | ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ដែលផលិតដោយវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ ............ | ២២ |
| ៥ | តារាងទី៤.២ | ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ លើវត្ថុធាតុដើមទាំង៣ប្រភេទ | ២៣ |
| ៦ | តារាងទី ៤.៣ | ការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមីលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ............ | ៣៦ |

## ក្រាហ្វិច

| លំដាប់ | លេខលំដាប់ | ចំណងជើង | ទំព័រ |
|---|---|---|---|
| ៧ | ក្រាហ្វិក ៤.១ | ប្រៀបធៀបបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិត ប្រចាំថ្ងៃលើវត្ថុធាតុដើម ៣ ប្រភេទ ............ | ១៩ |
| ៨ | ក្រាហ្វិក ៤.២ | ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ($CH_4$)ដែលផលិតដោយវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ ............ | ២០ |
| ៩ | ក្រាហ្វិក ៤.៣ | ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ និង លើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ ............ | ២១ |
| ១០ | ក្រាហ្វិក ៤.៤ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និង គុណភាពមេតានទទួលបានក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ............ | ២៤ |
| ១១ | ក្រាហ្វិក ៤.៥ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ ............ | ២៥ |
| ១២ | ក្រាហ្វិក ៤.៦ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និង គុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ ............ | ២៦ |

| | | |
|---|---|---|
| ១៣ | ក្រាហ្វិក ៤.៧ | ទំនាក់ទំនងរវាងមេតាន ផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ.................................២៧ |
| ១៤ | ក្រាហ្វិក ៤.៨ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និង គុណភាពមេតានទទួល...បាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ............................................... ២៨ |
| ១៥ | ក្រាហ្វិក ៤.៩ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ ...................................... ២៩ |
| ១៦ | ក្រាហ្វិក ៤.១០ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និង គុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ ...................................... ៣០ |
| ១៧ | ក្រាហ្វិក ៤.១១ | ទំនាក់ទំនងរវាងមេតាន ផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ី ដ្រូសែនស៊ុលផួរ ទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ............................................... ៣១ |
| ១៨ | ក្រាហ្វិក ៤.១២ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាននិងគុណភាពមេតានទទួលបានក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក ....................................................៣២ |
| ១៩ | ក្រាហ្វិក ៤.១៣ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក.....................................៣៣ |
| ២០ | ក្រាហ្វិក ៤.១៤ | ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និង គុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក...................................... ៣៤ |
| ២១ | ក្រាហ្វិក ៤.១៥ | ទំនាក់ទំនងរវាងមេតាន ផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ី ដ្រូសែនស៊ុលផួរ ទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក ............................................... ៣៥ |

# បញ្ជីពាក្យសរសេរកាត់

| ពាក្យសរសេរកាត់ | | ការពន្យល់ |
|---|---|---|
| គ.ក | ៖ | គីឡូក្រាម |
| ល | ៖ | លីត្រ |
| ល.រ | ៖ | លេខរៀង |
| ម៉ | ៖ | ម៉ោង |
| % | ៖ | ភាគរយ |
| គ.ក្រ/ល | ៖ | គីឡូក្រាមក្នុងមួយលីត្រ |
| កសក | ៖ | ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ |
| = | ៖ | ស្មើ |
| > | ៖ | ធំជាង |
| < | ៖ | តូចជាង |
| $CH_4$ | ៖ | មេតាន |
| $CO_2$ | ៖ | ឧស្ម័នកាបូនិក |
| $H_2S$ | ៖ | ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ |
| $NH_3$ | ៖ | ឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ |
| $H_2$ | ៖ | ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន |
| $O_2$ | ៖ | ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន |
| $H_2O$ | ៖ | ទឹក |
| CO | ៖ | ឧស្ម័នកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត |
| kg | ៖ | kilogram |
| ODM | ៖ | Organic Dry Matter |
| DM | ៖ | Dry Matter |

# ជំពូក ១
# សេចក្តីផ្តើម

# ជំពូក ១
# សេចក្ដីផ្ដើម

## ១.សេចក្ដីផ្ដើម
### ១.១លក្ខណៈទូទៅ

ប្រទេសកម្ពុជាជាប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍ ដែលការចិញ្ចឹមសត្វជាលក្ខណៈគ្រួសារនិងកសិដ្ឋានបែបពាណិជ្ជកម្មកំពុងមានការរីកដុះដាលយ៉ាងច្រើនដែលមានលក្ខណៈបច្ចេកទេសខ្ពស់។ នៅក្នុងនោះអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រក៏បានរកឃើញនូវបច្ចេកវិទ្យាមួយទៀតដែលគេអាចប្រើប្រាស់នូវកាកសំណល់កសិកម្ម ទាញយកប្រភពពីធនធានធម្មជាតិកកើតឡើងវិញនៅក្នុងនោះគេទាញយកសារធាតុឧស្ម័នមកប្រើប្រាស់នៅ ក្នុងការដុតកម្ដៅដែលឧស្ម័ននោះហៅថាជីវឧស្ម័ន (Biogas)គេអាចប្រើប្រាស់នូវកាកសំណល់លាមកសត្វ កាកសំណល់ផ្ទះបាយ និងកាកសំណល់កសិកម្មជាដើម (ជេស សុភី,២០០៦)។

ផលិតកម្មសត្វត្រូវបានសង្កេតឃើញថា មានការរីកចម្រើនគួឲ្យកត់សម្គាល់នាពេលកន្លងមក។ ជាមួយគ្នានេះដែលការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ពីផលិតកម្មសត្វ និង ពិសេសការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់សត្វ ដើម្បីធានាបាននូវបរិស្ថានស្អាតនិង រួមចំណែកក្នុងការអភិវឌ្ឍន៍បៃតង។ ការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នឲ្យមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងកំឡុងពេលដែលក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់និង នេសាទ បានរៀបចំគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍន៍ឡជីវៈឧស្ម័ននៅកម្ពុជាឆ្នាំ ២០១៦-២០២៥ (ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់និង នេសាទ,២០១៦)។

មួយទៀតដែរនោះ គឺវិស័យកសិកម្ម បានរួមចំណែកក្នុងការប្រែប្រួលអាកាសធាតុផងដែរ ក្នុងនោះមានដូចជាបំភាយឧស្ម័នមេតានពីការចិញ្ចឹមសត្វ ដែលពុំមានការគ្រប់គ្រងទុកដាក់លាមកសត្វ និងបង្ហូរកាក់សំណល់ពីកសិដ្ឋានមិនបានត្រឹមត្រូវ (FAO,2016)។

ជីវឧស្ម័ន មានឥទ្ធិពលដែលអាចផលិតចេញពីវត្ថុធាតុដើមដែលអាចរកបានយ៉ាងទូលំទូលាយនិងមានច្រើនប្រភេទរួមមានទាំងសំណល់កសិកម្ម កាកសំណល់ផ្ទះបាយ លាមកគោ លាមកជ្រូក និងលាមកសត្វជាច្រើនទៀត។លើសពីនេះទៀតនៅពេលប្រើប្រាស់ឧស្ម័នដែលបានមកពីឡជីវឧស្ម័នវាមានភាពប៉ះពាល់តិចតួចដល់បរិស្ថានអាចជួយលើកកម្ពស់កម្រិតជីវភាពប្រជាជនមួយផ្នែក ដោយសារវាមានតម្លៃថោកជាងឧស្ម័នដែលមកពីធនធានរ៉ែ (ង៉ិន ច័ន្ទសោភា,២០០៦)។ ជីវឧស្ម័នដែលកកើតចេញពីការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នមានដូចជា មេតាន($CH_4$) ៦០% និង កាបូននិក($CO_2$) ៤០%(Anhradha. S et al, 2007)។ ដែលឧស្ម័នទាំងនេះអាចប្រើប្រាស់ជាថាមពលអគ្គីសនីនិងជាហ្គាសធម្មជាតិ ដែលអាចជួយសម្រួលដល់ជីវភាពសេដ្ឋកិច្ចរបស់ប្រជាកសិករផងដែរ។ ក្រៅពីនេះមានជីវឧស្ម័នបានបង្កើតជាផលិតផលបន្ទប់បន្សំផ្សេងៗទៀតដូចជា អ៊ីដ្រូសែនសូហ្វាយ ($H_2S$) អាម៉ូញ៉ាក់ ($NH_3$) អ៊ីដ្រូសែន ($H_2$) នីដ្រូសែន ($N_2$) កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO) ចំហាយទឹក កាបូបនីត្រាតឆ្អែត និងឧស្ម័នអុកស៊ីសែន($O_2$) (Wheeler. P et al, 2000)។

## ១.២ មូលហេតុនៃការសិក្សា

ការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់នៅមិនទាន់មានលក្ខណៈត្រឹមត្រូវទើបធ្វើមានការប៉ះពាល់ ដល់បរិស្ថានយ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរ ជាពិសេសការបំភាយនូវឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់មានការកើនឡើង។ ហើយដោយសារបញ្ហាចោលកាកសំណល់នេះ និងការប្រើប្រាស់មិនទាន់អស់លទ្ធភាពបានធ្វើអោយបាត់បង់នូវសារប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើនដែលយើងមិនបានគិតដល់។ លាមកសត្វក៏ជាកាកសំណល់មួយប្រភេទដែលបានរួមចំណែកក្នុងការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ផងដែរ។ បើយើងក្រលែកមើលពីអត្ថប្រយោជន៍របស់លាមកសត្វវិញ វាផ្តល់ជាឧស្ម័នដែលមានប្រយោជន៍ សម្រាប់អោយយើងយកទៅប្រើប្រាស់ជាប្រភពថាមលសម្រាប់ដុតកម្តៅ និងថាមពលអគ្គីសនីផងដែរ (Janya SANG ARON និង ជោគឹមហេង 2011)។ ដោយឃើញពីសារៈប្រយោជន៍ច្រើនពីលាមកនិងកាកសំណល់សរីរាង្គទើបលើកយកប្រធានបទ **“ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុដើមបីប្រភេទខុសៗគ្នាទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតានក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម”** មកស្រាវជ្រាវ។

## ១.៣ គោលបំណងនៃការសិក្សា

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវនេះមានគោលបំណងសំខាន់៣គឺ

- វិភាគរកសមាសធាតុ រូប-គីមី នៃវត្ថុធាតុដើមទាំងបីប្រភេទ
- ប្រៀបធៀបកម្រិតឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានរយៈពេលដែលផលិតឧស្ម័ន
- កំណត់ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណមេតានផលិត ជាមួយលក្ខណៈរូប-គីមីរបស់វត្ថុធាតុដើម

## ១.៤ ទំហំនៃការសិក្សា

ការសិក្សានេះគឺសំដៅលើការប្រៀបធៀបសមាសធាតុនៅក្នុងជីវឧស្ម័នដែលផលិតដោយវត្ថុធាតុដើមទាំងបីប្រភេទខុសគ្នា ដើម្បីដឹងពីដំណើរការថាមួយណាមានភាពប្រសើរជាង និងការចាប់យកសំណាក់ទាំងបីប្រភេទផ្សេងគ្នាទៅវិភាគដោយផ្ទាល់នៅមន្ទីរពិសោធន៍ដែលមានស្រាប់។ បន្ទាប់មកការប្រតិបត្តិការណ៍នេះមានរយៈពេល ៦ ខែ ដោយចាប់ផ្តើមពីខែ មករា ដល់ខែ សីហា ឆ្នាំ២០២០ សម្រាប់ធ្វើការពិសោធន៍បញ្ចូលទិន្នន័យនិងរៀបចំសារណាបទទាំងអស់។

# ជំពូក ២
# សំយោគឯកសារ

# ជំពូក ២
# សំយោគឯកសារ

## ២.១ លក្ខណៈស្ថានភាពការបង្កើតជីវឧស្ម័ន

### ២.១.១.ប្រវត្តិឡជីវឧស្ម័ននៅប្រទេសកម្ពុជា

បច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័នបាននាំចូលមកកម្ពុជានៅឆ្នាំ ១៩៨៩ តាមរយៈអង្គការ CWS និង AFC ។ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទខិមបាន់ឌូ ត្រូវបានគេដំឡើងនៅស្ថានីយ៏ចិញ្ចឹមគោភ្នំតាម៉ៅ និង ស្ថានីយ៏ចិញ្ចឹមជ្រូកនៅគីឡូម៉ែត្រលេខ ១១ ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩០ ក្រោមគំរោងអង្គការ LWS ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបាន គេដំឡើងនៅតាមភូមិស្ថិតនៅខេត្តកណ្តាលតែឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះ មិនទទួលបានជោគជ័យក្នុងសហគមហ៏កសិករតេដោយសារ តំលៃថ្លៃ តំរូវឱ្យមានគោក្របីច្រើនដើម្បីមានលទ្ធភាពផ្តល់លាមកគ្រប់គ្រាន់សំរាប់ផលិតហ្គាស និងកសិករគ្មានលទ្ធភាពតំឡើង និងជួសជុលដោយខ្លួនឯង និងហ្គាសដែលផលិតបានបរិមាណច្រើនដែលចាំបាច់ត្រូវបង្កើតជាក្រុមប្រើប្រាស់ដើម្បីស្រូបសក្តានុពលរបស់វា (ជេស សុភី, ២០០៦) ។

នៅឆ្នាំ ១៩៩១ អង្គការ LWS បានតំឡើងឡជីវឧស្ម័ននៅតាមសហគមន៏ក្នុងស្រុកបាទី ខេត្តតាកែវតាមគំរូហ្វីលីពីនដោយដាក់សាកល្បងនៅទីនោះ ។ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះ មានបញ្ហាក្នុងការគ្រប់គ្រងផងដែរ ដូចជាការបញ្ចូលលាមក និង ការបញ្ចេញលាមកមកចខាងក្រៅវិញ ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩២ មានអង្គការ FAO បាននាំតំឡើងជីវឧស្ម័នធ្វើពីប្លាស្ទិច មកកម្ពុជា ។ ក្នុងរយៈពេលតែជាងមួយឆ្នាំ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះ បានតំឡើងជាង ៥០០គ្រឿងនៅតាមបណ្តាលខេត្តមួយចំនួននៅកម្ពុជា (ជេស សុភី, ២០០៦) ។

អង្គការមួយចំនួន ដែលបាននាំចូលរួមក្នុងការផ្សព្វផ្សាយឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះ មានអង្គការ LWS CWS ប៉ាដិច ពេទ្យសត្វគ្មានព្រំដែន ។ល។ ក្រោយមកទៀតនៅតែមានអង្គការ LWS មួយប៉ុណ្ណោះដែលនៅតែបន្តបញ្ចូលឡជីវសឧស្ម័ននៅក្នុងខេត្តតាកែវ ។ នៅក្នុង ឆ្នាំ ១៩៩៧ ក្រោយពីការបោះទីតាំងរបស់ UTA នៅកម្ពុជា សកម្មភាព អភិវឌ្ឍ ស្រាវជ្រាវ និងពង្រីកការផ្សព្វផ្សាយឡជីវសឧស្ម័នប្រភេទនេះត្រូវបានពង្រីកឡើងវិញ ដោយបានចាប់ដៃគូរជាមួយកម្មវិធិពិសេសដើម្បីសន្តិសុខស្បៀងរបស់អង្គការហ្វាវ អឺរ៉េនៃល កម្ពុជា និងស្នេហលកម្ពុជា (ជេស សុភី, ២០០៦)។

#### ក.ការផលិតឧស្ម័ន

ឡជីវឧស្ម័នបានដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់លើគ្រប់វិស័យ ក្នុងការអភិវឌ្ឍន៏ជីវភាព ការពារបរិស្ថានសុខភាពនិងបង្កើតផលិតផលកសិកម្ម។ សមាសធាតុសម្រាប់ផលិតជាជីវឧស្ម័ន គេអាចរកបានពីធនធានដែលមានស្រាប់និងងាយស្រួលរក ដូចជា លាមកមនុស្ស គោ មាន់ ជ្រូក ទា កាកសំណល់ផ្ទះបាយ កាកសំណល់បន្លែ ផ្លែឈើ មើមឈើ។ ម្យ៉ាងវិញទៀតឡជីវឧស្ម័នមានអត្ថប្រយោជន៏សំរាប់កសិករក៏ដូចជាស្ត្រីមេផ្ទះដែលពួកគាត់មិនពិបាកទៅរកអូសឆ្វាយ និងអាចចំណេញពេលវេលាច្រើនរួមទាំងថវិការ

ផងដែរ (ចន ស្រីនិច, ២០១៩)។ ជាពិសេសឡជីវឧស្ម័ននេះបានជួយលើកកម្ពស់ផលិតភាពកសិកម្ម ដោយសារជីកាកសំណល់អាចយកធ្វើជាជីធម្មជាតិទៅដាំដំណាំបាន និងឧស្ម័នសំរាប់ប្រើចំអិនអាហារ នៅក្នុងផ្ទះ។ ម៉្យាងមកវិញទៀតជីកាកសំណល់នេះជាល្បាយលាមកសត្វដែលហូរចេញពីឡជីវឧស្ម័ន គេក៏អាចយកវាធ្វើជាថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតបានផងដែរសំរាប់កសិកម្ម (កង វ៉ារី, ២០១៩)។

តារាងទី២.១៖ការបំបែករបស់សារធាតុសរីរាងនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់និងមានការវត្តមានមីក្រូសរីរាង្គ

| **ដំណាក់កាល** | **ដំណើរការ** | **បាក់តេរី** | **សារធាតុវត្ថុធាតុដើម** | **ផលិតផល** |
|---|---|---|---|---|
| ដំណាក់កាលទី១ | អ៊ីដ្រូលីស | Fermentative | ប្រូតេអ៊ីន ការបោន អ៊ីដ្រាតខ្លាញ់ | អាមីណូអាស៊ីត ស្ករអាស៊ីតខ្លាញ់ |
| ដំណាក់កាលទី២ | ការបង្កើតជាតិអាស៊ីត | Fermentative | អាមីណូអាស៊ីតស្ករ អាស៊ីតខ្លាញ់ | អាស៊ីតសរីរាង្គ អាល់កុល |
| ដំណាក់កាលទី៣ | ការបង្កើតអាស៊ីតអាសេទិច | Acetogenic | អាមីណូអាស៊ីត ស្ករ អាស៊ីតខ្លាញ់ អាស៊ីតសរីរាង្គអាកុល | អាស៊ីតអាសេទិច អីដ្រូសែន កាបោនឌីអុកស៊ីត |
| ដំណាក់កាលទី៤ | ការបង្កើតមេតាន | Methanogenic | អាស៊ីតអាសេទិច អីដ្រូសែនកាបោនឌីអុកស៊ីត | មេតាន |

ប្រភព: (Phouthanouthong Xaysombath, 2018)

**ខ.ស្ថានភាពឡ**

បច្ចុប្បន្ននេះខេត្តដែលបានប្រតិបត្តិឡមានចំនួន១៤ខេត្តគឺ ខេត្តកំពង់ចាម ខេត្តកំពង់ស្ពឺ ខេត្តតាកែវ ខេត្តកណ្ដាល ខេត្តស្វាយរៀង ខេត្តកំពង់ឆ្នាំង ខេត្តកំពត ខេត្តកែប ខេត្តព្រះសីហនុ ខេត្តព្រៃវែង ខេត្តសៀមរាប ខេត្តពោធិ៍សាត់ ខេត្តបាត់ដំបង ខេត្តកំពង់ធំ ជាលទ្ធផលសម្រេចបានឡជីវឧស្ម័នចំនួន ១៦,០០០ (នូ មុត, ២០១២)។ ផែនការនេះគឺស្របពេលក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ បានរៀបចំគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍន៏ឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជាឆ្នាំ២០១៦-២០២៥ សម្រាប់ដាក់ឲ្យអនុវត្តន៏នាពេលខាងមុខ (ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ, ២០១៦)។ កសិករភាគច្រើនមានឡទំហំចន្លោះពី ២ - ៤ ម៉ែត្រ ហើយគាត់ប្រើប្រាស់សម្រាប់តែសម្រាប់ចម្អិនអាហារ ។ បរិមាណជីវឧស្ម័នមួយម៉ែត្រគឺបសមាមាត្រទៅនឹងហ្គាស LPG ០.៤៦ លីត្រ និងប្រេងម៉ាស៊ូត។ចំពោះការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នសម្រាប់តែចម្អិនគឺអាចធ្វើឲ្យកសិករបាត់បង់ចំណាប់អារម្មណ៍លើជីវឧស្ម័ន។ ដូចនេះការប្រើប្រាស់វាសម្រាប់មធ្យោបាយផ្សេងទៀត អាចធ្វើឲ្យការពួកគាត់ងាកមកបន្ត ឬបង្កើនការចាប់អារម្មណ៍លើការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់លាមក។ មានការសិក្សាជាច្រើននៅក្រៅប្រទេស ដែលនិយាយពីការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នសម្រាប់

ដំណើរការម៉ាស៊ីនខ្នាតតូច ប៉ុន្តែការសិក្សាបែបនេះគឺពុំទាន់សំបូរបែបនៅឡើយទេនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា និងពុំទាន់មានឯកសារចងក្រងគ្រប់គ្រាន់ទេ។ បើទោះជាគេអាចដំណើរការម៉ាស៊ីន ប៉ុន្តែការដឹកជញ្ជូនជីវឧស្ម័នទៅឆ្ងាយដើម្បីប្រើប្រាស់ក៏នៅតែជាបញ្ហា។ កត្តានេះចាំបាច់ណាស់សម្រាប់អភិវឌ្ឍវិស័យថាមពលកកើតឡើងវិញនៅកម្ពុជា ជាពិសេសលើការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (NBP, 2018) ។

តារាងទី២.២៖សមត្ថភាពឡជីវឧស្ម័ន

| ទំហំឡជីវឧស្ម័ន (ម៉ែតគូប) | លាមកចាក់ដំបូង | លាមកចាក់ប្រចាំថ្ងៃ (គីឡូក្រាម) | រយៈពេលប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នលើចង្ក្រាន (ម៉ោង) | រយៈពេលប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នលើអំពូល (ម៉ោង) | តម្លៃនៃថាមពលជំនួសអុស |
|---|---|---|---|---|---|
| ៤ | ១៥០០ | ២០ទៅ៤០ | ២ទៅ៤ | ៨ទៅ១៦ | ៤ដង |
| ៦ | ២៣០០ | ៤០ទៅ៦០ | ៤ទៅ៦ | ១៦ទៅ២៤ | ៨ដង |
| ៨ | ៣០០០ | ៦០ទៅ៨០ | ៦ទៅ៨ | ២៤ទៅ៣២ | ១២ដង |
| ១០ | ៣៨០០ | ៨០ទៅ១០០ | ៨ទៅ១០ | ៣២ទៅ៤០ | ១៦ដង |
| ១៥ | ៦០០០ | ១០០ទៅ១៥០ | ១០ទៅ១៥ | ៤០ទៅ៦០ | ២៨ដង |

ប្រភព: (មាគ៌ាជលសា, ២០១៨)

## ២.២ ជីវឧស្ម័ន

ជីវឧស្ម័ន (Biogas) គឺជាល្បាយឧស្ម័នដែលក្នុងនោះមានកាបូនឌីអុកស៊ីតនិងមេតាន។ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានផលិតឡើង ដោយមីក្រូសរីរាង្គ ពីរបីប្រភេទ នៅពេលខ្យល់ឬអុកស៊ីសែន ត្រូវបានអវត្តមាន (ការអវត្តមាននៃអុកស៊ីសែនគេហៅថា លក្ខខណ្ឌមិនត្រូវការខ្យល់ Anarobic Conditions)។ សត្វដែលស៊ីពពួករុក្ខជាតិជាពិសេសគឺពពួកគោនិងក្របីដែលសត្វទាំងនេះបានផ្តល់នូវជីវឧស្ម័នបានច្រើន។ ជីវឧស្ម័នមិនត្រឹមតែផលិតពីលាមកសត្វគោប៉ុណ្ណោះទេវាក៏ត្រូវបានការជួយពីមីក្រូសរីរាង្គរាប់កោដិលានដែលរស់នក្នុងប្រព័ន្ធបម្លែងរបស់វា។ ជីវឧស្ម័នក៏អាចធ្វើដំណើរការឬទាញយកហ្គាសនៅក្នុងតំបន់ដែលមានជាំទឹកនិងដីភក់នៅបាតបឹងដែលជាកន្លែងប្រកបសម្រាប់លក្ខខណ្ឌរបស់សារធាតុសរីរាង្គ(AgSTARProgram,2003)។

មីក្រូសេរីរាង្គក្រៅពីផលិតជីវឧស្ម័នដោយគ្មានវត្តមានអុកស៊ីសែនហើយ មីក្រូសរីរាង្គក៏មានលក្ខណៈពិសេសផ្សេងទៀតដូចជាពពួកសរីរាង្គមួយចំនួនអាចបំលែងអាហារឲ្យទៅជាសៃលុយឡូស ដែលជាជាតិសរសៃ សម្រាប់រុក្ខជាតិ។ លើសពីនេះទៅទៀតពួកសរីរាង្គទាំងនេះគឺងាយទទួលរងប្រតិកម្មលក្ខខណ្ឌបរិស្ថានដែលវារស់នៅដូចជាសហាភាពភាពអាស៊ីតនិងបរិមាណទឹក (AgSTAR Program,2003)។

ជីវឧស្ម័នជាប្រភពថាមពលដែលកកើតឡើងវិញ។ ជីវឧស្ម័នដែលឆេះអាចប្រមូលស្តុកទុកដោយប្រើប្រាស់អាងធម្មតាមួយ។ ពួកសត្រូវបានស្តុកទុកនៅក្នុងអាងបាច់ចិត្តមួយដែលឧស្ម័នក៏កើតនៅក្នុង

នោះ។ ជីវឧស្ម័នផ្តល់នូវឧស្ម័នធម្មតាមួយដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការចម្អិនអាហារប្រើប្រាស់ក្នុងកន្លែងរោងជាងនិងអាចយកទៅប្រើសម្រាប់ជំនួសកន្លែងដែលមានប្រើឧស្ម័នធម្មជាតិ ដែលទាញចេញពីភូស៊ីលឥន្ទនៈ។

តារាងទី២.៣៖ សមាសធាតុផ្សំនៅក្នុងជីវឧស្ម័ន

| សមាសធាតុ | និមិត្តសញ្ញា | ភាគរយ |
|---|---|---|
| មេតាន | $CH_2$ | ៥០-៧០ |
| កាបូនឌីអុកស៊ីត | $CO_2$ | ៣០-៤០ |
| អ៊ីដ្រូសែន | $H_2$ | ៥-១០ |
| នីដ្រូសែន | $N_2$ | ១-២ |
| ទឹក | $H_2O$ | ០-៣ |
| អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីត | $H_2S$ | តាមដាន |

ប្រភព៖ Yodava and Hesse, 1996

## ២.៣ ប្រភពថាមពលនៅកម្ពុជា

យោងទៅតាមឯកសាររបស់ World Development Index (World Bank, 1998)បានបង្ហាញថាប្រទេសកម្ពុជាបានប្រើប្រាស់ថាមពលក្នុងមនុស្សម្នាក់ៗចំនួន ៤៥គីឡូក្រាម នៃប្រភពប្រេងសរុបក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៤ ។ ប្រទេសកម្ពុជាបាននាំចូលនូវប្រេងឆៅសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ ១០០% នៃបណ្តាប្រទេសក្នុងតំបន់។ ផលិតផលប្រេងឆៅគឺជាប្រភពសំខាន់នៃថាមពលដែលបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ធ្វើពាណិជ្ជកម្មដែលបម្រើក្នុងឧស្សាហកម្មស្សាហកម្មការដឹកជញ្ជូនគេហដ្ឋាននិងផ្នែកបម្រើពាណិជ្ជកម្មផ្សេងៗទៀត។ ប្រេងឆៅដែលបាននាំចូលក្នុងប្រទេសកម្ពុជាក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៤ ទៅបានធ្វើការប៉ានប្រមាណប្រហែល ៤១៥,៦៧ kt ដែលមាននៅក្នុងនោះ ២០% ជាប្រេងឥន្ទនៈ។ ប្រភេទប្រេងឆាវសំខាន់ៗដែលប្រើប្រាស់នៅក្នុងប្រទេសមានដូចជាប្រេងសាំង ប្រេងឌីយេហ្សែល ប្រេងឥន្ទនៈ ប្រេងកាត និងប្រេងចាក់យន្តហោះ។ ការប្រើប្រាស់ប្រេងឆៅសម្រាប់ប្រភេទនីមួយៗខាងលើគឺ ១០៧,៦ kt សម្រាប់ដំណើរការថាមពល ២,១២ kt សម្រាប់ឧស្សាហកម្ម ២៦២,២៥ kt សម្រាប់ការដឹកជញ្ជូនពេល ២៦,២ kt សម្រាប់ការប្រើក្នុងគេហដ្ឋាន៨,៥៦ kt សម្រាប់បម្រើខ្នែកពាណិជ្ជកម្មនិង ៨,៨៩ kt សម្រាប់ផ្នែកផ្សេងៗទៀតដែលមិនផលិតថាមពល។

អុស និងថាមពលជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀត ក៏ជាប្រភពថាមពលសម្រាប់ការចម្អិនអាហាររបស់ប្រជាជនកម្ពុជាជាពិសេសប្រជាជននៅតាមជនបទ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៤ ត្រូវបានគេប៉ានប្រមាណថា ថាមពលដែលកកើតឡើងវិញនិងថាមពលកកើតឡើងវិញ (ជីវឧស្ម័ន) ត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាង ៨០% នៃការផ្គត់ផ្គង់

ថាមពលសរុបរបស់ជាតិ។ថាមពលដែលប្រជាជនប្រើប្រាស់មានដូចជា អុស និង ធ្យូងថ្ម (World Bank, 1988)។

នៅប្រទេសកម្ពុជាមានរោងចក្រវារីអគ្គិសនីខ្នាតតូចមួយចំនួននៅ អូរជុំព ២ ក្នុងខេត្តរតនគិរី ដែលផ្តល់នូវអនុភាព ១MW។ ទិន្នន័យដែលបានបង្កើតធ្វើបានផ្តល់នូវថាមពលអគ្គិសនី ១,១៤៥ MWh ឆ្នាំ ១៩៩៤ និង ១,៤៥0 MWh ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៥ ។ ប្រទេសកម្ពុជាផ្តល់នូវសក្តានុភាពខ្ពស់ ដល់វារីអគ្គិសនីសម្រាប់ផលិតថាមពលអគ្គិសនី ឬ សម្រាប់ប្រព័ន្ធស្រោចស្រប់។ ទោះបីជាប្រទេសកម្ពុជាជួបនូវសង្គ្រាមជាច្រើនទសវត្សរ៍ក៏ដោយប៉ុន្តែមកដល់ពេលនេះអគ្គិសនីតែបានមកមកពីវារីអគ្គិសនីនៅតែមានសារៈសំខាន់ (World Bank, 1988)។

ចំណែកថាមពលព្រះអាទិត្យ (Solar) បានធ្វើការចែករំលែក នូវការប្រើប្រាស់ក្នុងតំបន់ដាច់ស្រយាលដែលកំពុងធ្វើការអភិវឌ្ឍ ក្នុងអំឡុងពេល ២ ទៅ ៣ ឆ្នាំមុខនេះ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយការអភិវឌ្ឍនេះនៅតែមានកម្រិតទាបដោយសារតែមានការចំណាយខ្ពស់ពេក (World Bank, 1988)។

តារាង២.៤៖ ការទន់ទេរទៅរកតំរូវការថាមពល ពីឆ្នាំ ១៩៩៤ ទៅ ២០១០

| ប្រភពថាមពល | ១៩៩៤ | ២000 | ២00៥ | ២0១0 |
|---|---:|---:|---:|---:|
| ឈើ | ៧៧,៧២១ | ៨៩,៦១៦ | ១0៣,៥៥២ | ១0៦,៣៣៤ |
| ធ្យូងថ្ម | ១,0៩៧ | ១,២១៣ | ១,៣៦៧ | ១,៣៥៧ |
| ជីវឧស្ម័ន | ១,៧៥៤ | ១,៦00 | ១,៥៥៩ | ១,៣៥១ |
| ប្រេង | ១0៣ | ៤២១ | ៧២៩ | ១,0៥0 |
| ប្រេងសាង | ៦,00៦ | ១0,៧៦៥ | ១៥,២៨៨ | ២0,២៨៤ |
| ប្រេងកាត | ១,៣២៣ | ១,៦៧៨ | ២,0៨៨១ | ២,៤៣0 |
| ប្រេងចាក់យន្តហោះ | ៧២៥ | ៨៨១ | ១,១២៥ | ១,៤៣៥ |
| ប្រេងឌីយេហ្សែល | ៤,៥៨0 | ៧,៥២១ | ១0,៥៣៩ | ១៤,៧៨៣ |
| ប្រេងឥន្ធនៈ | ៦៥ | ១0២ | ១៥៨ | ២៤៩ |
| អគ្គីសនី | ៧៧៧ | ១,៣0៨ | ២,0៦៦ | ២,៩១២ |
| សរុប | ៩៥,១៥១ | ១១៥,១0៥ | ១៣៨,៤៦៤ | ១៥២,២៤៥ |

ប្រភព៖ Asian Development Bank, 1996

## ២.៤ មេតាន

### ២.៤.១ មេតានដែលកើតឡើងពីដំណើរការ Digestion ក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌដែលគ្មានខ្យល់

មេតាន គឺជាឧស្ម័នដែលផ្សំឡើងដោយម៉ូលេគុលអាតូម កាបូនមួយម៉ូលេគុល និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនចំនួន បួន។ មេតាន គឺជាសមាសភាពឧស្ម័នធម្មជាតិសំខាន់ដែលត្រូវបានគេយកទៅប្រើប្រាស់តាមគេហដ្ឋាន សម្រាប់ការចិញ្ចឹមម្ហូបនិងការដុតកំដៅ។ មេតាន គឺជាសមាសធាតុដែលគ្មានក្លិន គ្មានពណ៌ ប៉ុន្តែវាផ្តល់នូវទិន្នផល ប្រហែល ១០០០ BTU (British Thermal Units) ដែលស្មើរនឹង ២៥២ គីឡូការី ហើយនៅពេល មេតាន ឆេះថាមពលកម្តៅស្មើនឹង ០,០២៨ $m^3$ (AgSTAR program, 2003)។

បច្ចុប្បន្ននេះ ពពួកបាក់តេរី ដែលមិនត្រូវការខ្យល់ មិនគ្រប់គ្រាន់តែផលិតនូវឧស្ម័នធម្មជាតិទេ វាក៏ជាភ្នាក់ងារដែលផលិតនៅជីវឧស្ម័នដែរ។ បាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ គឺជាពពួកបាក់តេរីដែលមានទម្រង់ចាស់ជាងគេបំផុតនៃជីវិតនៅលើផែនដី។ ពពួកបាក់តេរីទាំងនេះ បានក៏កើតឡើងមុនពេលការធ្វើរស្មីសំយោគរបស់រុក្ខជាតិបៃតង ដែលបញ្ចេញនូវអុកស៊ីសែននិងច្រើនទៅក្នុងបរិយាកាសទៅទៀត។ ពួកបាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ បំបែក(digest) នូវសារធាតុសរីរាង្គ (ដោយគ្មានវត្តមានមានរបស់អុកស៊ីសែន) ដោយទៅជា Biogas (AgSTAR program, 2003)។

ជីវឧស្ម័ន (Biogas) ដែលកើតឡើងដោយដំណើរការ Digestion រួមមាននូវ $CH_4$ (50%-80%) $CO_2$ (20%-50%) និងកម្រិតនៃឧស្ម័នដទៃទៀតដូចជា $H_2$ , CO , $NH_3$ ,O2 , និង $H_2S$ ។ទំនាក់ទំនងភាគរយនៃឧស្ម័នទាំងនេះនៅក្នុង Biogas អាស្រ័យទៅលើវត្ថុធាតុដើមនៃកាកសំណល់ សីតុណ្ហភាពនិងការគ្រប់គ្រងដំណើរការ។

ដំណើរការ Digestion មាន បួនដំណាក់កាលសំខាន់សំខាន់ៗគឺ៖

- ដំណាក់ការទីមួយ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស

ប្រតិកម្មអ៊ីតាលីនេះ គឺបំបែក ម៉ាក្រូម៉ូលេគុលអោយទៅជាស្ករ អាមីដុងអាស៊ីត និងអាស៊ីតខ្លាញ់ ដោយមានការចូលរួមពីពពួកបាក់តេរីក្រោម លក្ខខ័ណ្ឌដែលត្រូវការខ្យល់។

- ដំណាក់កាលទីពីរ ប្រតិកម្ម Acidogenesis

គឺជាប្រតិកម្ម ដែរបំបែកសារធាតុសរីរាង្គ ឬកាកសំណល់ទៅជា កាបូនឌីអុកស៊ីត($CO_2$) និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីត(H2S)។

- ដំណាក់កាលទីបី ប្រតិកម្ម Acetongenesis

ដែលអំឡុងពេលនោះបាក់តេរី Acetongenic បំលែងផលិតផលដែលមាននៅក្នុងដំណាក់កាលទីពីរ ទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីត ($CO_2$) អ៊ីដ្រូសែន ($H_2$) និងពពួកអាសេតានដែលភាគច្រើន គឺពពួកអាស៊ីតអាសេទិច អាស៊ីតប្រូពីរិច អាស៊ីតប៊ុយទីលិច និងអេតាណុល។

- ដំណាក់កាលទីបួន ប្រតិកម្ម methanogenesis

ប្រតិកម្ម មេតាន ត្រូវបានកើតឡើង ដោយពពួកបាក់តេរីដែរមិនត្រូវការខ្យល់។ ដំណាក់កាលនេះគឺពពួកអាស៊ីត ត្រូវបានបម្លែងទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត។

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_4 + CO_2$$
$$CH_3CH_2OH + CO_2 \longrightarrow CH_4 + 2CH_3COOH$$
$$CO_2 + 4H_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

តារាងទី២.៥ ៖ ចំនួនមេត្តានិងឧស្ម័នដទៃទៀត ដែលបានផលិតចេញពីលាមកនៅកន្លែង ចិញ្ចឹមសត្វ មនុស្ស និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ

| កាកសំណល់សរីរាង្គ | ចំនួនឧស្ម័នបានផលិត (1/Kg-VS) | មេតាន(%) | $CO_2$ (%) | $H_2S$ (ppm) |
|---|---|---|---|---|
| លាមកជ្រូក | ៤០០-៥០០ | ៦៥ | ៣៥ | ១,៥០០-៤,០០០ |
| លាមកគោ | ៣៣០ | ៦០ | ៤០ | ១,៥០០-៤,០០០ |
| កាកសំណល់មនុស្ស | ៥០០-៦០០ | ៧០ | ៣០ | ៥,០០០១០,០០០ |
| កាកសំណល់អាហារ | ៧០០ | ៥៧ | ៤៧ | ៣០០ |

ប្រភព៖ Tadano, 2003

តារាងទី២.៦៖ ការផលិតឧស្ម័ន និងសមាភាពផ្សេងៗគ្នា

| ប្រភព | អង្គធាតុរឹង (TS,%) | សារធាតុហើរ (VS%) នៃTS | ទិន្នផលឧស្ម័ន $m^3$/ kg VS | មេតាន (Vol %) | រយះពេលស្តុក(ថ្ងៃ) |
|---|---|---|---|---|---|
| ជ្រូក | ៣-៨ | ៧០-៨០ | 0.២៥-0.៥០ | ៧០-៨០ | ២០-៤០ |
| គោ ក្របី | ៥-១២ | ៧៥-៨៥ | 0.២០-0.៣០ | ៥៥-៧៥ | ២០-៣០ |
| មាន់ | ២០-៣០ | ៧០-៨០ | 0.៣៥-0.៦០ | ៦០-៨០ | >៣០ |
| កាកសំណល់សួនច្បារ | ៦០-៧០ | ៩០ | 0.២០-0.៥០ | - | ៨-៣០ |
| កាកសំណល់ផ្លែឈើ | ១៥-២០ | ៧៥ | 0.២៥-0.៥០ | - | ៣-២០ |
| កាកសំណល់អាហារ | ១០ | ៨០ | 0.៥០-0.៦០ | ៧០-៨០ | ១០-២០ |

ប្រភព៖ Steffen et al., 2000

## ២.៥ ដំណើរការនៃការលាយរបស់លាមកសត្វ

ដំណើរការរលាយក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌដែលគ្មានខ្យល់ គឺជាដំណើរការមួយ ដែលសាំញ៉ាំ។ វាកើតឡើងក្រោមដំណាក់កាលចម្បង បីប្រភេទក្រោមលទ្ធផលនៃសកម្មភាពរបស់មីក្រូសេរីរាង្គផ្សេងៗគ្នា។ មុនដំបូង ពពួកមេក្រូសរីរាង្គបំលែងវត្ថុធាតុដើមនៃសារធាតុសេរីរាង្គទៅជាទម្រង់មួយ ដែលមីក្រូសារីនក្រុមទី២ ប្រើប្រាស់ទម្រង់នោះដើម្បីបង្កើតអាស៊ីតសេរីរាង្គ។ ក្នុងការផលិតមេតាន $CH_4$ បានបាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ប្រើប្រាស់អាស៊ីតទាំងនេះ ដើម្បីបំពេញនូវដំណើរការនៃការការធ្វើឱ្យរលាយលាមកសត្វ (AgSTAR program, 2003)។

មានកត្តាផ្សេងៗគ្នាជាច្រើនដែលមានឥទ្ធិពលលើអត្រានៃដំណើរការរលាយ និងការផលិត Biogas ។ កត្តាសំខាន់បំផុត គឺសីតុណ្ហភាព។ ក្រុមបាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ អាចនឹងធននឹងសីតុណ្ហភាពក្រោមចំណុចកំណកសូន្យ អង្សាសេទៅដល់សីតុណ្ហភាពប្រហែល ៥៧.២ អង្សាសេ ប៉ុន្តែបាក់តេរីនេះ និងលូតលាស់បានល្អនៅ សីតុណ្ហភាពប្រហែល ៣៦.៧ អង្សាសេនិង ៥៤.៤ អង្សាសេ (Thermophilic)។ សកម្មភាពបាក់តេរី និងផលិតផល ជីវឧស្ម័ន អាចធ្លាក់ចុះ បន្តិចបន្តួចរវាង សីតុណ្ហភាពប្រហែល ៣៩.៤ ទៅ ៥១.៧អង្សារសេ ហើយធ្លាក់ចុះកាន់តែខ្លាំងនៅសីតុណ្ហភាព ៣៥ ទៅ 0 អង្សាសេ (AgSTAR program, 2003)។

នៅក្នុងលំដាប់សីតុណ្ហភាពនៃ Thermophilic (៥៤.៤ អង្សាសេ) ដំណើរការរលួយនិងផលិតផលជីវឧស្ម័ននិងការឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័សជាងនៅក្នុងសីតុណ្ហភាពកម្រិត Mesophilic(៣៦.៧ អង្សាសេ)។ ទោះបីជាយ៉ាងណា ដំណើរការនេះ ងាយទទួលរងការបំផ្លាញ ឬការរំខាន យ៉ាងឆាប់រហ័សដូចជាការផ្លាស់ប្តូរនៅក្នុងសារធាតុអាហាររបស់ កាកសំណល់លាមក ឬសីតុណ្ហភាព។

ដូចនេះ ដើម្បីកំណត់ឲ្យមានភាពសមស្រប សំរាន់ដំណើរការនៃការរលាយដំណើរការ គួរតែរក្សានៅសីតុណ្ហភាព ថេរ ព្រោះពេលសីតុណ្ហភាពកើនឡើងលឿននោះវានឹងបង្អាក់សកម្មភាព បាក់តេរី។

## ២.៦ លាមកសត្វ

លាមកសត្វពាហន គឺជាវត្ថុធាតុដើមដែលមាននូវសារធាតុខនិជ ឬកាកសំណល់ពីការចិញ្ចឹមសត្វ។ឧទាហរណ៍ លាមក ឬទឹកនោមសាច់ជ្រូក គោ ក្របី និងសត្វមាន់ វត្ថុទាំងនេះមានសក្តានុពលខ្ពស់ដោយសារវាមាននូវបរិមាណដ៏ច្រើនទៅតាមទំហំរបស់កសិដ្ឋានតាមប្រទេសឧស្សាហកម្ម ហើយពួកវាត្រូវតែទទួលនូវការធ្វើប្រតិកម្មទៅតាមតម្រូវការបែបបរិស្ថាន។ លាមករបស់សត្វជ្រូក និងគោមានផ្ទុកនូវសារធាតុស្ងួតទាប និងសមស្របសម្រាប់ការបំលែងជាមួយ នឹងវត្ថុធាតុដទៃទៀត ដែលមានបរិមាណសារធាតុស្ងួតខ្ពស់។

លាមករឹងភាគច្រើនត្រូវបានគេលាយជាមួយនឹងលាមករាវ ឧទាហរណ៍ លាមករាវដោយសារតែមានបរិមាណធាតុស្ងួតច្រើន ដែលអាចឲ្យគេអាចបូមបាន។ វត្ថុធាតុតាមរឹងត្រូវបានគេធ្វើឲ្យមានលក្ខណៈឯកសណ្ឋានមួយមុនពេលធ្វើប្រតិកម្មដោយគ្មានខ្យល់។

ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័ននិងសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់លាមកសត្វផ្សេងៗ ខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទសត្វ និងបែបផែននៃការចិញ្ចឹម ។ លាមកថ្មីសំដៅចំពោះលាមកសត្វរាវហើយលាមកថ្មីរឹងសំដៅចំពោះលាមកសត្វដុំរឹង។ បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមស្ថិតនៅដដែលក្នុងកំឡុងដំណើរការបំបែកដោយគ្មានខ្យល់ត្រូវបានគេប្រើយកមកគណនានៅផ្នែកទម្រូវការសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជី។

តារាងទី២.៧៖ លាមកសត្វ ទន្និផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ

| វត្ថុធាតុដើម | Dm(%) | Odm | ទិន្នន័យផលជីវឧស្ម័ន | | CH4 Con-tent | សារធាតុចិញ្ចឹម | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (%dm) | [$M^3$/wm] | [$M^3$/odm] | (Vol.-%) | N | NH4 | F20 | K20 | Mg |
| | | | | | | (%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 | 23-2,8 | 2,5-3 | - |
| លាមកមាន់ | Approx. 32 | 63-80 | 70-90 | 250-450 | 60 | 5.4 | 0.39 | - | - | - |

## ២.៧.ប្រភេទវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

ក្នុងទ្រឹស្តីបានចែងថារាល់វត្ថុធាតុដែលអាចរលួយជាមួយនិងចំនួន Linin ដែលសមស្រប ( សមាសធាតុមិនមែនជាឈើ ) គឺជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ដំណើរការជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើម ( សមាសធាតុផ្សំ ) ដែលងាយស្រួលដើម្បីការផលិតជីវឧស្ម័នអាចប្រមូលផ្តុំទៅក្នុងប្រភព ដោយយោងទៅតាមប្រភេទនៃលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យផ្សេងៗគ្នា។ ដោយយោងទៅតាម Taxonomic rank នៃវត្ថុធាតុដើម វាអាចជាប្រភេទបន្លែ និងរុក្ខជាតិ។ យោងទៅតាមប្រភពនៃការបង្កើតវា វត្ថុធាតុដើមទាំងនោះអាចជាផ្នែកមួយនៃកសិកម្ម (លាមកសត្វហើយនឹងកាកសំណល់រាវ) ចំបើងជាផលិតផលបន្លែ និងកាកសំណល់បន្លែ ដំណាំថាមពល។ ផ្នែកផ្សេងទៀត បានពីឧស្សាហកម្មមាន ( សំណល់សរីរាង្គ ដោយផលិតផល និងកាកសំណល់មកពីកសិឧស្សាហកម្មរោងចក្រផលិតអាហារចំណី និងរោងចក្រផលិត

ស្រាបៀ កាកសំណល់ទឹកស្អុយដែលផ្ទុកដោយសារធាតុសរីរាង្គ និងភក់បានពីដំណើរការផលិតកម្មរបស់រោងចក្រ ,organic by-product ព្រមទាំងជីវម៉ាស ( Biorefoneries )ជាដើម មួយផ្នែកទៀតគឺ កាកសំណល់មានប្រភពពី ទីក្រុង ( ប្រភពបែងចែកកាកសំណល់តាមផ្ទះសំបែង ទឹកភក់សម្អុយ កាកសំណល់រឹងនៃទីក្រុង ហើយនិងកាកសំណល់អាហារ ) តាមរយៈផ្នែកទាំងនេះ កាកសំណល់ ហើយនិងផលិផលនៃប្រភេទខុសៗគ្នានៃវដ្តតម្លៃជីវម៉ាស ( biomass value chains ) គឺជាវត្ថុធាតុ ( material ) ដែលសមស្របបំផុតនាពេលបច្ចុប្បន្នសម្រាប់ប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុដើមក្នុងការរំលាយដោយលក្ខខណ្ឌបិទជិត ( AD Feedstocks ) ( Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2017)។

### ២.៧.១ លាមកសត្វ និងសំណល់រាវ

លាមកសត្វ និងសំណល់រាវមកពីប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃសត្វពាហនៈអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ( ជ្រូក គោ ក្របី បសុបក្សី សេះ និងជាច្រើនផ្សេងៗទៀត ) ។ បរិមាណលាមកដែលបញ្ចេញពីសត្វពាហនៈខុសៗគ្នាគឺត្រូវបានបង្ហាញនៅតារាងខាងក្រោម៖

តារាង ២.៨ ៖ ការបញ្ចេញលាមករបស់សត្វពារហនៈខុសៗគ្នា

| សត្វពាហនៈ | ចំនួនការបញ្ចេញលាមក ( គីឡូក្រាម/ក្បាល/ថ្ងៃ ) |
|---|---|
| ជ្រូក | ២,0 |
| គោទឹកដោះ | ២៥ |
| គោយកសាច់ | ១៥ |
| មាន់ | 0,១ |
| ពពែ | ១,១ |
| សេះឈ្មោល(horse) | ១៦ |
| សេះញី(mule) | ១៤ |
| ទន្សាយ | 0,៣៧ |
| ទា | 0,១១ |

លាមក គឺជាប្រភពចំណីឡជីវឧស្ម័នដ៏ល្អបំផុតដែលមានអត្រា (C:N) ប្រហែល ២៥:១ និងសម្បូរទៅដោយសារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗជាច្រើនប្រភេទសម្រាប់ទ្រទ្រង់ទៅដល់ការលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការខ្យល់។ វាមានសមត្ថភាពខ្ពស់ក្នុងការរក្សានូវស្ថេរភាពនៃដំណើរការបំបែកដោយមិនត្រូវការខ្យល់នៅក្នុងករណីដែលកម្រិត pH ធ្លាក់ចុះខ្លាំងនៅក្នុងធុងឡ មានចំនួនដ៏ច្រើននៃពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយធម្មជាតិដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ងាយស្រួលក្នុងការរក និងមានតម្លៃថោក។

លាមករឹង និង Slurry ក៏មាននូវដែនកំណត់មួយចំនួនផងដែរ ប្រសិនបើគេយកវត្ថុធាតុដើមទាំងនេះមកធ្វើជាចំណីឡក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃការបំបែកដែលមិនត្រូវការខ្យល់។ ដូចដែលបានលើកឡើងកាលពីខាងដើម លាមកសត្វដែលខាប់ៗមានម៉ាសស្ងួតទាប ( ១-៣% ចំពោះសត្វជ្រូក និង ៦-៩% ចំពោះសត្វគោ ក្របី ) ដែលវាបានផ្តល់ទិន្នផលមេតានទាបក្នុងមួយឯកតានៃវត្ថុធាតុដើមរំលាយ។ កាកសំណល់ និងលាមកសត្វទាំងពីរប្រភេទនេះមានផ្ទុកបរិមាណនៃភាគល្អិតជាសរសៃផ្សេងៗគ្នា។ ប្រូតេអ៊ីនជាច្រើនត្រូវបានគេស្គាល់ថា មានភាពសាំញ៉ាំសម្រាប់ដំណើរ

ការបំបែក ហើយជាធម្មតាត្រូវឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនកម្តៅរបស់ឡ។ បច្ចេកវិទ្យាជឿនលឿនមួយចំនួនដែលមានមូលដ្ឋានលើការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយគីមី កម្តៅ ឬអ៊ុលត្រាសោនត្រូវបានយកមកសាកល្បង ដើម្បីបំបែកធាតុសាំញុំរបស់លាមកសត្វ និងបង្កលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ដំណើរការបំបែកដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ដើម្បីឱ្យទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់ ក៏ដូចជាប្រសិទ្ធភាពសេដ្ឋកិច្ចនៃដំណើរការរំលាយលាមកសត្វផងដែរ។

លាមកសត្វជាញឹកញាប់ត្រូវបានគេរំលាយជាមួយនឹងសារធាតុផ្សេងទៀតដូចជា កាកសំណល់សរីរាង្គដែលងាយរំលាយទទួលបានពីកសិ-ឧស្សាហកម្ម កាកសំណល់តាមផ្ទះ ដំណាំផ្តល់ថាមពល ឬភក់ដែលខាប់ៗរបស់ទឹកសំអុយជាដើម។ បរិមាណជាតិទឹកដ៏ច្រើនដែលផ្ទុកនៅក្នុងកាកសំណល់ បានដើរតួជាសារធាតុរំលាយដែលអាចធានាឱ្យមានការរំញោចសមស្របមួយនៅក្នុងការបំបែក និងស្មើរសាច់ល្អនៃល្បាយចំណីឡ។ បើប្រៀបធៀបជាមួយនឹងការបំបែកទោល (Monodigestion) នៃចំណីឡតែមួយប្រភេទ ការរំលាយលាមកសត្វដោយមានលាយជាមួយនឹងកាកសំណល់សរីរាង្គ គេអាចទទួលបាននូវស្ថេរភាពខ្ពស់នៃដំណើរការបំបែកដោយមិនប្រើខ្យល់។

ការបំបែកដោយមិនប្រើខ្យល់នៃលាមកសត្វ និង slurry ត្រូវបានគេយកទៅអនុវត្តន៍យ៉ាងទូលំទូលាយ និងកើនឡើងកាន់តែខ្លាំងឡើងនៅទ្វីបអឺរ៉ុប អាស៊ី និងអាមេរិកខាងជើង ដែលភាគច្រើនមិនត្រឹមតែសម្រាប់គោលបំណងទទួលបាននូវថាមពលកកើតឡើងវិញប៉ុណ្ណោះទេ តែថែមទាំងជាមធ្យោបាយមួយក្នុងការការពារបរិស្ថាន និងការកែច្នៃនៃសម្ភារបានយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងប្រព័ន្ធកសិកម្មផងដែរ។ មានសក្តានុពលដ៏ធំមួយក្នុងការបង្កើនការប្រើលាមកសត្វ និង slurry មកធ្វើជាចំណីឡ ហើយដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថា វាគ្រាន់តែជាផ្នែកតូចមួយនៃផលិតកម្មនេះនៅលើពិភពលោកប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានគេយកទៅ អនុវត្តនៅក្នុងការតម្លើងឡជីវឧស្ម័ន ( Biogas - institute of Minstryof Agriulture, 2017) ។

### ២.៧.២ វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម

វត្ថុធាតុដើមបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ជីវឧស្ម័នគឺជាប្រភពចម្បង ទាញចេញពីផ្នែកមួយនៃកសិកម្មដែលបានកំណត់ថាជាសក្តានុពលធំបំផុតសម្រាប់ជាវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើមបានមកពីផ្នែកកសិកម្មនេះគឺជាកាកសំណល់រឹង ( Residues ) ព្រមទាំងផលិតផលផ្សេងៗគ្នាយ៉ាងសំខាន់ អ្វីដែលសំខាន់បំផុតនោះគឺលាមកសត្វហើយនឹងកាកសំណល់រាវ ( Slurries ) ដែលបានប្រមូលពីកសិដ្ឋាន( គោ ក្របី ជ្រូក បសុបក្សី ជាដើម )។ លាមក(manure) និងសំណល់រាវ ( slurry ) កាកសំណល់ដំណាំ ជាផលិផល និងកាកសំណល់( ឧទាហរណ៍ៈ ចំបើង ស្លឹក ផ្លែឈើ ដើមដំណាំទាំងមូល ) គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ផងដែរ។ ជាងពាក់កណ្តាលទស្សវត្សន៍ចុងក្រោយ ប្រភេទថ្មីនៃវត្ថុធាតុដើមត្រូវបានសាកល្បង ហើយឥឡូវនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងការចម្រាញ់យកជីវឧស្ម័ន ជាឧទាហរណ៍ ដំណាំថាមពល ( ពោត ស្មៅ ឆៃថាវ ផ្កាឈូកវ័ត្ត ជាដើម ) ដែលជារុក្ខជាតិ ( Planted )មានលក្ខណៈពិសេសក្នុងផលិកម្មជីវឧស្ម័ន ( Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2017 ) ។

### ២.៧.៣ គោលការណ៍នៃឡជីវឧស្ម័ន

ការបង្កើនមេតាន (Methane) កើនឡើងទៅក្រោមល័ក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ដំណើរនេះហៅAnarerobie Digestion។ បរិមាណហ្គាសមេតានផលិតបានពឹងផ្អែកលើកំរិតរលាយសារធាតុសរីរាង្គមានក្នុងកាកសំណល់ និងសីតុណ្ហភាពនៃអាងស្តុកសំរាប់ផលិតហ្គាស។ បរិមាណហ្គាសផលិតបានច្រើនដោយសារកំរិតសារធាតុរលាយ និងសីតុណ្ហភាព។ ក្រោយពីផលិតហ្គាសហើយមានកាកសំណល់បានហូរចេញពីថង់ BIO-DIGESER នេះមានអាមូ

ញ្ញឹម ក្នុងកាកសំណល់នីត្រូសែនស៊ីលផាត ប៉ូសាស្យូម កាល់ស្យូម ម៉ាញេស្យូម និងសារធាតុផ្សេងទៀតមាននៅក្នុងនោះ។ បរិមាណឧស្ម័នដែលនៅក្នុងនោះ បរិមាណឧស្ម័នដែលនេះមានបរិមាណមេតានច្រើនជាង ៥០%។ ហ្គាសចេញពីលាមកសត្វមានមេតានប្រមាណ ៦០% (Breton et al.,2004)។

### ២.៧.៤ សមាសធាតុប៉ះពាល់ដល់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

digestion ឥតអុកស៊ីសែននៃសារធាតុសរីរាង្គគឺជាដំណើរការស្មុគស្មាញដែលពាក់ព័ន្ធនឹងជំហាននៃការចុះខ្សោយផ្សេងៗគ្នា។ មីក្រូសរីរាង្គដែលចូលរួមក្នុងដំណើរការនេះអាចមានលក្ខណៈជាក់លាក់សម្រាប់ជំហានចុះខ្សោយនីមួយៗ ហើយដូច្នេះអាចមានតម្រូវការបរិស្ថានផ្សេងៗគ្នា។ លក្ខខណ្ឌមូលដ្ឋានជាក់លាក់ដូចជាអវត្តមាននៃខ្យល់ (បរិយាកាស anaerobic) សីតុណ្ហភាព ឯកសណ្ឋានភាព ការផ្គត់ផ្គង់សារធាតុចិញ្ចឹមល្អបំផុត និងកំរិត pH ដែលប្រសើរបំផុតប្រកដោយឯកសណ្ឋានភាព ដើម្បីអាចឱ្យបាក់តេរីបំលែង substrate ប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព ។ ក្រៅពីនេះកាកសំណល់សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នមានភាពខុសប្លែកគ្នាយ៉ាងច្រើនទាក់ទងនឹងសមាសធាតុផ្សំ digestibility methane potential សារធាតុចិញ្ចឹម និងលក្ខណៈផ្សេងទៀត។ ដើម្បីស្វែងយល់ពីការជាប់ទាក់ទងគ្នារវាងកាកសំណល់ដែលបានផ្តល់ និងសក្តានុពលទិន្នផលជីវឧស្ម័នរបស់វា វិធីសាស្ត្រនៃការផលិតជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានកំណត់ជាជំហ៊ានៗ។ ដំណើរការសីតុណ្ហភាព ដំណើរការ pH និងលក្ខណៈរូបសាស្ត្រគីមីសាស្រ្ត រួមទាំងសំណើម និងវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គផ្សេងៗ ដែលអាចមានលក្ខណៈចាំបាច់។ ដំណើរការ AD ភាគច្រើនដំណើរការយ៉ាងល្អប្រសើរបំផុតនៅ neutral pH និង C:N ratio នៃ substrate mixture ចន្លោះពី ២០: ១ និង ៣០: ១។ ដោយសារមីសរីរាង្គឥតខ្យល់ នៅខាងក្នុងឡជីវឧស្ម័នត្រូវការផ្គត់ផ្គង់ជាមួយ 'សមាសធាតុផ្សំ' ចាំបាច់មួយចំនួនសំរាប់ប្រតិកម្មមេតាបូលីស ដែលវាជាការអនុវត្តធម្មតាក្នុងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ច្រើនជាងមួយ (co-digestion) ក្នុងគោលបំណងដើម្បីទទួលបាន balanced substrate composition និងប្រសិទ្ធិភាពរួមនៃស្ថេរភាពនៃដំណើរការប្រសើរឡើង និងទិន្នផលមេតានខ្ពស់ជាងមុន (Biosantech et al. ២០១៣)។

### ២.៧.៥ចំណីឡជីវឧស្ម័នពីឧស្សាហកម្ម

បរិមាណដ៏ច្រើននៃកាកសំណល់ និងកំទេចកំទីនានាដែលត្រូវបានផលិតដោយសកម្មភាពឧស្សាហកម្មបានផលិតឱ្យមាននូវវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់វិស័យកសិកម្ម។ ឧស្សាហកម្មទាំងនេះរួមមាន ម្ហូបអាហារ និងភេសជ្ជៈ ចំណីសត្វ ការកែច្នៃត្រី ទឹកដោះគោ ម្សៅ ស្ករស ឱសថ ជីវគីមី និងគ្រឿងសំអាង ក្រដាស និងសត្វឃាតជាដើម។ បរិមាណនៃចំណីឡដែលអាចផលិតបានសម្រាប់ផលិតកម្ម ជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង២.៥។ កាកសំណល់ពីឧស្សាហកម្មទាំងនេះមានសក្តានុពលក្នុងការផលិតមេតាន អត្រាម៉ាសស្ងួត រចនាសម្ព័ន្ធ និងសមាសភាពខុសៗគ្នាដោយអាស្រ័យទៅតាមប្រភពដើមរបស់វា។ ប៉ុន្តែជាធម្មតា ភាគច្រើនអ្វីដែលមានដូចគ្នានៃកាកសំណល់ទាំងនោះគឺថា ងាយស្រួលក្នុងការរំលាយ សម្បូរលីពីត ឬស្ករ។

កាកសំណល់ឧស្សាហកម្មជាច្រើនត្រូវបានគេយកទៅ ធ្វើជាចំណីឡដោយសារតែសក្តានុពលដ៏ខ្ពស់របស់ពួកវា។ កាកសំណល់សារធាតុសរីរាង្គឧស្សាហកម្មអាចត្រូវបានធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយការរំលាយដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនប្រើខ្យល់សម្រាប់យកទៅធ្វើជាចំណី ឡបន្ថែមនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នដែលមានទំហំរាងតូចៗ មានការប្រើប្រាស់ចំណីឡចម្រុះគ្នាទ្រង់ទ្រាយធំ ឬនៅកន្លែងផលិតកម្មឧស្សាហកម្មជាដើម។ នៅក្នុងករណី

នៃការយកកាកសំណល់សរីរាង្គឧស្សាហកម្មរាវមកធ្វើជាចំណីឡគោលបំណង គឺដើម្បីកាត់បន្ថយការផ្ទុកសារធាតុសរីរាង្គរបស់សំណល់ទាំងនោះនឹងធ្វើឱ្យមានភាពសមស្របសម្រាប់ការប្រើប្រាស់នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ដំណើរការ ផលិតថាមពល។

កាកសំណល់សារធាតុសរីរាង្គឧស្សាហកម្មដ៏ច្រើនត្រូវបានរំលាយជាមួយលាមកសត្វ ហើយបន្ទាប់មកទៀត កាកឡដែលទទួលបានត្រូវបានគេយកទៅធ្វើជាជី។ ការរំលាយចម្រុះគ្នានៃលាមកសត្វជាមួយនឹងកាកសំណល់ឧស្សហកម្មបានជួយបង្កើនការផលិតមេតាន ពីព្រោះថាកាកសំណល់សរីរាង្គភាគច្រើនមានបរិមាណមេតានខ្ពស់ជាងលាមកសត្វឆ្ងាយណាស់ ដែលជាញឹកញាប់ស្ថិតនៅចន្លោះពី ៣០-៥០០ម៣ នៃចំណីឡក្នុងមួយម៉ែត្រគូប។ ដូច្នេះ ការរំលាយកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មចម្រុះជាមួយលាមកសត្វមានឥទ្ធិពលជាវិជ្ជមានទៅដល់និរន្តភាព សេដ្ឋកិច្ចនៃឡជីវឧស្ម័ន តាមរយៈទិន្នផលមេតានខ្ពស់បង្កើនស្ថេរភាពដំណើរការ និងបន្ថែមប្រាក់ចំណូលពីអ្វីដែលគេហៅថា "តម្លៃឈ្នួលច្រកទ្វារ" ដែលបង់ដោយឧស្សាហកម្មទៅកាន់ឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយមិនចាំបាច់ត្រូវការខ្យល់របស់ឡ ( Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018 ) ។

តារាង ២.៤ ៖ បរិមាណចំណីឡដែលបញ្ចេញដោយឧស្សាហកម្មមួយចំនួន

| ចំណីឡបានពីឧស្សាហកម្ម | បរិមាណបញ្ចេញ (តោន) | ចំណីឡបានពីឧស្សាហកម្ម | បរិមាណបញ្ចេញ (តោន) |
|---|---|---|---|
| Alcohol vinasse | ១៣-១៦ | អាស៊ីតស៊ីទ្រិច | ១០-១៥ |
| ស្រាបៀ | ១០-២០ | កែច្នៃ curry | ៦០-១២០ |
| កែច្នៃម្សៅ | ៣០-៦០ | កែច្នៃសណ្តែកបាយ | ៥,៥-៧ |
| ផលិតកម្ម MSG | ១៥-២០ | ផលិតអង់ទីប្យូទិច | ២០-៥០ |
| កែច្នៃទឹកដោះគោ | 0,៥-១៥ | | |

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture ( 2017 )

## ២.៨ លក្ខណៈនៃចំណីឡជីវឧស្ម័ន

### ២.៨.១ និរន្តភាព និងភាពអាចរកបាន

វត្ថុធាតុដើមដែលគេយកមកធ្វើជាចំណីឡក្នុងការ ផលិតជីវឧស្ម័នត្រូវបានគេជ្រើសរើសយកមកប្រើប្រាស់ដោយផ្អែកលើនិរន្តភាព និងភាពអាចរកបានរបស់ធនធានទាំងនោះ។ និរន្តភាពក្នុងករណីនេះត្រូវបានកំណត់ដោយលក្ខណៈ និងប៉ារ៉ាម៉ែត្រមួយចំនួន ដូចជា អត្រានៃសារធាតុសរីរាង្គដែលងាយរំលាយ សក្តានុពលមេតាន ទំហំភាគល្អិត អត្រាម៉ាស់ស្ងួត pH អត្រាកាបូន:អាសូត អត្រានៃម៉ាក្រូ និងមីក្រូធាតុ ។ ល។ ភាពអាចរកបានមានន័យថាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់យកមកធ្វើជាចំណីឡងាយស្រួលក្នុងការរកបាន ហើយអាចផ្គត់ផ្គង់បានគ្រប់គ្រាន់។ ធនធានជីវម៉ាសដែលសមស្របសម្រាប់យកមកផលិតជាជីវឧស្ម័ន មានលក្ខណៈខុសគ្នាខ្លាំងអំពីសមាសភាព ការរំលាយ សក្តានុពលមេតាន អត្រាសម៉ាស់ស្ងួត អត្រាសារធាតុចិញ្ចឹម និងលក្ខណៈផ្សេងទៀត។ សារៈសំខាន់នៃលក្ខណៈទាំងនេះគឺថា វាអាចត្រូវបានគេប្រើដើម្បីបង្កើនប្រសិទ្ធភាពដំណើរការ AD និងផលិតមេតាន។ ដំណើរការ AD ភាគច្រើនដំណើរការល្អបំផុតនៅ pH ណឺត ( ប្រហែល ៧ ) និងសមាមាត្រ C:N ចម្រុះនៃចំណីឡ ២០:១ និង

៣០:១។ ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលនៅក្នុងធុងឡត្រូវការផ្គត់ផ្គង់នូវ "គ្រឿងផ្សំ" ជាមូលដ្ឋានមួយចំនួនដែលចាំបាច់សម្រាប់ដំណើរការមេតាប៉ូលីសរបស់ពួកវា ហើយជាធម្មតាវត្ថុធាតុដើមដែលយកមកធ្វើជាចំណីឡត្រូវដាក់ចម្រុះគ្នា យ៉ាងហោចណាស់ឱ្យបានពីរប្រភេទឡើងទៅ ដើម្បីទទួលបានតុល្យភាពសមាសភាពចំណីឡ និងប្រសិទ្ធិភាពនៃការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនៃនិរន្តភាពដំណើរការ និងទិន្នផលមេតានខ្ពស់។

### ២.៨.២ ការរំលាយ

ការរំលាយគឺ ជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រចំណីឡ AD ដ៏សំខាន់មួយដែលមានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការផលិតមេតាន និងដោយសម្តៅទៅលើសមត្ថភាពបំបែកនៃចំណីឡតាមរយៈ AD ។ ការរំលាយសារធាតុជាក់លាក់មួយអាស្រ័យទៅលើអត្រានៃសមាសធាតុដែលអាចរំលាយបានយ៉ាងងាយ ដូចជា ស្ករធម្មតា។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ចំណីឡក៏អាចមានផ្ទុកនូវសមាសធាតុដែលពិបាករំលាយផងដែរ ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាសារធាតុសាំញ៉ាំ ដូចជា lingocelluloses ជាដើម។ អ្នកស្រាវជ្រាវមួយចំនួនបានកត់សម្គាល់ថា អត្រានៃការបំបែកចំណីមានភាពខុសគ្នាខ្លាំងដោយអាស្រ័យទៅលើសមាសធាតុនៃចំណីឡដែលយកមកប្រើ។ សមាសធាតុចំណីឡក៏កំណត់ផងដែរពីថេរវេលាដែលត្រូវការចាំបាច់ ដើម្បីបំបែកសារធាតុចិញ្ចឹមជាក់លាក់មួយ និងពេលវេលានៃការរក្សាចំណីឡទាំងនោះនៅក្នុងធុងឡ។ កាបូអ៊ីដ្រាតដែលមានម៉ូលេគុលស្រាលៗ អាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត និងអាល់កុលត្រូវបានរំលាយក្នុងរយៈពេលជាច្រើនម៉ោង។ HemiCellulose និងលីពីតត្រូវការពេលបំបែកជាច្រើនថ្ងៃ និង Cellulose ត្រូវការពេលជាច្រើនសប្តាហ៍ដើម្បីបំបែកនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌដែលមិនត្រូវការខ្យល់។ ចំណីឡមានផ្ទុកខ្លាញ់ និងប្រេងដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាទិន្នផលមេតានខ្ពស់បំផុតរបស់ពួកវា ត្រូវការពេលវេលាស្តុកទុកក្នុងធុងឡយូរជាង និងត្រូវការទំហំធុងឡធំជាង បើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រភេទនៃចំណីឡផ្សេងទៀតដែលសម្បូរទៅដោយកាបូអ៊ីដ្រាត និងប្រូតេអ៊ីន។ នៅក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែងបើគិតពីហេតុផលសេដ្ឋកិច្ច ធុងឡត្រូវបានគេដាក់ឱ្យដំណើរការដោយត្រូវការពេលស្តុកទុកខ្លី និងទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់បំផុតតាមដែលអាចធ្វើទៅបាន ( Biogas Institute of Ministry of Agriculture , 2017) ។

### ២.៨.៣.ភាពមិនសុទ្ធនៃចំណីឡ និងផលប៉ះពាល់

ចំណីឡដែលយកមកប្រើ មានផ្ទុកនូវពពួកសារធាតុដែលមិនចង់បានជាច្រើនប្រភេទ។ នៅពេលដែលសារធាតុទាំងនោះត្រូវបានគេដាក់ចូលទៅក្នុងធុងឡ នោះវត្តមានរបស់ពួកវានឹងធ្វើឱ្យប៉ះពាល់ទៅដល់ដំណើរការរបស់ឡជាមិនខាន។ បញ្ហាទូទៅ គឺការកាត់បន្ថយនូវភាពសកម្មក្នុងការបំបែករបស់ធុងឡ ការមិនដំណើរការ ដោយសារការកើតមាននូវពពុះ និងស្រទាប់ដែលអណ្តែត ឬថែមទាំងធ្វើឱ្យខូចខាតដល់ម៉ាស៊ីនថែមទៀងផង ដូចជា ផ្នែកស្នប់បូមដែលបណ្តាលមកពីធាតុមិនស្អាតនៃលោហៈ ឬសមាសធាតុរំខានផ្សេងទៀត។ សម្ភាររំខានទូទៅបំផុត គឺខ្សាច់ ដែលជាញឹកញាប់ត្រូវបានតោងភ្ជាប់ទៅជាមួយលាមកសត្វ។ សារធាតុអសរីរាង្គ ដូចជា កែវ ដែក និងសមាសធាតុ ប៉ូលីមិច ដូចជា ប្លាស្ទិក អំបិល សមាសធាតុខ្លាញ់ដែលមាននៅក្នុងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មមួយចំនួនត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាសមាសធាតុរំខាន ( តារាង ២.៥ )។ នៅពេលដែលមានវត្តមានសារធាតុទាំងនេះ នោះឥទ្ធិពលនៃការរំខានទៅដល់ដំណើរការឡនឹងពិបាកក្នុងការគ្រប់គ្រង។ ចំពោះហេតុផលនេះហើយ គ្រប់ប្រភេទវត្ថុធាតុដើមនៃចំណីឡត្រូវបានជ្រើសរើសដោយប្រុងប្រយ័ត្ន ហើយចំពោះវត្ថុធាតុដើមណាដែលមានផ្ទុកនូវសមាសធាតុដែលរំខានត្រូវតែជៀសវាង ឬត្រូវធ្វើការបែងចែកជាមុនសិនមុននឹងដាក់ចូលទៅក្នុងធុងឡ (Biogas Institute - of Ministry of Agriculture , 2017 ) ។

តារាង ២.៥ ៖ សមាសធាតុចំណីឡសំខាន់ៗ និងឥទ្ធិពលរបស់វាទៅលើដំណើរការ AD (ភាពអាចរំលាយបាន ឥទ្ធិពលរំខាន និងបង្អាក់ដំណើរការ)

| សមាសធាតុ | ភាពមិនរំលាយបាន | ប្រភពចំណីឡ | ឥទ្ធិពលរំខាន | ការបង្អាក់ដំណើរការ |
|---|---|---|---|---|
| | | | ការបង្កើតពពុះ | |
| ខ្លាញ់ | ល្អណាស់ | សត្វឃាត | ការបង្កើតជាស្រទាប់ៗ | |
| | | សំណល់រុក្ខជាតិងាប់ | រលាយក្នុងទឹកខ្សោយ | កម្រិត VFA ខ្ពស់ និង pH ទាប |
| | | ការកែច្នៃទឹកដោះគោ | | ការធ្លាកចុះនៃ pH |
| ប្រូតេអ៊ីន | ល្អណាស់ | ឧស្សាហកម្មវេជ្ជសាស្ត្រ | ការបង្កើតជាពពុះ | កំហាប់អាម៉ូញាក់ខ្ពស់ |
| កាបូនអ៊ីដ្រាត | ល្អណាស់ | កសិ-ឧស្សាហកម្ម | | ធ្វើឱ្យធ្លាក់ចុះនៃ pH |
| ស្ករ | ល្អណាស់ | សំណល់ដំណាំ | | |
| ម្សៅ | ល្អណាស់ | លាមកសត្វ | | |
| សែលុយឡូស | មិនល្អ | | បង្កើតជាស្រទាប់លីនីន | |
| អាស៊ីត VFA | ល្អណាស់ | រោងម៉ាស៊ីនចម្រាញ់ប្រេងរុក្ខជាតិ | រលាយក្នុងទឹកខ្សោយ | កម្រិត VFA ខ្ពស់ |
| សារធាតុសរីរាង្គ | | លាមកសត្វ | | |
| ភ្នាក់ងារបំពុល | ខ្សោយ | លាមកសត្វ | ការបង្កើតជាពពុះ | |
| ថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិត | | ដំណាំ និងកាកសំណល់ដំណាំ | | ឥទ្ធិពលអង់ទីប្យូទិក |
| អង់ទីប្យូទិក | | | | |
| ម្សៅសាប៊ូ | | កាកសំណល់សរីរាង្គ | | |

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture ( 2017 )

### ២.៨.៤ .ធនធានដែលអាចរកបាន និងខ្សែចង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់

តាមទ្រឹស្តី សម្ភារកិណ្ឌកម្ម គឺជាធនធានដ៏ធំមួយនៅលើពិភពលោក ប៉ុន្តែបើផ្អែកទៅលើទិដ្ឋភាពអេកូឡូស៊ី បច្ចេកទេស និងសេដ្ឋកិច្ចវិញនោះ មិនមែនគ្រប់ធនធានទាំងអស់សុទ្ធតែអាចទាញយកមកប្រើប្រាស់បាននោះទេ។ វាជាលក្ខខណ្ឌដែលមិនអាចខ្វះបានមួយសម្រាប់ដំណើរការឡជីវឧស្ម័នដែលមាននិរន្តរភាព ស្ថិរភាព និងសន្សំសំចៃ ហើយដែលមានសម្ភារកិណ្ឌកម្មដ៏សម្បូរបែប និងមាននិរន្តភាពនៅជុំវិញ។ ប្រភពធនធានដែលជាចំណីឡ និងការប្រើប្រាស់កាកឡ គឺជាកត្តាសំខាន់មួយសម្រាប់ដំណើរការគម្រោងជីវឧស្ម័នដែលមានឥទ្ធិពលលើ៖

- ចម្ងាយរវាងប្រភពវត្ថុធាតុដើមនៃចំណីឡ និងឡជីវឧស្ម័ន
- ចម្ងាយរវាងឡជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់កាកឡ

- ភាពសមស្របនៃផ្លូវធ្វើដំណើរ
- ប្រព័ន្ធដឹកជញ្ជូន
- ទីតាំងស្តុកវត្ថុធាតុដើមចំណីឡ និងការបំបែក
- វិធានការសុវត្ថិភាពអនាម័យ
- ការប្រើប្រាស់កាកឡដែលមាននៅលើទីវាល។

ចម្ងាយរវាងប្រភពវត្ថុធាតុដើម និងឡជីវឧស្ម័នគួរតែមានចម្ងាយខ្លីតាមដែលអាចធ្វើទៅបាន។ ចម្ងាយឆ្ងាយនៃការដឹកជញ្ជូន និងតម្លៃដឹកជញ្ជូនអាចមានផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានទៅលើសេដ្ឋកិច្ចនៃឡជីវឧស្ម័ន។ តាមទ្រឹស្តីបទបានបង្ហាញថា ដោយសារតែបរិមាណថាមពលទាបក្នុងមួយមាឌដែលបានដឹកជញ្ជូន នោះវាមិនមានលក្ខណៈសេដ្ឋកិច្ច ឬនិរន្តភាពថាមពលចំពោះការដឹកជញ្ជូនវត្ថុធាតុដើមនៃចំណីឡនោះទេ ដូចជា លាមកសត្វច្រើនជាង ៥ គីឡូម៉ែត្រ និងដំណាំថាមពលលើសពី ១៥ គីឡូម៉ែត្រ។ ក្នុងករណីជាច្រើន ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានសាងសង់នៅជិត កសិដ្ឋានសត្វ ដូច្នេះ កាកសំណល់សត្វអាចត្រូវបានបញ្ជូនដោយផ្ទាល់ពីរោងចិញ្ចឹមសត្វទៅឡតែម្តង។ ក្រៅពីចម្ងាយរវាងប្រភពវត្ថុធាតុដើម និងឡជីវឧស្ម័ននោះ ការដឹកជញ្ជូនកាកឡក៏ត្រូវតែពិចារណាផងដែរ។ ចំពោះការប្រើប្រាស់កាកឡ ជាទូទៅបំផុតសម្រាប់ការយកទៅធ្វើជាជីកសិកម្ម ត្រូវបានគេណែនាំឱ្យដឹកជញ្ជូនក្នុងរង្វង់ ១៥ គីឡូម៉ែត្រជុំវិញឡជីវឧស្ម័ន។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅក្នុងតំបន់ដែលមានបណ្តុំកសិកម្មខ្ពស់ និងបញ្ហានៃការប្រើប្រាស់លើសកម្រិតនៃជីកសិកម្ម កាកឡគួរតែត្រូវបានដឹកជញ្ជូនទៅតំបន់ដែលឆ្ងាយជាងនេះបន្ថែមទៀត។ ដើម្បីកាត់បន្ថយការចំណាយលើការដឹកជញ្ជូន ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបន្ថែមនៃកាកឡ ដូចជា ការញែកបំបែកសំណល់រឹង និងរាវ ឬការសម្ងួតអាចជាជម្រើសដ៏សមរម្យមួយ។ ប្រសិនបើការញែកបំបែកសំណល់រឹង និងរាវត្រូវបានធ្វើឡើង នោះគេអាចយកសំណល់រឹងទៅធ្វើជាជីកំប៉ុស្តបន្ថែមទៀត ហើយអាចលក់ ឬយកទៅប្រើប្រាស់នៅលើផ្ទៃដីកសិកម្មនៅក្នុងតំបន់ដែលឆ្ងាយថែមទៀត។ សំណល់រាវអាចត្រូវបានយកមកប្រើប្រាស់នៅតំបន់ដែលនៅជិតៗ (Biogas- Institute of Ministry of Agriculture, 2017 )។

## ២.៩. ប៉ារ៉ាម៉ែត្រប្រតិបត្តិការសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន

### ២.៩.១.ប៉ារ៉ាម៉ែត្រសម្រាប់ចំណីឡ

#### ក. សំណល់រឹង

សារធាតុរឹងសរុប (TS) គឺជាផលបូកនៃសំណល់រឹងដែលអណ្តែត និងសំណល់រឹងដែលរំលាយ។ វាត្រូវបានកំណត់ថាជាកាកសំណល់ស្ងួត លុះត្រាតែក្នុងមួយឯកតាមាឌនៃ សំណាកវាវត្រូវបានកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព ១០៣-១០៥ អង្សាសេ រហូតទាល់តែសំណើមទាំងអស់ត្រូវបានហួតអស់។

សំណល់រឹងដែលអណ្តែត គឺជាកាកសំណល់ស្ងួត ហើយដែលទទួលបានបន្ទាប់ពីការកម្តៅ ឬការច្រោះនៃកាកសំណល់រាវ។

អង្គធាតុរឹងរលាយ (TDS) គឺជាសំណល់ស្ងួតដែលឆ្លងកាត់តម្រងហើយបន្ទាប់មកត្រូវបានគេស្រក និងសម្ងួតនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយ (១០៣ ដល់ ១០៥) ។ អ្វីដែលត្រូវបានគេវាស់ថាជា DS រួមមាន Colloid និងអង្គធាតុរឹងដែលរលាយ។

សូលុយស្យុងឆ្អែត (VS) គឺជាសំណាកសរុបនៃសារធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងសំណល់រឹងដែលអណ្តែត និងសំណល់រឹងដែលរលាយ។ វាត្រូវបានកំណត់ថាជាម៉ាសដែលបាត់បង់បន្ទាប់ពី TS ត្រូវបានកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព ៦០០ អង្សាសេ ក្នុងរយៈពេល ២ ម៉ោង ( Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2017) ។

តារាង ២.៦ ៖ អត្រាទឹក TS និង VS នៃចំណីឡជីវឧស្ម័នមួយចំនួន

| វត្ថុធាតុដើម | អត្រាទឹក(%) | DM/TS (%) | VS/ODM (%) |
|---|---|---|---|
| ចំបើង | ១៧ | ៨៣ | ៨៤ |
| ដើមពោតស្ងួត | ២០ | ៨០ | ៨៩ |
| ស្មៅ | ៧៦ | ២៤ | ៨១.៣ |
| Maize Silage | ៦៧ | ៣៣ | ៩៥ |
| ចំណីសត្វ | ៧០ | ៣០ | ៨១ |
| ដើមសណ្តែកសៀង | ១០.៣ | ៨៩.៧ | ៨៥.៥ |
| ដើមសណ្តែកដី | ១១.៦ | ៨៨.៤ | |
| Sugar Beet | ៧៧ | ២៣ | ៩០ |
| Night Soil | ៨០ | ២០ | ៨៨.៤ |
| លាមកជ្រូក | ៨១.៥ | ១៨.៥ | ៨៣.៩ |
| លាមកគោ | ៨៣.៣ | ១៦.៧ | ៧៤ |
| លាមកសេះ | ៧៨ | ២២ | ៨៣.៨ |
| លាមកពពែ | ៦៥.៥ | ៣៤.៥ | |
| លាមកមាន់ | ៧០ | ៣០ | ៨២.២ |

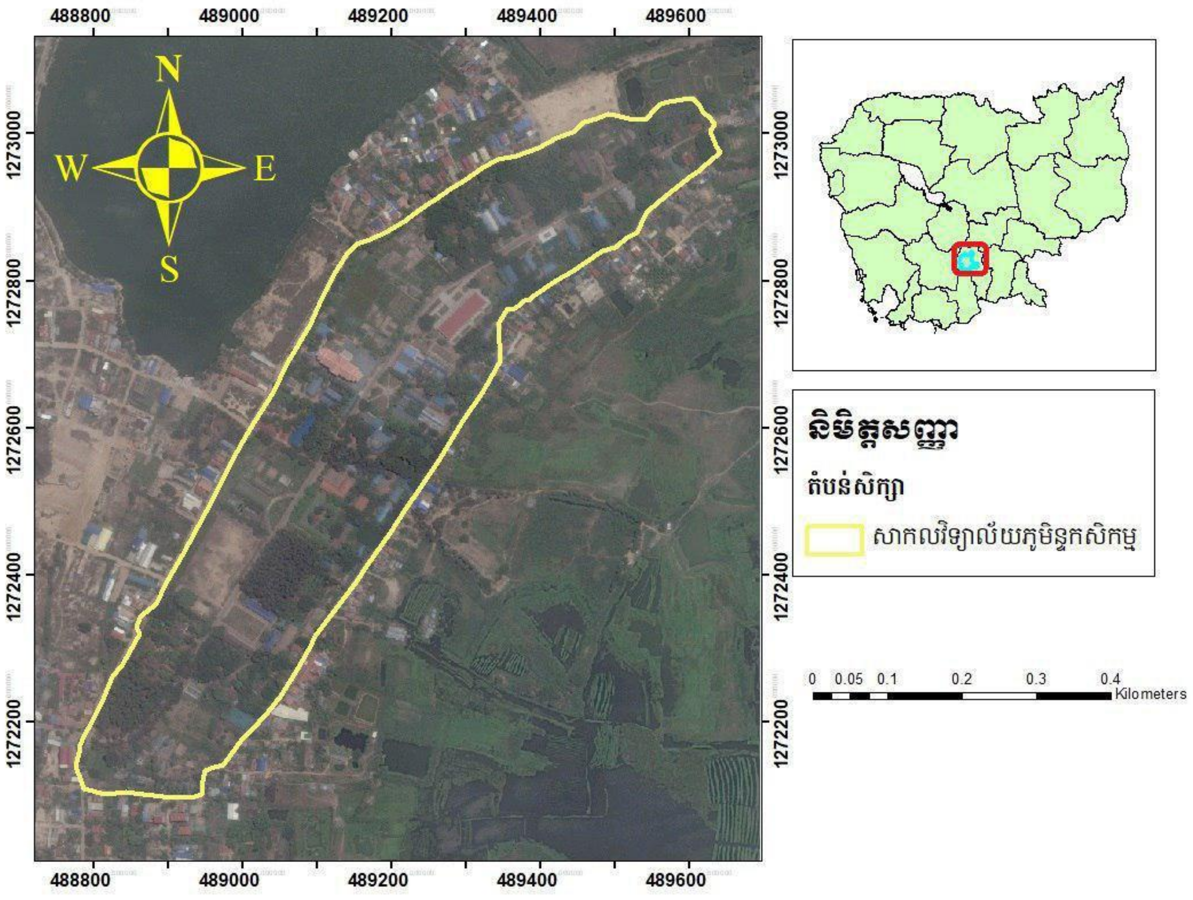
ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2017)

# ជំពូក ៣
# វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

# ជំពូក ៣
# វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

## ៣.១ ទីតាំងសិក្សាពិសោធន៍

ការពិសោធន៍នេះធ្វើឡើងនៅ មហាវិទ្យាល័យវិសកម្មកសិកម្ម នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្មដែលមានទីតាំង នៅក្នុង  សង្កាត់ដង្កោ ខណ្ឌដង្កោ ដែល មានចំងាយ ១.៥ គីឡូម៉ែត្រពីផ្សារ ដង្កោ និង ១២ គីឡូម៉ែត្រខាងត្បូងទីក្រុងភ្នំពេញ។ ការជ្រើសទីតាំងនេះ ដោយសារតែជាមន្ទីរពិសោធន៍របស់មជ្ឈមណ្ឌលព័ត៌មានវិទ្យា និងបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ (BTIC) ដែលនៅក្នុងនោះមានឡជីវឧស្ម័នប្រភេទបន្លិចទឹកចំនួន០៣។




រូបភាពទី៣.១ ៖ ផែនទីនៃទីតាំងពិសោធន៍

ភូមិខ្វាមានទីតាំងស្ថិតនៅខាងកើតសាលាសង្កាត់ដង្កោ និងមានព្រំប្រទល់ជាប់និង:

- ខាងជើងទល់នឹងភូមិសំបួរ
- ខាងត្បូងទល់នឹងភូមិជើងឯក
- ខាងលិចទល់នឹងភូមិថ្មី
- ខាងកើតទល់នឹងវាលស្រែប្រាំង និងបឹង

## ៣.២ សម្ភារប្រើប្រាស់សម្រាប់ពិសោធន៍ និងផលិត

ការពិសោធន៍នេះបានប្រមូលយកសំណាកលាមកជ្រូក លាមកបាយ និងកាកសំណល់ផ្ទះមកវិភាគដាក់នៅឡជីវឧស្ម័នគឺចាំបាច់មានសម្ភារៈសម្រាប់ពិសោធដូចជា៖

- ឧបករណ៍វាស់ឧស្ម័ន ៖ សមាសធាតុ ក្នុងជីវឧស្ម័នមានដូចជា មេតានជាដើម
- ចង្រ្កានជីវឧស្ម័ន ៖ សម្រាប់ដុតហ្គាស
- រទេះដឹកជញ្ជូន ៖ សម្រាប់ដឹកជញ្ជូនវត្ថុធាតុដើម
- ប្លាស្ទិចពិសេស ៖ សម្រាប់ច្រកសំណាក
- ធុងទឹកកក ៖ សម្រាប់ដាក់សំណាកពេលដឹកជញ្ជូនមកមន្ទីរពិសោធន៍
- ស្រោមដៃ ៖ ពាក់ការពារបាក់តេរី
- ម៉ាស ៖ ពាក់ការពារ
- ស្បែកជើងកវែង ៖ សម្រាប់ពាក់ការពារពេលយកសំណាក
- សៀវភៅ ៖ សម្រាប់កត់ត្រាទិន្នន័យ
- ប៊ិចហ្វឺតលុបមិនចេញ ៖ សម្រាប់កត់សម្គាល់លេខ និងថ្ងៃខែរបស់សំណាក
- ប៊ិច ៖ ប្រើសម្រាប់កត់ត្រា
- ប៉ែល ៖ ប្រើសម្រាប់ជោគយកវត្ថុធាតុដើម

### ៣.២.១ លក្ខណៈទូទៅរបស់ឧបករណ៍វាស់ជីវៈឧស្ម័ន

- ម៉ាក : Geotech (UK)
- ប្រភេទ : BIOGAS 5000
  - $CH_4$ (0-100%vol)
  - $CO_2$ (0-100%vol)
  - $O_2$ (0-25%vol)
  - $H_2S$ (0-5000ppm) ។ Geotech (UK)

រូបភាពទី៣.២ ៖ ឧបករណ៍វាស់វែងគុណភាពជីវឧស្ម័ន

កំណាត់សម្គាល់

A. សម្រាប់ភ្ជាប់ជាមួយ USB

B. រន្ធសម្រាប់ទុយោវាស់ហ្គាស(ពណ៌ស)

C. រន្ធវាសសម្ពាធហ្គាស

D. ផ្នែកសម្រាប់បញ្ចូលភ្លើង

E. រន្ធសម្រាប់បញ្ចេញជីវៈឧស្ម័នដែលបានបូម

F. ចូលជាកន្លែងសម្រាប់វាស់នូវល្បឿនលំហូរនៃ

វិធីសាស្ត្រវាស់លើជីវៈឧស្ម័នតាមស្តង់ដាដោយឧបករណ៍ Biogas 5000

- ទុយោបូមហ្គាសត្រូវភ្ជាប់ជាមួយនិងតម្រងចម្រោះជៀចវាំងមានទឹកចូល
- ចាប់ផ្តើមបើកហើយរងចាំបន្តិចដើម្បីឲ្យវាដំណើរការបានល្អ រួច ចុចពាក្យ Next
- ភ្ជាប់ទុយោហ្គាសទៅនិងរន្ធឧបករណ៍វាស់ហ្គាសឲ្យបានត្រឹមត្រូវ តាមព៌ណ
- នៅក្នុងអេក្រង់វិភាគឧស្ម័នដ៏សំខាន់ ចុចបូតុងដើម្បីចាប់ផ្តើម (បូម)
- រង់ចាំតម្លៃឧស្ម័នថេរលេងដើរបន្ទាប់មកចុច (រក្សាទុក)
- ដកទុយោដែលបានដាក់បញ្ចូលនោះចេញវិញដើម្បីធ្វើការបញ្ចេញឧស្ម័នបន្ទាប់ពីបូមរួច
- ដើម្បីទាញយកទិន្នន័យដែលបានរក្សាទុកសូមចុចប៊ូតុង (មីនុយ) បន្ទាប់មកជ្រើស (មើល ទិន្នន័យ) ប៊ូតុង ៣ ហើយអូសទៅកាន់ទិន្នន័យដែលត្រូវការរួចបិទបន្ទាប់ពីការប្រើ។

## ៣.៣. វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

### ៣.៣.១. ការកំណត់ទំហំសំណាក

សំណាកគឺធ្វើការប្រមូលយកវត្ថុធាតុដើមទាំងបីប្រភេទដើម្បីទៅធ្វើការពិសោធន៍នៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍។ ដូច្នេះគេត្រូវប្រមូល យកសំណាកល្បាយទាំងបីប្រភេទក្នុងមួយមុខ ១០០ ក្រាម ចំនួន ២ សំណាក ។ គេត្រូវសម្ងួតសំណាកនេះនៅក្នុងអូវិន នៅសីតុណ្ហភាព ១០៥ អង្សាសេ រយៈពេល ២៤ ម៉ោង ហើយបន្តថ្លឹងរហូតដល់ម៉ាសរបស់វាលែងប្រែប្រួល។ហើយបន្ទាប់គេត្រូវប្រៀបធៀបកម្រិតម៉ាសស្ងួតជាធម្យមរបស់ល្បាយនោះ។ ហើយគេត្រូវយកសំណាកម៉ាសស្ងួត មកសម្ងួតក្នុងអូវិន នៅសីតុណ្ហភាព ៥៥០ អង្សាសេ រយៈពេល ២៤ ម៉ោង ហើយត្រូវថ្លឹងផេះដែលនៅសល់សម្រាប់គណនាម៉ាសសរីរាង្គស្ងួត។ បន្ទាប់មកកំណត់យក១០ សំណាក ដោយក្នុងមួយសំណាក ១ គីឡូនៃវត្ថុធាតុទាំង៣ ប្រភេទខុសគ្នាដើម្បីវិភាគរកភាគរយនៃសារធាតុ ប្រូតេអ៊ីន កាបូននីត្រាត លីពីត កាបូន អាសូត និងផូស្វរ។

### ៣.៣.២. ការកំណត់បច្ច័យ

ការពិសោធន៍នេះ មានបច្ច័យពិសោធន៍ចំនួន បី គឺ ៖ បច្ច័យទី១ T1 , បច្ច័យទី២ T2 បច្ច័យទី៣ T3 ។

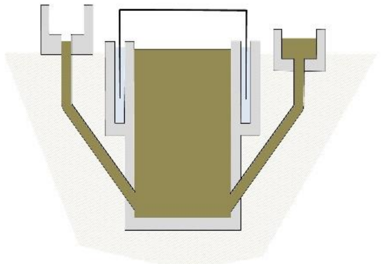
តារាងទី៣.១៖ការបែងចែកបច្ច័យសំរាប់ពិសោធន៍:

| ឡជីវឧស្ម័ន | បច្ច័យ | ការពណ៌នា | ការដាក់ល្បាយវត្ថុធាតុដើម(គ.ក្រ/ថ្ងៃ) |
|---|---|---|---|
| D2 | T1 | លាមកជ្រូក | ៥គ.ក្រ+ទឹក៥លីត្រ |
| | T2 | លាមកគោ | ៥គ.ក្រ+ទឹក៥លីត្រ |
| | T3 | កាកសំណល់ផ្ទះបាយ | ៥គ.ក្រ+ទឹក៥លីត្រ |
| D3 | T1 | លាមកជ្រូក | ៥គ.ក្រ+ទឹក៥លីត្រ |
| | T2 | លាមកគោ | ៥គ.ក្រ+ទឹក៥លីត្រ |
| | T3 | កាកសំណល់ផ្ទះបាយ | ៥គ.ក្រ+ទឹក៥លីត្រ |

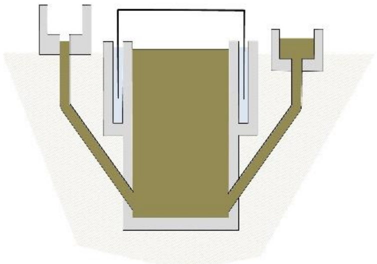
ការពិសោធន៍នេះធ្វើឡើងដោយប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នដែលកំពុងដំណើរការស្រាប់។ ឡនេះមានទំហំ១ ម៉ែត្រគីប និងប្រើប្រាស់លាមកគោស្រស់ជាប្រចាំថ្ងៃ ៥គីឡូក្រាម លាយទឹកចំនួន ៥លីត្រ សរុបល្បាយលាមកគឺ ១០ គីឡូក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃ ។ ការស្រាវជ្រាវនេះរៀបចំឡើងដោយជ្រើសរើសល្បាយ បីប្រភេទផ្សេងគ្នា មានលាមកគោ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដោយត្រូវដាក់ក្នុងកម្រិតស្មើគ្នាប្រចាំថ្ងៃ ១០គីឡូ លាយទឹក។ ល្បាយលាមកទាំងបីនេះត្រូវដាក់ចូលក្នុងឡទាំងកំពុងដំណើរការស្រាប់ហើយ ក្នុងមួយសប្តាហ៍ក្រោយមក គេត្រូវពិនិត្យបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានឆ្លងកាត់លំហូរថាការដំណើរការឧស្ម័នពីឡថ្មីចាប់ផ្តើមដំណើរការឬនៅ។ ហើយបន្តវាស់បីថ្ងៃម្តងរហូតបរិមាណហ្គាសលែងប្រែប្រួល។ នោះទើបទិន្នន័យនៃបរិមាណជីវឧស្ម័នយកជាការបាន ហើយការពិសោធន៍ និងបញ្ចប់។

### ៣.៣.៣.ការរៀបចំប្លង់ពិសោធន៍

ឡជីវឧស្ម័ននេះជាប្រភេទ(Floating Drum Digester) ក្នុងទំហំឡ១មានមាឌ ១ម៣ឡពីរមានទំហំ (១ម៣x២) ឡមួយមានផ្ទៃដី(៤x៤)ម២ទំហំឡទាំងបីមានផ្ទៃដីសរុប(៤x៤x២)ម២។ ក្នុងប្លង់ពិសោធន៍នេះ គេប្រើប្រាស់ complete random design (CRD)។



ឡទី២



ឡទី៣

## ៣.៤. ការជ្រើសរើសប៉ារ៉ាម៉ែត្រមកធ្វើការវិភាគ

### ៣.៤.១. ម៉ាសធាតុស្ងួត(DM)

ជាការផលបូកនៃសារធាតុរឹងអណ្តែត និងសារធាតុរលាយក្នុងទឹក។ ហើយសម្រាប់ការប៉ាន់ស្មាននៃការផ្ទុកទឹករបស់វត្ថុធាតុដើម DM គឺត្រូវបានកំណត់។ ប៉ារ៉ាម៉ែត្រនេះ តំណាងអោយការពណ៌នាឯកតានៃភាគរយ ឬក្រាមក្នុងមួយលីត្រ។ វាត្រូវបានកំណត់ជាម៉ាសនៃកាកសំណល់ស្ងួតមកពីមួយឯកតាមាឌនៃសំណាកការ ដែលបានដុតកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព ១០៣ -១០៥ អង្សាសេ រហូតដល់សំណើមត្រូវបានហួត។ ការកំណត់ភ្ជាក់ងារបង្អាក់គឺជាសារធាតុងាយហើរ (ឧទាហរណ៍ volatile acids, alcohols) គឺមិនទាន់បានកំណត់ទេទោះបីយ៉ាងណាវាអាចតំណាងអោយភាគរយដ៏ច្រើន និង ថាមពលនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ ប្រសិនបើនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមមានTSច្រើនការបន្ថែមទឹកគឺជាចាំបាច់ដើម្បីចម្រាញ់ជីវឧស្ម័ន។

តាមរូបមន្ត

$$DM=\frac{Dried\ weight}{Wet\ weight}x100$$

DM = ភាគរយរឹងសរុប

Dried weight = ម៉ាសស្ងួត

Wet weight = ម៉ាសសើម

ប្រភព: shi et al. (2012)

### ៣.៤.២. សារធាតុសរីរាង្គស្ងួត (ODM)

ជាសារធាតុសរីរាង្គសរុបក្នុងសារធាតុអណ្តែតលើទឹក ហើយសារធាតុរឹងរលាយនៃសំណាក។ក្នុងការកំណត់ចំនួននៃសម៉ាសធាតុសរីរាង្គក្នុងសំណាក ODM គឺត្រូវបានកំណត់។ សំណាកគឺត្រូវបានសម្ងួតជាតិទឹកនៅក្នុងបន្ទប់សម្ងួតនៅសីតុណ្ហភាព ១០៣-១០៥អង្សាសេ។ ដុតដើម្បីសម្ងួតជាតិទឹកក្នុងឡបិទជិតនៅសីតុណ្ហភាព ៥៥0 អង្សាសេ។

តាមរូបមន្ត

$$ODM=\frac{Dried\ weight-Ash\ weight}{Dried\ weight}x100\%$$

ODM = ភាគរយរឹង

Dried weight = ម៉ាសស្ងួត

Ash weight = ម៉ាសផេះស្ងួត

ប្រភព: shi et al. (2012)

## ៣.៥. វិធីសាស្ត្រប្រមូលទិន្នន័យ

ការប្រមូលទិន្នន័យគឺជា ការតាមដានបរិមាណប្រែប្រួលនៃជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន ។ ហើយដើម្បីអោយទទួលបានទិន្នន័យគ្រប់គ្រាន់ស្របតាមគោលបំណងនៃការសិក្សាយើង ប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្រពីរយ៉ាងក្នុងការទទួលបានទិន្នន័យដែលយើងចង់បានយកមកធ្វើការសិក្សា និង ចងក្រងជាឯកសារអោយមានលក្ខណៈពេញលេញ និងច្បាស់លាស់ គឺទិន្នន័យចំបង និងទិន្នន័យមានស្រាប់។

### ៣.៥.១.ទិន្នន័យបឋម

ទិន្នន័យបឋម(Primary data) ជាទិន្នន័យដែលបានមកពីការពីការប្រមូលសំណាកមកធ្វើការពិសោធន៍ និងវិភាគនៅទីពិសោធន៍ និងទិន្នន័យបានមកពីការពីការវាស់បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន ។

### ៣.៥.២.ទិន្នន័យមានស្រាប់

ទិន្នន័យដែលមានស្រាប់(Secondary data)ជាទិន្នន័យមានស្រាប់បានពីការធ្វើការប្រមូល និងដកស្រង់ចេញពីឯកសារនៅមជ្ឈមណ្ឌលឯកសារសាកលវិទ្យាល័យភូមិកសិកម្ម ឯកសារអេឡិចត្រូចនិចពីប្រព័ន្ធអ៊ីនធើណេត និងពីស្ថាប័នត្រដែលពាក់ព័ន្ធ។

### ៣.៥.៣.វិធីសាស្ត្រវិភាគទិន្នន័យ

ចំពោះរាល់ទិន្នន័យដែលទទួលបានពីការវិភាគនៅទីពិសោធន៍និងកំណត់ត្រាតាមដានបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានត្រូវយកទៅវាយបញ្ចូលក្នុងកម្មវិធីស្ថិតិវិទ្យា Statistix 8 និង Microsoft Excel ដោយក្នុងការវិភាគនេះគឺយើងវិភាគរកតាម One-way ANOVA ក្នុងកម្រិតលំអៀង ៥%។ ហើយ LSD-test ត្រូវគេប្រើដើម្បីប្រៀបធៀបមធ្យមនៃបច្ច័យនីមួយៗក្នុងករណីមានភាពខុសគ្នា។

# ជំពូក ៤

# លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

# ជំពូក ៤
# លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

## ៤.១ លទ្ធផល

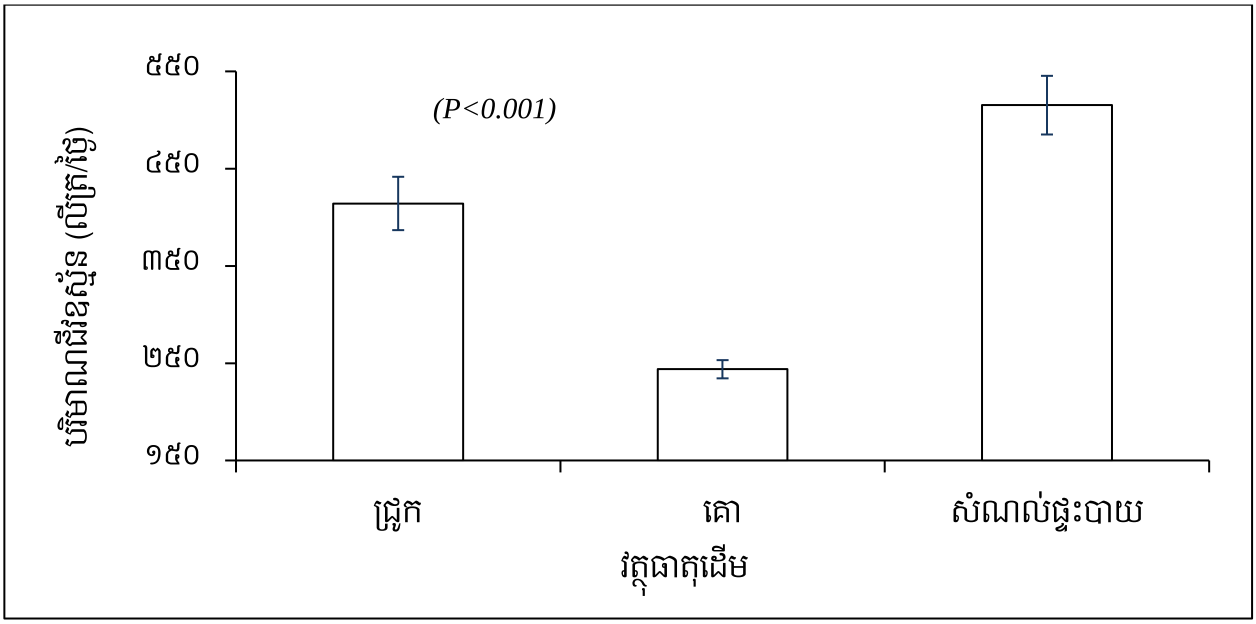
### ៤.១.១ ការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមី

តារាងទី ៤.៣ ៖ ការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមីលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ

| លរ. | ប៉ារ៉ាម៉ែត្រវិភាគ | កាកសំណល់ផ្ទះបាយ | លាមកគោ | លាមកជ្រូក |
|---|---|---|---|---|
| ១ | សំណើម Moisture (%) | ៨៣.៧៣ | ៨៣.៧៣ | ៧៤.៥៧ |
| ២ | ប្រូតេអ៊ីន Protein (%) | ៥.៦០ | ៥.៣០ | ១០.៤០ |
| ៣ | អាស៊ូត Nitrogen (%) | ១.២២ | ០.៨៦ | ១.៦៧ |
| ៤ | ផេះ Ash (%) | ១.៤០ | ១.៦០ | ៨.១០ |
| ៥ | ខ្លាញ់ Lipid (%) | ៣.២១ | ០.២០ | ០.៥០ |
| ៦ | ផូស្វ័រ Phosphorus | ០.១២៩ | ០០.៨៦ | ១២.៩៦ |
| ៧ | កាបូន Carbon (%) | ១៥.១០៥ | ១.៦០ | ៩.០៤ |
| ៨ | Dry Matter (DM)(%) | ២១.៨៩ | ១៦.២៧ | ២៥.៤២ |

តារាងខាងលើគេសង្កេតឃើញថា ការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមីលើ កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានបរិមាណ សំណើម ៨៣.៧៣% ខ្លាញ់ ៣.២១% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៦០% អាស៊ូត ១.២២% ផេះ ០.៤០% ផូស្វ័រ ០.១២៩% កាបូន ១៥.១០៥% Dry Matter (DM)(%) ២១.៨៩%។ លាមកគោមានបរិមាណ សំណើម ៨៣.៧៣% ខ្លាញ់ ០.២០% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៣០% អាស៊ូត ០.៨៦% ផេះ ១.៦០% ផូស្វ័រ ០០.៨៦% កាបូន ១.៦០% Dry Matter (DM)(%) ១៦.២៧%។ លាមកជ្រូកមានបរិមាណ សំណើម ៧៤.៥៧% ខ្លាញ់ ០.០៥% ប្រូតេអ៊ីន ១០.៤០% អាស៊ូត ១.៦៧% ផេះ ៨.១០% ផូស្វ័រ ១២.៩៦% កាបូន ៩.០៤% Dry Matter (DM)(%) ២៥.៤២%។

### ៤.១.២ ការផលិតជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ




ក្រាហ្វិក ៤.១ ៖ ប្រៀបធៀបបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតប្រចាំថ្ងៃលើវត្ថុធាតុដើម ៣ ប្រភេទ

សម្គាល់៖

-P-value>0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

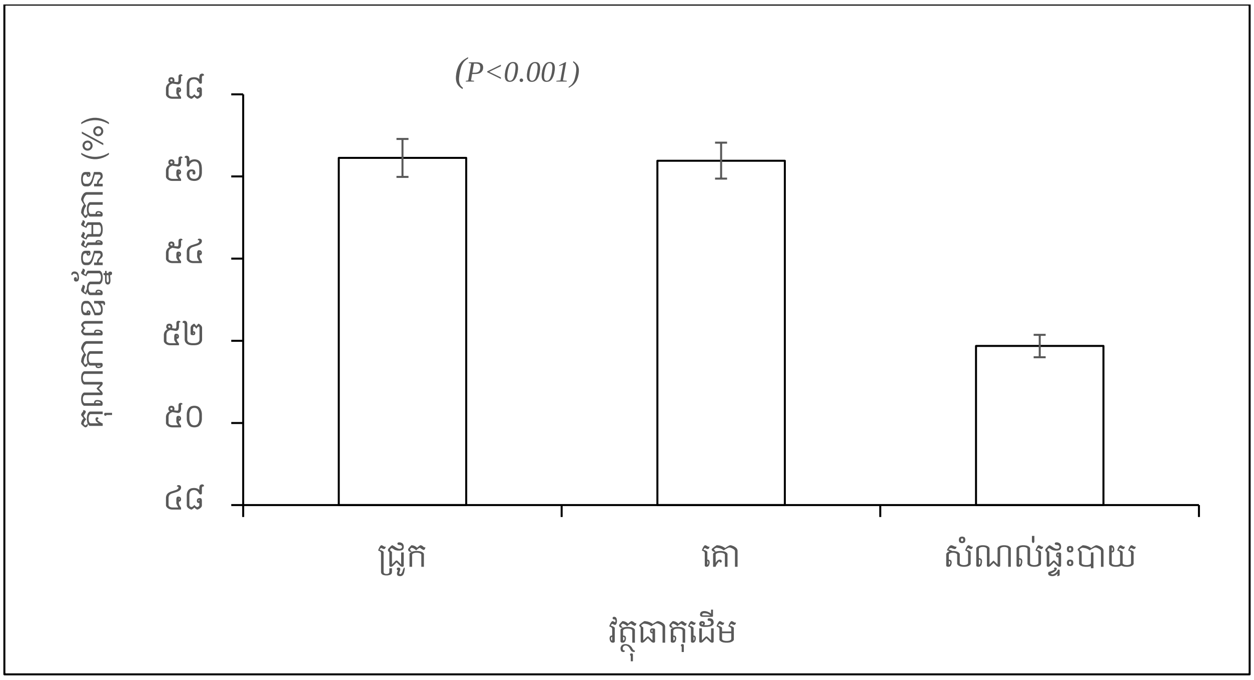
-P-value<0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0១ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩%

ប្រភព៖ ម៉ែន សារុម (២០១២)

ក្រាហ្វិកខាងលើនេះប្រៀបធៀបបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតប្រចាំថ្ងៃ ក្រោយដាក់វត្ថុធាតុដើម ៣ ប្រភេទខុសៗគ្នា ដូចជា លាមកជ្រូក លាមកគោ និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដោយដាក់ក្នុងបរិមាណស្មើៗគ្នា ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ធ្វើជាល្បាយដាក់ក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ ផ្អែកតាមទិន្នន័យក្នុងក្រាហ្វិកខាងលើបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតប្រចាំថ្ងៃចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានបរិមាណខ្ពស់ជាងបរិមាណជីវឧស្ម័នចេញពីពីរវត្ថុធាតុផ្សេងទៀត។ បន្ទាប់មក បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកគោ មានបរិមាណឧស្ម័នទាបជាងគេ។ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយមានបរិមាណជាមធ្យម ៥១៥.២៨ លីត្រ/ថ្ងៃ ខណៈ បរិមាណជីវឧស្ម័នលាមកជ្រូក មានបរិមាណជាមធ្យម ៤១៤.២២ លីត្រ/ថ្ងៃ និង បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកគោ មានបរិមាណជាមធ្យម ២៤៣.៨១ លីត្រ/ថ្ងៃ។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ស្មើនឹង 0.00 តូចជាង 0.0១ នោះមានន័យថាទិន្នន័យនៃបរិមាណផលិតឧស្ម័នចេញពីវត្ថុធាតុបីប្រភេទខុសគ្នាៗ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩ ភាគរយ។

### ៤.១.៣ គុណភាពឧស្ម័នមេតាន ($CH_4$)




ក្រាហ្វិក ៤.២ ៖ ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ($CH_4$) ដែលផលិតដោយវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ

សម្គាល់៖

-P-value>0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

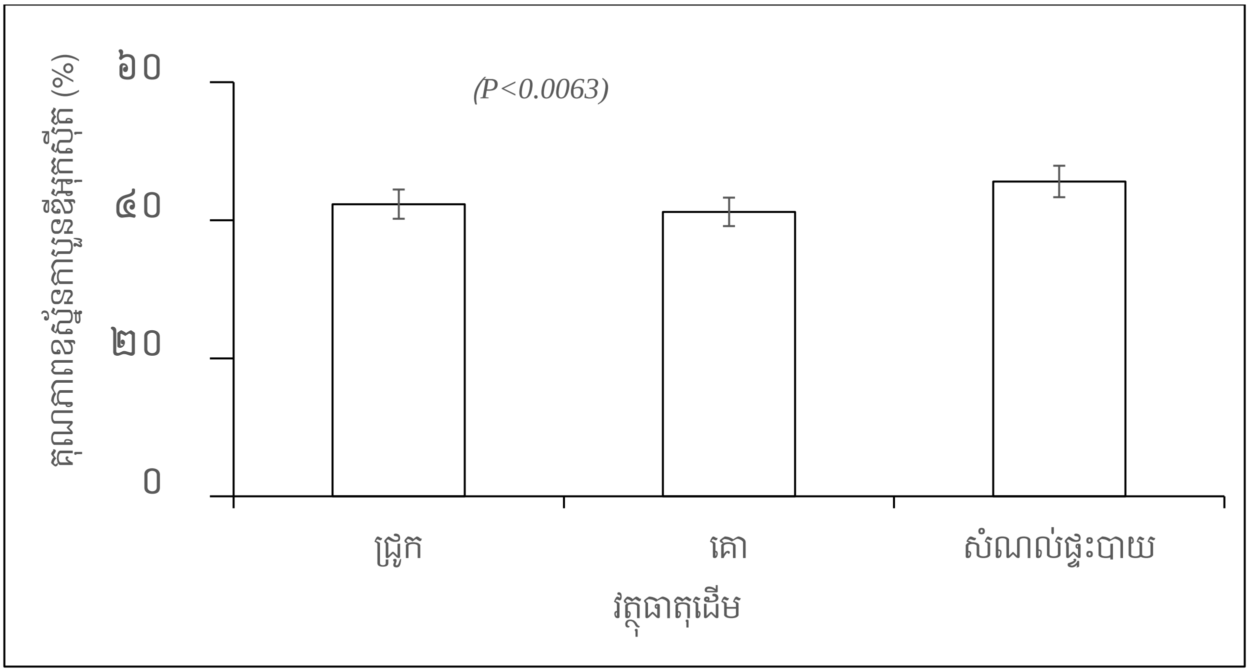
-P-value<0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0១ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩%

ប្រភព៖ ម៉ែន សារុម (២០១២)

គុណភាពឧស្ម័នមេតាន $CH_4$ ត្រូវបានវាស់វែងជាប្រចាំថ្ងៃ និងប្រៀបធៀបគ្នានៅពេលដាក់វត្ថុធាតុដើមបីប្រភេទខុសៗគ្នាសម្រាប់ជាល្បាយឡជីវឧស្ម័ន។ ក្នុងនោះ ការប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក និងលាមកគោមានកម្រិតមេតានខ្ពស់ជាងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ បើទោះបីជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយអាចផលិតបានជីវឧស្ម័នសរុបប្រចាំថ្ងៃខ្ពស់ជាងក៏ដោយ។ គុណភាពឧស្ម័នមេតាន $CH_4$ ដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកជ្រូក គឺជាមធ្យម ៥៦% គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកគោ ជាមធ្យម ៥៦% ហើយគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ជាមធ្យម ៥២%។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ស្មើនឹង 0.00 តូចជាង 0.0១ នោះមានន័យថាទិន្នន័យនៃគុណភាពឧស្ម័នចេញពីវត្ថុធាតុបីប្រភេទខុសគ្នាៗ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩ ភាគរយ។

### ៤.១.៤ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$




ក្រាហ្វិក ៤.៣ ៖ ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ លើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ

សម្គាល់៖

-P-value>0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0១ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩%

ប្រភព៖ ម៉ែន សារុម (២០១២)

គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ត្រូវបានវាស់វែងជាប្រចាំថ្ងៃ និងប្រៀបធៀបគ្នានៅពេលប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមបីប្រភេទខុសៗគ្នាសម្រាប់ជាល្បាយឡជីវឧស្ម័ន។ នៅក្នុងនោះ ការប្រើប្រាស់គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេ បន្ទាប់មកគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូក ជាមួយល្បាយដែលបានមកពីល្បាយគោ មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត$CO_2$ ទាបជាងគេ។ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពជាមធ្យម ៤៦% គុណភាពឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកជ្រូក មានគុណភាព ជាមធ្យម ៤២% គុណភាពឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកគោ មានគុណភាពជាមធ្យម ៤១% ។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ស្មើនឹង 0.00 តូចជាង 0.0១ នោះមានន័យថាទិន្នន័យនៃគុណភាពឧស្ម័នចេញពីវត្ថុធាតុបីប្រភេទខុសគ្នាៗ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩ ភាគរយ។

៤.១.៥ គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ $H_2S$

តារាងទី ៤.១ ៖ ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ដែលផលិតដោយវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ

| **បច្ច័យ** | **គុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$(ppm)** | **SE** |
|---|---|---|
| **លាមកជ្រូក** | ៨០៣.១ | ១១០.៩ |
| **លាមកគោ** | ១៩៩៧.៩ | ៥៩.៧៩ |
| **កាកសំណល់ផ្ទះបាយ** | ៩៩៧.៣ | ១៤.១០៤ |
| **CV** | ៣៥.២១ | |
| **P-Value** | <0.00១ | |

សម្គាល់៖

-P-value>0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0១ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩%

ប្រភព៖ ម៉ែន សារុម (២០១២)

តារាងខាងលើប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ទៅលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទខុសៗគ្នា។ គេសង្កេតឃើញថាគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកគោ មានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេ បន្ទាប់មកគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូក ជាមួយល្បាយដែលបានមកពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ទាបជាងគេ។ គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ដែលផលិតចេញពី លាមកគោមានគុណភាពជាមធ្យម ១៩៩៧.៩ (ppm) បរិមាណឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាព ជាមធ្យម ៩៩៧.៣ (ppm) គុណភាពឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកជ្រូក មានគុណភាពជាមធ្យម ៨០៣.១ (ppm)។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ស្មើនឹង 0.00 តូចជាង 0.0១ នោះមានន័យថាទិន្នន័យនៃគុណភាពឧស្ម័នចេញពីវត្ថុធាតុបីប្រភេទខុសគ្នាៗ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩ ភាគរយ។

### ៤.១.៦ គុណភាពខ្ទស្ទ័នអុកស៊ីសែន $O_2$

តារាងទី៤.២៖ ប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ លើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទ

| **បច្ច័យ** | **គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ (%)** | **SE (%)** |
|---|---|---|
| **លាមកជ្រូក** | 0.១0 | 0.0៤ |
| **លាមកគោ** | 0.១0 | 0.00 |
| **កាកសំណល់ផ្ទះបាយ** | 0.១0 | 0.00 |
| **CV** | ៨.៨៤ | |
| **P-Value** | 0.១១៥៩ | |

សម្គាល់៖

-P-value>0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

-P-value<0.0៥ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥%

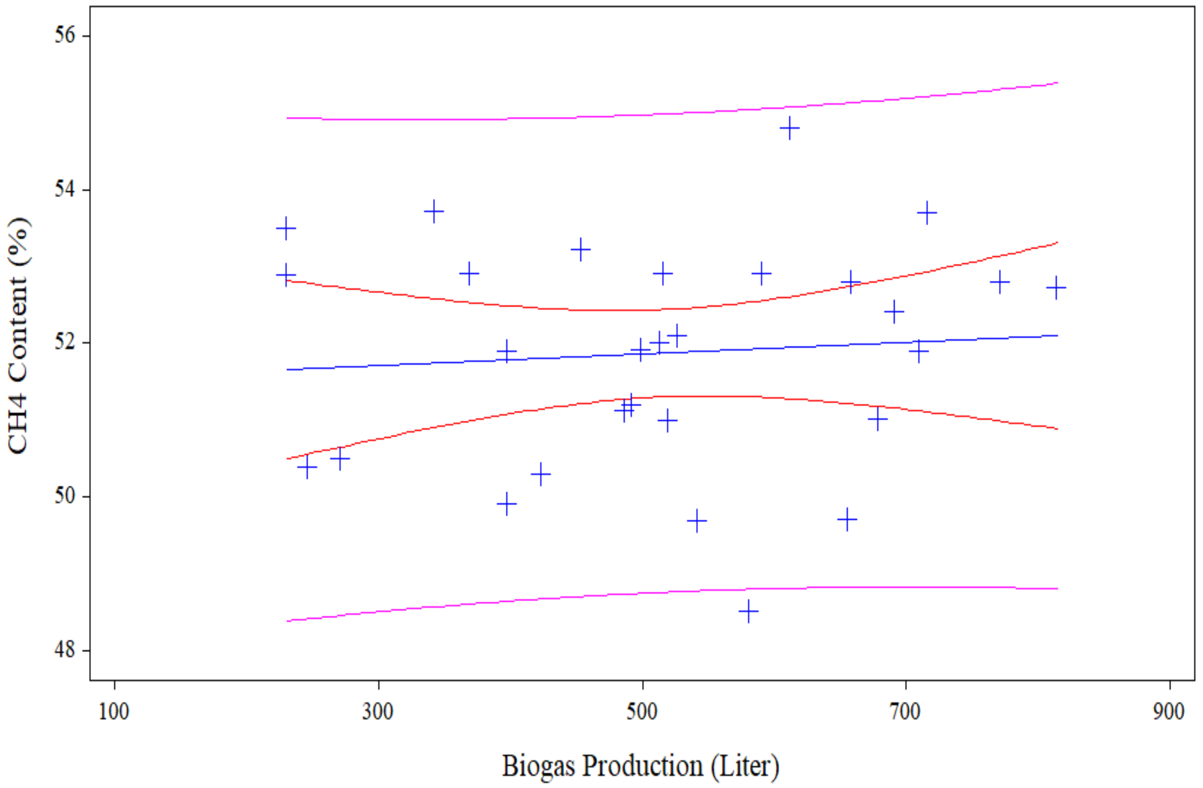
-P-value<0.0១ មានន័យថារវាងបច្ច័យទាំងពីរ មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩%

ប្រភព៖ ម៉ែន សារុម (២០១២)

តារាងខាងលើប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ ទៅលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ៣ ប្រភេទខុសៗគ្នា ។ គេសង្កេតឃើញថាគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ ដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូក លាមក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ ស្មើគ្នា។ គុណភាពឧស្ម័ន $O_2$ ដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកជ្រូក លាមកគោ និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពជាមធ្យម 0.១0%។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ស្មើនឹង 0.១១៥៩ ធំជាង 0.0៥ នោះមានន័យថាទិន្នន័យនៃគុណភាពឧស្ម័នចេញពីវត្ថុធាតុបីប្រភេទខុសគ្នាៗ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៥ ភាគរយ។

### ៤.១.៧ កាកសំណល់ផ្ទះបាយ

#### ក. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងមេតាន

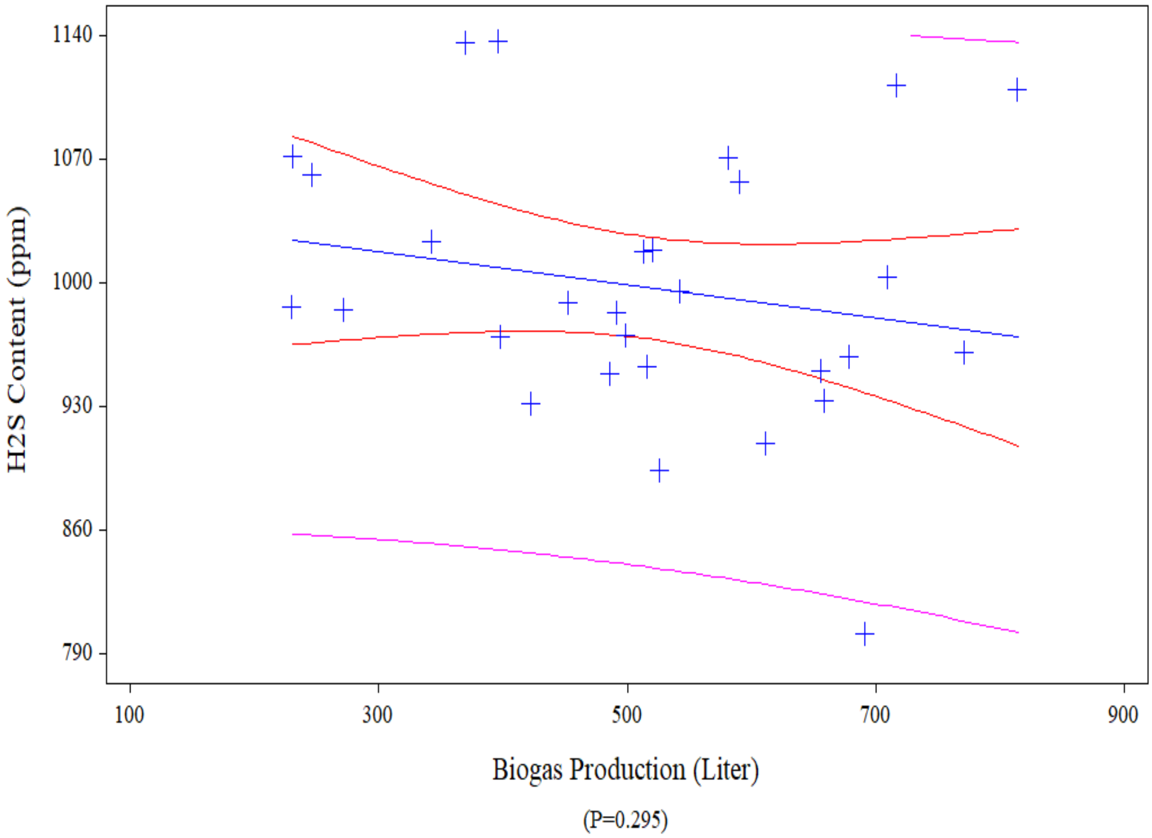



(P=0.669)

ក្រាហ្វិក ៤.៤៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ ប្រសិនបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃតូចជាង ០.០៥ មានន័យថា ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមានទំនាក់ទំនងរវាងគ្នានិងគ្នា តែបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃធំជាង ០.០៥ នោះមានន័យថាបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេដោយ *(p = ០.៦៦៩)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ១០០ ទៅ ៩០០ លីត្រ និងគុណភាពមេតានចន្លោះពី ៤៨% ទៅ ៥៦% ។

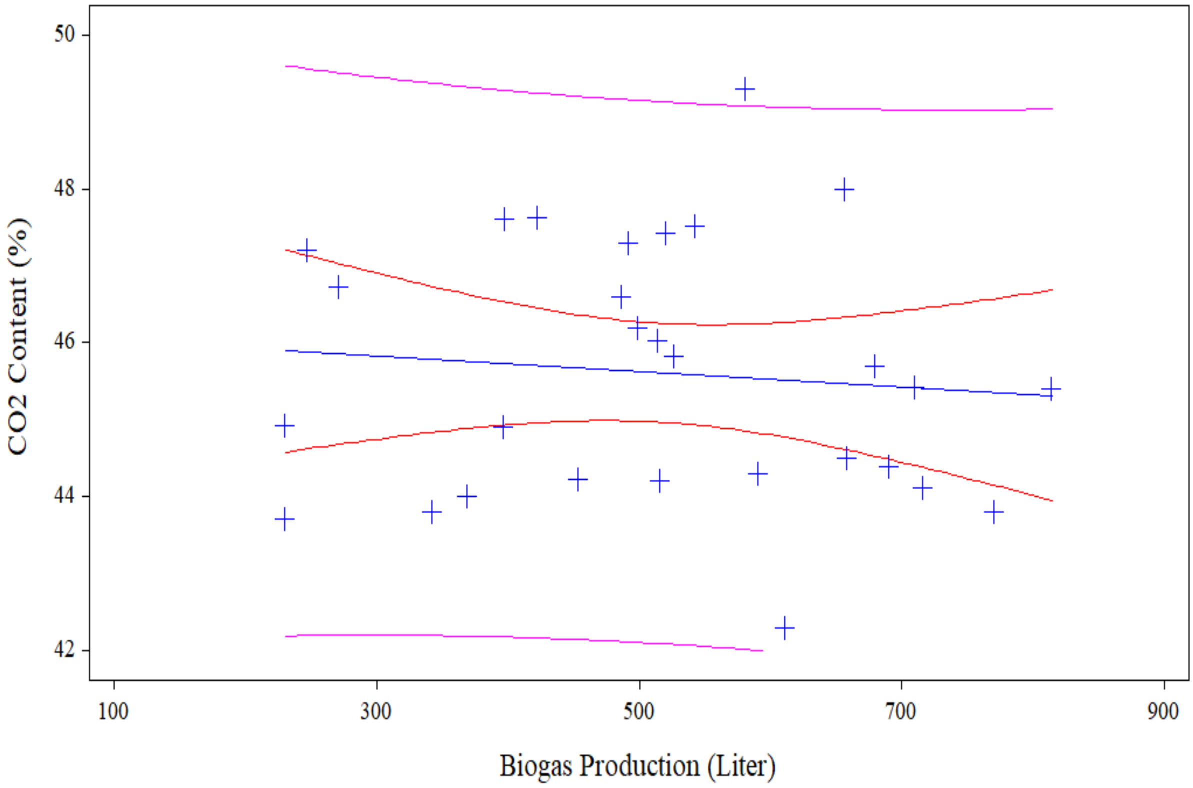
## ខ. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ




ក្រាហ្វិក ៤.៥៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ ប្រសិនបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃតូចជាង 0.0៥ មានន័យថា ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមានទំនាក់ទំនងរវាងគ្នានិងគ្នា តែបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃធំជាង 0.0៥ នោះមានន័យថាបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.២៩៥)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ១០០ ទៅ ៩០០ លីត្រ និងគុណភាពមេតានចន្លោះពី ៧៩០ (ppm) ទៅ ១១៤០ (ppm)។

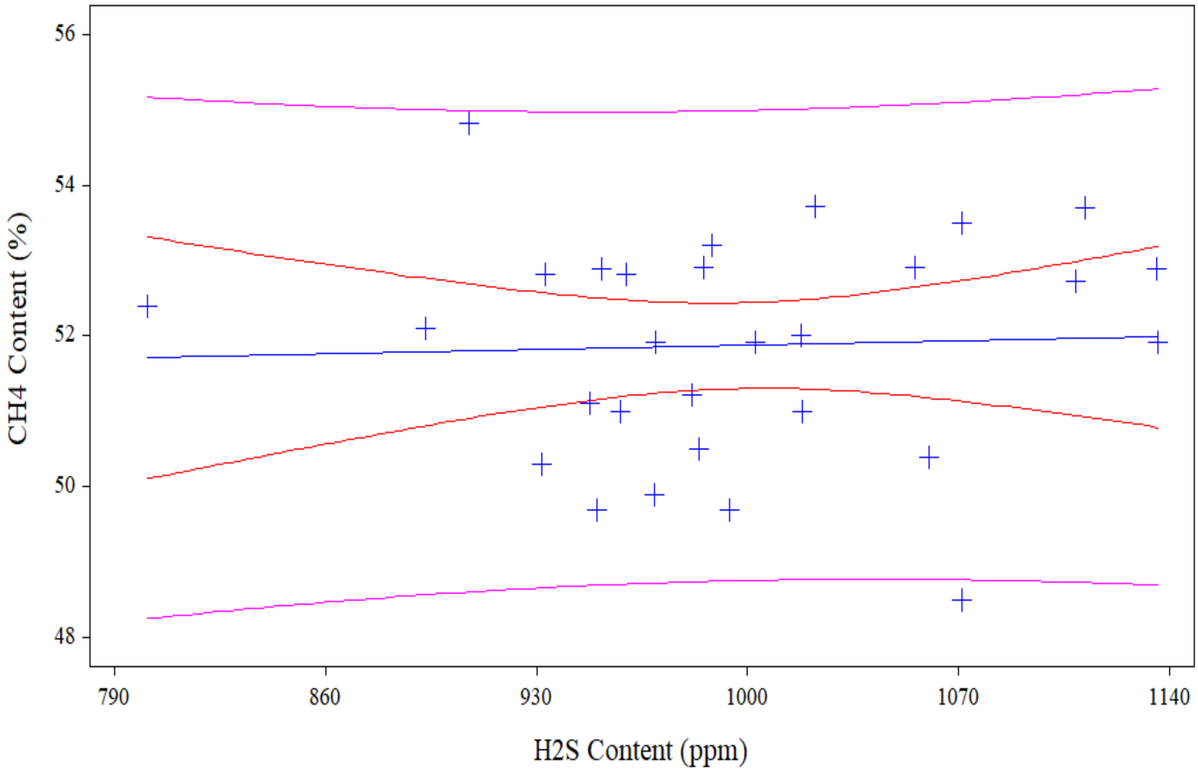
### គ. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងកាបូនឌីអុកស៊ីត




ក្រាហ្វិក ៤.៦៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីត ទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ ប្រសិនបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃតូចជាង 0.0៥ មានន័យថា ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមានទំនាក់ទំនងរវាងគ្នានិងគ្នា តែបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃធំជាង 0.0៥ នោះមានន័យថាបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.២៩៥)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ១00 ទៅ ៩00 លីត្រ និងគុណភាពមេតានចន្លោះពី ៤២% ទៅ ៥0%។

### ឃ. ទំនាក់ទំនងមេតាននិងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ



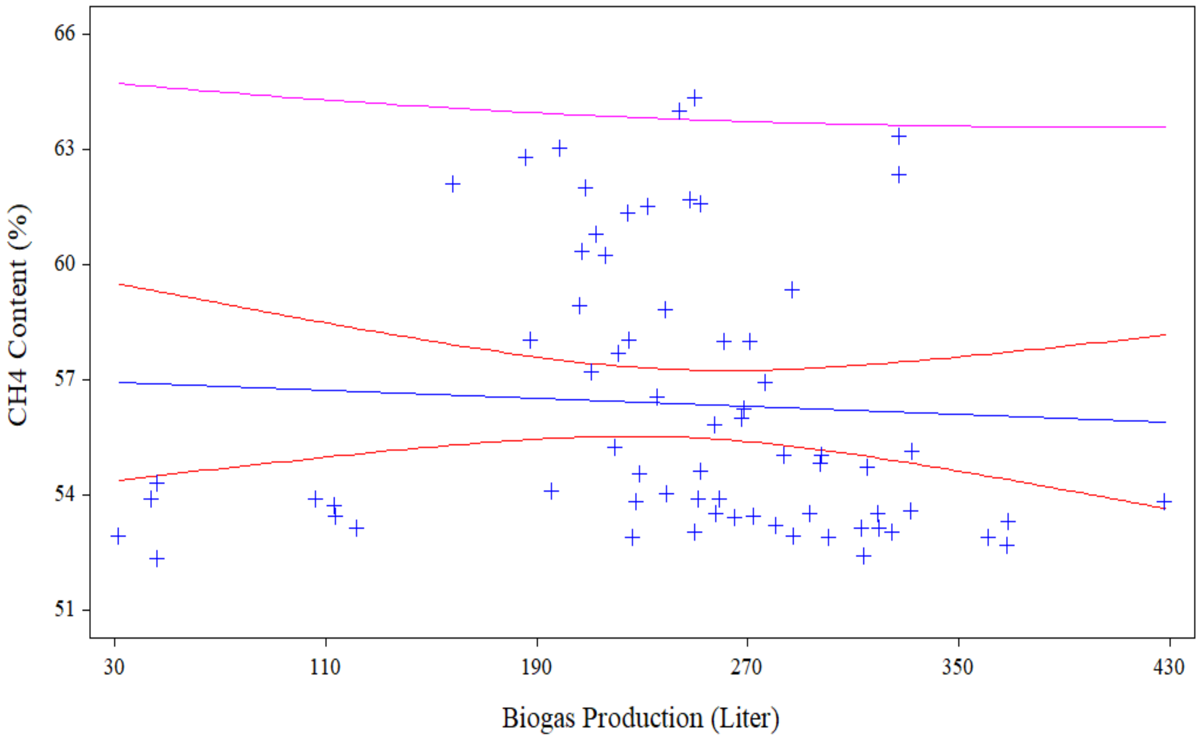

(P=0.824)

ក្រាហ្វិក ៤.៧៖ ទំនាក់ទំនងរវាងមេតាន ផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ ទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ ប្រសិនបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃតូចជាង ០.០៥ មានន័យថា ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមានទំនាក់ទំនងរវាងគ្នានិងគ្នា តែបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃធំជាង ០.០៥ នោះមានន័យថាបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = ០.៨២៤)*។ គុណភាពមេតានផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៤៨% ទៅ ៥៦% និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរចន្លោះពី ៧៩០ ppm ទៅ ១១៤០ ppm ។

### ៤.១.៨ លាមកគោ

#### ក. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងមេតាន

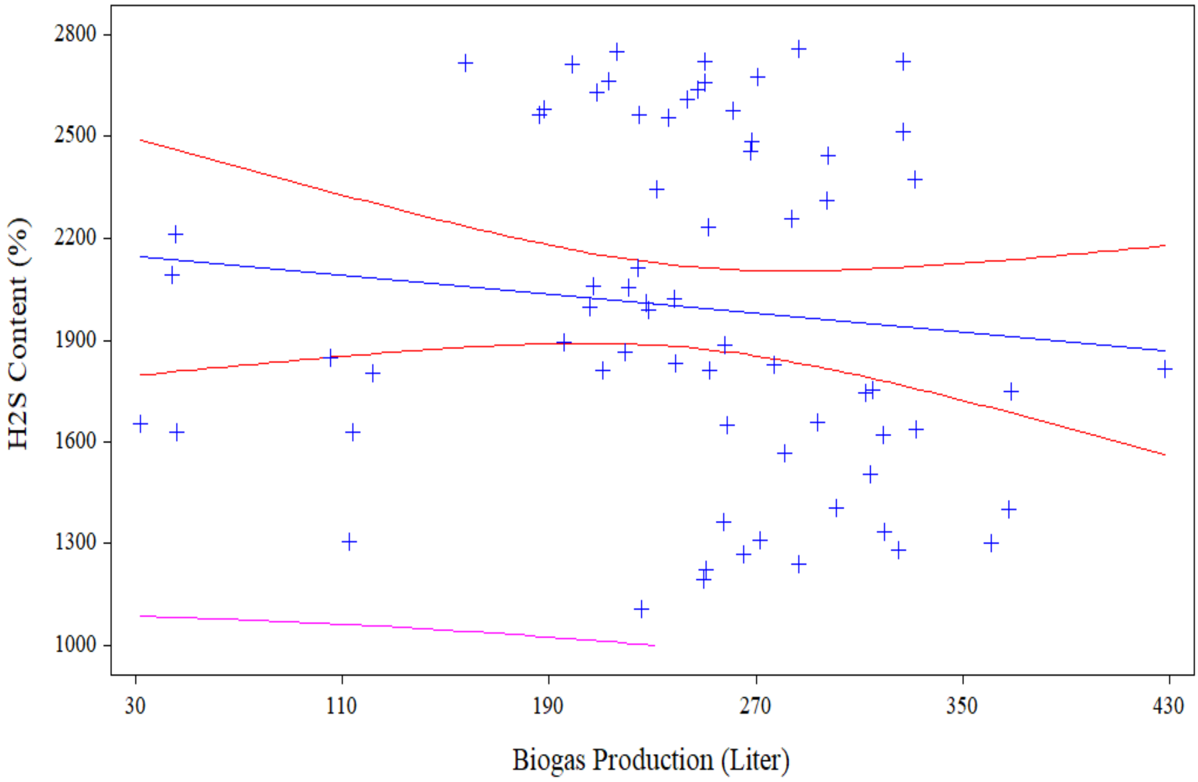



(P=0.647)

ក្រាហ្វិក ៤.៨៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកគោជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ ប្រសិនបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃតូចជាង ០.០៥ មានន័យថា ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមានទំនាក់ទំនងរវាងគ្នានិងគ្នា តែបើតម្លៃនៃ P-value មានតម្លៃធំជាង ០.០៥ នោះមានន័យថាបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកគោសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = ០.៦៤៧)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៣០ ទៅ ៤៣០ លីត្រ និងគុណភាពមេតានចន្លោះពី ៥១% ទៅ ៦៦% ។

## ខ. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ

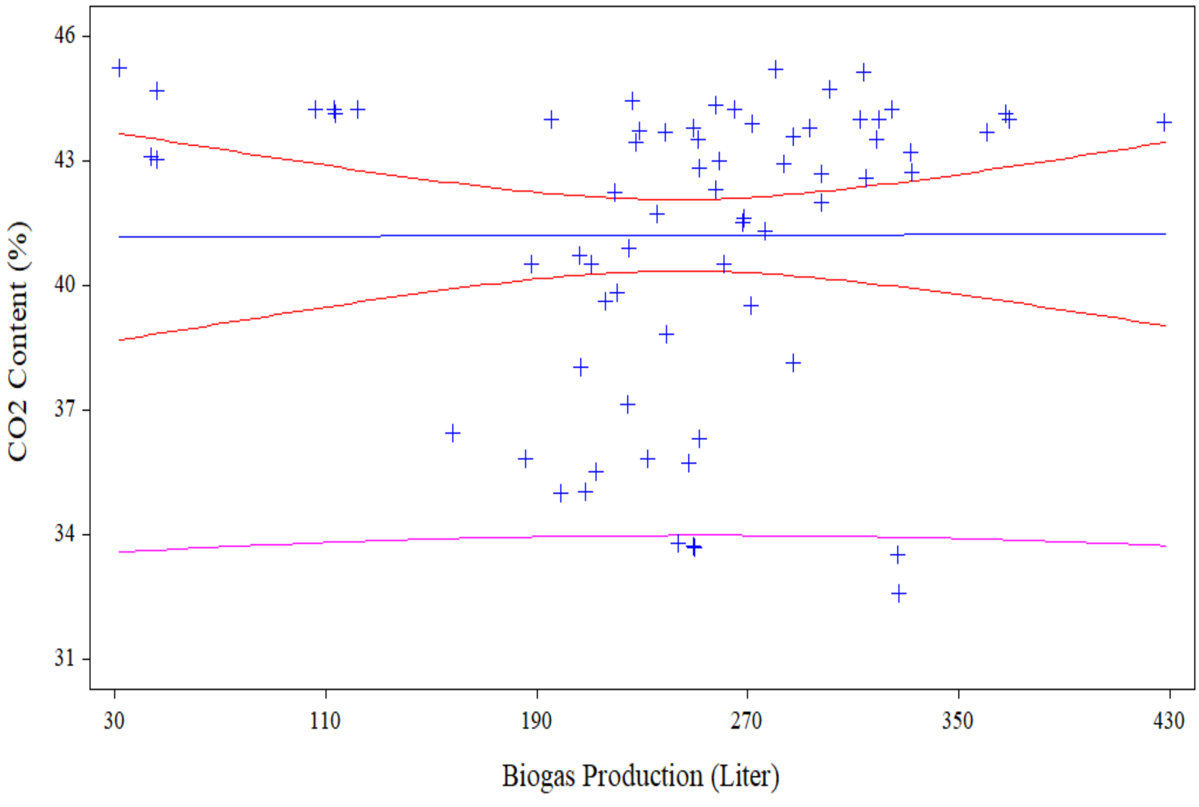



(P=0.372)

ក្រាហ្វិក ៤.៩៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកគោជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកគោសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.៣៧២)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៣០ ទៅ ៤៣០ លីត្រ និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរចន្លោះពី ១០០០ ទៅ ២៨០០ppm ។

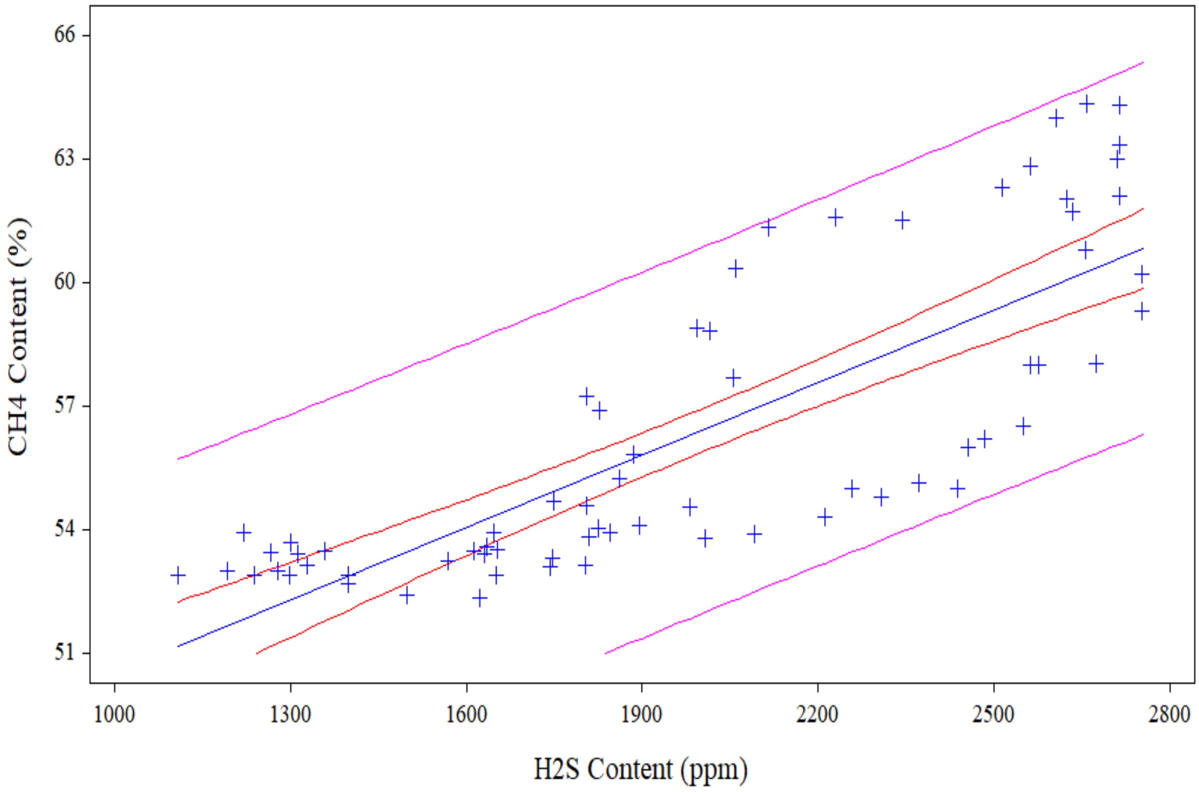
### គ. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងកាបូនឌីអុកស៊ីត




ក្រាហ្វិក ៤.១០៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកគោជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកគោសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.៩៧៥)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៣០ ទៅ ៤៣០ លីត្រ និងគុណភាពមេតានចន្លោះពី ៣១% ទៅ ៤៦% ។

### ឃ. ទំនាក់ទំនងមេតាននិងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ



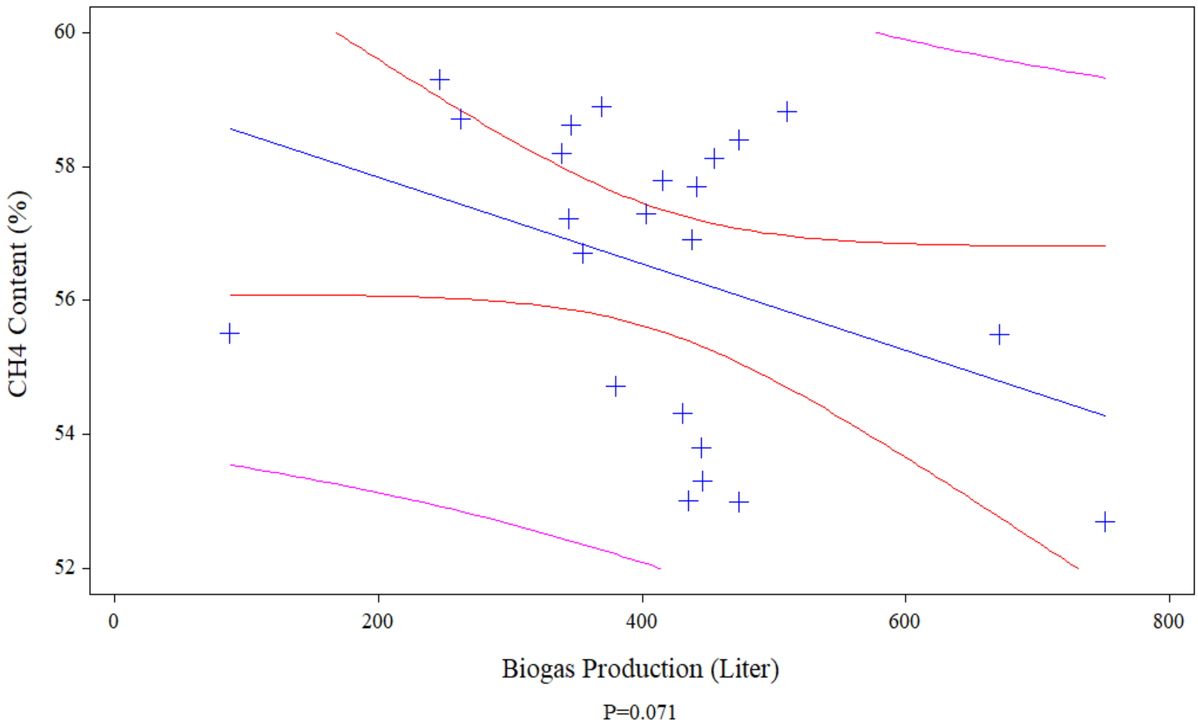

CH4 =44.675 + 0.00586* H2S95% confidence and prediction intervals(P<0.001)

ក្រាហ្វិក ៤.១១៖ ទំនាក់ទំនងរវាងមេតាន ផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ ទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកគោ

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកគោជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកគោសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.009)*។ គុណភាពមេតានផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៥១% ទៅ ៦៦% និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរចន្លោះពី ១០០០ ppm ទៅ ២៨០០ ppm ។

### ៤.១.៩ លាមកជ្រូក

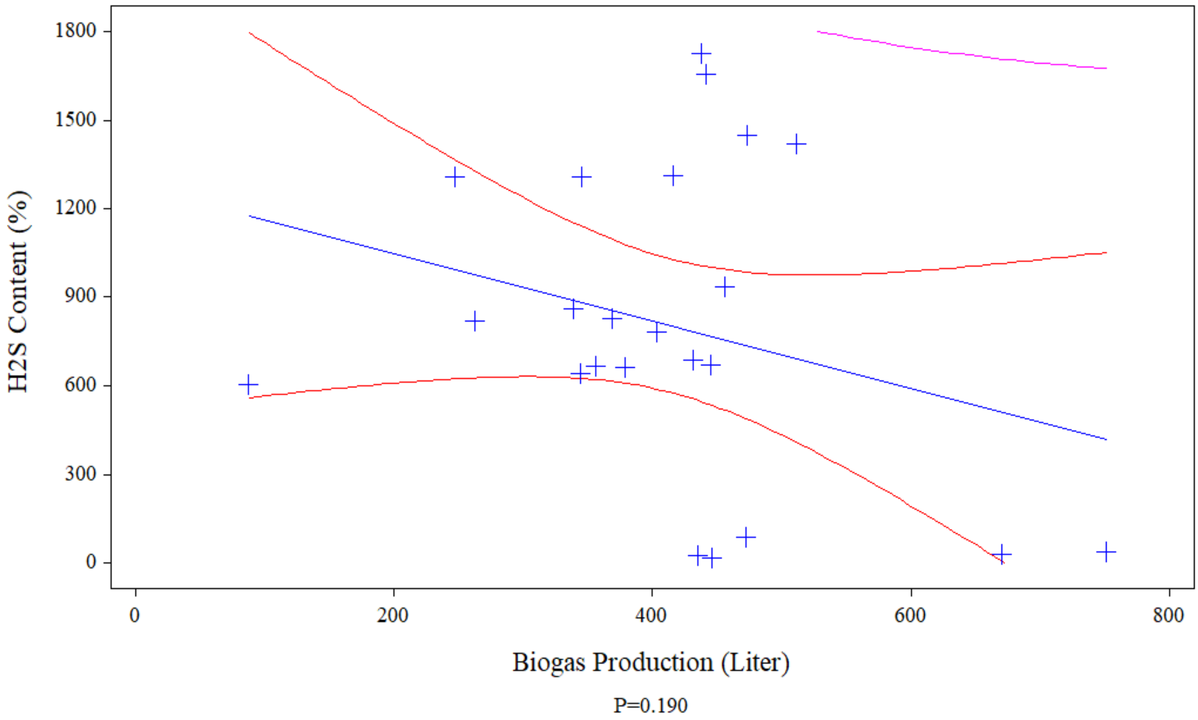
#### ក. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងមេតាន




ក្រាហ្វិក ៤.១២៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពមេតានទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកគោសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.0៧១)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៥២ ទៅ ៦០លីត្រ និងគុណភាពមេតានចន្លោះពី ០ ទៅ ៨០០% ។

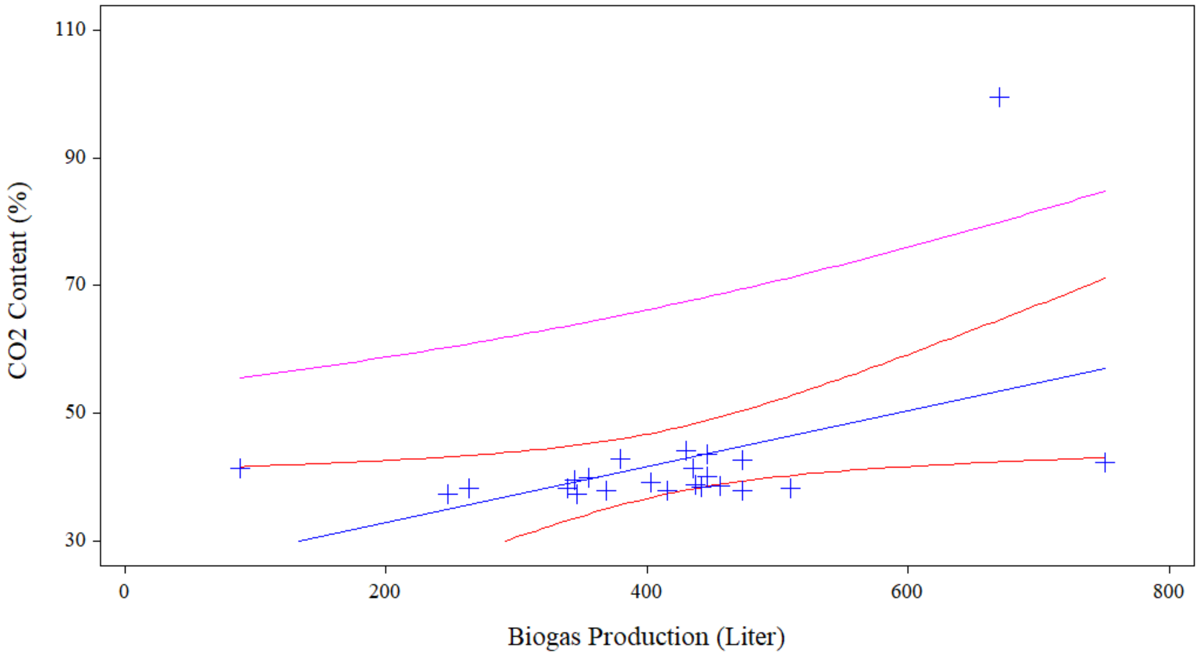
## ខ. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ




ក្រាហ្វិក ៤.១៣៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាមធ្យម ៥គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.១៩0)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី 0 ទៅ ៨00 លីត្រ និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរចន្លោះពី 0 ទៅ ១៨00ppm ។

### គ. ទំនាក់ទំនងឧស្ម័ននិងកាបូនឌីអុកស៊ីត

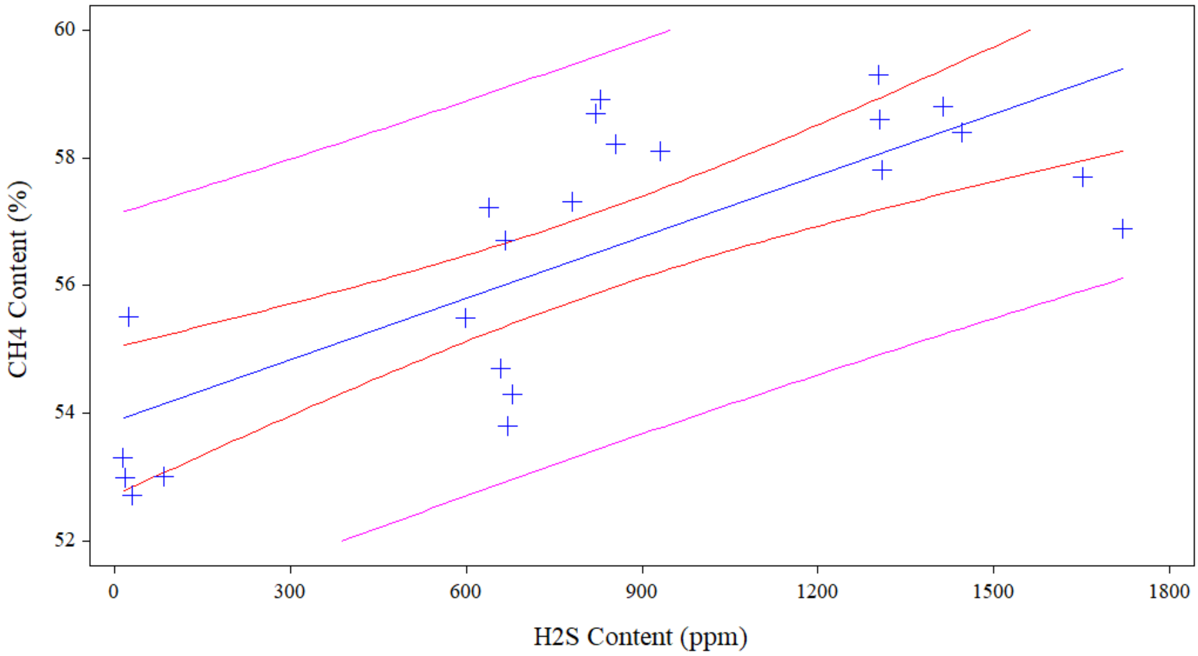



CO2 =24.169 + 0.0438 * GAS 95% confidence and prediction intervals (P=0.028)

ក្រាហ្វិក ៤.១៤៖ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន និងគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាមធ្យម ៥គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.0២៨)*។ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី 0 ទៅ ៨00 លីត្រ និងគុណភាពកាបូនឌីអុកស៊ីតចន្លោះពី ៣0% ទៅ ១១0% ។

### ឃ. ទំនាក់ទំនងមេតាននិងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ




CH4 =53.878 + 0.00320* H2S 95% confidence and prediction intervals (P<0.001)

ក្រាហ្វិក ៤.១៥៖ ទំនាក់ទំនងរវាងមេតាន ផលិតបាន និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ ទទួលបាន ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក

គេសង្កេតឃើញថាក្នុងរយៈពេលប្រើប្រាស់លាមកគោជាមធ្យម ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានប្រចាំថ្ងៃមានការប្រែប្រួល ហើយគុណភាពមេតានដែលទទួលបានក៏ប្រែប្រួលដែរ។ ដូច្នេះ simple regression ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំនាក់ទំនងនេះ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពមេតានដែលទទួលបាន នៅពេលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ពុំមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះទេ *(p = 0.009)*។ គុណភាពមេតានផលិតបានគឺប្រែប្រួលចន្លោះពី ៥២% ទៅ ៦០% និងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរចន្លោះពី 0 ppm ទៅ ១៨00 ppm ។

## ៤.២. ការពិភាក្សា

តាមការសិក្សាពិសោធន៍កន្លងមកទៅលើប្រធានបទនេះ ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុដើមបីប្រភេទខុសៗគ្នាទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតានក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម ការប្រៀបធៀបបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតឡើងប្រចាំថ្ងៃ ក្រោយប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើម ៣ ប្រភេទខុសៗគ្នា ដូចជា លាមកជ្រូក លាមកគោ និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដោយដាក់ក្នុងបរិមាណស្មើៗគ្នា ៥ គីឡូក្រាម សម្រាប់ធ្វើជាល្បាយដាក់ក្នុងឡជីវឧស្ម័នដែលមានទីតាំងនៅមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម។

### ៤.២.១ ការពិភាក្សាលើការវិភាគលក្ខណៈរូប និងគីមី

កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានបរិមាណ សំណើម ៨៣.៧៣% ខ្លាញ់ ៣.២១% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៦០% អាស៊ូត ១.២២% ផេះ 0.៤0% ផូស្វ័រ 0.១២៩% កាបូន ១៥.១0៥% Dry Matter (DM)(%) ២១.៨៩%។ លាមកគោមានបរិមាណ សំណើម ៨៣.៧៣% ខ្លាញ់ 0.២0% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៣0% អាស៊ូត 0.៨៦% ផេះ ១.៦0% ផូស្វ័រ 00.៨៦% កាបូន ១.៦0% Dry Matter (DM)(%) ១៦.២៧%។ លាមកជ្រូកមានបរិមាណ សំណើម ៧៤.៥៧% ខ្លាញ់ 0.0៥% ប្រូតេអ៊ីន ១0.៤0% អាស៊ូត ១.៦៧% ផេះ ៨.១0% ផូស្វ័រ ១២.៩៦% កាបូន ៩.0៤% Dry Matter (DM)(%) ២៥.៤២%។ យោងតាមការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើការវិភាគលក្ខណៈរូបនិងគីមីរបស់លាមកជ្រូកបានបង្ហាញថា បរិមាណខ្លាញ់របស់កសិដ្ឋានទី១ ៧.៦៨% កសិដ្ឋានទី២ ៦.៨៦% បរិមាណប្រតេអ៊ីនរបស់កសិដ្ឋានទី១ ១១.១២% កសិដ្ឋានទី២ ១៥.៩៨% បរិមាណDry Matterរបស់កសិដ្ឋានទី១ ៣៤.0៦% កសិដ្ឋានទី២ ២៩.៣៩% (មិក ស្រីលីន, ២០១៤)។

### ៤.២.២ ការពិភាក្សាលើបរិមាណឧស្ម័នមេតាន

យោងតាមរយៈការពិសោធន៍បានបង្ហាញថា បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានបរិមាណខ្ពស់ជាងគេ។ បន្ទាប់មកបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូក ហើយចំពោះល្បាយលាមកគោ មានបរិមាណឧស្ម័នទាបជាងគេ។ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានបរិមាណជាមធ្យម ៥១៥.២៨ លីត្រ/ថ្ងៃ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពីលាមកជ្រូក មានបរិមាណជាមធ្យម ៤១៤.២២ លីត្រ/ថ្ងៃ និង បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកគោ មានបរិមាណជាមធ្យម ២៤៣.៨១ លីត្រ/ថ្ងៃ។

### ៤.២.៣ ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នមេតាន

ចំណែកលទ្ធផលការប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក និងលាមកគោមានកម្រិតមេតានខ្ពស់ជាងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ បើទោះបីជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយអាចផលិតបានជីវឧស្ម័នសរុបប្រចាំថ្ងៃខ្ពស់ជាងក៏ដោយ។ គុណភាពឧស្ម័នមេតាន $CH_4$ ដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកជ្រូក គឺជាមធ្យម ៥៦% គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកគោ ជាមធ្យម ៥៦% ហើយគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ជាមធ្យម ៥២%។

### ៤.២.៤ ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត

គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេ បន្ទាប់មកគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូក និងល្បាយដែលបានមកពីល្បាយគោ មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ទាបជាងគេ។ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ ដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពជាមធ្យម ៤៦% គុណភាពឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកជ្រូក មានគុណភាព ជាមធ្យម ៤២% គុណភាពឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកគោ មានគុណភាពជាមធ្យម ៤១% ។

### ៤.២.៥. ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ

គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ដែលផលិតចេញពី លាមកគោមានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេ ដោយការផលិតអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$ ចេញពី លាមកគោមានគុណភាពជាមធ្យម ១៩៩៧.៩ (ppm) បរិមាណឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាព ជាមធ្យម ៩៩៧.៣ (ppm) គុណភាពឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកជ្រូក  មានគុណភាពជាមធ្យម ៨០៣.១ (ppm)។

### ៤.២.៦. ការពិភាក្សាលើគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$

គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $O_2$ ដែលផលិតចេញពី ល្បាយលាមកជ្រូក ល្បាយលាមកគោ និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មានគុណភាពជាមធ្យម 0.១0% ស្មើគ្នា។

# ជំពូក៥

# សន្និដ្ឋាន និង សំណូមពរ

# ជំពូក៥
# សន្និដ្ឋាន និង សំណូមពរ

## ៥.១. សន្និដ្ឋាន

យោងតាមរយៈការទទួលបាននៃលទ្ធផលខាងលើនៃការពិសោធន៍ និងដោយបានឆ្លងកាត់ដំណើរការសិក្សានៅជំពូកទី៤ រួចមក យើងអាចធ្វើសេចក្ដីសន្និដ្ឋានដូចខាងក្រោម៖

ក្នុងការពិសោធន៍ស្រាវជ្រាវកន្លងមកបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា បរិមាណឧស្ម័ននៅក្នុងឡទាំង ២ ដែលប្រៀបធៀបបច្ច័យទាំង ៣ ដែលបច្ច័យទី១ លាមកជ្រូក បច្ច័យទី២ លាមកគោ និងបច្ច័យទី៣ កាកសំណល់ផ្ទះបាយ។ តាមលទ្ធផលអំពីដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័នខាងលើយើងឃើញថា បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានបរិមាណច្រើនជាងគេ។ បន្ទាប់មកបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូកជាមួយល្បាយលាមកគោ មានបរិមាណឧស្ម័នទាប។ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី កាកសំណល់ផ្ទះបាយមានបរិមាណជាមធ្យម ៥១៥.២៨ លីត្រ/ថ្ងៃ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពីលាមកជ្រូក មានបរិមាណជាមធ្យម ៤១៤.២២ លីត្រ/ថ្ងៃ និង បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតចេញពី លាមកគោ មានបរិមាណជាមធ្យម ២៤៣.៨១ លីត្រ/ថ្ងៃ។

សរុបសេចក្ដីមកយើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា កាកសំណល់ផ្ទះបាយទទួលបានលទ្ធផលបរិមាណឧស្ម័នច្រើនជាងគេដោយសារតែបរិមាណ ខ្លាញ់ ៣.២១% ប្រូតេអ៊ីន ៥.៦០% អាស៊ូត ១.២២% ផេះ 0.៤0% ផូស្វ័រ 0.១២៩% កាបូន ១៥.១0៥% Dry Matter (DM)(%) ២១.៨៩%។

## ៥.២ សំណូមពរ

ក្នុងការសិក្សាទៅលើ គឺជាការស្រាវជ្រាវមួយលក្ខណៈថ្មីស្រឡាង ដែលយើងមានការខ្វះខាតចំណុចខ្លះនៅក្នុងដំណើរការពិសោធន៍។ ជាចុងក្រោយដើម្បីអោយការពិសោធន៍នេះមានភាពតែច្បាស់លាស់ថែមទៀតនោះ យើងមានសំណូមពរ និងអនុសាសន៍មួយចំនួនសម្រាប់អ្នកសិក្សាជំនាន់ក្រោយ ដើម្បីធ្វើការពិចារណាក៏ដូចជាទ្រឹស្ដីសម្រាប់ជាមធ្យោបាយមួយងាយស្រួលដល់ការសិក្សាលើកក្រោយ៖

- ធ្វើការពិសោធន៍លើការផលិតឧស្ម័នដោយប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមផ្សេងទៀតដូចជា៖ កាកស្រាបៀ សំណែកបាយ និងលាមកសត្វផ្សេងៗទៀត
- ធ្វើការពិសោធន៍ឲ្យបានច្រើនសារ ដោយផ្ដោតសំខាន់លើបម្រែបម្រួលបរិមាណឧស្ម័នដែលផលិតបាន និងគុណភាពឧស្ម័ននៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន
- ធ្វើការសិក្សាបន្ថែមទៅលើលក្ខណៈរូប និងគីមីរបស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលផលិតឧស្ម័នរួច
- ធ្វើការលាយល្បាយអោយម៉ត់ល្អ ដើម្បីអោយការផលិតឧស្ម័នបានល្អ
- ធ្វើការដុតឧស្ម័នរួចចាំបង្ហូរកាកសំណល់ឡចោល ដើម្បីអោយការផលិតឧស្ម័នបានល្អ

# បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

# បណ្ណាល័យសាស្ត្រ


១. កង រ៉ាវី(២០១៩) *សហគមន៍សប្បុរសេប្បាយ ចំណេះដឹង និងកសិកម្ម*. Retrieved from www.wmc.org.kh

២. ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ (២០១៦) *គោលនយោបាយអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា ២០១៦-២០២៥*. ភ្នំពេញ

៣. ងិន ច័ន្ទសោភា (២០០៦) *លក្ខខ័ណ្ឌសមស្របសម្រាប់ជីវឧស្ម័នជីកំប៉ុស្តិ៍*. ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រ: ភ្នំពេញ កម្ពុជា៤. ជេស សុភី (២០០៦) *ការសិក្សាឥទ្ធិពលនៃការប្រើប្រាស់ទឹកសម្រាប់ជីវឧស្ម័នពីលាមកគោ និងជ្រូក* ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រ: ភ្នំពេញ កម្ពុជា

៥. ថន ស្រីនិច្ច (២០១៩) *អ្នកសារព័ត៌មានមណ្ឌលពព័ត៌មានស្ត្រី*.Retrievedfromwww.wmc.org.kh

៦. នូ មុត (២០១២) សិក្ខាសាលាស្តីពីការអនុវត្តកម្មវិធីឡជីវឧស្ម័ន និងការអភិរក្សហិរញ្ញប្ប ទានកា បូន. Retrieved from https://kohsantepheapdaily.com.kh

៧. មាគ៌ា ជលសា (២០១៨) *ឡជីវឧស្ម័ន* .Retivefrom. https://www.waterway.farm/%

៨. ម៉ិក ស្រីលីន (២០១៤) *វាយតម្លៃសក្តានុពលលាមកជ្រូកក្នុងការផលិតអគ្គិសនីសម្រាក កសិដ្ឋានជ្រូកក្នុងស្រុក កៀនស្វាយ ខេត្តកណ្តាល និង ស្រុក ឧដុង្គ ខេត្តកំពង់ស្ពឺ* ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រ: ភ្នំពេញ កម្ពុជា

៩. AgSTAR program (2003) “Around the World with Anaerobic Digestion”

១០. Anhradha. S et al. (2007). Kinetic Studies and Anaerobic Co-digestion of Vegetable Market Waste and Sewage Sludge. www.researchgate.net › publication › 227910999_Kinetic_Studies

១១. Asian Development Bank (1996) “Study on External Costs of Flare Gases using”

១២. Biogas Institute of Ministry of Agriculture (BIOMA), (2017). Training Course on Biogas and Circular Agriculture for Asian Countries. Ministry of Agriculture of the People’s Republic of China. 10/12-10/25, 2017. Chengdu. P. R China.

១៣. Breton, Mariam Frida Klarason, Fabio LaRoca, Placido Miguell, Sampaio Maranda Marieve Pouliot (2004) “Renewable Energy Systems” The Royal Veterinary and Agricultural Univerity of Denmark and Department of Agricultural Science.

១៤. FAO. (2016). Climate Change BadgeChallenge Change Second edition . www.fao.org

១៥. Geotechnical Instruments UK. (2016). BIOGAS 5000 Gas Analyser Operating Manual. www.geotechuk.com › site › wp-content › uploads › 2016/01 › BIOGAS

១៦. Gomez (2013) “Anaerobic digestion of livestock and vegetable processing waste”

១៧. Janya SANG ARON, ជោ គឹមហេង(២០១១). *មគ្គុទេសក៏សម្រាប់ជាជំនួយស្មារតីក្នុងការធ្វើសេចក្តីសម្រេចចិត្តជ្រើសរើសនិងអនុវត្តគម្រោងទាយយកប្រយោជន៍ពីសំណាក់សរីរាង្គនៅប្រទេសកម្ពុជា.* Institute for Global Environmental Strategies .

១៨. Johane Breton, Mariam Frida Klarason, Fabio La Roca, Placido Miguel, Sampaio Maranda, Mariev Poutiot(2002)" Renewable Enery Souree and Technologies no Farm Systems". The Royal Veterinary and Agriculture University of Deomark and Department of Agricultural Seience

១៩. Maneesiri (2017). Biogas Production from Wastewater and Microbiology by Anearobic Digestion for Pig farm. ERDI-CMU. Retrieved: June 20, 2018

២០. NBP(2018)*សិក្ខាសាលាពិគ្រោះយោបល់ស្តីអំពីការពាក់ព័ន្ធកម្មវិធីឡជីវឧស្ម័ន* Rrtrievedfrom nbp.org.kh › Publication

២១. Phouthanouthong Xaysombat (2018) "Promotion of the Efficient Use of Renewable Energiesin Developing Countries".

២២. shi, zh, dong, J, and Ma, w. (2012). Progress in Materials and Processes . យកមកវិញពី books.google.com.kh › books

២៣. Tadano (2003) “Boil-off gas recycle subsystem in natural gas liquefaction plants”

២៤. Steffen (2000) “Proceedings of the combustion institute”

២៥. Wheeler. P et al. (2000). International Energy Agency (IEA). យកមកវិញពី en.wikipedia.org ›wiki › International_Energy_Agency

២៦. World Bank (1988) Gunnerson C.G and Integrated Resourse Recovery-Anaerobie Digestion Principles and Practices for Biogas Sustem, Techical Papper NO.49

# ឧបសម្ព័ន្ធ

# ឧបសម្ព័ន្ធទី ១

តារាង៤.១. ការផលិតជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ

| បច្ច័យ | បរិមាណឧស្ម័ន | SE |
|---|---|---|
| ជ្រូក | ៤១៤ | ២៧ |
| គោ | ២៤៤ | ៩ |
| សំណល់ផ្ទះបាយ | ៥១៥ | ៣០ |
| SE | | |
| P-Value | > 0.001 | |
| CV | 29.11 | |

តារាង៤.២. គុណភាពមេតាន

| បច្ច័យ | គុណភាពCH4 | SE |
|---|---|---|
| ជ្រូក | ៥៦ | 0 |
| គោ | ៥៦ | 0 |
| សំណល់ផ្ទះបាយ | ៥២ | 0 |
| SE | | |
| P-Value | > 0.001 | |
| CV | 5.52 | |

តារាង៤.៣. គុណភាពឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$

| បច្ច័យ | គុណភាពCO2 | SE |
|---|---|---|
| ជ្រូក | ៤២ | ១១១ |
| គោ | ៤១ | ៦០ |
| សំណល់ផ្ទះបាយ | ៤៦ | ១៤ |
| SE | | |
| P-Value | 0.0063 | |
| CV | 14.25 | |

តារាង៤.៤.គុណភាពគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$

| បច្ច័យ | គុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ $H_2S$(ppm) | SE |
|---|---|---|
| លាមកជ្រូក | ៨០៣.១ | ១១០.៩ |
| លាមកគោ | ១៩៩៧.៩ | ៥៩.៧៩ |
| កាកសំណល់ផ្ទះបាយ | ៩៩៧.៣ | ១៤.១០៤ |
| CV | ៣៥.២១ | |
| P-Value | <0.00១ | |

# ឧបសម្ព័នទី ២

រូបភាពទី១ ការរើសកាកសំណល់ផ្ទះបាយ

រូបភាពទី២ ការដាក់លាយទ្បាយលាមក ចូលទ្ប

រូបភាពទី៣ ការរើសកាកសំណល់

រូមភាពទី៤ ការវាស់គុណភាពឧស្ម័ន

រូបភាពទី៥ ការចាក់លាមកចូលឡជីវឧស្ម័ន

រូបភាពទី៥ ការវាស់គុណភាពឧស្ម័ន

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

**សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម**

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

# ព្រឹត្តិបត្រព័ត៌មាន
# របស់និស្សិតត្រូវបានការពារសារណាបញ្ចប់ការសិក្សា
# នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម ជំនាន់ទី២៥

គោត្តនាម និងនាម : អ៊ន់ ពុធរ៉ាទី ជាអក្សរឡាតាំង OUN PUTHRATY
ថ្ងៃ ខែ ឆ្នាំកំណើត : ០៥ ឧសភា ១៩៩៩
ទីកន្លែងកំណើត : សង្កាត់ ផ្សារកណ្តាលទី២ ខណ្ឌ ដូនពេញ រាជធានីភ្នំពេញ
ស្ថានភាពរស់នៅ : នៅលីវ
ឪពុកឈ្មោះ : **អ៊ន់ ណារុធ** មុខរបរ ជាងទង
ម្តាយឈ្មោះ : **គង់ ម៉ារ៉ា** មុខរបរ មន្ត្រីក្រសួងធនធានទឹក
ទីលំនៅបច្ចុប្បន្ន : សង្កាត់ ពោធន៍សែនជ័យ ខណ្ឌ ដង្កោ រាជធានីភ្នំពេញ
ប្រធានបទ : ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុដើមទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតានក្នុងលក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ន នៅក្នុងសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
Topic : EFFECTS OF RAW MATERIAL ON METHANE PRODUCTION IN BIOGAS DIGESTER AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE
ចំនួនទំព័រ : ៤៦
អ្នកដឹកនាំ : លោក **សន ស៊ុយហ៊ាង**
អ្នកជួយការ : លោក **ហ៊ិន លីហួរ**
អ្នកជួយការ : លោក **មាន ចន្ទមករា**
កាលបរិច្ឆេទនៃការចងក្រងសារណាបទ : ថ្ងៃទី ០១ ខែ សីហា ឆ្នាំ២០១៩
កាលបរិច្ឆេទនៃការការពារសារណាបទ : ថ្ងៃទី ២៨ ខែ កញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩
ទំនាក់ទំនាក់តាមទូរស័ព្ទ : (+៨៥៥)១៥៥៩៥៨៤៥

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ១៤ ខែ តុលាឆ្នាំ២០២០
ហត្ថលេខា

**អ៊ន់ ពុធរ៉ាទី**

**មូលវិចារ**

លើកគម្រោងយកបរិញ្ញាបត្ររបស់និស្សិត

នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

| | | |
|---|---|---|
| គោត្តនាម និងនាម | : | **អ៊ិន ពុធរ៉ាទី** |
| ប្រធានបទ | : | **ឥទ្ធិពលនៃវត្ថុធាតុដើមទៅលើការផលិតឧស្ម័នមេតានក្នុង លក្ខខណ្ឌឡជីវឧស្ម័ននៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម** |
| Topic | : | EFFECTS OF RAW MATERIAL ON METHANE PRODUCTION IN BIOGAS DIGESTER AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE |

ក្នុងកំឡុងពេលនៃការសិក្សាស្រាវជ្រាវ ការអនុវត្តន៍ពិសោធន៍ផលិត និស្សិតរូបនេះបានព្យាយាមអស់ពីសមត្ថភាព ដើម្បីឱ្យការងារផលិតមានលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រ បច្ចេកទេសល្អ រាល់ទិន្នន័យដែលទទួលបានទាំងស្រុងនេះត្រូវបានវិភាគ និងវាយតំលៃពីសំណាក់ ជំនួយការ អ្នកដឹកនាំ និងមានសារសំខាន់ដល់សង្គមវិទ្យាសាស្ត្រ និងសេដ្ឋកិច្ច។ ដូចនេះនិស្សិត អ៊ិន ពុធរ៉ាទី មានសមត្ថភាពគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការការពារបញ្ចប់សារណានេះបាន។

ភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ១៤ ខែ តុលា ឆ្នាំ ២០២០

អ្នកដឹកនាំគំរោងយកបរិញ្ញាបត្រ

**សន ស៊ុយហ៊ាង**

គម្រោងយកសញ្ញាបត្រនេះមានលក្ខណៈស្របទៅតាម

គោលការណ៍ចាំបាច់ ហើយអនុញ្ញាតអោយឡើងការពារ

**ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម**

**ឡោ លីតួ**