សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

ឈត់ ធៀងពុធាវី

CHHORTH CHHIENGPUTHEAVY

ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្វ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

COMPARISON OF TWO DESULFURIZING METHODS FOR BIOGAS PRODUCTION AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ ជំនាន់ទី ២៥

(២០១៦-២០២០)

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា

រាជធានីភ្នំពេញ, ខែ តុលា ឆ្នាំ២០២០

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

សារណាបទ

THESIS

ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

COMPARISON OF TWO DESULFURIZING METHODS FOR BIOGAS PRODUCTION AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

ឈត់ ធៀងពុធាវី

CHHORTH CHHIENGPUTHEAVY

សារណាបទថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ ជំនាន់ទី ២៥

រាជធានីភ្នំពេញ, ខែ តុលា ឆ្នាំ ២០២០

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ
សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
មហាវិទ្យាល័យ វិស្វកម្មកសិកម្ម

ឈត់ ធៀងពុធាវី
CHHORTH CHHIENGPUTHEAVY

ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

COMPARISON OF TWO DESULFURIZING METHODS FOR BIOGAS PRODUCTION AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

សមាសភាពគណៈមេប្រយោគ

ប្រធានគណៈមេប្រយោគ	៖	**សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត ង៉ោ ម៉ុនថាន**
អ្នកដឹកនាំ	៖	**លោក ហ៊ុន លីហ្ស**
ជំនួយការ	៖	**លោក ម៉ុច សុខុម**
	៖	**លោក ហាន ចន្ធមករា**

ជំនាន់ទី ២៥
(២០១៦ – ២០២០)

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា
រាជធានីភ្នំពេញ, ខែ តុលា ឆ្នាំ ២០២០

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

សារណាបទ

THESIS

ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

COMPARISON OF TWO DESULFURIZING METHODS FOR BIOGAS PRODUCTION AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

គណៈកម្មការសារណាបទ

អ្នកដឹកនាំ	៖	**លោក ហ៊ុន លីហ្ហរ**	.....
ជំនួយការ	៖	**លោក ម៉ុច សុខុម**	.....
	៖	**លោក មាន ចន្ធមករា**	.....
ព្រឹទ្ធបុរស	៖	**លោក ឡោ លីតូ**	.....

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

សាកលវិទ្យាធិការ

ការធានាអះអាងលើសារណាបទ

នាងខ្ញុំឈ្មោះ ឈត់ ធៀងពុធាវី សូមធានាអះអាងថា រាល់ទិន្នន័យ ខ្លឹមសារ និងលទ្ធផលស្រាវជ្រាវនៅក្នុងស្នាដៃសារណាបទនេះ ពិតជាមានលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រថ្មីមួយ ដែលមិនមែនជាស្នាដៃរបស់អ្នកដទៃ ហើយក៏មិនត្រូវបានគេចោះពុម្ពផ្សព្វផ្សាយ ឬ បង្ហាញទៀយ។

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ២៧ ខែ កក្កដា ឆ្នាំ២០២០

ហត្ថលេខា

ឈត់ ធៀងពុធាវី

សេចក្ដីថ្លែងអំណរព្រះគុណ

ខ្ញុំម្ចាស់ **ឈត់ ធ្ងៀងពុធាវី**

សូមក្រាបថ្វាយបង្គំ
ព្រះករុណាព្រះបាទសម្តេចព្រះបរមនាថ ព្រះនរោត្តម សីហមុនី
ព្រះមហាក្សត្រនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

សូមថ្លែងអំណរព្រះការុណាទិគុណ សម្តេចជាអម្ចាស់ជីវិតតម្កល់លើត្បូង ដែលបានបំពេញព្រះរាជបេសកកម្មបង្រួបបង្រួមជាតិ ប្រទានសន្តិភាពដល់ប្រទេសជាតិ កូនចៅ ជាពិសេសប្រទានឱកាសដល់កូនចៅ និងខ្ញុំម្ចាស់បានសិក្សារហូតបានសម្រេចជោគជ័យ។ ខ្ញុំម្ចាស់សូមថ្វាយព្រះពរ សូមព្រះអង្គទ្រង់ប្រកបដោយព្រះរាជសុខភាពបរិបូរណ៍ ព្រះបញ្ញាញាណឈ្លាសវៃ ព្រះកាយពលមាំមួន ព្រះជន្មាយុយឺនយូរជាងរយព្រះវស្សា ដើម្បីគង់ជាម្លប់ដ៏ត្រជាក់ត្រជុំសម្រាប់ប្រជានុរាស្ត្រទូទាំងព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតជូនចំពោះ

- ថ្នាក់ដឹកនាំរាជរដ្ឋាភិបាល នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
- ថ្នាក់ដឹកនាំក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ
- សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ដែលបានអនុញ្ញាត និងផ្តល់លទ្ធភាពដល់នាងខ្ញុំ បានរៀនក្របជញ្ជក់នូវចំណេះដឹងផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រទាំងឡាយ ព្រមទាំងបង្កលក្ខណៈងាយស្រួលក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវនិងផ្តល់នូវឯកសារស្រាវជ្រាវវិទ្យាសាស្ត្រក្នុង រយៈពេលកំពុងធ្វើកម្មសិក្សារហូតទទួលបាននូវភាពជោគជ័យជាស្ថាពរ។

សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះ

- ឯកឧត្តម **ភេង សាខុន** រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួង កសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ
- សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **ង៉ោ ប៊ុនថាន** សាកលវិទ្យាធិការ នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **សុក គន្ធី** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **សេង មុំ** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- លោក **អ៊ីង រតនា** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- លោកស្រី **ហេង ប៊ុនណេត** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- បណ្ឌិត **អុក សាវិន** សាកលវិទ្យាធិការរងនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- សាស្ត្រាចារ្យរងបណ្ឌិត **ហួន ថាវរៈ** សាកលវិទ្យាធិការរង នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- លោក **ឡោ លីតូ** ព្រឹទ្ធបុរសនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម
- លោកស្រី **ឌុន ឌ៉ារី** ព្រឹទ្ធបុរសរងនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម
- លោក **ស្ងួស ចំណាន** ព្រឹទ្ធបុរសរងនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម
- បណ្ឌិត **ផេង ឌីណា** ព្រឹទ្ធបុរសរងនៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិម្ម

– លោក និងលោកស្រីសាស្ត្រាចារ្យ នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

ដែលបានបង្កនូវលក្ខណៈងាយស្រួលដល់ការសិក្សា ជួយបង្ហាត់បង្រៀន ពន្យល់ណែនាំអស់ពីសមត្ថភាព និងជួយដាស់តឿនអប់រំគ្រប់បែបយ៉ាងក្នុងពេលសិក្សាកន្លងមក ។

សូមផ្តែចអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅជូនចំពោះ

– លោក **ហ៊ុន លីហ្ស** អ្នកដឹកនាំ
– លោក **ម៉ិច សុខុម** ជំនួយការ
– លោក **ហាន ចន្ធមករា** ជំនួយការ

ដែលបានជួយពិនិត្យ ពន្យល់ណែនាំ ចង្អុលបង្ហាញផ្លូវក្នុងការធ្វើសារណាបទនេះប្រព្រឹត្តិទៅដល់ទីបញ្ចប់ ប្រកបដោយជោគជ័យ ពោរពេញដោយអត្ថន័យ និងខ្លឹមសារ ។

សូមផ្តែចអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅជូនចំពោះ

- លោកឪពុក **ឈត់ ឆៀង**
– អ្នកម្តាយ **សំ សាវ៉ាង**
– ប្អូនស្រី **ឈត់ ឆៀងពុធីតារ៉**
– ប្អូនប្រុស **ឈត់ ឆៀងវិណាន**

ដែលលោកទាំងពីរបានផ្តល់កំណើត និងជួយចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សា ផ្គត់ផ្គង់ ទំនុកបម្រុងអស់ពីកម្លាំងកាយចិត្ត និងសម្ភារគ្រប់យ៉ាង។ ផ្តល់ការអប់រំទូន្មានប្រៀនប្រដៅ ដោយផ្តល់នូវដំបូន្មានល្អៗ ប្រកបដោយ ព្រហ្មវិហាធម៌គ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីជួយជំរុញដំណើរការសិក្សារបស់ខ្ញុំប្រព្រឹត្តទៅបានល្អប្រសើរ និងទីបំផុតនាងខ្ញុំបានបញ្ចប់ ការសិក្សា ប្រកបដោយជោគជ័យជាស្ថាពរ។ ព្រមទាំងបងប្អូនទាំងអស់ និងមិត្តភ័ក្ត្ររួមមហាវិទ្យាល័យដែលបានជួយជ្រោមជ្រែង អប់រំប្រៀនប្រដៅដាស់តឿន និងផ្តល់ជាកម្លាំងចិត្តដល់រូបខ្ញុំ រហូតដល់នាងខ្ញុំបញ្ចប់ការសិក្សានៅ មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម ដូចបំណង។

សូមផ្តែចអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតជូនចំពោះ

- មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា (BTIC)

សូមអរគុណដល់ BTIC ដែលបានជួយជាថវិកា ក្នុងការពិសោធន៍សារណាបញ្ចប់ការសិក្សាតាំងពីដើម រហូតដល់ចប់។

សូមផ្តែចអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតជូនចំពោះ

- លោក **ម៉ែន ណារី**
- លោក **ហេង ឌីណែ**
- កញ្ញា **ស៊ីយ យុងអ៊ី**
- កញ្ញា **អ៊ីន ពុធរ៉ាធី**
- លោក **ម៉ង់ រដ្ឋា**

មិត្តសម្លាញ់ទាំងអស់ដែលបានស្គាល់ និងសិក្សារួមគ្នាដែលបានរួមចំណែកជួយ ក្នុងការសរសេរសារណារ បញ្ចប់ការសិក្សា នេះហើយបានបង្កើតបរិយាកាសសប្បាយរីករាយទាំងនៅក្នុងថ្នាក់ និងក្រៅថ្នាក់ដែលជួយជំរុញឲ្យ ការសិក្សាប្រកបដោយភាពរីករាយនិងរីកចម្រើនទៅមុខ។

សង្ខេបសារណាបទ

ប្រភពធនធានធម្មជាតិកកើតឡើងវិញ គឺជាប្រភពធនធានដែលមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ដូចជា ជីវឧស្ម័ន ថាមពលអគ្គីសនី ថាមពលព្រះអាទិត្យជាដើម។ ជីវឧស្ម័ន មានដូចជាសមាសធាតុឧស្ម័នដូចជា មេតាន (CH_4) និង កាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) និងឧស្ម័នបន្ទប់បន្សុំផ្សេងៗទៀតដូចជា អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ (H_2S), អាម៉ូញ៉ាក់ (NH_3), អ៊ីដ្រូសែន (H_2), នីត្រូសែន(N_2), កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO), ចំហាយទឹក ,កាបូបនីត្រាតឆ្អែត ,dust particle, siloxane, និងឧស្ម័នអុកស៊ីសែន (O_2) ដែលឧស្ម័នទាំងនេះអាចប្រើប្រាស់ជាថាមពលអគ្គីសនី និងជាហ្គាសធម្មជាតិ ដែលអាចជួយសម្រួលដល់ជីវភាពសេដ្ឋកិច្ចរបស់ប្រជាកសិករ និងអ្នកប្រើប្រាស់។ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ គឺជាឧស្ម័នដែលគ្មានពណ៌និងងាយឆេះនិងមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងដល់អ្នកប្រើប្រាស់និងគ្រឿងយន្តជាដើម។ យ៉ាងណាមិញដោយសារខ្វះបច្ចេកទេស និងអ្នកជំនាញខាងបច្ចេកទេសនៅក្នុងស្រុក ពុំទាន់មានការលើការវាយតម្លៃពីលទ្ធភាព និងសមត្ថភាពនៃការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ ចេញពីជីវឧស្ម័ននៅឡើយទេ។

ការសិក្សានេះគឺ ធ្វើឡើងក្នុងគោលបំណងសំខាន់ៗចំនួនពីរគឺ (១) កំណត់ឥទ្ធិពលនៃវិធីសាស្ត្របញ្ចូលខ្យល់ វិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយសារធាតុដែកអុកស៊ីត ក្នុងកម្រិតខុសៗគ្នាលើប្រព្រឹត្តិកម្មចម្រោះអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ និង(២) បង្កើនគុណភាពមេតាន អុកស៊ីសែន ក្នុងជីវឧស្ម័នដោយប្រព្រឹត្តកម្មអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហខុសគ្នា។ ការសិក្សាផ្តោតទៅលើការចម្រោះអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ ដែលផលិតចេញពីវត្ថុធាតុដើម លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ តាមវិធីសាស្ត្រចំនួន ២ប្រភេទគឺ ការចម្រោះដោយប្រើប្រាស់សារធាតុ ដែកអុកស៊ីត និងការចម្រោះដោយការបញ្ចូលខ្យល់ ។ យោងតាមការពិសោធន៍បានបង្ហាញថា កាលណាប្រើប្រាស់កម្រិតខ្យល់បញ្ចូលកាន់តែច្រើននោះគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហក៏កាន់ធ្លាក់ចុះផងដែរ។ ចំពោះកម្រិតខ្យល់ដែលបន្សុទ្ធឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ បានល្អជាងគេដោយ ប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូក គឺនៅកម្រិតខ្យល់ ៦% មាន H_2S ស្មើរនិង ២៧១ ppm។ ចំណែកឯការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយមាន H_2S ៣៥១ppm នៅកម្រិតខ្យល់ ៤%។ ចំពោះវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូក ដោយធ្វើការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតក្នុងបរិមាណ ១គីឡូក្រាម មានគុណភាពជាមធ្យម ៦៣% និងវត្ថុធាតុដើមជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានគុណភាពជាមធ្យម ៥៧% ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតបរិមាណ ១គីឡូក្រាម។

សរុបសេចក្តីមកយើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា វិធីសាស្ត្របាញ់ខ្យល់ដើម្បីបន្សុទ្ធឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហមានប្រសិទ្ធភាពល្អជាងការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត។ លើសពីនេះទៅទៀតវិធីសាស្ត្រចម្រោះជីវឧស្ម័នដោយដែកអុកស៊ីត ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នមេតានល្អជាងគេ។

ABSTRACT

A renewable resource is very important natural resources such as biogas, bio-mass and solar energy. Biogas consists of the compositions like Methane (CH_4), Carbon dioxide (CO_2) Hydrogen sulfide (H_2S), Ammonia (NH_3), Hydrogen (H_2), Nitrogen (N_2), Carbon monoxide (CO), and vapor. Water, saturated nitrate, dust particle, siloxane, and oxygen (O_2), which mainly can be generated to electricity energy and natural a gas for cooking. Hydrogen sulfide is a colorless, flammable and extremely hazardous gas. However, due to the lack of technology and local technical experts, there is no assessment about the reduction procedure of Hydrogen Sulfide yet.

This study aims to: (1) to determine the efficiency of air injection method and furious pellets in different levels of Hydrogen Sulfide. (2) To improve the quality of Methane Oxygen contents in biogas treatment. This experiment was carried on two different desulfurizing methods: Iron oxide filtration (ferrous pellets) and air injection on biogas produced pig manure and kitchen waste. According to the experiment, the higher the intake air level, the lower the hydrogen sulfide gas quality. The best air purification level of H_2S removal from pig manure is 6% air level by 271 ppm of hydrogen sulfide which has less amount of H_2S than biogas desulfurization from kitchen waste at 4% of air level has 351ppm of hydrogen sulfide. However, desulfurization by using Iron oxide filtration method in biogas production from pig manure was filtered with 1 kg of iron oxide by 63% of average methane quality is the good Methane content and 57% of average methane quality in biogas production from kitchen wasted, filtered with 1 kg of iron oxide.

In conclusion, the air injection method is more effective than iron oxide filtration. Yet, the iron oxide filtration method obtains good amount of Methane content which is useful for biogas generation.

បញ្ជីមាតិកា

សេចក្តីថ្លែងអំណរព្រះគុណ.....i

សង្ខេបសារណាបទ.....ii

បញ្ជីមាតិកា.....iv

បញ្ជីពាក្យសរសេរកាត់.....ix

ជំពូក១ សេចក្តីផ្តើម

១.១ លក្ខណៈទូទៅ.....១

១.២ មូលហេតុនៃការសិក្សា.....២

១.៣ គោលបំណងនៃការសិក្សា.....២

១.៤ ទំហំនៃការសិក្សា.....២

ជំពូក ២ សំយោគឯកសារ

២.១ លក្ខណៈទូទៅរបស់ជីវឧស្ម័ន.....៣

២.២ ប្រវត្តិសង្ខេបពីឡជីវឧស្ម័ន.....៤

២.២.១ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន.....៥

២.៣ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន.....៦

២.៣.១ ការប្រើចង្ក្រានឧស្ម័នសំរាប់ការចំអិនអាហារ.....៦

២.៣.២ ការប្រើប្រាស់អំពូលសំរាប់បំភ្លឺ.....៦

២.៤ វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម.....៧

២.៤.១ កាកសំណល់រុក្ខជាតិ (ដំណាំ).....៧

២.៤.២ ដំណាំថាមពល.....៨

២.៤.៣ លាមកសត្វ.....៨

២.៥ សំណល់សរីរាង្គ.....១១

២.៦.១ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួមកលើមនុស្ស.....១២

២.៦.២ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួមកលើគ្រឿងម៉ាស៊ីន ១២

ជំពូក ៣ វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

៣.១ ការជ្រើសរើសតំបន់សិក្សា ១៣

៣.២ សម្ភារៈសម្រាប់ប្រើប្រាស់ពិសោធន៍ និងផលិត ១៤

៣.២.១ លក្ខណៈទូទៅរបស់ឧបករណ៍វាស់ជីវៈឧស្ម័ន ១៤

៣.៣ វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ ១៦

៣.៣.១ ការកំណត់បច្ច័យពិសោធន៍ ១៦

៣.៣.២ ប្លង់ពិសោធន៍ ១៧

៣.៣.៣ ការពិសោធន៍ចម្រោះ H2S ដោយសារធាតុដែកអុកស៊ីត ១៧

៣.៣.៤ ការពិសោធន៍ចម្រោះ H2S ដោយបញ្ចូលខ្យល់ ១៨

៣.៣.៥ ប្រតិកម្មសារធាតុ ដែកអុកស៊ីត ជាមួយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួ ១៨

៣.៣.៦ ប្រតិកម្មអុកស៊ីសែនជាមួយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួ ១៩

៣.៤ វិធីសាស្ត្រប្រមូលទិន្នន័យ ២០

៣.៤.១ ទិន្នន័យចម្បង ២០

៣.៤.២ ទិន្នន័យបន្ទាប់បន្សំ ២០

៣.៤.៣ ការវិភាគទិន្នន័យ ២០

ជំពូក ៤ លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

៤.១ លទ្ធផល និងការពិភាក្សា ២១

៤.១.១ បរិមាណជីវឧស្ម័ន ២១

៤.១.២ គុណភាពឧស្ម័នមេតាន ២៣

៤.១.៣ គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួ ២៥

៤.១.៤ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ២៧

៤.១.៥ គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ២៩

៤.១.៦ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ៣១

៤.១.៧ ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ៣៣

៤.១.៨ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក និងបរិមាណជីវឧស្ម័ន ៣៤

៤.១.៩ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពមេតាន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ៣៥

៤.២ ការពិភាក្សា ៣៧

៤.២.១ ការពិភាក្សាវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយបាញ់ខ្យល់ ៣៨

៤.២.២ ការពិភាក្សាវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ៣៩

ជំពូក ៥ សន្និដ្ឋាន និងសំណូមពរ

៥.១ សន្និដ្ឋាន ៤១

៥.២ សណ្ដូមពរ ៤២

បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

ឧបសម្ព័ន្ធ

ព្រឹត្តិបត្រព័ត៌មាននិស្សិត

បញ្ជីវិចិត្ររូប

ល.រ លេខលំដាប់ ចំណងជើង ទំព័រ

រូបភាព

០១ រូបភាពទី ៣.១ ផែនទីសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្មដែលជាទីតាំងសិក្សាស្រាវជ្រាវ..... ១៣

០២ រូបភាពទី ៣.២ ឧបករណ៍វាស់វែងគុណភាពជីវឧស្ម័ន ១៥

០៣ រូបភាពទី ៣.៣ រូបភាពឡសំរាប់ការពិសោធន៍ ១៧

០៤ រូបភាពទី ៣.៤ រូបភាពការបញ្ចូលខ្យល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន.....១៩

តារាង

០៥ តារាងទី ២.១ សមាសធាតុផ្សំនៅក្នុងជីវឧស្ម័ន.....៣

០៦ តារាងទី ២.២ ការប៉ាន់ស្មានអត្រាដំណាំ សំណល់ និងទិន្នផលសេដ្ឋកិច្ចនៃដំណាំសំខាន់ៗក្នុងប្រទេសចិន៧

០៧ តារាងទី ២.៣ ម៉ាសស្ងួតនៃប្រភេទដំណាំផ្សេងៗគ្នា ៨

០៨ តារាងទី ២.៤ ការបញ្ចេញលាមករបស់សត្វពាហនៈខុសៗគ្នា..... ៩

០៩ តារាងទី ២.៥ ចំនួនមេតាន និងឧស្ម័ន ដែលបានផលិតចេញពីលាមកសត្វមនុស្ស និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ១០

១០ តារាងទី ២.៦ សំណល់ទីក្រុង សារធាតុកែច្នៃ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ.....១១

១១ តារាងទី ៣.១ ការបែងចែកបច្ច័យសំរាប់ពិសោធន៍ ១៦

១២ តារាងទី ៤.១ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយការបាញ់ខ្យល់២៧

១៣ តារាងទី ៤.២ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ២៨

១៤ តារាងទី ៤.៣ គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយការបាញ់ខ្យល់ ២៩

១៥ តារាងទី ៤.៤ គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ៣០

ក្រាហ្វិក

១៦ ក្រាហ្វិក ៤.១ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទដោយប្រើការបញ្ចូលខ្យល់..... ២១

១៧ ក្រាហ្វិក ៤.២ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត ២២

១៨ ក្រាហ្វិក ៤.៣ គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយការបញ្ចូលខ្យល់ ២៣

១៩ ក្រាហ្វិក ៤.៤ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត ... ២៤

២០ ក្រាហ្វិក ៤.៥ គុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួផលិតពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទក្រោយចម្រោះដោយ បាញ់ខ្យល់២៥

២១ ក្រាហ្វិក ៤.៦ បរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួផលិតពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ក្រោយដោយដៃកអុកស៊ីត ... ២៦

២២ ក្រាហ្វិក ៤.៧ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពមេតាន នឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្យល់ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត..... ៣១

២៣ ក្រាហ្វិក ៤.៨ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពមេតាននឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្យល់ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត... ៣២

២៤ ក្រាហ្វិក ៤.៩ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួ និងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្យល់ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត ៣៣

២៥ ក្រាហ្វិក៤.១០ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួ នឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ចម្រោះដោយខ្យល់ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត..... ៣៣

២៦ ក្រាហ្វិក ៤.១១ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងឧស្ម័នកាបូនិកផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្យល់ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត ៣៤

២៧ ក្រាហ្វិក៤.១២ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងឧស្ម័នកាបូនិក ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីកាកសំណល់ ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្យល់ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត ៣៥

២៨ ក្រាហ្វិក ៤.១៣ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពឧស្ម័នមេតាន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទួ ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្យល់ និងករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត ៣៦

២៩ ក្រាហ្វិក ៤.១៤ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពឧស្ម័នមេតាន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ផលិតប្រចាំថ្ងៃករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្សល់ និងករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ៣៦

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	៖	ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ
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
សេចក្តីផ្តើម

១.១ លក្ខណៈទូទៅ

ប្រទេសកម្ពុជាជាប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍនូវគ្រប់វិស័យ។ ដែលក្នុងនោះវិស័យកសិកម្មក៏នឹងកំពុងតែមានការរីកចម្រើនផងដែរ។ ការចិញ្ចឹមសត្វជាផ្នែកមួយដែលមានការកកើតច្រើនក្នុងទម្រង់ជា កសិដ្ឋានខ្នាតធំ និង កសិដ្ឋានខ្នាតតូច ឬលក្ខណៈគ្រួសារជាដើម។ ក្នុងនោះផងដែរអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រក៏បានរកឃើញនូវបច្ចេកវិទ្យាមួយទៀតដែលគេអាចប្រើប្រាស់នូវកាកសំណល់កសិកម្ម ទាញយកប្រភពធនធានធម្មជាតិកកើតឡើងវិញនៅក្នុងនោះគេទាញយកសារធាតុឧស្ម័នមកប្រើប្រាស់នៅ ក្នុងការដុតកម្តៅដែលឧស្ម័ននោះហៅថា ជីវៈឧស្ម័ន ។ គេអាចប្រើប្រាស់នូវកាកសំណល់លាមកសត្វ កាកសំណល់ផ្ទះបាយ និងកាកសំណល់កសិកម្មជាដើម (ជេស សុកី, ២០០៦)។ ឡជីវឧស្ម័នមានអត្ថប្រយោជន៍ជាច្រើនដល់បរិស្ថាន និងអ្នកប្រើប្រាស់។ ជីវឧស្ម័នដែលកកើតចេញពីការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នមានដូចជា មេតាន (CH_4) ៦០% និង កាបូននិក (CO_2) ៤០% (Anhuradha .S et al., 2007)។ ដែលឧស្ម័នទាំងនេះអាចប្រើប្រាស់ជាថាមពលអគ្គីសនី និងជាហ្គាសធម្មជាតិ ដែលអាចជួយសម្រួលដល់ជីវភាពសេដ្ឋកិច្ចរបស់ប្រជាកសិករផងដែរ។ ក្រៅពីនេះមានជីវឧស្ម័នបានបង្កើតជាផលិតផលបន្ទប់បន្សំផ្សេងៗទៀតដូចជា អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម ($H2S$), អាមូញ៉ាក់ (NH_3), អ៊ីដ្រូសែន (H_2), នីដ្រូសែន (N_2), កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO), ចំហាយទឹកកាបូបនីត្រាត , ,ផ្អែកdust particle, siloxane, និងឧស្ម័នអុកស៊ីសែន O_2 (Pat Wheeler et al., 2000)។ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម គឺជាឧស្ម័នដែលគ្មានពណ៌និងងាយឆេះនិងមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងហើយវាមានក្លិនដូចទៅនឹង ស៊ុតរលួយ ។ ឧស្ម័ននេះ ត្រូវបានផលិតដោយការបំបែករបស់បាក់តេរី នៃសមាសធាតុសរីរាង្គនិងកាកសំណល់ដែលបានពីមនុស្សនិងសត្ว ។ កម្រិតនៃឧស្ម័ន អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម គឺពិតជាមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងណាស់ ដែលវាមានផលប៉ះពាល់ទៅលើសុខភាព បរិយាកាសក៏ដូចជាមានការប៉ះពាល់ដល់ការប្រើប្រាស់គ្រឿងម៉ាស៊ីនផងដែរ (Cong Xiao et al., 2017)។ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្មអាចប៉ះពាល់លើការប្រើប្រាស់ អុកស៊ីសែន និងប្រព័ន្ធសរសៃប្រសាទកណ្តាល របស់មនុស្សបាន។ ផលប៉ះពាល់សុខភាពរបស់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម អាស្រ័យលើនៅលើកម្រិតនិងរយៈពេលនៃការប៉ះពាល់របស់វា។ កំហាប់ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម ទាបធ្វើឱ្យមានការក្រហាយភ្នែក ច្រមុះ បំពង់ក និងប្រព័ន្ធដង្ហើម .ឧ) ហូរទឹកភ្នែក ក្អក ពិបាកដកដង្ហើម ដង្ហើមខ្លី។ ការប៉ះពាល់ដោយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម ជាច្រើនសារអាចបណ្តាលឱ្យរលាកភ្នែក ឈឺក្បាល អស់កម្លាំង មានអារម្មណ៍មិនល្អ គេងមិនលក់ មានការរំខានដល់ការរំលាយអាហារ និងស្រេកទំងន់។ ការប៉ះពាល់កម្រិតមធ្យមអាចបណ្តាលឱ្យរលាកភ្នែកនិងរលាកដង្ហើមធ្ងន់ធ្ងរ ក្អក ពិបាកដកដង្ហើម មានសារធាតុរាវក្នុងសួត ឈឺក្បាល វិលមុខ និង ក្ពតចង្អោ (Hydrogen Sulfide H_2S, 2005) ។ ដោយមើលឃើញនៅគុណវិបត្តិរបស់ឧស្ម័ននេះមកលើជីវិតមនុស្សនិងសត្ว នៅប្រទេសអភិវឌ្ឍជាច្រើនបានស្រាវជ្រាវឃើញនៅបច្ចេកវិទ្យានៃការកាត់បន្ថយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម គឺពាក់ព័ន្ធនឹងបច្ចេកទេសជាដូចជា ការស្រូបយក ដំណើរការបំភាយ និងភ្នាស (Membrane)។ បច្ចេកវិទ្យា Activated Carbon និង Membrane ត្រូវបានសិក្សាដោយអ្នកស្រាវជ្រាវជាច្រើនហើយវិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានគេរកឃើញថាជាវិធីសាស្ត្រដែល ទទួលបានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការដកចេញឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម បើប្រៀបធៀបជាមួយបច្ចេកទេសដ៏ទៃទៀត (Mohd Shahbudin Masdar et al., 2016)។ ទន្ទឹមនឹងនេះប្រទេសកម្ពុជាក៏កំពុងតែធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវដោយប្រើប្រាស់នៅបច្ចេកទេសដូចជា ការប្រើប្រាស់ដែកអុកស៊ីត និងការបញ្ចូលខ្យល់ទៅក្នុងការជីវឧស្ម័នដើម្បីកាត់បន្ថយកំរិតឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម។ ដើម្បីសិក្សាអោយស៊ីជម្រៅទៅលើសមត្ថភាពកាត់បន្ថយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ម ក្នុងនាមជានិស្សិតវិស្វកម្មកសិកម្ម នឹង

ធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវទៅលើប្រធានបទមួយស្តីអំពី ៖ ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម។

១.២ មូលហេតុនៃការសិក្សា

ដោយសង្កេតឃើញថាការប្រើប្រាស់ ជីវឧស្ម័ននៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាកំពុងមានការកើនឡើងច្រើនគួរអោយកត់សម្គាល់ ប៉ុន្តែជីវឧស្ម័នដែលកំពុងប្រើប្រាស់នោះ ពុំទាន់មានសុវត្ថិភាពចំពោះ អ្នកប្រើប្រាស់និង បរិស្ថាននៅឡើយទេ។ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែលមាននៅក្នុងជីវឧស្ម័នអាចបណ្តាលអោយមាន ការបំពុលដល់ បរិស្ថាន ក៏ដូចជាធ្វើអោយប៉ះពាល់ដល់សុខភាពរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ ដោយសារខ្វះបច្ចេកទេស និងអ្នកជំនាញខាងបច្ចេកទេសនៅក្នុងស្រុក ដែលធ្វើការលើការវាយតម្លៃពីលទ្ធភាព និងសមត្ថភាពនៃការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ចេញពីជីវឧស្ម័ននៅឡើយនោះ ដូច្នេះហើយទើបបានជាខ្ញុំធ្វើការសិក្សាលើប្រធានបទមួយដែលស្តីអំពី **"ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម"** មកធ្វើការសិក្សា។

១.៣ គោលបំណងនៃការសិក្សា

ការសិក្សាពិសោធន៍នេះគឺ ធ្វើឡើងក្នុងគោលបំណងសំខាន់ៗ ពីរដូចខាងក្រោម៖

- កំណត់ឥទ្ធិពលនៃវិធីសាស្ត្របញ្ចូលខ្យល់ និងវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយសារធាតុដែកអុកស៊ីត ក្នុងកម្រិតខុសៗគ្នាលើប្រព្រឹត្តិកម្មចម្រោះអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ
- បង្កើនគុណភាពមេតាន និង អុកស៊ីសែន ក្នុងជីវឧស្ម័នដោយប្រព្រឹត្តកម្មអ៊ីដ្រូសែនសួលផ្ទខុសគ្នា

១.៤ ទំហំនៃការសិក្សា

ការសិក្សាផ្តោតទៅលើការចម្រោះអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទរ ដែលជាឧស្ម័នមួយក្នុងចំណោមឧស្ម័នផ្សេងទៀតដែលបានពីការផលិតឧស្ម័ន តាមវិធីសាស្ត្រចំនួន ២ប្រភេទគឺ ការចម្រោះដោយប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីត និងការចម្រោះដោយការបញ្ចូលខ្យល់។ ចំពោះឡជីវឧស្ម័នដែលនឹងត្រូវធ្វើការពិសោធន៍នោះគឺជាប្រភេទ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទបណ្តែតទឹក (Floating Drum Digester) ចំនួន២ឡ ដោយប្រើប្រាស់ លាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម្បីផលិតហ្គាស។ ពេលវេលាក្នុងការសិក្សាគឺធ្វើឡើងនៅរដូវប្រាំងរយៈពេល ៦ខែ ចាប់ពីខែកុម្ភៈ ឆ្នាំ២០២០ ដល់ខែ សីហា ឆ្នាំ២០២០ ដោយគិតចាប់ពីពេលពិសោធន៍ រហូតដល់ថ្ងៃរៀបចំចងក្រងសារណាបទចប់រួចរាល់។

ជំពូក ២

សំយោគឯកសារ

ជំពូក ២
សំយោគឯកសារ

២.១ លក្ខណៈទូទៅរបស់ជីវឧស្ម័ន

ឡជីវឧស្ម័នបានដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់លើគ្រប់វិស័យ ក្នុងការអភិវឌ្ឍន៍ជីវភាព ការពារបរិស្ថាន សុខភាពនិងបង្កើតផលិតផលកសិកម្ម។ សមាសធាតុសម្រាប់ផលិតជាជីវឧស្ម័ន គេអាចរកបានពីធនធានដែលមានស្រាប់និងងាយស្រួលរក ដូចជា លាមកមនុស្ស គោ មាន់ ជ្រូក ទា កាកសំណល់ផ្ទះបាយ កាកសំណល់ចំនៃ ផ្លែឈើ មើមឈើ។ ម្យ៉ាងវិញទៀតឡជីវឧស្ម័នមានអត្ថប្រយោជន៍សំរាប់កសិករក៏ដូចជាស្ត្រីមេផ្ទះដែលពួកគាត់មិនពិបាកទៅរកអូសឆ្ងាយ និងអាចចំណេញពេលវេលាច្រើនរួមទាំងថវិការផងដែរ (ថន ស្រីនិច្ច, ២០១៩) ។ ជាពិសេសឡជីវឧស្ម័ននេះបានជួយលើកកម្ពស់ផលិតភាពកសិកម្មដោយការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (ហ្គាស) សំរាប់ប្រើចំអិនអាហារនៅក្នុងផ្ទះ ឯចំណែក ជីកាកសំណល់ដែលជាល្បាយហូរ ចេញពីឡជីវឧស្ម័ន គេក៏អាចយកធ្វើជា ជីធម្មជាតិ ថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតបានផងដែរ (កង រ៉ារី, ២០១៩)។

ជីវឧស្ម័នជាប្រភពថាមពលដែលកកើតឡើងវិញ។ ជីវឧស្ម័នដែលឆេះអាចប្រមូលស្តុកទុកដោយប្រើប្រាស់អាងធម្មតាមួយ។ពួកសត្រូវបានស្តុកទុកនៅក្នុងអាងបាច់ចិត្តមួយដែលឧស្ម័នក៏កើតនៅក្នុងនោះ។ ជីវឧស្ម័នផ្តល់នូវឧស្ម័នធម្មតាមួយដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការចម្អិនអាហារប្រើប្រាស់ក្នុងកន្លែងរោងជាងនិងអាចយកទៅប្រើសម្រាប់ជំនួសកន្លែងដែលមានប្រើឧស្ម័នធម្មជាតិដែលទាញចេញពីផ្ទាំសុីលឥន្ធនៈ។ លើសពីនេះជីវឧស្ម័នដែលបានផលិតចេញមកត្រូវបានគេយកទៅប្រើប្រាស់ជា ថាមពលអគ្គីសនី និងហ្គាសធម្មជាតិដែលអាចជួយសម្រួលដល់ជីវភាពសេដ្ឋកិច្ចរបស់អ្នកប្រើប្រាស់បានមួយកម្រិតផងដែរ។

តារាង២.១ ៖ សមាសធាតុផ្សំនៅក្នុងជីវឧស្ម័ន

សមាសធាតុ	និមិត្តសញ្ញា	ភាគរយ
មេតាន	CH_4	៥០-៧០
កាបូនឌីអុកស៊ីត	CO_2	៣០-៤០
អ៊ីដ្រូសែន	H_2	៥-១០
នីដ្រូសែន	N_2	១-២
ទឹក	H_2O	០-៣
អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្វ	H_2S	តាមដាន

ប្រភព៖ Yadav and Hesse (2012)

ដំណើរការ Digestion របស់ជីវឧស្ម័នមាន បួនដំណាក់កាល សំខាន់ៗគឺ៖

- ដំណាក់ការទីមួយ៖ ការបំបែកធាតុដោយទឹក (ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស) ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនេះ គឺបំបែក ម៉ាក្រូម៉ូលេគុលអោយទៅជាស្ករ អាមីដុងអាស៊ីត និងអាស៊ីតខ្លាញ់ដោយមានការចូលរួមពីពពួកបាក់តេរីក្រោម លក្ខខ័ណ្ឌដែលត្រូវការខ្យល់។
- ដំណាក់កាលទីពីរ៖ ការបម្លែងទៅជាអាស៊ីត (ប្រតិកម្ម Acidogenesis) ប្រតិកម្ម Acidogenesis គឺជាប្រតិកម្ម ដែរបំបែកសារធាតុសរីរាង្គ ឬកាកសំណល់ទៅជា កាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្វីត (H_2S)។
- ដំណាក់កាលទីបី៖ ការបម្លែងទៅជាអាស៊ីតជូរ (ប្រតិកម្ម Acetongenesis) ដែលអំឡុងពេលនោះបាក់តេរី Acetongenic បំលែងផលិតផលដែលមាននៅក្នុងដំណាក់កាលទីពីរ ទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) អ៊ីដ្រូសែន (H_2) និងពពួកអាសេតានដែលភាគច្រើន គឺពពួកអាស៊ីតអាសេទិច អាស៊ីតប្រូពីនិច អាស៊ីតប៊ុយទីលិច និងអេតាណុល។
- ដំណាក់កាលទីបួន៖ ការបម្លែងទៅជាមេតាន (ប្រតិកម្ម methanogenesis) ប្រតិកម្មនៃការបម្លែងទៅជាមេតាន ត្រូវបានកើតឡើង ដោយពពួកបាក់តេរីដែរមិនត្រូវការខ្យល់។ ដំណាក់កាលនេះគឺពពួកអាស៊ីត ត្រូវបានបម្លែងទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត ដែលមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_4 + CO_2$$

$$CH_3CH_2OH + CO2 \longrightarrow CH_4 + 2CH_3COOH$$

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

ប្រភព៖ Xaysombath, P (2008)

២.២ ប្រវត្តិសង្ខេបពីឡជីវឧស្ម័ន

តាមប្រវត្តិមួយចំនួនពីការស្រាវជ្រាវឡជីវឧស្ម័ន បានអោយដឹងថាប្រភពដើមនៃការធ្វើឡជីវឧស្ម័ន បានចាប់ផ្តើមឡើងនៅឆ្នាំ ១៩០០ មកម្ល៉េះ។ ប៉ុន្តែមិនទទួលជោគជ័យទេ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៣៧ ការអភិវឌ្ឍន៍ជីវឧស្ម័នបាន ទទួលជោគជ័យ ហើយដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងវិស័យកសិកម្មនៅឥណ្ឌា។ នាឆ្នាំ១៩៣៧ ឡជីវឧស្ម័នធ្វើឡើងដោយប្រើប្រាស់ទឹកសំអុយស្ថិតក្នុងទីក្រុង Bombay ប្រទេសឥណ្ឌា។ ការបង្កើតវាមានសារៈប្រយោជនសំរាប់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងអ្នកស្រាវជ្រាវអំពីដំណើរការរលាយនៃលាមកគោ ក្របីសំរាប់ផលិតជាឧស្ម័ន និងអាចផលិតជាជីដែលលទាញចេញពីកាកសំណល់នៃការរលាយនេះ។ បទពិសោធនសំរាប់ការតំឡើងឡជីវឧស្ម័ននេះត្រូវបានគេរៀបចំជាគំរោងនៅឆ្នាំ ១៩៤០ ហើយត្រូវបានគេអភិវឌ្ឍនគំរោងនៅឆ្នាំ ១៩៦០ (ស៊ិន ខណ្ឌី, ១៩៩៤)។

២.២.១ ប្រភេទឡជីវខ្ទស្ន

ក ឡជីវឧស្ម័នឈ្មោះ ឌីមប៉ាន់ឌូ

នៅប្រទេសឥណ្ឌា ដោយសារតែឡជីវឧស្ម័នដែលគេអោយឈ្មោះថា ឌីមប៉ាន់ឌូ មានទំហំធំ មានសក្តានុពលផលិតឧស្ម័នក្នុងបរិមាណច្រើនរហូតដល់មានលទ្ធភាពសំរាប់ដុតបំភ្លឺផងដែរគេបានរៀបចំជាសហគមនដើម្បីអោយអ្នកបង់ប្រាក់ក្នុងការបង្ហើប្រាស់ ឬចូលរួមផ្តល់ជាលាមកសត្វសំរាប់ការដាក់បញ្ចូលឡជីវឧស្ម័ននោះ (ជេស សុភី, ២០០៦)។

ខ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ Concrete fixed-dome

ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះមានការរីកចំរើនលូតលាស់យ៉ាងសម្បើមនៅប្រទេសចិន ដែលនៅក្នុងឆ្នាំ ១៩៦៧ មានបដាលើកឡើងថា ឡជីវឧស្ម័ននៅគ្រប់ផ្ទះ ដែលជំរុញអោយមានការសាងសង់ ឡជីវឧស្ម័នចំនួន ១,៦ លានក្នុងមួយឆ្នាំ។ រហូតមកដល់ឆ្នាំ១៩៨២ ក្នុងប្រទេសចិន មានការតំឡើងជីវឧស្ម័ននេះប្រមាណ ៧លាន (Kristoferson and Bokhander, 1991)។

គ ឡជីវឧស្ម័នប្លាស្ទិក

បន្ទាប់ពីបានប្រើប្រាស់ និងសាកល្បងលើប្រភេទឡដែលសាងសង់ចេញពីស៊ីម៉ង់ ហើយមិនទទួលបាននូវភាពជោគជយដោយសារអ្នកប្រើប្រាស់តិចតួចពេក ព្រោះឡប្រភេទនេះ ពិបាកក្នុងការសាងសង់ ហើយមានតំលៃថ្លៃ ហើយម្យ៉ាងទៀតប្រជាជនត្រូវមានសត្វច្រើនដើម្បីយកលាមក ដូចនេះហើយទើបនៅក្នុងប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍគ្មានលទ្ធភាពទទួលយកនូវបច្ចេកទេសនេះមកអនុវត្តតាមបាន។ ដូច្នេះអ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានខិតខំស្វែងរកគំរូថ្មី ដែលគេអាចកាត់បន្ថយឧបសគ្គខាងលើ។ ក្នុងខណៈនោះគេបានសម្រេច ជ្រើសរើសយកប្រភេទថង់ប្លាស្ទិកតាមគំរូរបស់ប្រទេសតៃវ៉ាន់។ បន្ទាប់មកទៀតឡជីវឧស្ម័ននេះត្រូវបានគែយកមកសាកល្បងនៅប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍមួយ ចំនួនដូចជា បង់ក្লាដេស កម្ពុជា កូឡំប៊ីយ៉ា អេទ្យូពី ជាដើម (Pound et al., 2013) ។

២.៣ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សំរាប់គោលបំណងធំៗ ៣យ៉ាងគឺ៖

- ចំអិនអាហារ
- ភ្លើង
- ដំណើរការទៅលើម៉ាស៊ីន

ចង្ក្រានជីវឧស្ម័នដែលសាមញ្ញមួយប្រើសំរាប់ការបញ្ជេះអស់ពី ៣៥០ ទៅ ៤០០លីត្រ ឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង រឺអាចថាក្នុង ១០គីឡូក្រាមនៃ លាមកគោក្របីគ្រាប់គ្រាន់សំរាប់ផលិតឧស្ម័នដែលអាចដុតជាមួយចង្ក្រានសំរាប់រយៈពេល ១ម៉ោង។ ការប្រើអំពូលជីវម៉ាសមានចំនួនតិចតួចជាងពាក់កណ្តាល នៃបរិមាណដែលត្រូវការសំរាប់ចង្ក្រានមួយពី (១៥០លីត្រ ទៅ ១៧៥លីត្រ ឧស្ម័នក្នុងមួយម៉ោង)។ ការប្រើឧស្ម័នរួមគ្នាមួយនិងសមមូលចំពោះ៖

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

២.៣.១. ការប្រើចង្ក្រានឧស្ម័នសំរាប់ការចំអិនអាហារ

ឧស្ម័នដែលបានផលិតនៅក្នុងឡ បំលែងជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើជាមួយការដុតសំរាប់ចង្ក្រានឧស្ម័ន។ ឧស្ម័នចេញមកតិចៗ អាស្រ័យលើលំហូរជីវឧស្ម័នខាងលើ ចំពោះសំពាធខាងក្នុងឡបំលែងជីវឧស្ម័ន។ ដូចដែលនៅក្នុងចង្ក្រានឧស្ម័ន សំពាធនៃបរិយាកាសគឺបានកំរិតជាមួយ និងជំនួយនៃការតំឡើងក្បាលរង្វង់នៅបំពង់សំរាប់បញ្ជេះ ចំនួន២រន្ធ។ ក្បាលរង្វង់ និងបំពង់ឧស្ម័នត្រូវបានប្រើសំរាប់ដំណោះស្រាយប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់របស់ចង្ក្រាន។

២.៣.២ ការប្រើប្រាស់អំពូលសំរាប់ចំន្លឺ

ជីវឧស្ម័នដែលផលិតនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នតាមផ្ទះត្រូវបានគេប្រើសំរាប់ការបំភ្លឺផងដែរ។ ប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃអំពូលជីវឧស្ម័នអាចរកបាននៅតាមទីផ្សារ។ គំរូរបស់ប្រទេសចិនត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយ។ ជាធម្មតាគំរូនេះ គឺផ្តល់ជាមួយនូវអាគុយសំរាប់ការចាប់ផ្តើមដំណើរការ។ អំពូលគឺបំភ្លឺជាមួយកុងតាក់សំរាប់ការចាប់ផ្តើម វាជាដំណើរការដែលស្រួលបំផុត។ ចងចាំត្រូវតំឡើងកុងតាក់នេះអោយនៅឆ្ងាយពីដៃក្មេង។ ការប្រើអំពូលជីវម៉ាសរបស់ប្រទេសចិន ប្រហែលជា ១៥០ ទៅ ១៧៥ លីត្រនៃឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង។ ការត្រួតពិនិត្យជាប្រចាំជាការចាំបាច់ដើម្បីមើលនូវការស្ទះនៃក្បាលទុយោបាញ់ចេញ។ សំបុកត្រូវប្តូរនៅពេលដែលវាធ្លុះរហែក ឬខូចខាត (Xaysombath p., 2008)។

២.៤ វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម

វត្ថុធាតុដើមបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ជីវឧស្ម័នគឺជាប្រភពចម្បង ទាញចេញពីផ្នែកមួយនៃកសិកម្មដែលបានកំណត់ថាជាសក្តានុពលធំបំផុតសម្រាប់ជាវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើមបានមកពីផ្នែកកសិកម្មនេះគឺជាកាកសំណល់រឹង (Residues) ព្រមទាំងផលិតផលផ្សេងៗគ្នាយ៉ាងសំខាន់ អ្វីដែលសំខាន់បំផុតនោះគឺលាមកសត្វហើយនឹងកាកសំណល់រាវ (Slurries) ដែលបានប្រមូលពីកសិដ្ឋាន (គោ ក្របី ជ្រូក បសុបក្សី ជាដើម)។ លាមក (manure) និងសំណល់រាវ (slurry) កាកសំណល់ដំណាំ ជាផលិផល និងកាកសំណល់ (ឧទាហរណ៍: 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)។

២.៤.១. កាកសំណល់រុក្ខជាតិ (ដំណាំ)

ប្រភេទនៃកាកសំណល់រុក្ខជាតិ រួមមាន បន្លែ និងកាកសំណល់ដំណាំផ្សេងៗទៀត រុក្ខជាតិដែលមានគុណភាពទាប និងផ្លែឈើជាដើម។ ស្ទើរគ្រប់កាកសំណល់បន្លែដែលមិនទាន់បំបែកអាចត្រូវបានយកមកធ្វើជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ធ្វើជាចំណីឡជីវឧស្ម័ន។ ជាទូទៅ សំណល់រុក្ខជាតិត្រូវបានគេរំលាយជាមួយលាមកសត្ត និងវត្ថុធាតុដើមផ្សេងៗដទៃទៀត។ ភាគច្រើនគេត្រូវធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មជាមុនសិន មុននឹងដាក់ចូលធ្វើជាចំណីឡ។ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មជាមុនមានចាប់ពី ការកាត់បន្ថយនៃទំហំភាគល្អិតមេកានិកធម្មតា រហូតដល់ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដែលមានភាពស្មុគ្រស្មាញក្នុងការបំបែកម៉ូលេគុលសែលុយឡូស lingo ដើម្បីបង្កលក្ខណៈងាយស្រួលទៅដល់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការខ្សល់ក្នុងការបំបែកកាកសំណល់ដែលស្ថិតនៅក្នុងរចនាសម្ព័ន្ធទាំងនេះ (Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2017) ។

តារាង ២.២ ៖ ការប៉ាន់ស្មានពីអត្រាដំណាំ សំណល់ និងទិន្នផលសេដ្ឋកិច្ចនៃដំណាំសំខាន់ៗក្នុងប្រទេសចិន

ដំណាំ	អត្រាដំណាំ និង សំណល់	លំដាប់	ផលិតកម្មជាមធ្យម (គ.ក្រ/ហ.ត)	ផលិតកម្មសំណល់ (គ.ក្រ/ហ.ត)	លំដាប់ (គ.ក្រ/ហ.ត)
ស្រូវធ្ងន់	០.៦៨	០.០៨	៥៧៧៤.៨០	៣៩២៦.៨៦	៤៦១.៩៨
ស្រូវស្រាល	១.០០	០.១៨	៧៧៧៩.០០	៧៧៧៩.០០	១៤០០.២២
ស្រូវសាលី	១.៣០	០.២៤	៤៦៨៦.៩០	៦០៩២.៩៧	១១២៤.៨៦
ពោត (Corn)	១.១០	០.២៥	៥៨៦៩.៧០	៦៤៥៦.៦៧	១៤៦៧.៤៣
ពោត(Maize)	០.២១	០.០៦	៥៨៦៩.៧០	១២៣២.៦៤	៣៥២.១៨
ពោតសំឡី	១.៦០	០.២៨	៤១០០.៩០	៦៥៦១.៤៤	១១៤៨.២៥
សណ្តែកបាយ	១.៦០	០.៣៧	១៨១៩.៦០	២៩១១.៣៦	៦៧៣.២៥
Cole	២.៧០	០.៥៧	១៨៨៤.៨០	៥០៨៨.៩៦	១០៧៤.៣៤
ផ្កាឈូកវ័ត្ត	២.៨០	១.០៨	២៦១៤.១០	៧៣១៩.៤៨	២៨២៣.២៣
កប្បាស	៥.០០	២.៤៦	១៤៥៨.១០	៧២៩០.៥០	៣៥៨៦.៩៣

ថ្នាំជក	១.៦០	-	២១៣៣.៧០	៣៨១៣.៩២	-
អំពៅ	០.២៤	-	៦៨៦០០.៣០	១៦៤៦៤.០៧	-
មើម Beet	០.០៤	-	៤៩៧៩២.៨០	១៩៩១.៧១	-
ដើម Beet	០.១០	០.១៦	៤៩៧៩២.៨០	៤៩៧៩.២៨	៧៩៦៦.៨៥

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2017)

២.៤.២. ដំណាំថាមពល

ដំណាំជាច្រើនប្រភេទ ទាំងរុក្ខជាតិទាំងមូល និងផ្នែកខ្លះនៃដំណាំត្រូវបានគេធ្វើតេស្ត និងបង្ហាញថាមានលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន។ ទាំងនេះរួមបញ្ចូលទាំងពោត ស្មៅ និងធញ្ញជាតិជាច្រើនប្រភេទ beet ដំឡូងបារាំង និងផ្កាឈូកវ័ន្ត។ ទិន្នផលម៉ាសស្ងួតនៃដំណាំថាមពលមួយចំនួនត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាង ២.៣។

តារាង ២.៣ ៖ ម៉ាសស្ងួតនៃប្រភេទដំណាំផ្សេងៗគ្នា

ដំណាំថាមពល	**ម៉ាស់ស្ងួត (tTS/ha)**
ស្រូវសាលីខ្មៅ	៨-១៤
ពោត	១១-១២,៥
ស្មៅ (pasture)	៧-១០
Beet	១៧-២២
ពោតសំលីផ្អែម	១៤,១-២៣,១

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2017)

២.៤.៣. លាមកសត្ត

លាមកសត្វពាហនៈ គឺជាវត្ថុធាតុដើមដែលមានសក្តានុពលខ្ពស់ ដោយសារវាមាននូវបរិមាណដ៏ច្រើនទៅតាមទំហំរបស់កសិដ្ឋាន ហើយវាត្រូវតែទទួលនូវការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មទៅតាមតំរូវការបែបបរិស្ថាន។ កាកសំណល់ពីការចិញ្ចឹមសត្វដែលមានអត្រា (C:N) ប្រហែល ២៥:១ និងសម្បូរទៅដោយសារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗជាច្រើនប្រភេទសម្រាប់ទ្រទ្រង់ទៅដល់ការលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ដែលសមស្របសំរាប់ យកទៅប្រើប្រាស់ក្នុងការបង្កើតថាមពលនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ វាមានសមត្ថភាពខ្ពស់ក្នុងការរក្សានូវស្ថេរភាពនៃដំណើរការបំបែកដោយមិនត្រូវការខ្យល់នៅក្នុងករណីដែលកម្រិត pH ធ្លាក់ចុះខ្លាំងនៅក្នុងធុងឡ មានចំនួនដ៏ច្រើននៃពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយធម្មជាតិដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ងាយស្រួលក្នុងការរក និងមានតម្លៃថោក។

លាមករឹង និង Slurry ក៏មាននូវដែនកំណត់មួយចំនួនផងដែរ ប្រសិនបើគេយកវត្ថុធាតុដើមទាំងនេះមកធ្វើជាចំណីឡក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃការបំបែកដែលមិនត្រូវការខ្យល់។ ដូចដែលបានលើកឡើងកាលពីខាងដើម លាមកសត្វដែលខាប់ៗមានម៉ាសស្ងួតទាប (១%-៣% ចំពោះសត្វជ្រូក និង ៦%-៩% ចំពោះសត្វគោ ក្របី)

ដែលវាបានផ្តល់ទិន្នផលមេតានទាបក្នុងមួយឯកតានៃវត្ថុធាតុដើមរំលាយ។ កាកសំណល់ និងលាមកសត្វ ទាំងពីរប្រភេទនេះមានផ្ទុកបរិមាណនៃភាគល្អិតជាសរសៃផ្សេងៗគ្នា។ ប្រូតេអ៊ីនជាច្រើនត្រូវបានគេស្គាល់ថា មានភាពសាំញ៉ាំសម្រាប់ដំណើរការបំបែក ហើយជាធម្មតាត្រូវឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនកម្តៅរបស់ឡ។ បច្ចេកវិទ្យាជឿន លឿនមួយចំនួនដែលមានមូលដ្ឋានលើការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយគីមី កម្តៅ ឬអ៊ុលត្រាសោនត្រូវបានយកមក សាកល្បង ដើម្បីបំបែកធាតុសាំញ៉ាំរបស់លាមកសត្វ និងបង្កលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ដំណើរការបំបែក ដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ដើម្បីឱ្យទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់ ក៏ដូចជាប្រសិទ្ធភាពសេដ្ឋកិច្ចនៃ ដំណើរការរំលាយលាមកសត្វផងដែរ។

លាមកសត្វជាញឹកញាប់ត្រូវបានគេរំលាយជាមួយនឹងសារធាតុផ្សេងទៀតដូចជា កាកសំណល់សរីរាង្គដែលងាយរំលាយទទួលបានពីកសិ-ឧស្សាហកម្ម កាកសំណល់តាមផ្ទះ ដំណាំផ្តល់ថាមពល ឬកក់ដែលខាប់ៗរបស់ទឹកសំអុយជាដើម។ បរិមាណជាតិទឹកដ៏ច្រើនដែលផ្ទុកនៅក្នុងកាកសំណល់ បានដើរតួជាសារធាតុ រំលាយដែលអាចធានាឱ្យមានការរំញោចសមស្របមួយនៅក្នុងការបំបែក និងស្មើរសាច់ល្អនៃល្បាយចំណីឡ។ បើប្រៀបធៀបជាមួយនឹងការបំបែកទោល (Monodigestion) នៃចំណីឡតែមួយប្រភេទ ការរំលាយលាមក សត្វដោយមានលាយជាមួយនឹងកាកសំណល់សរីរាង្គ គេអាចទទួលបាននូវស្ថេរភាពខ្ពស់នៃដំណើរការបំបែក ដោយមិនប្រើខ្យល់។

ការបំបែកដោយមិនប្រើខ្យល់នៃលាមកសត្វ និង slurry ត្រូវបានគេយកទៅអនុវត្តន៍យ៉ាងទូលំ ទូលាយ និងកើនឡើងកាន់តែខ្លាំងឡើងនៅទ្វីបអឺរ៉ុប អាស៊ី និងអាមេរិកខាងជើង ដែលភាគច្រើនមិនត្រឹមតែ សម្រាប់គោលបំណងទទួលបាននូវថាមពលកកើតឡើងវិញប៉ុណ្ណោះទេ តែថែមទាំងជាមធ្យោបាយមួយក្នុង ការការពារបរិស្ថាន និងការកែច្នៃនៃសម្ភារបានយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងប្រព័ន្ធកសិកម្មផងដែរ។ មានសក្តានុ ពលដ៏ធំមួយក្នុងការបង្កើនការប្រើលាមកសត្វ និង slurry មកធ្វើជាចំណីឡ ហើយដែលត្រូវបានគេចាត់ទុក ថា វាគ្រាន់តែជាផ្នែកតូចមួយនៃផលិតកម្មនេះនៅលើពិភពលោកប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានគេយកទៅ អនុវត្តនៅ ក្នុងការតម្លើងឡជីវឧស្ម័ន (Biogas institute of Minstryof Agriulture, 2017)។

លាមកសត្វ និងសំណល់រាវមកពីប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃសត្វពាហនៈអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុ ដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន (ជ្រូក គោ ក្របី បសុបក្សី សេះ mink និងជាច្រើនផ្សេងៗទៀត)។ បរិមាណ លាមកដែលបញ្ចេញពីសត្វពាហនៈខុសៗគ្នាគឺត្រូវបានបង្ហាញនៅតារាងខាងក្រោម៖

តារាង ២.៤ ៖ ការបញ្ចេញលាមករបស់សត្វពាហនៈខុសៗគ្នា

សត្វពាហនៈ	ចំនួនការបញ្ចេញលាមក (គីឡូក្រាម/ក្ប/ថ្ងៃ)
ជ្រូក	២,០
គោទឹកដោះ	២៥
គោយកសាច់	១៥
មាន់	០,១
ពពែ	១,១
សេះឈ្មោល (horse)	១៦
សេះញី (mule)	១៤
ទន្សាយ	០,៣៧
ទា	០,១១

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2017)

ការកែច្នៃផលិតផលកសិកម្មផ្តល់នូវសំណល់សរីរាង្គផ្សេងគ្នា។ ពួកវាភាគច្រើនត្រូវ បានប្រើប្រាស់សំរាប់ការ បង្កើតថាមពលនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ តារាងខាងក្រោមនេះបង្ហាញនូវ ការកកើតឧស្ម័នមេតាន និងឧស្ម័នផ្សេងទៀត ដែលមានសារៈសំខាន់ដែលបានពីកាកសំណល់លាមកសត្វ ៖

តារាងទី២.៥ ៖ ចំនួនមេតាន និងឧស្ម័នដទៃទៀត 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	៥,០០០-១០,០០០

កាកសំណល់អាហារ	៧០០	៥៧	៤៧	៣០០

ប្រភព៖ (ជេស សុភី, ២០០៦)

២.៥. សំណល់សរីរាង្គ

ធនធានសំណល់បានចែកដាច់ពីគ្នាទៅតាមតំបន់ ជាពិសេសសំណល់សរីរាង្គគឺជារូបធាតុកែច្នៃដែលគ្រប់គ្រងសំរាប់ធ្វើឡជីវឧស្ម័ន។ រូបធាតុកែច្នៃទាំងអស់ត្រូវធ្វើការញែកចេញអោយដាច់ពីកាកសំណល់ និងធាតុមិនសុទ្ធដូចជា អំបែងកែវ ថង់ប្លាស្ទិក។ រូបធាតុកែច្នៃផ្សេងទៀតដូចជាសំណល់មកពី ចង្ក្រានអាហារដ្ឋាន សំណល់ពីសត្វឃាត និងខ្លាញ់មកពីការញែកយកចេញនូវជាតិខ្លាញ់ (ភោជនីយដ្ឋាន) ទីន្នផលឧស្ម័ន និងសាមាសធាតុផ្សេងទៀត ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុង តារាងខាងក្រោម៖

តារាងទី២.៦ ៖ សំណល់ទីក្រុង សារធាតុកែច្នៃ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ [FNR 2004]

វត្ថុធាតុកែច្នៃ	**Dm (%)**	**Odm (%dm)**	**ទិន្នន័យផលជីវឧស្ម័ន**		**CH4 ចំណុះ (Vol.-%)**	**សារធាតុចិញ្ចឹម**		
			[M^3/wm]	[M^3/odm]		N	NH4	P
សំណល់សរីរាង្គ	40-75	50-70	80-120	150-600	58-65	0.5-2.7	0.05-0.2	0.2-0.8
សំណល់អាហារ	9-37	80-98	50-480	200-500	45-61	0.6-5	0.01-1.1	0.3-1.5
សំណល់ទីផ្សារ	15-20	80-90	45-110	400-600	60-65	3-5	-	0.8
ការញែកយកខ្លាញ់ចេញ	2-70	75-93	11-450	Appr.ox 700	60-72	0.1-3.6	0.02-0.15	0.1-0.6
ចំនុះពោះជ្រូក	12-15	55-86	20-60	250-450	60-70	2.5-2.7	-	1.05
ចំនុះពោះ	11-19	80-90	20-60	200-400	58-62	1.3-2.2	0.4-0.7	1.1-1.6
Flotate sludge	5-24	80-95	35-280	900-1200	60-72	3.2-8.9	0.01-0.06	0.93
សំណល់បៃតង	appr. ox 12	83-92	150-200	550-680	55-65	2-3	-	1.5-2

ប្រភព៖ Xaysombath, P (2008)

២.៦ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ

អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ គឺជាឧស្ម័នដែលមានអក្សរតំណែងធាតុគីមី H_2S វាគ្មានពណ៌ និងងាយឆេះនិងមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងហើយវាមានក្លិនដូចទៅនិង ស៊ុតរលួយ។ ឧស្ម័ននេះ ត្រូវបានផលិតដោយការបំបែករបស់បាក់តេរីនៃសមាសធាតុសរីរាង្គនិងកាកសំណល់ដែលបានពីមនុស្សនិងសត្វ។កម្រិតឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ គឺពិតជាមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងណាស់ ដែលវាមានផលប៉ះពាល់ដល់សុខភាពមនុស្សសត្ព បរិយាកាសក៏ដូចជាមានការប៉ះពាល់ដល់ការប្រើប្រាស់គ្រឿងម៉ាស៊ីនផងដែរ (Cong Xiao et al., 2017) ។ ផលប៉ះពាល់សុខភាពរបស់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ អាស្រ័យលើកម្រិត និងរយៈពេលនៃប៉ះពាល់របស់វា។

២.៦.១ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទមកលើមនុស្ស

ផលប៉ះពាល់សុខភាពរបស់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទពឹងផ្អែកលើកត្តាជាច្រើនដូចជា បរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែលអ្នកត្រូវបានប៉ះពាល់និងរយៈពេលនៃការប៉ះពាល់ឧស្ម័ននេះ។ ការសិក្សាលើកម្មករនិយោជិតសហគមន៍ដែលរស់នៅក្បែរប្រភពឧស្ម័ននៃអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ និងអ្នកស្ម័គ្រចិត្តបានលើកឡើងថាផ្លូវដង្ហើមនិងប្រព័ន្ធសរសៃប្រសាទគឺជាគោលដៅងាយរងគ្រោះបំផុតនៃការពុលដោយអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ។ ការបញ្ចេញកំហាប់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទក្នុងកម្រិតទាបអាចបណ្តាលឱ្យរលាកភ្នែកច្រមុះ ឬបំពង់ក។ វាក៏អាចបណ្តាលឱ្យពិបាកដកដង្ហើមចំពោះជំងឺហឺតមួយចំនួនផងដែរ។ ការថប់ដង្ហើមឬការដកដង្ហើមត្រូវបានគេរកឃើញនៅក្នុងមនុស្សដែលប៉ះពាល់នឹងកំហាប់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទក្នុងកម្រិតខ្ពស់ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2016)។

២.៦.២ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទមកលើគ្រឿងម៉ាស៊ីន

អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែលមានក្នុងជីវឧស្ម័នមានកម្រិតចាប់ពី ៥0ppm ដល់ ១0000ppm ទៅតាមប្រភេទនៃសមាសធាតុដែលដាក់សម្រាប់ផលិតជាជីវឧស្ម័ន។ វត្តមានរបស់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែលបំលែងខ្លួនទៅជាអាស៊ីតស៊ុលផ្ទរិច គឺធ្វើអោយមានការសិកដល់ម៉ាស៊ីន និងផ្នែកផ្សេងៗទៀត ជាពិសេសវាផ្តល់បញ្ហាដល់ម៉ាស៊ីនដែលទុកចោល ឬមិនសូវបានប្រើប្រាស់។ អ្នកដែលបានប្រើប្រាស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទចង់អោយមានការអនុវត្តជីវឧស្ម័នសម្រាប់ផលិតជាថាមពលអគ្គីសនីវិញ ព្រោះអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទមានផលប៉ះពាល់យ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរទៅលើឧបករណ៍ប្រភេទដែកស្មិត និងដែកថែប (Rashed and Shuichi, 2015)។

ជំពូក ៣

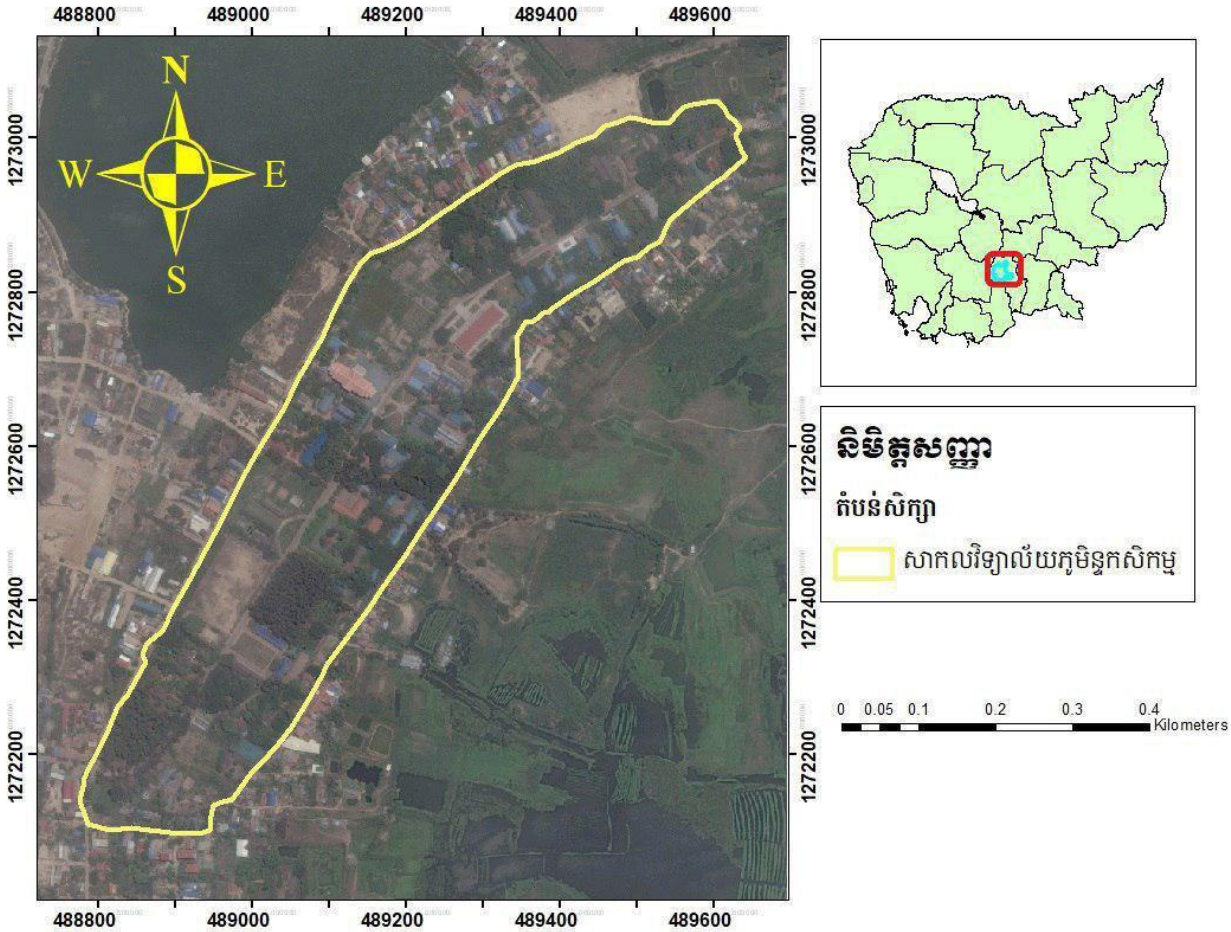
វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

ជំពូក ៣
វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

៣ ១. ការជ្រើសរើសតំបន់សិក្សា

ការពិសោធន៍នេះបានត្រូវធ្វើឡើងនៅក្នុងមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម នៃសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម ដែលទីតាំងគោលដៅសំរាប់ការអនុវត្តតាមគម្រោង Biogas Technology Information Center (BTIC)។ ទីតាំងនេះគឺស្ថិតនៅ ក្នុង ភូមិ ខ្វា សង្កាត់ដង្កោ ខណ្ឌ ដង្កោ រាជធានីភ្នំពេញ ហើយមានចំងាយ ១.៥ គីឡូម៉ែតពីផ្សារដង្កោ និង ១២ គីឡូម៉ែតខាងត្បូងទីក្រុងភ្នំពេញ ៖

- ខាងជើងជាប់នឹងភូមិទំនប់បឹងទំពន់
- ខាងត្បូងជាប់នឹងភូមិជើងឯក
- ខាងលិចជាប់នឹងភូមិថ្មី
- ខាងកើតជាប់នឹងវាលស្រែ។



រូបភាពទី ៣.១៖ ផែនទីសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្មដែលជាទីតាំងសិក្សាស្រាវជ្រាវ

៣.២ សម្ភារៈសម្រាប់ប្រើប្រាស់ពិសោធន៍ និងផលិត

នៅក្នុងដំណើរការប្រមូលយកសំណាកលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយមកវិភាគដាក់នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នគឺត្រូវការឧបករណ៍និងសម្ភារៈ ដែលត្រូវការប្រើប្រាស់ត្រូវតែស្អាតដើម្បីកុំឲ្យមានភាពកង្វក់ដល់សំណាក ហើយឧបករណ៍ដែលត្រូវពិសោធន៍គឺរួមមានដូចខាងក្រោម៖

- ប្លាស្ទិចពិសេស ៖ សម្រាប់ច្រកសំណាក
- ស្រោមដៃ ៖ ពាក់ការពារ
- ម៉ាស ៖ ពាក់ការពារក្លិនលាមក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ
- ស្បែកជើងកវែង ៖ សម្រាប់ពាក់ការពារពេលយកសំណាក
- សៀវភៅ ៖ សម្រាប់កត់ត្រាទិន្នន័យ
- ប៊ិច ៖ សម្រាប់ធ្វើការកាត់ត្រា
- ប៉ែល ៖ ប្រើសម្រាប់ជោគយកលាមកសត្ត
- ធុង ៖ ប្រើសម្រាប់លាយសំណាក
- ធុងចម្រោះជីវឧស្ម័ន ៖ ប្រើសម្រាប់ចម្រោះ H_2S
- ម៉ូទ័រប្រដាប់បញ្ជូលខ្យល់ ៖ ប្រើសម្រាប់ចម្រោះ H_2S
- ឧបករណ៍វាស់លំហូរជីវឧស្ម័ន ៖ តាមដានកម្រិតលំហូរជីវឧស្ម័ន
- ដែកអុកស៊ីត ៖ ប្រើសម្រាប់ចម្រោះ H_2S

៣.២.១. លក្ខណៈទូទៅរបស់ឧបករណ៍វាស់ជីវ:ឧស្ម័ន

- 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)។

រូបភាពទី ៣.២ ៖ ឧបករណ៍វាស់វែងគុណភាពជីវឧស្ម័ន

កំណត់សម្គាល់

A. សម្រាប់ភ្ជាប់ជាមួយ USB
B. រន្ធសម្រាប់ទុយោវាស់ហ្គាស(ពណ៌ាស)
C. រន្ធវាសសម្ពាធហ្គាស
D. ផ្នែកសម្រាប់បញ្ចូលភ្លើង
E. រន្ធសម្រាប់បញ្ចេញជីវៈឧស្ម័នដែលបានបូម
F. ចូលជាកន្លែងសម្រាប់វាស់នូវល្បឿនលំហូរនៃជីវៈឧស្ម័ន (Geotechnical Instruments UK, 2016)

វិធីសាស្ត្រវាស់លើជីវៈឧស្ម័នតាមស្តង់ដាដោយឧបករណ៍ Biogas 5000
- ទុយោបូមហ្គាសត្រូវភ្ជាប់ជាមួយនិងតម្រងចម្រោះជៀចរាំងមានទឹកចូល
- ចាប់ផ្តើមបើកហើយរង់ចាំបន្តិចដើម្បីឲ្យវាដំណើរការបានល្អ រួច ចុចពាក្យ Next
- ភ្ជាប់ទុយោហ្គាសទៅនិងរន្ធឧបករណ៍វាស់ហ្គាសឲ្យបានត្រឹមត្រូវ តាមព៌ណ
- នៅក្នុងអេក្រង់វិភាគឧស្ម័នដ៏សំខាន់, ចុចប៊ូតុង "បូម" ដើម្បីចាប់ផ្តើមបូម
- រង់ចាំតម្លៃឧស្ម័នស្ថេរលេងដើរបន្ទាប់មកចុច "រក្សាទុក"
- ដកទុយោដែលបានដាក់បញ្ចូលនោះចេញវិញដើម្បីធ្វើការបញ្ចេញឧស្ម័នវិញបន្ទាប់ពីបូមរួច
- ដើម្បីទាញយកទិន្នន័យដែលបានរក្សាទុកសូមចុចប៊ូតុង បន្ទាប់មកជ្រើស "ម៉ឺនុយ" មើល"ទិន្នន័យ " ចុចប៊ូតុងលេខ ៣ អូសទៅកាន់ទិន្នន័យដែលត្រូវការរួចបិទបន្ទាប់ពីការប្រើ។

៣.៣ វិធីសាស្ត្រសិក្សាស្រាវជ្រាវ

៣.៣.១ ការកំណត់បច្ច័យពិសោធន៍

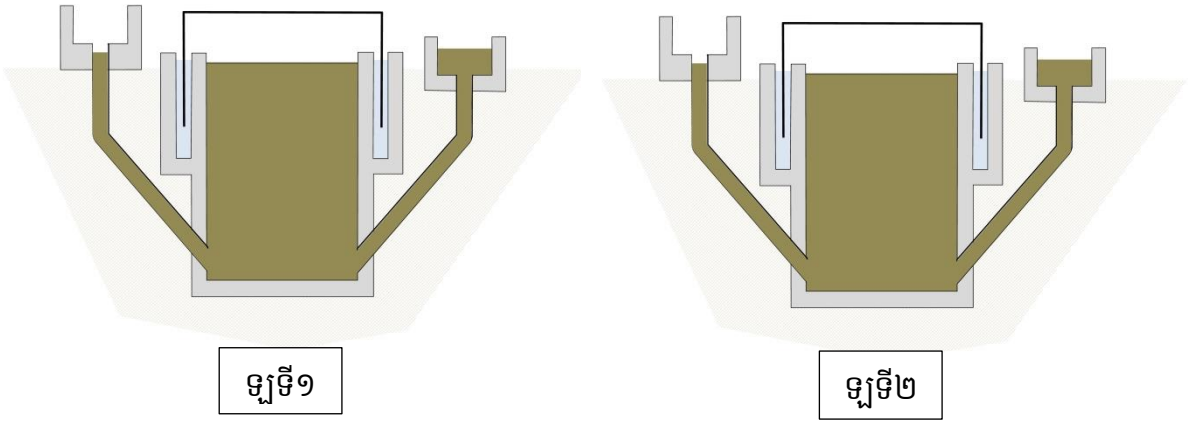
ការពិសោធន៍នេះអនុវត្តន៍ដោយមានបីកត្តា គឺកត្តាវត្ថុធាតុដើម កត្តាវិធីសាស្ត្រ និងកត្តាកម្រិត។ វិធីសាស្ត្រក្នុងការពិសោធន៍នេះមាន ២ប្រភេទគឺចម្រោះដោយប្រើប្រាស់សារធាតុ ដែកអុកស៊ីតនិង បញ្ចូលបរិមាណអុកស៊ីសែន ការដាក់ដែកអុកស៊ីត គឺធ្វើការដាក់ចំនួន ៣កម្រិត ដែកអុកស៊ីតចំនួន ០ ៥គីឡូក្រាម.ដែកអុកស៊ីតចំនួន ១៥. គីឡូក្រាម និងដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គីឡូក្រាម។ វិធីសាស្ត្របញ្ចូលខ្យល់គឺ ត្រូវបញ្ចូលបរិមាណខ្យល់ ២% ៤% និង ៦ ធៀបនិងបរិមាណហ្គាសដែលផលិតបានក្នុងមួយថ្ងៃ សរុប ៣កម្រិត ដែលនឹងត្រូវបូមបញ្ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ សរុបទាំង២វិធីសាស្ត្រនឹង អនុវត្តន៍ទៅលើវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ គឺលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដែលត្រូវចម្រោះឧស្ម័ន H2S ដោយប្រើប្រាស់ការពិសោធន៍ទៅលើ ១៦បច្ច័យខុសៗគ្នា។

តារាងទី៣.១៖ ការបែងចែកបច្ច័យសំរាប់ពិសោធន៍

វត្ថុធាតុដើម	**វិធីសាស្ត្រពិសោធន៍**	**បរិមាណ**	**បច្ច័យ**
លាមកជ្រូក	ការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ដោយការបញ្ចូលខ្យល់	០%	T_1
		២%	T_2
		៤%	T_3
		៦%	T_4
	ការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ដោយ សារធាតុដែកអុកស៊ីត	០ គីឡូក្រាម	T_5
		០,៥ គីឡូក្រាម	T_6
		១ គីឡូក្រាម	T_7
		២ គីឡូក្រាម	T_8
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	ការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ដោយការបញ្ចូលខ្យល់	០%	T_9
		២%	T_{10}
		៤%	T_{11}
		៦%	T_{12}
	ការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ដោយ សារធាតុដែកអុកស៊ីត	០ គីឡូក្រាម	T_{13}
		០,៥ គីឡូក្រាម	T_{14}
		១ គីឡូក្រាម	T_{15}
		២ គីឡូក្រាម	T_{16}

៣.៣.២ ប្លង់ពិសោធន៍

ឡជីវឧស្ម័នដែលនឹងត្រូវយកមកធ្វើការពិសោធន៍គឺជាប្រភេទឡបណ្តែតទឹក (Floating Drum Digester) ដែលវាមានសមត្ថភាពផ្ទុកជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន ១ម៉ែត្រគីប។



រូបភាពទី ៣.៣៖ រូបភាពឡសំរាប់ការពិសោធន៍

៣.៣.៣ ការពិសោធន៍ចម្រោះ H2S ដោយសារធាតុដែកអុកស៊ីត

ការពិសោធន៍ដោយប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីតត្រូវប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទបណ្តែតទឹក (Floating Drum Digester) ហើយយកលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម។ ការផលិតហ្គាសពីលាមកជ្រូកត្រូវការ លាមកជ្រូក ៥គក លាយជាមួយទឹកស្អាត ១០លីត្រ លាយបញ្ចូលគ្នាហើយចាក់ចូលក្នុងឡរៀងរាល់ថ្ងៃនៅពេលព្រឹក ។

វិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីតជាវិធីសាស្ត្រពិសោធន៍ដែលនិងតាមដានបំរែបំរួលរបស់ជីវឧស្ម័ន អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ និង មេតាន។ ការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ នេះ ត្រូវប្រើប្រាស់ធុងចម្រោះឧស្ម័ន ដោយដាក់ដែកអុកស៊ីតនៅបរិមាណដែលបានកំណត់សម្រាប់ពិសោធន៍។ បរិមាណដែកអុកស៊ីត ៣កម្រិតខុសគ្នាគឺ ០,៥គក ១,៥គក និង ២ គក ដែលនិងត្រូវបានដាក់ក្នុងធុងចម្រោះ ដើម្បីតាមដានអំពីគុណភាពហ្គាសដែលបានច្រោះរួច។ ការតាមដានគុណភាពហ្គាស ត្រូវបានអនុវត្តជារៀងរាល់ថ្ងៃ ក្រោយពេលវិភាគឧស្ម័ន។ ការតាមដានគុណភាពហ្គាសដោយធ្វើការដុតហ្គាសដែលផលិតបាន ជាមួយចង្ក្រានប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នហើយដាក់ដាំទឹកចំណុះ ២លីត្រ ដោយបើកបរិមាណលំហូរហ្គាស នៅកម្រិតបីខុសគ្នាគឺ កម្រិតអប្បបរមា និងកម្រិតអតិបរមា។ ការពិសោធន៍ចែកចេញជា ៣ ដំណាក់កាល។

- ដំណាក់កាលទី១ ប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីតចំនួន ០.៥គ,ក ដោយតាមដានបំរែបំរួលរយៈពេល ១០ថ្ងៃ
- ដំណាក់កាលទី២ ប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីតចំនួន ១.៥គ,ក ដោយតាមដានបំរែបំរួលរយៈពេល ១០ថ្ងៃ
- ដំណាក់កាលទី៣ ប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គ.ក ដោយតាមដានបំរែបំរួលរយៈពេល ១០ ថ្ងៃ

ដំណើរការពិសោធន៍នេះត្រូវប្រើប្រាស់ពេលវេលាសរុប ៣០ថ្ងៃដើម្បីបញ្ចាប់ការពិសោធន៍លើវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ង ដោយប្រើប្រាស់ដែកអុកស៊ីត។

៣.៣.៤ ការពិសោធន៍ចម្រោះ H_2S ដោយបញ្ជូលខ្សល់

ការពិសោធន៍ដោយប្រើវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ គឺត្រូវអនុវត្តជារៀងរាល់ថ្ងៃ ហើយគណនារកផលិតកម្មឧស្ម័នជាមធ្យម និង កម្រិតឧស្ម័នជាមធ្យម។ ការវាស់បរិមាណឧស្ម័ន មេតាន អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ង កាបូនិច និងអុកស៊ីសែន គិតជា ppm ដោយឧបករណ៍វិភាគឧស្ម័ន (Geotech G5000) ជារៀងរាល់ព្រឹកម៉ោង ៩:៣០នាទី ។ ការវាស់រកបរិមាណឧស្ម័ននេះគឺត្រូវ តភ្ជាប់ខ្សែរទុយូពីឡទៅកាន់ឧបករណ៍ហើយវាស់នៅក្នុងរយៈពេល ៦០វិនាទី ចំណែកការបញ្ជូលខ្សល់នឹងត្រូវអនុវត្តនៅម៉ោង ១២ថ្ងៃត្រង់។ ការពិសោធន៍ចែកចេញជា ៣ ដំណាក់កាលគឺ៖

- ដំណាក់កាលទី ១ ត្រូវបាញ់ខ្សល់ ២% ធៀបនឹងចំនួនហ្គាសដែលផលិតបានជាមធ្យមក្នុងមួយថ្ងៃ ដោយតាមដានបំរែបំរួលរយៈពេល ១០ ថ្ងៃ
- ដំណាក់កាលទី ២ ត្រូវបាញ់ខ្សល់ ៤% ធៀបនឹងចំនួនហ្គាសដែលផលិតបានជាមធ្យមក្នុងមួយថ្ងៃ ដោយតាមដានបំរែបំរួលរយៈពេល ១០ ថ្ងៃ
- ដំណាក់កាលទី ៣ ត្រូវបាញ់ខ្សល់ ៦% ធៀបនឹងចំនួនហ្គាសដែលផលិតបានជាមធ្យមក្នុងមួយថ្ងៃ ដោយតាមដានបំរែបំរួលរយៈពេល ១០ ថ្ងៃ។

ដំណើរការពិសោធន៍នេះត្រូវប្រើប្រាស់ពេលវេលាសរុប ៣០ថ្ងៃដើម្បីបញ្ចាប់ការពិសោធន៍លើវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ង ដោយការបញ្ជូលខ្សល់។

៣.៣.៥ ប្រតិកម្មសារធាតុ ដែកអុកស៊ីត ជាមួយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ង

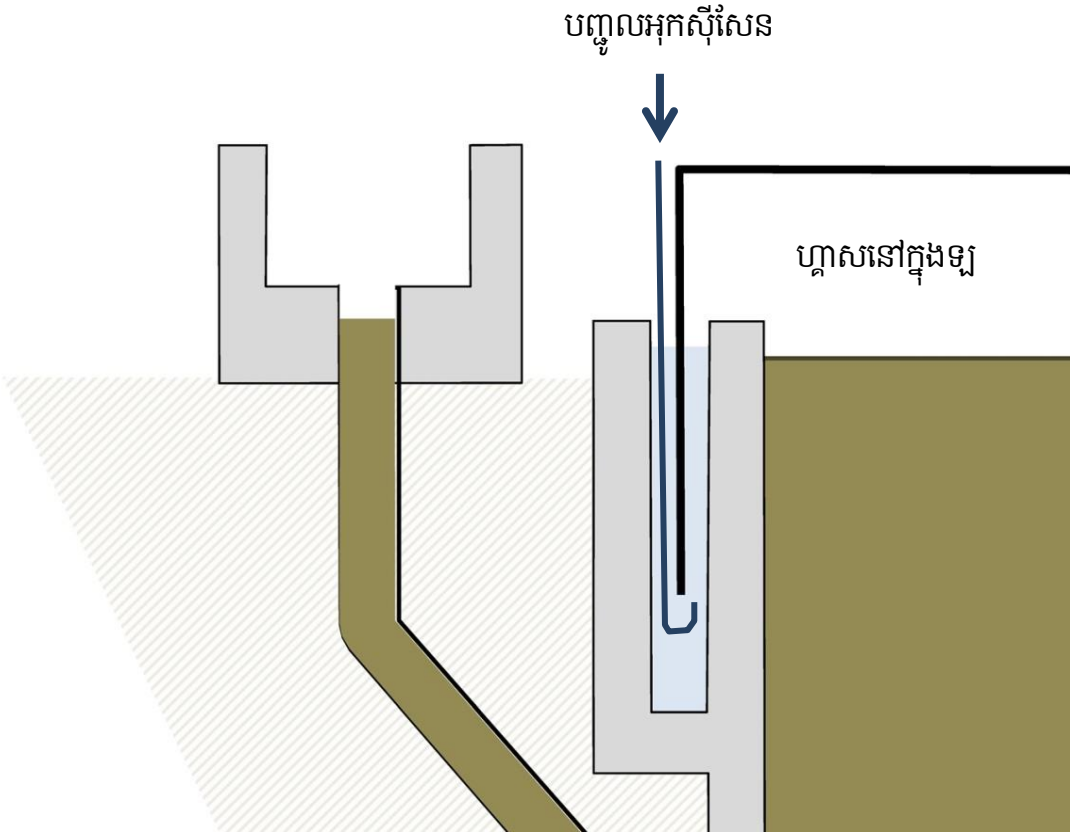
វិធិសាស្ត្រចម្រោះដោយប្រើប្រាស់សារធាតុដែកអុកស៊ីត គឺជាវិធីសាស្ត្របុរាណនិងមានប្រសិទ្ធភាពដែលត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយដោយសារតែវាដំណើរការសាមញ្ញ ងាយស្រួល និងចំណាយថាមពលទាប។ គោលការណ៍នៃប្រតិកម្មរបស់ ដែកអុកស៊ីត ជាមួយ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ង ៖

$$Fe_2O_3 + 3H_2S \xrightarrow{t^\circ C} 2FeS + S + 3H_2O$$

៣.៣.៦ ប្រតិកម្មអុកស៊ីសែនជាមួយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ

ការបញ្ចូលខ្យល់គឺត្រូវការសម្ភារៈដូចជា៖ អាគុយ កុងទ័រវ៉ាស់លីត្រ និងម៉ូទ័រ។ មុននឹងការបញ្ចូលខ្យល់ គឺត្រូវគណនារកចំនួនខ្យល់ដែលត្រូវបញ្ចូលដោយយកចំនួនភាគរយខ្យល់នៃបរិមាណហ្គាសផលិតបាន។ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ មានប្រតិកម្មជាមួយនិងអុកស៊ីសែន ទទួលបានស៊ុលផ្ទឌីអុកស៊ីត និងទឹក។ ដែលមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

$$2H_2S + 3O_2 \xrightarrow{t^\circ C} 2SO_2 + 2H_2O$$



រូបភាពទី ៣.៤៖ រូបភាពការបញ្ចូលខ្យល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន

៣.៤. វិធីសាស្ត្រប្រមូលទិន្នន័យ

ការប្រមូលទិន្នន័យគឺជា ការតាមដានដំណើរការប្រែប្រួលរបស់ជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាន ។ហើយដើម្បីអោយទទួលបានទិន្នន័យគ្រប់គ្រាន់ស្របតាមគោលបំណងនៃការសិក្សាយើង ប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្រពីរយ៉ាងក្នុងការទទួលបានទិន្នន័យដែលយើងចង់បានយកមកធ្វើការសិក្សា និងចងក្រងជាឯកសារអោយមានលក្ខណៈពេញលេញ និងច្បាស់លាស់។ ជាទូទៅវិធីសាស្ត្រប្រមូលទិន្នន័យត្រូវបានបែងចែកជាពីរ គឺ៖ ទិន្នន័យចម្បង (Primary Data) និងទិន្នន័យបន្ទាប់បន្សំ (Secondary Data) ។ ក្រោយពីទទួលបានទិន្នន័យទាំងពីរនេះមកធ្វើការវិភាគ និងវាយ តំលៃលើគោលបំណងនីមួយៗ ។

៣១.៤. ទិន្នន័យចម្បង

ទិន្នន័យចម្បង (Primary Data) ជាទិន្នន័យដែលបានមកពីការពីការការវាស់វែងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ស៊ុលផ្ទ មេតាន និង អុកស៊ីសែន និង វិភាគទិន្នន័យដោយប្រើប្រាស់ Correlation ធ្វើការសម្គាសន៍ និងការអង្កេតដែលនឹងត្រូវបានធ្វើការសិក្សា។

៣.៤.២ ទិន្នន័យបន្ទាប់បន្សំ

ទិន្នន័យបន្ទាប់បន្សំ (Secondary Data) គឺជាទិន្នន័យដែលទទួលបានមកពីការប្រមូល ពីប្រភពពត៌មាន រឺឯកសារផ្សេងៗ ដែលពាក់ពន្ធទៅនឹង ការស្រាវជ្រាវជាមួយ ប្រធានបទនេះ មានដូចជាតាមរយៈ មជ្ឈមណ្ឌល ឯកសារ (បណ្ណាល័យ) ប្រព័ន្ធអ៊ីនធឺណេត និងទីកន្លែងផ្សេងៗទៀត។

៣.៤.៣ ការវិភាគទិន្នន័យ

ចំពោះរាល់ទិន្នន័យទាំងអស់ ដែលនឹងទទួលបានពីការវាស់គុណភាពជីវឧស្ម័ន នឹងត្រូវយកទៅបញ្ចូល ក្នុងកម្មវិធីវិភាគទិន្នន័យ ស្ថិតិវិទ្យា (Statistic 8) និង Microsoft Excel ដើម្បីវិភាគរកលទ្ធផលប្រកបដោយខ្លឹមសារ វិទ្យាសាស្ត្រសម្រាប់ជាមធ្យោបាយសិក្សាស្រាវជ្រាវសម្រេចគោលបំណងជាជំហានផ្សេងៗទៀត និងដើម្បីសរសេរ ជារបាយការណ៍ និងចងក្រងជាឯកសារ ។ ដោយក្នុងការវិភាគនេះគឺ យើងវិភាគរកតាម Two way ANOVA និង Regression ដើម្បីវិភាគ និងបកស្រាយទិន្នន័យ ក្រោយពេលធ្វើការពិសោធន៍ទៅលើការចម្រោះ H2Sដោយសារធាតុដែកអុកស៊ីត និងការចម្រោះដោយបញ្ចូលខ្សល់។

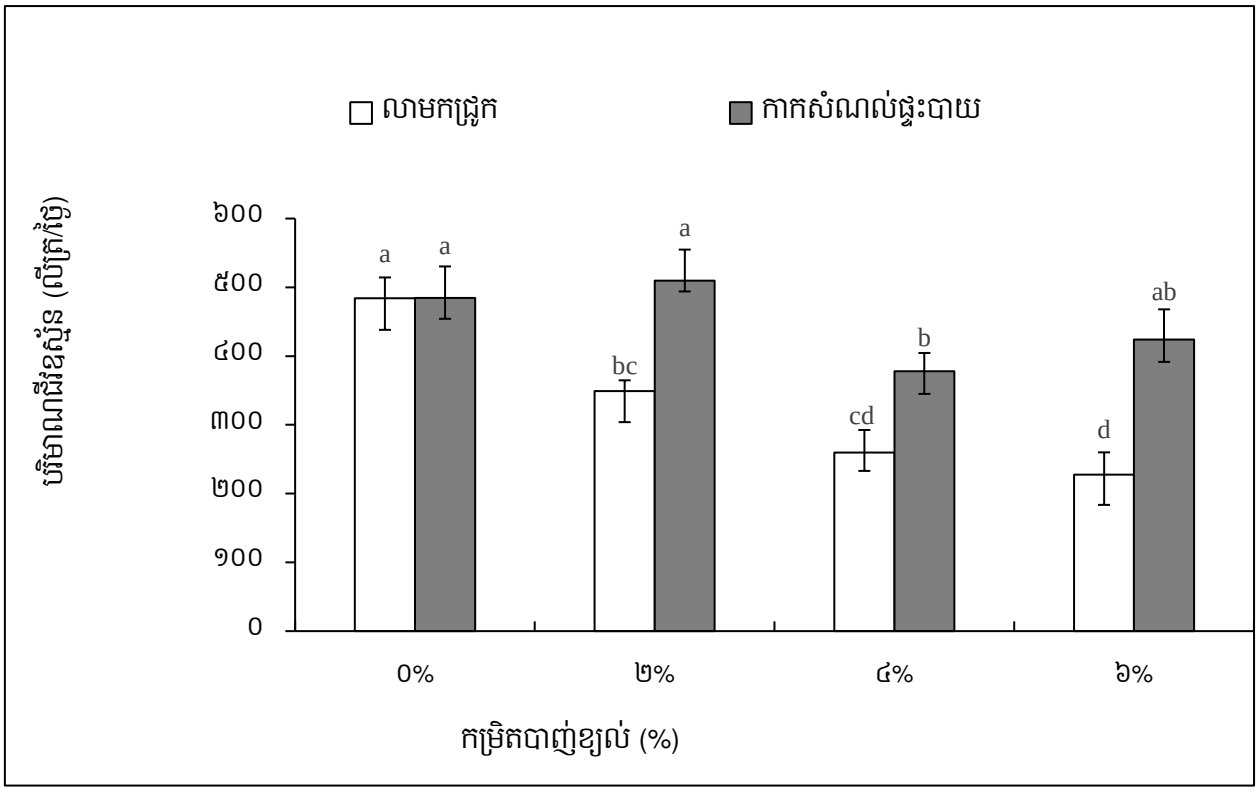
ជំពូក ៤

លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

ជំពូក ៤
លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

៤.១.លទ្ធផល និងការពិភាក្សា

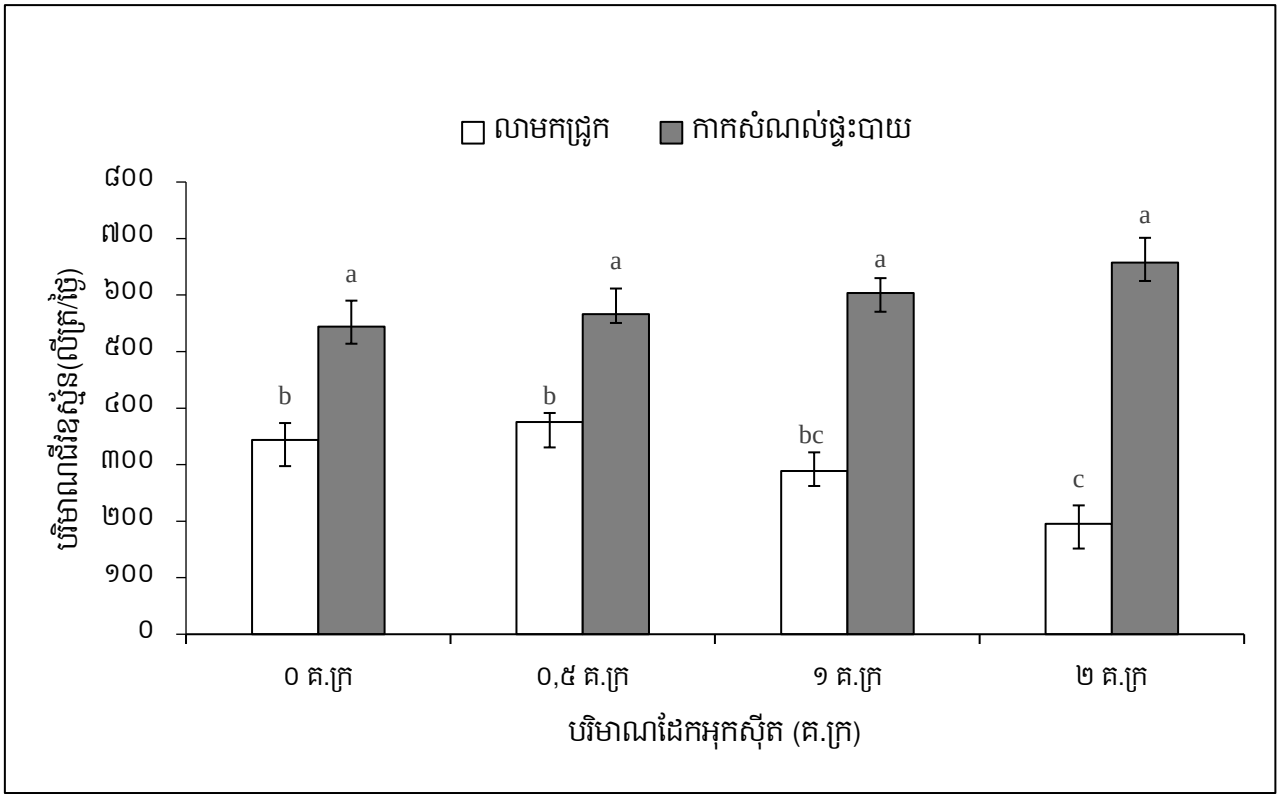
៤.១.១ បរិមាណជីវឧស្ម័ន



ក្រាហ្វិក ៤.១ ៖ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយប្រើការបញ្ចូលខ្សល់ក្នុងឡជីវឧស្ម័ន

ក្រាហ្វិកខាងលើប្រៀបធៀបបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានប្រចាំថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទខុសគ្នា គឺលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌបាញ់បញ្ចូលខ្សល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ កម្រិតទីមួយ គឺ 0% កម្រិតទីពីរ ២% កម្រិតទីបី ៤% និងកម្រិតទីបួន ៦%។ ជាលទ្ធផល វត្ថុធាតុដើម មានឥទ្ធិពលលើការផលិតជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ *($p < 0.009$)* ហើយ និងកម្រិតបាញ់ខ្សល់ខុសៗគ្នាក៏មានឥទ្ធិពលផលដែរ *($p < 0.009$)*។ លើសពីនេះទៅទៀត អន្តរអំពើរវាងវត្ថុធាតុដើម និងកម្រិតបាញ់ខ្សល់ក៏មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *($p < 0.03$២)*។ គេសង្កេតឃើញថាការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើមបង្កើតជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃបានច្រើនជាង បើធៀបនឹងការប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក ប៉ុន្តែនៅកម្រិតខ្សល់បាញ់ ៤% បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានតិចជាងគេ។ ចំពោះលាមកជ្រូក កាលណាបាញ់ខ្សល់កាន់តែច្រើន នោះកម្រិតជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃកាន់តែថយ។ នៅកម្រិតខ្សល់ 0% ជីវឧស្ម័នបង្កើតឡើងដោយលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយស្មើទៅនឹងជាមធ្យម ៤៨៤ លីត្រ/ថ្ងៃ ហើយនៅកម្រិតខ្សល់ ២% ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយផលិតបានជីវឧស្ម័នជាមធ្យម ៥១0 លីត្រ/ថ្ងៃ ចំណែកឯលាមកជ្រូកផលិតជីវឧស្ម័នបានត្រឹមតែ ៣៥0 លីត្រ/ថ្ងៃ។ នៅកម្រិតខ្សល់ ៤% បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានប្រចាំថ្ងៃបានថយចុះមកត្រឹម ៣៨0 លីត្រ/ថ្ងៃ សម្រាប់កាកសំណល់ផ្ទះបាន និង ២៦0 លី

ត្រ/ថ្ងៃ សម្រាប់លាមកជ្រូក។ បរិមាណនេះពុំប្រែប្រួលសម្រាប់ការប្រើកាកសំណល់ផ្ទះបាយសម្រាប់ជាវត្ថុធាតុដើម នៅពេលបាញ់ខ្យល់បញ្ចូលឡជីវឧស្ម័ន ក្នុងកម្រិត ៦% ហើយជីវឧស្ម័នដែលផលិតបាននោះស្មើនឹង ៤២០ លីត្រ/ថ្ងៃ។ ផ្ទុយមកវិញ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតដោយលាមកជ្រូកបានបន្តធ្លាក់ចុះ នៅពេលបាញ់ខ្យល់ ៦% ហើយមានចំនួនជាមធ្យមប្រហែលជា ២៨៨ លីត្រ/ថ្ងៃ។ ជារួម គេសង្កេតឃើញថាការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយនាំឲ្យផលិតបានជីវឧស្ម័នច្រើនជាងការប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក ហើយការបាញ់ខ្យល់ក្នុងកម្រិតច្រើនពេក នាំឲ្យបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតថយចុះ។

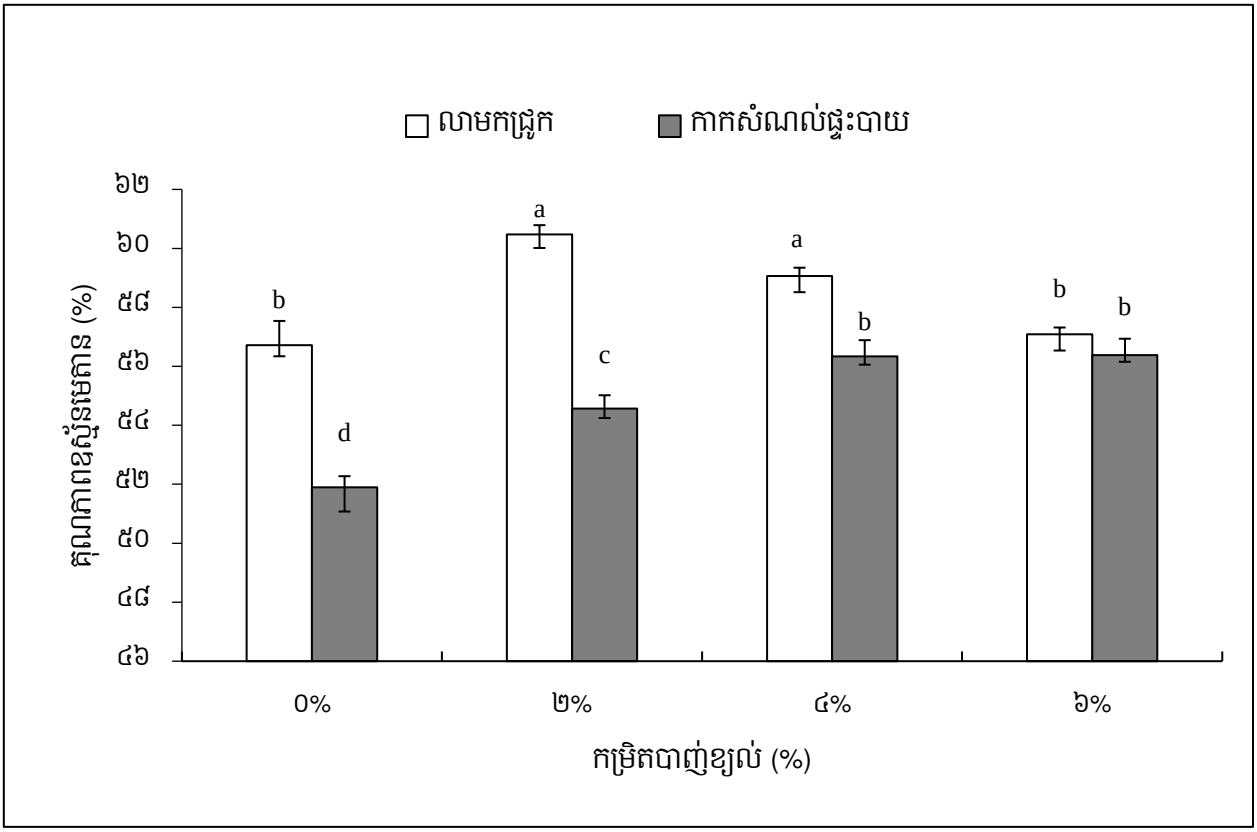


ក្រាហ្វិក ៤.២ ៖ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត

ក្រាហ្វិកខាងលើប្រៀបធៀបបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានប្រចាំថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទខុសគ្នា គឺលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌចម្រោះជីវឧស្ម័នដោយដែកអុកស៊ីត ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ បរិមាណរបស់ដែកអុកស៊ីតទាំង ៤ កម្រិតមាន កម្រិតទីមួយ 0គ.ក្រ កម្រិតទីពីរ 0,៥គ.ក្រ កម្រិតទីបី ១គ.ក្រ និងកម្រិតទីបួន ២គ.ក្រ។ បរិមាណជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ ដែលផលិតបានពី វត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *($p < 0.009$)* ប៉ុន្តែចំពោះការដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីតខុសគ្នា ដើម្បីចម្រោះជីវឧស្ម័នមិនមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *($p = 0.620$)*។ ចំពោះ អន្តរអំពើរវាងវត្ថុធាតុដើម ជាមួយនិងបរិមាណដែកអុកស៊ីតមិនមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យឡើយ *($p = 0.093$)*។ គេសង្កេតឃើញថា បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកទទួលបានបរិមាណតិចជាង ជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ។ ចំពោះកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ជីវឧស្ម័នកើនឡើងខ្ពស់ជាងគេ នៅកម្រិតដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គីឡូក្រាមស្មើរនឹង ៦៥៧ លីត្រក្នុង/ថ្ងៃ នៅពេលដែលលាមកជ្រូកអាចផលិតជីវឧស្ម័នបានត្រឹមតែ

១៩៦លីត្រ/ថ្ងៃ។ ក្នុងការដាក់ដែកអុកស៊ីតក្នុងបរិមាណ ០គីឡូក្រាម ជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកស្មើរនឹង ៣៤៣ លីត្រ/ថ្ងៃ តិចជាងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយស្មើរនឹង ៥៤៤ លីត្រ/ថ្ងៃក្នុងកម្រិតដែកអុកស៊ីតស្មើរគ្នា។ បរិមាណជីវឧស្ម័នមិនប្រែប្រួលខ្លាំង នៅពេលដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីតក្នុងកម្រិត ០,៥គីឡូក្រាម ដែលកាកសំណល់ផ្ទះបាយអាចផលិតបានជីវឧស្ម័នជាមធ្យម ៥៦៦លីត្រ/ថ្ងៃ ច្រើនជាង បរិមានជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូក បានត្រឹមតែ ៣៧៦ លីត្រ/ថ្ងៃ។ ចំណែកឯ បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតពីលាមកជ្រូកត្រូវបានថយចុះមកត្រឹម ២៨៩ លីត្រ/ថ្ងៃ ហើយបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ កើនឡើងដល់ ៦០៣ លីត្រ/ថ្ងៃ នៅក្នុងការដាក់កម្រិតដែកអុកស៊ីតបរិមាណ ១ គីឡូក្រាម។

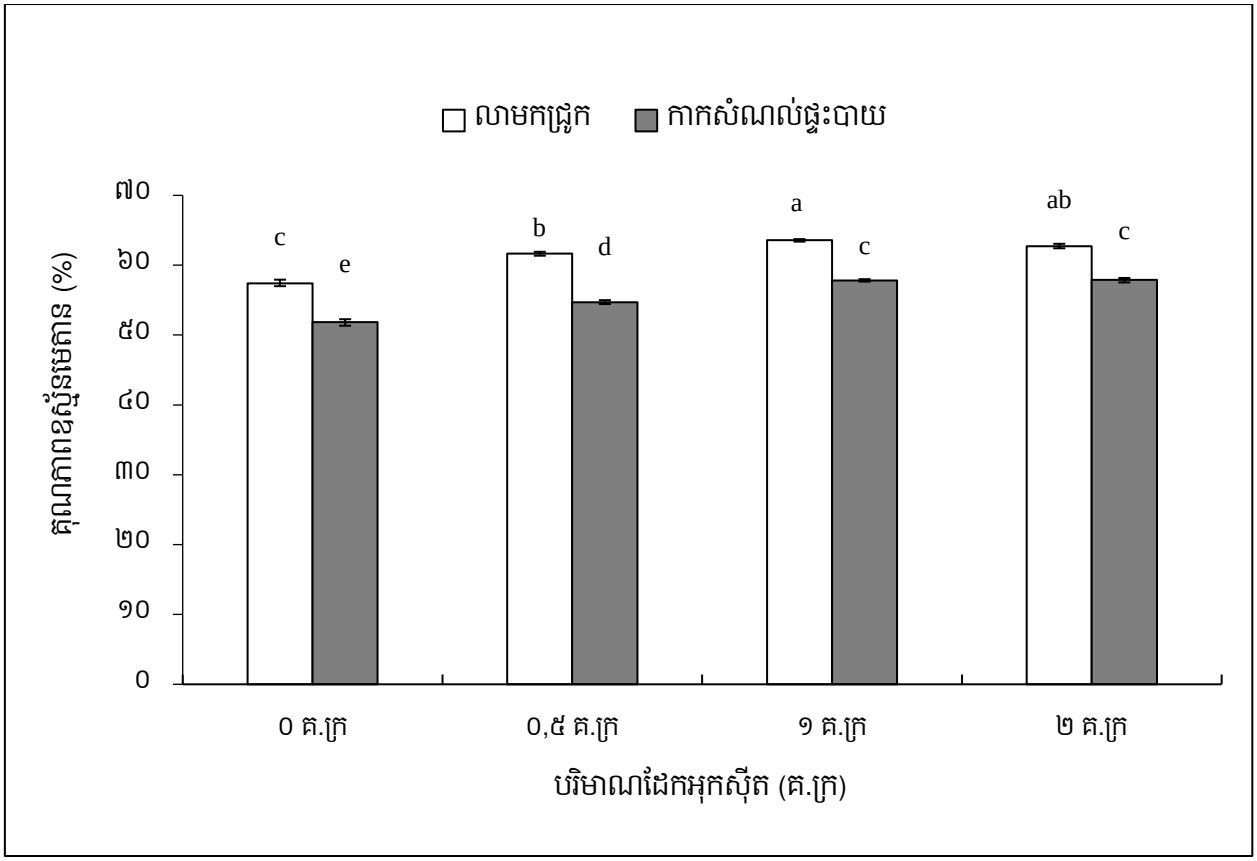
៤ ២.១.គុណតាពឧស្ម័នមេតាន



ក្រាហ្វិក ៤.៣ ៖ គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយការបញ្ចូលខ្យល់ក្នុងឡជីវឧស្ម័ន

ក្រាហ្វិកខាងលើបង្ហាញពីការប្រៀបធៀបរវាងគុណភាពឧស្ម័នមេតានជាមធ្យមដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌបញ្ចូលខ្យល់ដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ កម្រិតខ្យល់ដែលបាញ់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នគឺ កម្រិតទីមួយ គឺ ០% កម្រិតទីពីរ ២% កម្រិតទីបី ៤% និងកម្រិតទីបួន ៦%។ ជាលទ្ធផល កត្តាវត្ថុធាតុដើមមានឥទ្ធិពលលើការផលិតគុណភាពឧស្ម័នមេតាន *($p < 0.009$)* ហើយការបាញ់ខ្យល់ក្នុងកម្រិតខុសគ្នា ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នក៏ធ្វើអោយមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *($p < 0.009$)*។ ចំពោះអន្តរអំពើរវាងវត្ថុធាតុដើម ជាមួយនិងកម្រិតបាញ់ខ្យល់មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យផងដែរ *($p < 0.009$)*។ តាមការបង្ហាញរបស់ក្រាហ្វិក គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានក្នុងកម្រិតខ្យល់ ០% មានគុណភាពស្មើរនឹង ៥២% តិចជាង គុណភាពឧស្ម័ន

មេតានដែលផលិតបានក្នុងកម្រិតដទៃទៀត ស្របពេលដែរលាមកជ្រូកអាចផលិតឧស្ម័នមេតានបាន ៥៧% ជាមធ្យម។ ក្នុងកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ២% គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកកើនឡើងដល់ ៦០% ធៀបនិងកម្រិតដទៃទៀត ហើយគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយកើនដល់ ៥៥% ផងដែរ។ ចំពោះលាមកជ្រូក អាចផលិតបាន ៥៩% ក្នុងការដាក់កម្រិតបាញ់ខ្យល់ ៤% ចំណែកឯគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយកើនឡើងដល់ ៥៦%។ គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយកើនឡើង កាលណាកម្រិតបាញ់ខ្យល់កាន់តែខ្ពស់។ កម្រិត ៦% គុណភាពមេតានដែលបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយកើនឡើងដល់ ៥៦% ហើយគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកស្មើរនឹង ៥៧%។

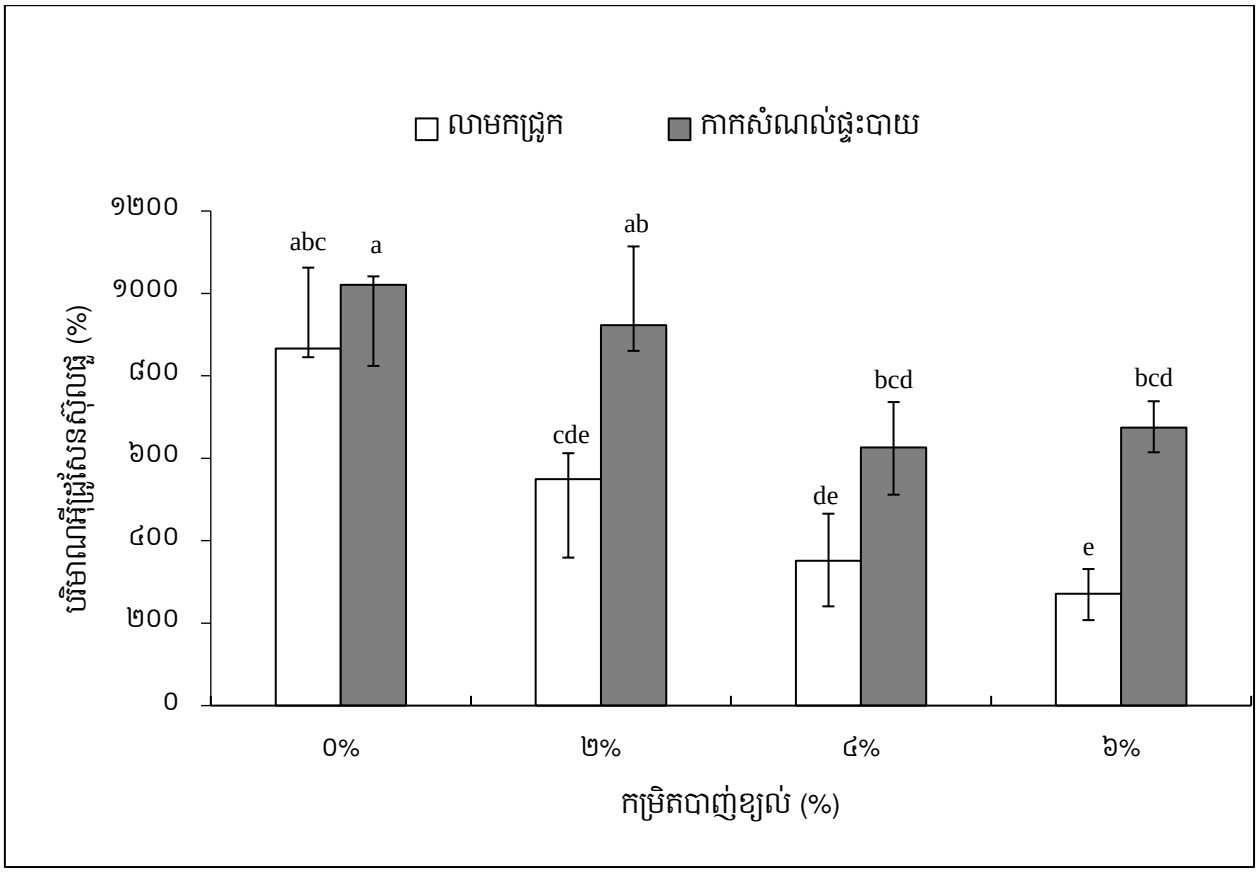


ក្រាហ្វិក ៤.៤ ៖ បរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត

ក្រាហ្វិកខាងលើប្រៀបធៀប គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទខុសគ្នា គឺលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌចម្រោះជីវឧស្ម័នដោយដែកអុកស៊ីត ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ បរិមាណដែកអុកស៊ីតដែលធ្វើការដាក់ចម្រោះជីវឧស្ម័នមាន ៤ កម្រិតដូចជា កម្រិតទីមួយ 0គ.ក្រ កម្រិតទីពីរ 0,៥គ.ក្រ កម្រិតទីបី ១គ.ក្រ និងកម្រិតទីបួន ២គ.ក្រ។ ជាលទ្ធផល វត្ថុធាតុដើម មានឥទ្ធិពលលើគុណភាពឧស្ម័នមេតានប្រចាំថ្ងៃ *($p < 0.001$)* ហើយ និងបរិមាណដែកអុកស៊ីតដាក់ចម្រោះខុសៗគ្នា ក៏មានឥទ្ធិពលផងដែរ *($p < 0.001$)*។ អន្តរអំពើរវាងវត្ថុធាតុដើម និងបរិមាណដែកអុកស៊ីត ក៏មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យដែរ *($p < 0.05$)*។ ចំពោះការចម្រោះជីវឧស្ម័នដោយការដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីតក្នុងកម្រិត 0គីឡូក្រាម ធ្វើអោយគុណភាព

ឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកមាន ៥៧% ច្រើនជាង គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយស្មើរនឹង ៥២%។ គុណភាពមេតានដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកកើនឡើងដល់ ៦២% នៅការដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីត ០,៥ គីឡូក្រាម ហើយគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលផលិតពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយស្មើរនឹង ៥៤% ។ បន្តមកកម្រិតដែកអុកស៊ីតនៅបរិមាណ ១គីឡូក្រាម គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយកើនឡើងបន្តិចស្មើរនឹង ៥៧% រីឯ គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលបានពីលាមកសត្វស្មើរនឹង ៦៤% ។ ម្យ៉ាងទៀតនៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតក្នុងបរិមាណ ២គីឡូក្រាមគុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលមាននៅក្នុងកាកសំណល់ផ្ទះបាយមាន ៥៧% ចំណែកឯគុណភាពឧស្ម័នដែលបានពីលាមកជ្រូកមានជាមធ្យម ៦៣ %។

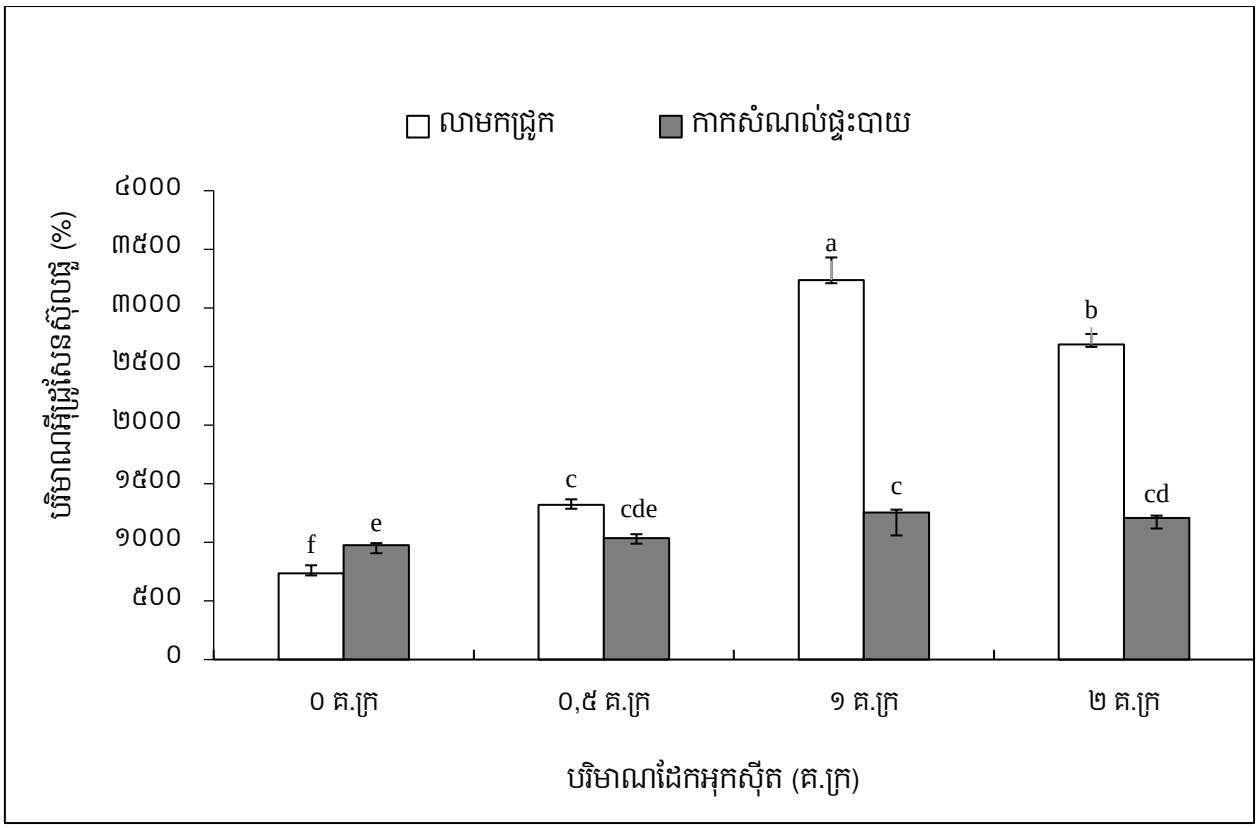
ដ ៣.១.គុណតាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ



ក្រាហ្វិក ៤.៥៖ គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទផលិតពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ក្រោយចម្រោះដោយបាញ់ខ្យល់

ក្រាហ្វិកខាងលើបង្ហាញពីការប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទជាមធ្យមដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌបញ្ចូលខ្យល់ដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ កម្រិតខ្យល់ដែលបាញ់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នគឺ កម្រិតទីមួយ គឺ 0% កម្រិតទីពីរ ២% កម្រិតទីបី ៤% និងកម្រិតទីបួន ៦%។ កាលណាគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទកាន់តែទាបនោះ ផលប៉ះពាល់របស់វាក៏ធ្លាក់ចុះដែរ។ តាមលទ្ធផលនៃការវិភាគ កត្តាវត្ថុធាតុដើមខុសគ្នា ធ្វើអោយគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *($p < 0.001$)* ហើយកម្រិតនៃការបញ្ចូលខ្យល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នក៏មានឥទ្ធិពលទៅលើគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ *($p < 0.001$)* ផងដែរ។ ចំណែកឯអន្តរអំពើរវាងវត្ថុធាតុដើម និងកម្រិតខ្យល់ ជាមួយគុណ

ភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូគឺមិនមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *(p=0.៧០៦)*។ តាមក្រាហ្វិកខាងលើបង្ហាញថា ការពិសោធន៍ទៅលើលាមកជ្រូក កាលណាបញ្ចូលខ្យល់ដើម្បីបន្សុទ្ធឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូកាន់តែច្រើននោះគុណភាពឧស្ម័ននេះកាន់តែធ្លាក់ចុះ ដែលគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូទាបបំផុត គឺនៅកម្រិតនៃការបាញ់ខ្យល់ ៦% ស្មើរនឹង ២៧២ ppm ស្របពេលដែលកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ទទួលបាន ៦៧៤ ppm។ នៅកម្រិត ៤% ការបញ្ចូលខ្យល់បានបន្សុទ្ធឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូមកសល់ត្រឹម ៣៥១ ppm ដែលផលិតចេញពីវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូក និង ៦២៦ ppm ផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមកាកសំណល់ផ្ទះបាយ។ នៅក្នុងកម្រិត ២% គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកមាន ៥៥០ ppm ដែលកាកសំណល់ផ្ទះបាយមាន ៩២៣ ppm។ ជាចុងក្រោយនៅកម្រិត ០% មានគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូ ៨៦៦ppm ចំពោះការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូកតិចជាងបរិមាណដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដែលឡើងទៅដល់ ១០២០ ppm។



ក្រាហ្វិក ៤.៦ ៖ បរិមាណឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូផលិតពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ក្រោយចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត

ក្រាហ្វិកខាងលើបង្ហាញពីការប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូជាមធ្យមដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ បរិមាណដែកអុកស៊ីតមាន កម្រិតទីមួយ ០គ.ក្រ កម្រិតទីពីរ ០,៥គ.ក្រ កម្រិតទីបី ១គ.ក្រ និងកម្រិតទីបួន ២គ.ក្រ។ តាមការវិភាគរួចមក វត្ថុធាតុដើម មានឥទ្ធិពលលើគុណភាព ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូប្រចាំថ្ងៃ *(p < 0.00១)* ហើយ និងបរិមាណដែកអុកស៊ីតដាក់ចម្រោះខុសៗគ្នា ក៏មានឥទ្ធិពលផងដែរ *(p < 0.00១)* ។ ប៉ុន្តែអន្តរអំពើរវាងវត្ថុធាតុដើម និងបរិមាណដែកអុកស៊ីត មានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យ *(p < 0.00១)*។ តាមក្រាហ្វិកខាងលើបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូផលិតបានពីលាមកជ្រូក ដែលធ្វើការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតនៅ

បរិមាណ ១គ.ក្រ ស្មើនឹង ៣២៣៦ ppm ជាបរិមាណដែលខ្ពស់ជាងគេបើធៀបនឹងបរិមាណផ្សេងទៀត ហើយនៅបរិមណដែកអុកស៊ីតដូចគ្នា ចំពោះបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែរទទួលបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានតែ ១២៥៣ ppm តែប៉ុណ្ណោះ។ យ៉ាងណាមិញបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទមាន ៧៣៦ ppm ដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូក និងមាន៩៧៥ppm ផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងបរិមាណដែកអុកស៊ីត ០គ.ក្រ។ ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌចម្រោះដែកដែកអុកស៊ីតបរិមាណ ០,៥គ.ក្រ បរិមាណអ៊ីដ្រូសែនដែលទទួលបានមានលក្ខណៈប្រហាក់ប្រហែលគ្នា ដែលឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែលផលិតចេញពីលាមកជ្រូក មាន ១៣២១ppm និងផលិតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ មាន ១០៣៥ppm។ ចំណែកឯការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននៅបរិមាណដែកអុកស៊ីត ២គ.ក្រ វិញបរិមាណឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនដែលទទួលបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយមាន ១២០៧ppm និងបរិមាណ ២៦៨៨ppm ទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូក។

៤ ៤.១.គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក

តារាងទី ៤.១៖ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយការបាញ់ខ្សល់

វត្ថុធាតុដើម	កម្រិតបាញ់ខ្សល់	គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក	SE
លាមកជ្រូក	០%	៤៣,៦២ a	៤៦,៩៩
	២%	៣៥,៩៦ b	០,១៦៧
	៤%	៣៥,១៣ b	០,១៦៧
	៦%	៣៥,៧៣ b	០,១១៨
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០%	៤៥,៦៥ a	០,៤០៥
	២%	៤២,៤៦ a	០,៤៥៩
	៤%	៤១,៣៣ a	០,៥៤០
	៦%	៤០,៥៤ ab	០,៤៥០
CV	១៦.០៧		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០.០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	០.០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	០.៥៨៩		

តារាងខាងលើប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ទៅលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌបញ្ចូលខ្សល់ដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ កម្រិតខ្សល់ដែលបាញ់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នគឺ កម្រិតទីមួយ គឺ ០% កម្រិតទីពីរ ២% កម្រិតទីបី ៤% និងកម្រិតទីបួន ៦%។ គេសង្កេតឃើញថាគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ០% ស្មើនឹង ៤៥% មាន

គុណភាពខ្ពស់ជាងគេ បន្ទាប់មកគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលកើតចេញពីល្បាយលាមកជ្រូកនៅក្នុងកម្រិត ២% កម្រិត ៤% និងកម្រិត ៦%មានគុណភាពកាបូនិកចំនួន ៣៥% ទាបជាងគេ ប៉ុន្តែនៅកម្រិត ០% គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកឡើងដល់ ៤៣% ។ ចំណែកឯកាកសំណល់ផ្ទះបាយនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៦% មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ៤០% ហើយនៅលក្ខខណ្ឌចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ ៤% មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ៤១% និងចុងក្រោយនៅលក្ខខណ្ឌចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ ២% មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ៤២%។ តាមលទ្ធផលដែលបានវិភាគយោងតាមតម្លៃ *p-value* តូចជាង ០.០១ នោះមានន័យថា គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកចេញពីវត្ថុធាតុពីរប្រភេទខុសគ្នា។ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់ ៩៩ ភាគរយ។ ចំណែកកម្រិតបាញ់ខ្សល់ មានតម្លៃ *p-value = 0.001* មានន័យថាមានឥទ្ធិពលទៅលើបរិមាណឧស្ម័នកាបូនិក ហើយចំពោះអន្តរអំពើរវាង វត្ថុធាតុដើម និងកម្រិតបាញ់ខ្សល់ពុំមានភាពខុសគ្នាជាអត្ថន័យទេ ដែរមានតម្លៃ *p-value = 0.589*។

តារាងទី ៤.២៖ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត

វត្ថុធាតុដើម	បរិមាណដែកអុកស៊ីត	គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក	SE
លាមកជ្រូក	០ គីឡូក្រាម	៣៩,៤០ a	០,៦៦៧
	០,៥ គីឡូក្រាម	៣៦,៨៣ c	០,១៦៦
	១ គីឡូក្រាម	៣៤,៨៣ bc	០,២៤១
	២ គីឡូក្រាម	៣៤,៩០ b	០,១៧៩
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០ គីឡូក្រាម	៤៥,៤៧ d	០,៤៨៦
	០,៥ គីឡូក្រាម	៤២,៧០ e	០,៣៦៦
	១ គីឡូក្រាម	៤៣,៩០ f	០,៣៧៨
	២ គីឡូក្រាម	៤៤,២០ f	០,២៤៩
CV	៣.៦៧		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០.០០១		
P-Value ដែកអុកស៊ីត	< ០.០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	< ០.០០១		

តារាងខាងលើប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ទៅលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ បរិមាណដែកអុកស៊ីតដែលដាក់ច្រោះនៅក្នុងធុងចម្រោះជីវឧស្ម័នគឺ កម្រិតទីមួយ គឺ ០ គីឡូក្រាម កម្រិតទីពីរ ០,៥ គីឡូក្រាម កម្រិតទីបី ១ គីឡូក្រាម និងកម្រិតទីបួន ២ គីឡូក្រាម។ កាលណាបរិមាណគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកកាន់តែច្រើន

នោះការប៉ះពាល់របស់វាតាមរយៈជីវឧស្ម័នកាន់តែច្រើន។ តាមការវិភាគបានបង្ហាញថាគេ គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ នៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ០គីឡូក្រាម ស្មើនឹង ៤៥% មានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេ ហើយការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតក្នុងបរិមាណ ២គីឡូក្រាម មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ៤៤% បន្ទាប់មកទៀត នៅបរិមាណ១គីឡូក្រាម មាន ៤៣% និង ៤២% នៅបរិមាណគ្រាប់ដែកអុកស៊ីត ០,៥គីឡូក្រាម។ ចំពោះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលបានពីការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូក នៅបរិមាណ០គីឡូក្រាម ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកចំនួន ៣៩% ហើយមាន ៣៦% នៅពេលចម្រោះដោយដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីត ០,៥គីឡូក្រាម។ ចំណែកឯ ១គីឡូក្រាម និង ២គីឡូក្រាម មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកចំនួន ៣៤% ដែលជាគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលទាបជាងគេ។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* តូចជាង ០.០១ នោះមានន័យថា គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកចេញពីវត្ថុធាតុពីរប្រភេទខុសគ្នា។ គឺខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់ ៩៩ ភាគរយ។

៤.៤ គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន.១.

តារាងទី ៤.៣៖ គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ដោយការបាញ់ខ្យល់

វត្ថុធាតុដើម	កម្រិតបាញ់ខ្យល់	គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន	SE
លាមកជ្រូក	០%	០,១១៥ a	០,០១
	២%	០,១៣១ a	០,០២៣
	៤%	០,១១០ a	០,០១
	៦%	០,១០០ a	០
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០%	០,១០០ a	០
	២%	០,១០៩ a	០,០០៩
	៤%	០,១៤២ a	០,០៤១
	៦%	០,១៦០ a	០,០៦
CV	៧៣,៣៥		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	០,៤៦០		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្យល់	០,៨២៩		
P-Value អន្តរអំពើ	០,៣៥៣		

តារាងខាងលើប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ទៅលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ កម្រិតខ្យល់ដែលបាញ់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នគឺ កម្រិតទីមួយ គឺ ០% កម្រិតទីពីរ ២% កម្រិតទីបី ៤% និងកម្រិតទីបួន

៦%។ គេសង្កេតឃើញថាគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ដែលកើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ នៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ៦% ស្មើនឹង ០,១៦% មានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេ និងនៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ៤% មានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ០,១៤%។ បន្ទាប់មកគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ដែលកើតចេញពីល្អាយលាមកជ្រូកនៅក្នុងកម្រិត ២% មានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនចំនួន ០,១៣% ទាបជាងគេ ប៉ុន្តែនៅកម្រិត ០% គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនស្មើ ០,១១% ។ ចំណែកឯកាកសំណល់ផ្ទះបាយនៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ០% ២% និងកម្រិត៦% ដែលប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមជាលាមកជ្រូក មានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ០,១០% ។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ធំជាង ០,០៥ នោះមានន័យថា គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនចេញពីវត្ថុធាតុពីរប្រភេទខុសគ្នាៗ គឺមិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់៩៩ ភាគរយ។

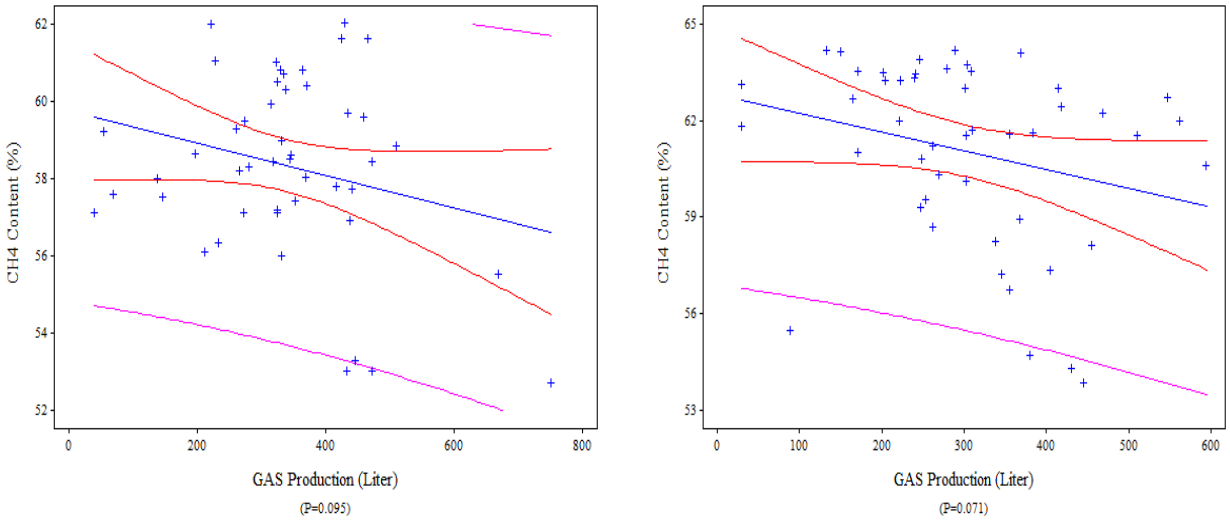
តារាងទី ៤.៤៖ គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលផលិតបានពីវត្ថុធាតុដើមពីរប្រភេទ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត

វត្ថុធាតុដើម	បរិមាណដែកអុកស៊ីត	គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន	SE
លាមកជ្រូក	០ គីឡូក្រាម	០,១៨ a	០,០៨
	០,៥ គីឡូក្រាម	០,១០៨ a	០,០០៨
	១ គីឡូក្រាម	០,១ a	០
	២ គីឡូក្រាម	០,១២ a	០,០១៣
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០ គីឡូក្រាម	០,១០ a	០
	០,៥ គីឡូក្រាម	០,១០ a	០
	១ គីឡូក្រាម	០,០៩ a	០,០១
	២ គីឡូក្រាម	០,១០ a	០
CV	១១២,៧៣		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	០,២៦៧		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្យល់	០,៥៩៤		
P-Value អន្តរអំពើ	០,៦៨៩		

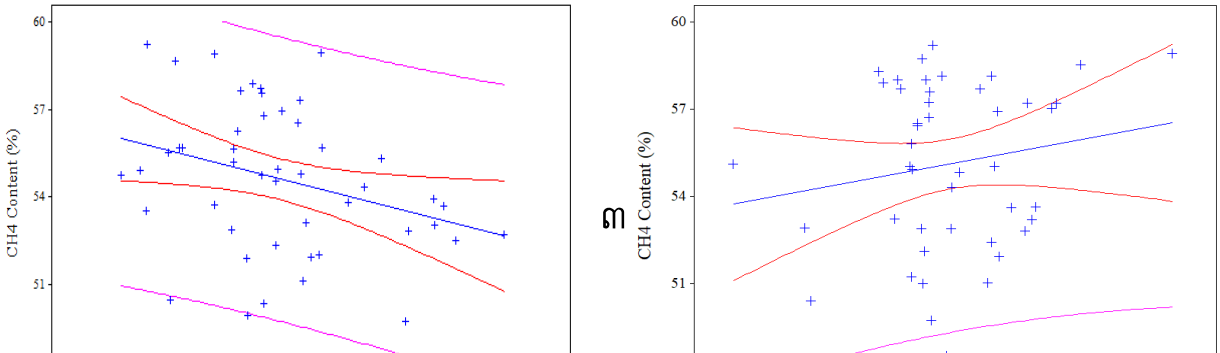
តារាងខាងលើប្រៀបធៀបគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ទៅលើវត្ថុធាតុដើមទាំង ពីរប្រភេទផ្សេងគ្នាគឺ លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងលក្ខខណ្ឌចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតដែលមាន ៤ កម្រិតខុសគ្នា។ បរិមាណដែកអុកស៊ីតដែលដាក់ច្រោះនៅក្នុងធុងចម្រោះជីវឧស្ម័នគឺ កម្រិតទីមួយ គឺ ០ គីឡូក្រាម កម្រិតទីពីរ ០,៥ គីឡូក្រាម កម្រិតទីបី ១ គីឡូក្រាម និងកម្រិតទីបួន ២ គីឡូក្រាម។ គេសង្កេតឃើញថាគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

ដែលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម នៅបរិមាណ ០,៥គីឡូក្រាម ១គីឡូក្រាម និងចម្រោះដោយការបញ្ចូលខ្យល់កើតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ នៅបរិមាណដែកអុកស៊ីត ០គីឡូក្រាម ០,៥គីឡូក្រាម និង ២គីឡូក្រាម ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនស្មើនឹង ០,១%។ ចំណែកគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលកើតចេញពីល្បាយកាកសំណល់ផ្ទះបាយនៅក្នុងបរិមាណដែកអុកស៊ីត ១គីឡូក្រាម ស្មើនិង ០,០៩% តែប៉ុណ្ណោះ។ រីឯការប្រើប្រាស់ល្បាយលាមកជ្រូក នៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គីឡូក្រាមមានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ០,១២% និងចុងក្រោយ បរិមាណដែកអុកស៊ីត ០គីឡូក្រាមដោយប្រើប្រាស់ល្បាយលាមកជ្រូកដដែលមានគុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែនខ្ពស់ជាងគេគឺ ០,១៨%។ យោងតាមតម្លៃ *p-value* ធំជាង ០,០៥ នោះមានន័យថា គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ចេញពីវត្ថុធាតុពីរប្រភេទខុសគ្នា។ គឺមិនខុសគ្នាជាអត្ថន័យនៅក្នុងកម្រិតជឿជាក់ ៩៩ ភាគរយ។

៤ ៦.១.ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងគុណភាពឧស្ម័នមេតាន



ក្រាហ្វិក៤.៧៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពមេតាន នឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្យល់ (រូបឆ្វេង) ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)

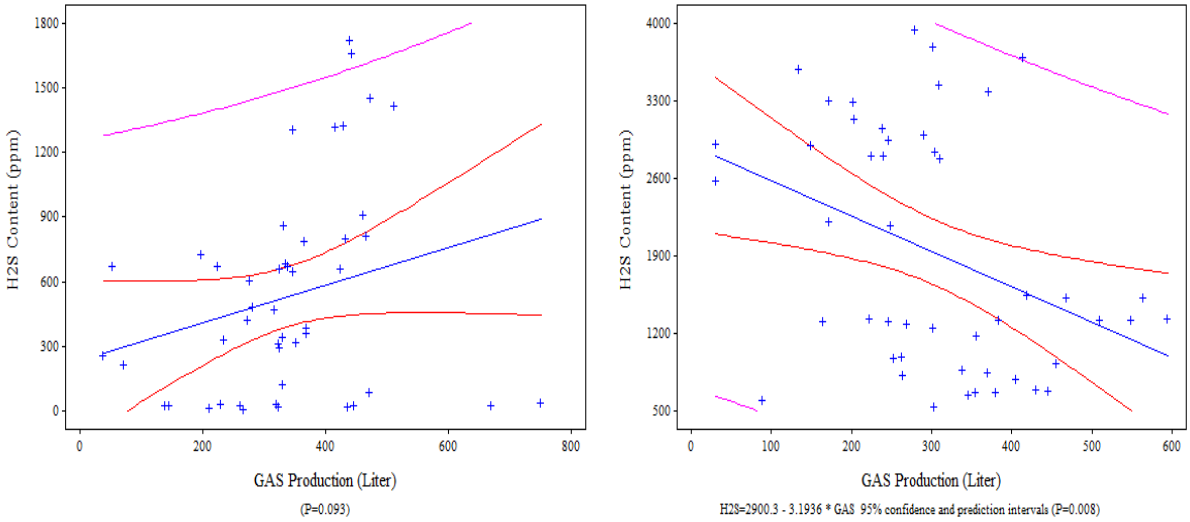


ក្រាហ្វិក៤.៨៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពមេតាន នឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដៃកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)

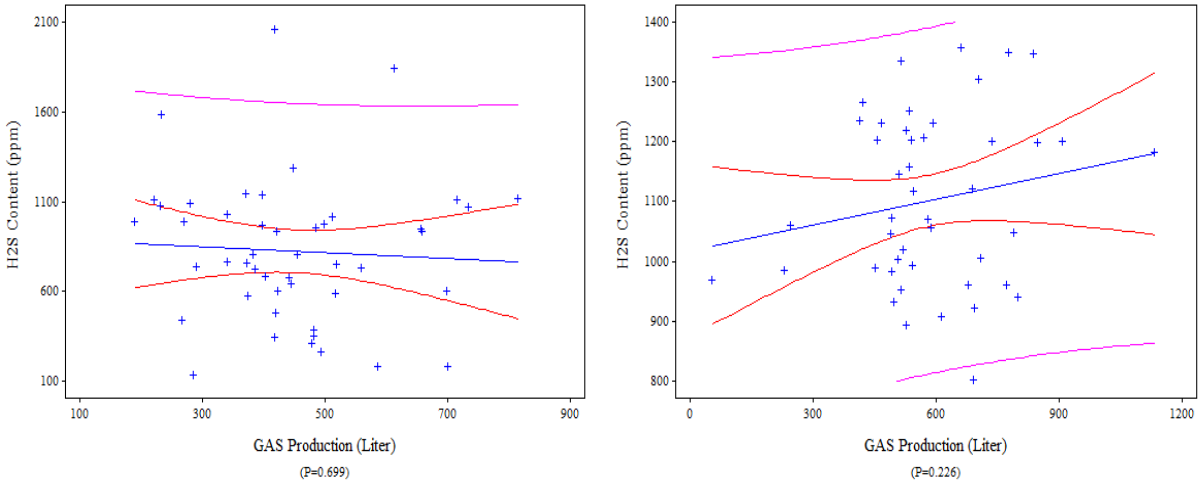
ក្រាហ្វិកទាំងបួនខាងលើកំណត់ទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពមេតាន និងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ចំពោះលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម ក្នុងលក្ខខណ្ឌជីវឧស្ម័នត្រូវបានចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ និងប្រើប្រាស់គ្រាប់ចម្រោះ។ ជាលទ្ធផល គេសង្កេតឃើញថាបម្រែបម្រួលមេតានពុំមានទំនាក់ទំនងជាមួយនឹងបម្រែបម្រួលបរិមាណជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃនោះទេ ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P= ០,០៩៥) ហើយក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក និងចម្រោះដោយគ្រាប់ចម្រោះ (P= ០,០៧១) ព្រមទាំងករណីវត្ថុធាតុដើមជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ចម្រោះដោយប្រើប្រាស់ដៃកអុកស៊ីត (P= ០,២៧) ។ នេះមានន័យថាកំណើន ឬតំថយគុណភាពមេតានគឺមិនអាស្រ័យនឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតនោះទេ។

ផ្ទុយមកវិញ គេសង្កេតឃើញមានទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពមេតាន ជាមួយនឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ក្នុងលក្ខខណ្ឌកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម និងចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P = ០,០៣១) ។ ប៉ុន្តែទំនាក់ទំនងនេះជាទំនងទំនងបែបអវិជ្ជមាន នោះមានន័យថាប្រសិនបើបរិមាណជីវឧស្ម័នកើនឡើង នោះគុណភាពមេតាននឹងធ្លាក់ចុះ ហើយប្រសិនបើបរិមាណជីវឧស្ម័នកើនបានមួយឯកតា នោះគុណភាពមេតាននឹងធ្លាក់ចុះ ០.៥%។

៤៧.១. ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងគុណតាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ



ក្រាហ្វិក៤.៩៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ និងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)



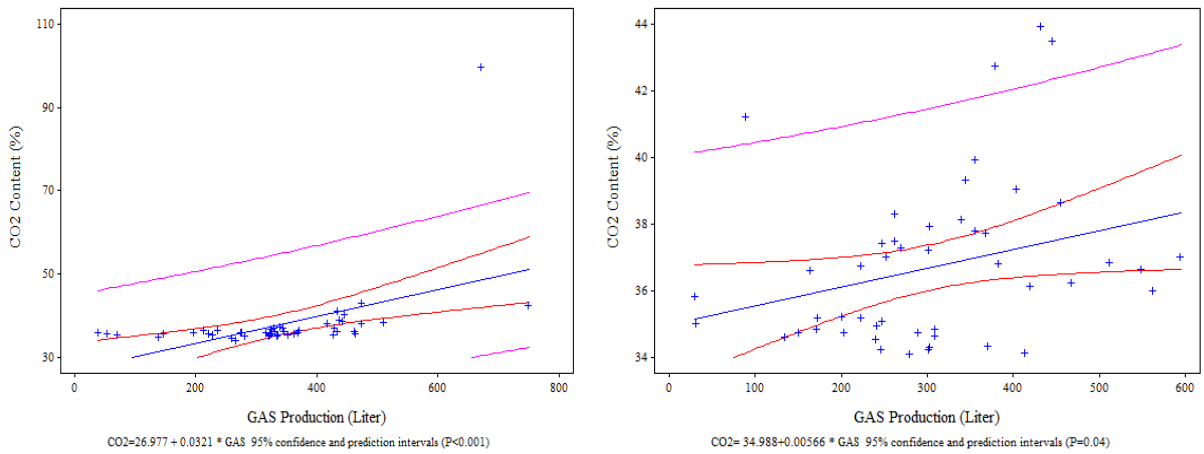
ក្រាហ្វិក៤.១០៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ និងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)

ក្រាហ្វិកទាំងបួនខាងលើកំណត់ទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ និងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ចំពោះលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម ក្នុងលក្ខខណ្ឌជីវឧស្ម័នត្រូវបានចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ និងប្រើប្រាស់គ្រាប់ចម្រោះ។ តាមក្រាហ្វិក គេសង្កេតឃើញថាបម្រែបម្រួលគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ពុំមានទំនាក់ទំនងជាមួយនឹងបម្រែបម្រួលបរិមាណជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃនោះទេ ក្នុងករណីវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូកប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P= ០,០៩៣) ហើយក្នុងករណីប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (P= ០,២២៦) និងចម្រោះដោយការបញ្ចូលខ្សល់ (P= ០,៦៩៩) ។

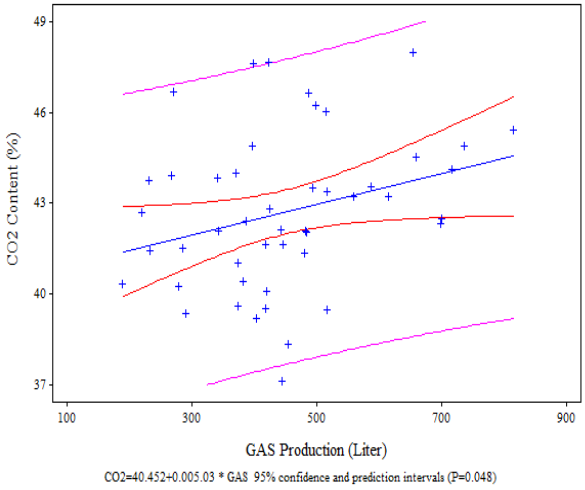
នេះមានន័យថាកំណើនឬតំថយគុណភាពគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ គឺមិនអាស្រ័យនឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតនោះទេ។

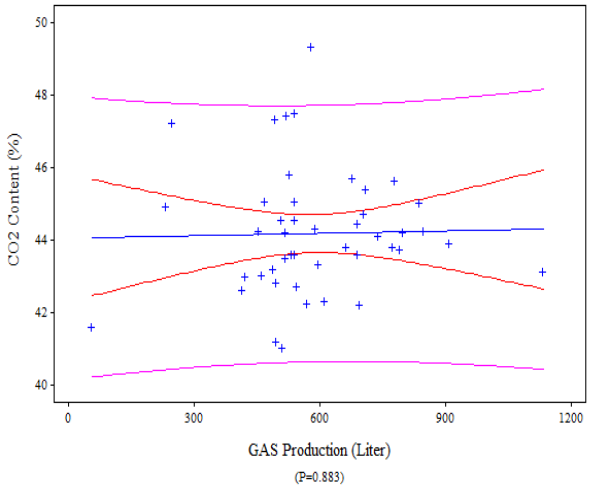
យ៉ាងណាមិញ គេសង្កេតឃើញមានទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ជាមួយនឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ក្នុងលក្ខខណ្ឌលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម លើវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (P =0,008) ។ ប៉ុន្តែទំនាក់ទំនងនេះជាទំនងទំនងបែបវិជ្ជមាន នោះមានន័យថាប្រសិនបើបរិមាណជីវឧស្ម័នកើនឡើង នោះគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទនឹងកើនឡើង ហើយប្រសិនបើបរិមាណជីវឧស្ម័នកើនបានមួយឯកតា នោះគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទនឹងកើនឡើង ។

៤៨.១. ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក និងបរិមាណជីវឧស្ម័ន



ក្រាហ្វិក៤.១១៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងឧស្ម័នកាបូនិក ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)



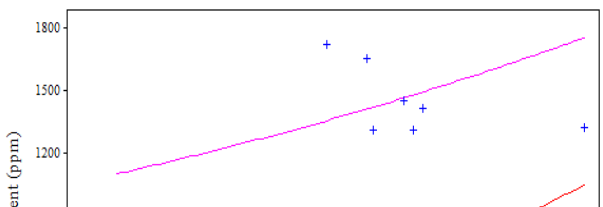


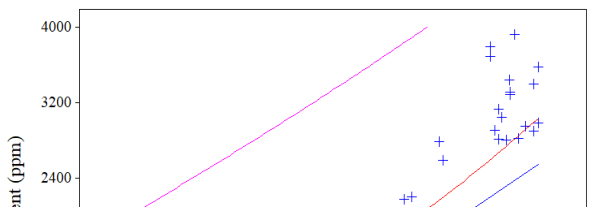
ក្រាហ្វិក៤.១២៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងឧស្ម័នកាបូនិក ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)

ក្រាហ្វិកទាំងបួនខាងលើកំណត់ទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងឧស្ម័នកាបូនិក ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ចំពោះលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម ក្នុងលក្ខខណ្ឌជីវឧស្ម័នត្រូវបានចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ និងប្រើប្រាស់គ្រាប់ចម្រោះ។ ជាលទ្ធផល គេសង្កេតឃើញថាបម្រែបម្រួលឧស្ម័នកាបូនិកមានទំនាក់ទំនងជាមួយនឹងបម្រែបម្រួលបរិមាណជីវឧស្ម័នប្រចាំថ្ងៃ ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P < 0,001) ហើយក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក និងចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (P= 0,04) ព្រមទាំងករណីវត្ថុធាតុដើមជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P= 0,048)។ នេះមានន័យថាកំណើន ឬតំថយគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកគឺអាស្រ័យនឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតបាន។

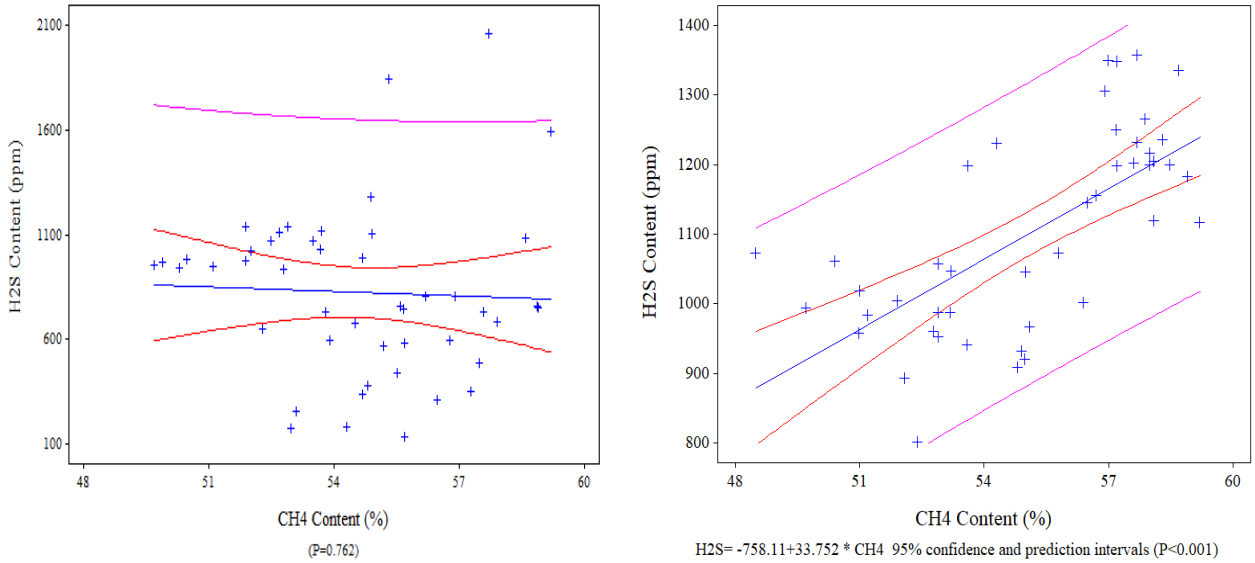
ផ្ទុយមកវិញ គេសង្កេតឃើញមានទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ជាមួយនឹងបរិមាណជីវឧស្ម័នផលិតប្រចាំថ្ងៃ ក្នុងលក្ខខណ្ឌកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម និងចម្រោះដោយគ្រាប់ដែកអុកស៊ីត (P =0,883) ។ ប៉ុន្តែទំនាក់ទំនងនេះជាទំនងទំនងបែបវិជ្ជមាន នោះមានន័យថាប្រសិនបើបរិមាណជីវឧស្ម័នកើនឡើង នោះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកនិងកើនឡើងដូចគ្នា ហើយប្រសិនបើបរិមាណជីវឧស្ម័នកើនបានមួយឯកតា នោះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកនឹងកើនឡើង។

៨៩.១. ទំនាក់ទំនងរវាងគុណតាពមេតាន និងគុណតាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលហ្ហ





ក្រាហ្វិក ៤.១៣៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពឧស្ម័នមេតាន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) និងករណីលាមកជ្រូកចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)។



ក្រាហ្វិក ៤.១៤៖ ទំនាក់ទំនងរវាងគុណភាពឧស្ម័នមេតាន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយខ្សល់ (រូបឆ្វេង) និងករណីកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (រូបស្តាំ)។

ក្រាហ្វិកទាំងបួនខាងលើកំណត់ទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពឧស្ម័នមេតាន និងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ចំពោះលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម ក្នុងលក្ខខណ្ឌជីវឧស្ម័នត្រូវបានចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ និងប្រើប្រាស់គ្រាប់ចម្រោះ។ ជាលទ្ធផល គេសង្កេតឃើញថាបម្រែបម្រួលឧស្ម័នមេតានមានទំនាក់ទំនងជាមួយនឹងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទផលិតបានប្រចាំថ្ងៃ ក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម និងចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P = 0,០១៤) ហើយក្នុងករណីប្រើប្រាស់លាមកជ្រូក និងចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (P< 0,០០១) ព្រមទាំងករណីវត្ថុធាតុដើមជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត (P< 0,០០១) ។ នេះមានន័យថាកំណើន ឬតំថយគុណភាពឧស្ម័នមេតានគឺអាស្រ័យនឹងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទផលិតបាន។

ផ្ទុយមកវិញ គេសង្កេតឃើញមានទំនាក់ទំនងរវាងបម្រែបម្រួលគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ជាមួយនឹងគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ផលិតប្រចាំថ្ងៃ ក្នុងលក្ខខណ្ឌកាកសំណល់ផ្ទះបាយជាវត្ថុធាតុដើម និងចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ (P =0,៧៦២) ។ ប៉ុន្តែទំនាក់ទំនងនេះជាទំនងទំនងបែបវិជ្ជមាន នោះមានន័យថាប្រសិនបើគុណភាពឧស្ម័នមេតានកើនឡើង នោះគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទនិងកើនឡើងដូចគ្នា ហើយប្រសិនបើឧស្ម័នមេតានកើនបានមួយឯកតា នោះគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទនឹងកើនឡើង។

៤ ២. ការពិភាក្សា

តាមរយៈការសិក្សាពិសោធន៍កន្លងមកនេះលើ ការប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះជីវឧស្ម័នពីរប្រភេទខុសគ្នាគឺ ការចម្រោះដោយការបញ្ចូលខ្សល់ និងការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតទៅលើវត្ថុធាតុដើមជាលាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងការកាត់បន្ថយអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ និងកំណត់ទំនាក់ទំនងជីវឧស្ម័ន ដែលមានទីតាំងនៅមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្ម នៃសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម យើងអាចវិភាគបានជារួមថា ៖

៤.២.១ ការពិនិត្យវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយឫស្សីខ្សល់

- **បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

ការចម្រោះជីវឧស្ម័នដែលបានពីវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូក ដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្របញ្ជូលខ្សល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នក្នុងកម្រិត ០% ទទួលបានបរិមាណជីវឧស្ម័នជាមធ្យម ៤៨៤លីត្រ/ថ្ងៃ ខ្ពស់ជាងកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ២% ដែលទទួលបានជីវឧស្ម័ន ៣៤៩លីត្រ/ថ្ងៃ ហើយបរិមាណជីវឧស្ម័នបន្តធ្លាក់ចុះកាលណាកម្រិតបាញ់ខ្សល់កាន់តែច្រើន ដោយបរិមាណជីវឧស្ម័ននៅកម្រិត ៤% មាន ២៦០លីត្រ/ថ្ងៃ និងចុងក្រោយបរិមាណជីវឧស្ម័នបានត្រឹមតែ ២២៨លីត្រ/ថ្ងៃ នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៦% ដែលជាបរិមាណជីវឧស្ម័នតិចជាងគេធៀបនិងបរិមាណដែលទទួលបានពីការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្របាញ់ខ្សល់។ ចំណែកឯបរិមាណជីវឧស្ម័នបានពីវត្ថុធាតុដើមកាកសំណល់ផ្ទះបាយវិញនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ២% មានបរិមាណជីវឧស្ម័ន ៥១០លីត្រ/ថ្ងៃ ដែលជាបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលខ្ពស់ជាងគេក្នុងចំណោមបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ។ ហើយនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ០% មានបរិមាណជីវឧស្ម័ន ៤៨៤លីត្រ/ថ្ងៃ បន្ទាប់មកនៅកម្រិត ៦% មាន ៤២៤% និង នៅកម្រិត៤% មានបរិមាណជីវឧស្ម័ន ៣៧៦លីត្រ/ថ្ងៃ ។

- **គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលឆ្លងកាត់ការចម្រោះ ដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្របញ្ជូលខ្សល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នក្នុងកម្រិត ២% ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ៦០% ជាបរិមាណគុណភាពឧស្ម័នខ្ពស់ជាងគេ។ ហើយនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៤% គុណភាពឧស្ម័នមេតានធ្លាក់មកត្រឹម ៥៩%។ រីឯកម្រិតខ្សល់ ៦% និង ០% ធ្វើអោយគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ៥៧%។ ចំពោះគុណភាពមេតានដែលទទួលបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយវិញ នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៤% និង ៦% មានគុណភាពឧស្ម័នមេតានស្មើគ្នាគឺ ៥៦% បន្ទាប់មកទៀតនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ២% មានចំនួន ៥៥% និងចុងក្រោយនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ០% ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នមេតានស្មើនឹង ៥២% ដែលជាបរិមាណឧស្ម័នមេតានដែលទទួលបានតិចជាងគេ។

- **គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលទទួលបានបន្ទាប់ពីការពិសោធន៍ទៅលើការចម្រោះដោយបញ្ជូលខ្សល់ទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នទៅលើវត្ថុធាតុដើមកាកសំណល់ផ្ទះបាយមានបរិមាណឧស្ម័នកើនឡើងច្រើនជាងបរិមាណឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលទទួលបានដែលប្រើប្រាស់លាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើម។ ចំពោះវត្ថុធាតុដើមកាកសំណល់ផ្ទះបាយដែលធ្វើការច្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ នៅកម្រិតខ្សល់ ០% ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូចំនួន ១០៣០ppm ដែលជាបរិមាណខ្ពស់ជាងគេ។ ហើយនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ២% មាន ៩២៣ppm រីឯនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៦% ទទួលបានបរិមាណឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូចំនួន ៦៧៤ppm និងនៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៤% ទទួលបានត្រឹមតែ ៦២៦ppm ប៉ុណ្ណោះ។ ចំណែកឯឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូកវិញមាន ៨៦៦ppm នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ចំនួន ០%។ នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ២% មានបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូចំនួន ៥៥០ppm បន្ទាប់មកមាន ៣៥១ppm នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៤% និងចុងក្រោយបង្អស់ នៅកម្រិតបាញ់ខ្សល់ ៦% មានបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលតិចជាងគេស្មើនឹង ២៧២ppm។

យោងតាមការពិសោធន៍ ដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រចម្រោះ ដោយ Formaldehyde solution បរិមាណ H_2S ថយចុះពី ៦០០ppm មក១០០ppm (ដែលមានបរិមាណថយចុះពី ៨០ppm ទៅ ១៦០ppm) (United States of America Patent, 1992)។

- **គុណតាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

គុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលទទួលបានដោយប្រើប្រាស់ល្បាយកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដែលខ្ពស់ជាងគេគឺនៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ០% ដែលស្មើនឹង ៤៥% នៃគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកជាមធ្យម។ ហើយគុណភាពឧស្ម័ននេះបន្តធ្លាក់ចុះទៅតាមកម្រិតបាញ់ខ្យល់ដូចគ្នា ដែលនៅកម្រិត ២% មានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកស្មើនឹង ៤២% ហើយមានចំនួន ៤១% នៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ចំនួន ៤% និងចុងក្រោយនៅកម្រិត ៦%ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកចំនួន ៤០%។ រីឯ ចំពោះការប្រើប្រាស់ល្បាយលាមកជ្រូកជាវត្ថុធាតុដើមវិញ គេឃើញថា នៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ០% ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកជាមធ្យមចំនួន ៤៣% និងលើសពីនេះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកមានចំនួន ៣៥% នៅកម្រិតបាញ់ខ្យល់ ២% ៤% និង ៦%។

៤.២.២ ការពិភាក្សាវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត

- **បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលទទួលបានពីការប្រើប្រាស់ល្បាយកាកសំណល់ផ្ទះបាយនៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គីឡូក្រាមទទួលបានបរិមាណជីវឧស្ម័នជាមធ្យមចំនួន ៦៥៧លីត្រ/ថ្ងៃ ដែលជាបរិមាណច្រើនជាងគេ។ បន្ទាប់មកមានបរិមាណជីវឧស្ម័ន ៦០៣គីឡូក្រាម/ថ្ងៃ បន្ទាប់ពីការច្រោះដោយដែកអុកស៊ីតក្នុងបរិមាណចំនួន ១ គីឡូក្រាម ហើយការចម្រោះនៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាម ទទួលបានបរិមាណជីវឧស្ម័ន ៥៦៦លីត្រ/ថ្ងៃ។ បរិមាណជីវឧស្ម័នបន្តធ្លាក់ចុះដល់ ៥៤៤លីត្រ/ថ្ងៃ នៅពេលមិនប្រើប្រាស់បរិមាណដែកអុកស៊ីតគឺ ០គីឡូក្រាម។ ចំណែកឯបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលកើតចេញពីការប្រើប្រាស់ល្បាយលាមកជ្រូក មានចំនួន ៣៧៦លីត្រ/ថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាម ហើយបរិមាណជីវឧស្ម័នចំនួន ៣៤៣លីត្រ/ថ្ងៃ ទទួលបានពីការច្រោះនៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ០%។ បរិមាណជីវឧស្ម័នធ្លាក់ចុះខ្លាំងនៅពេលប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតចំនួន ១គីឡូក្រាម ដែលស្មើនឹង ២៨៩លីត្រ/ថ្ងៃ និងចុងក្រោយដែលជាបរិមាណជីវឧស្ម័នតិចជាងគេស្មើនឹង ១៩៦ លីត្រ/ថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតដើម្បីចម្រោះចំនួន ២គីឡូក្រាម។

- **គុណតាពឧស្ម័នមេតានដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូកដែលមានគុណភាពខ្ពស់ជាងគេគឺ ៦៤% ដែលទទួលបានពីការច្រោះដោយប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតក្នុងបរិមាណ ១គីឡូក្រាម ហើយគុណភាពឧស្ម័នមេតានស្មើនឹង ៦៣% ដែលបានច្រោះនៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គីឡូក្រាម។ រីឯការដាក់បរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាមទទួលបាន ៦២% ច្រើនជាងការច្រោះនៅបរិមាណគ្រាប់ចម្រោះជីវឧស្ម័នចំនួន ០ គីឡូក្រាមដែលជាបរិមាណដើម។ គុណភាពឧស្ម័នមេតានដែលបានឆ្លងកាត់ការពិសោធន៍ដោយប្រើប្រាស់ល្បាយកាកសំណល់ផ្ទះបាយទទួលបានគុណភាពតិចជាងល្បាយលាមកជ្រូក ដោយបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ១ គីឡូក្រាម និង ២គីឡូក្រាមទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នមេតានត្រឹមតែ ៥៧% និងមានគុណភាពត្រឹម ៥១% បន្ទាប់ពីមិនបានដាក់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីត ដែលស្មើនឹង ០គីឡូក្រាម។

- **គុណតាពខ្ពស់នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូដែលកើតមានពីលាមកជ្រូកនៅក្នុងការដាក់ច្រោះដោយបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ១គីឡូក្រាមទទួលបានលទ្ធផលបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូខ្ពស់ជាងគ ស្មើនឹង ៣២៣៦ppm ហើយបន្ទាប់មកមានចំនួន ២៦៨៨ppm ក្រោយការដាក់ចម្រោះនៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ២គីឡូក្រាម។ ហើយនៅការពិសោធន៍ដោយប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាមទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នស្មើនឹង ១៣២១ ppm និងចុងក្រោយមានបរិមាណដែកអុកស៊ីត ៧៣៦ppm នៅពេលមិនដាក់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតដើម្បីធ្វើការចម្រោះ មាននៃថាបរិមាណគ្រាប់ដែកអុកស៊ីតស្មើនឹង ០គីឡូក្រាម។ រីឯការចម្រោះជីវឧស្ម័នដោយនប្រើប្រាស់ល្បាយកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ទទួលបានចំនួន ១២៥៣ppm ដោយប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតចំនួន ១គីឡូក្រាម និងចំនួន ២ គីឡូក្រាមនៃដែកអុកស៊ីត ទទួលបានបរិមាណឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូស្មើនឹង ១២០៧ppm ។ បន្ទាប់មកទៀត នៅបរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាមទទួលបានបរិមាណអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូជាមធ្យម ១០៣៥ppm និងចុងក្រោយមានបរិមាណគុណភាពអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទូស្មើនឹង ៩៧៥ppm ដែលឆ្លងកាត់ការពិសោធន៍ ដោយមិនបានប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីត ដែលស្មោះនិង ០គីឡូក្រាម។

យោងតាមការពិសោធន៍ ដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រចម្រោះ ដោយ Zero-Valent Iron បរិមាណ H2S ថយចុះពី ១៣៨ppm មកតិចជាង ៥០ppm (Rashed and Shuichi, 2015)។

- **គុណតាពខ្ពស់នកាបូនិកដែលទទួលបានពីវត្ថុធាតុដើមទាំងពីរប្រភេទ**

ចំពោះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលកើតពីការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមជាកាកសំណល់ផ្ទះបាយទទួបានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកច្រើន ដែលមានចំនួន ៤៥% នៅពេលមិនបានធ្វើការចម្រោះដោយឆ្លងកាត់ធុងចម្រោះ ឬ ០ គីឡូក្រាមនៃគ្រាប់ដែកអុកស៊ីត បន្តមក ៤៤% នៅពេលធ្វើការច្រោះដោយប្រើប្រាស់បរិមាណដែកអុកស៊ីតចំនួន ២ គីឡូក្រាម។ ហើយនៅបរិមាណគ្រាប់ដែកអុកស៊ីតចំនួន ១គីឡូក្រាម ទទួលបានបរិមាណគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកសល់ត្រឹមតែ ៤៣% និង ចុះមកត្រឹម ៤២% នៅពេលឆ្លងកាត់ការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាម។ ចំណែកឯគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលបានឆ្លងកាត់ការចម្រោះនិងប្រើប្រាស់ល្បាយលាមកជ្រូកចំនួន ១គីឡូក្រាម និង២គីឡូក្រាម នៃគ្រាប់ដែកអុកស៊ីតទទួលបានបរិមាណគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកដែលទាបបំផុតស្មើនឹង ៣៤%។ ហើយការប្រើប្រាស់បរិមាណគ្រាប់ដែកអុកស៊ីតចំនួន ០,៥គីឡូក្រាម ទទួលបានបរិមាណគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកស្មើនឹង ៣៦% និងចុងក្រោយទទួលបានបរិមាណគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកចំនួន ៣៩% នៅពេលមិនបានប្រើប្រាស់គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតក្នុងដំណើរការពិសោធន៍ ដែលស្មើនឹង ០គីឡូក្រាម។

ជំពូក ៥

សន្ធិដ្ឋាន និងសំណូមពរ

ជំពូក ៥
សន្និដ្ឋាន និងសំណូមពរ

៥.១ សន្និដ្ឋាន

យោងតាមលទ្ធផលដែលទទួលបានពីការពិសោធន៍ និងឆ្លងកាត់ដំណើរការពិភាក្សានៅជំពូកទី៤ រួចមក យើងអាចសន្និដ្ឋានបានដូចខាងក្រោម៖

វត្ថុធាតុដើម លាមកជ្រូកក្នុងវិធីសាស្ត្របាញ់ខ្សល់ទទួលបានបរិមានជីវឧស្ម័នច្រើជាងគេ ៤៨៤លីត្រ/ថ្ងៃ ចំណែកការប្រើវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតទទួបានត្រឹមតែ ៣៤០លីត្រ/ថ្ងៃ។ រីឯវត្ថុធាតុដើមជា កាកសំណល់ផ្ទះបាយ ក្នុងការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត នៅបរិមាណ ២គីឡូក្រាម ទទួលបានតែ ៦៥៧លីត្រ/ថ្ងៃ ស្របពេលការចម្រោះដោយការបាញ់ខ្សល់កម្រិត ២% ដែលទទួលបានបរិមាណជាមធ្យមត្រឹមតែ ៥០៩លីត្រ/ថ្ងៃ ។

ចំពោះគុណភាពឧស្ម័នមេតាន ទៅលើវត្ថុធាតុដើមលាមកជ្រូកលើការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត បរិមាណ ១គីឡូក្រាមធ្វើអោយគុណភាពមេតានស្មើរនឹង ៦៣% ធៀបនឹងគុណភាពមេតានដែលទទួលបានពីការចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ ក្នុងកម្រិត ២% ដែលស្មើរនឹង ៦០%។ ចំពោះកាកសំណល់ផ្ទះបាយគុណភាពមេតានខ្ពស់គឺ ៥៧% បានពីការចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតនៅបរិមាណ ១គីឡូក្រាម ហើយការចម្រោះដោយបាញ់ខ្សល់ កម្រិត ៦% បានគុណភាពមេតាន ៥៦%។

ចំពោះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិក ផលិតបានពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ដោយប្រើប្រាស់ទាំងពីរវិធីស្រាស្ត គឺវិធីសាស្ត្របញ្ជូលខ្សល់ និងវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីតធ្វើអោយគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិកមានកម្រិតខ្ពស់បំផុត ៤៥% ក្នុងលក្ខខណ្ឌ កម្រិត ០% ។ ហើយចំពោះគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិច ដែលផលិតបានពីលាមកជ្រូកដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រ (បាញ់ខ្សល់)ក្នុងកម្រិត ០%ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នកបូនិច ៤៣% ហើយការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រ (ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត) ក្នុងកម្រិត ០%ដូចគ្នា ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័នកាបូនិច ត្រឹមតែ ៣៩%ប៉ុណ្ណោះ។ បើប្រៀបធៀបលើកាកសំណល់ទាំងពីរឃើញថាការប្រើប្រាស់ លាមកជ្រូកទទួលបានឧស្ម័នកាបូនិច តិចជាង ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ផ្ទះបាយ។

ចំណែកគុណភាពឧស្ម័ន H_2S ដែលផលិតចេញពីកាកសំណល់ផ្ទះបាយតាមវិធីសាស្ត្របាញ់ខ្សល់ ក្នុងកម្រិត ៤% ទទួលបាន គុណភាពឧស្ម័ន H_2S ល្អ ក្នុងកម្រិត ៦២៦ ppm បើធៀបនិងវិធីសាស្ត្រចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ក្នុងកម្រិត ០ គីឡូក្រាម ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័ន H_2S រហូតដល់ ៩៧៥ ppm មានកម្រិតច្រើនជាងវិធីសាស្ត្របាញ់ខ្សល់។ ដោយឡែកចំពោះលាមកជ្រូកវិញ ក្នុងវិធីសាស្ត្រ បាញ់ខ្សល់ ក្នុងកម្រិត ៤% ទទួលបានគុណភាពឧស្ម័ន H_2S តិចជាងគេ ត្រឹមតែ ២៧១ ppm បើធៀបនិងវិធីសាស្ត្រ ចម្រោះដោយដែកអុកស៊ីត ក្នុងកម្រិត ១ គីឡូក្រាមទទួលបាន ឧស្ម័នតិចជាងកម្រិតដ៏ទៃ ៣៤១១ ppm។

៥.២ សណ្ឋាមពរ

ក្នុងការសិក្សាទៅលើ គឺជាការស្រាវជ្រាវមួយមានលក្ខណៈថ្មីស្រឡាង ដែលយើងមានការខ្វះខាតចំណុចខ្លះនៅក្នុងដំណើរការពិសោធន៍។ ជាចុងក្រោយ ដើម្បីអោយការពិសោធន៍នេះមានភាពកាន់តែច្បាស់លាស់ថែមទៀតនោះ យើងមានសំណូមពរ និងអនុសាសន៍មួយចំនួនសម្រាប់អ្នកសិក្សាជំនាន់ក្រោយ ដើម្បីធ្វើការពិចារណាក៏ដូចជាទ្រឹស្តីសម្រាប់ជាមធ្យោបាយមួយងាយស្រួលដល់ការសិក្សាលើកក្រោយ៖

- ធ្វើការពិសោធន៍ឲ្យបានច្រើនសារ ដោយផ្តោតសំខាន់លើបម្រែបម្រួលបរិមាណឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ មេតាន កាបូនិក និងអុកស៊ីសែន
- ធ្វើការសិក្សាបន្ថែមទៅលើលក្ខណៈរូប និងលក្ខណៈគីមីរបស់វត្ថុធាតុដើម លាមកជ្រូក និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ
- ធ្វើការពិសោធន៍លើការចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទដែលប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើមផ្សេងទៀតដូចជា៖ កាកស្រាបៀរ សណ្តែកបាយ លាមកគោ
- ធ្វើការស្រាវជ្រាវ ពត៌មានបន្ថែមទៀតទាក់ទង និងការចម្រោះជីវឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ដើម្បីឲ្យត្រូវនឹងលក្ខខណ្ឌសមស្របដល់អ្នកប្រើប្រាស់
- ធ្វើការសិក្សាទៅលើផលប៉ះពាល់ដែលអាចកើតមានឡើង បន្ទាប់ពីការប្រើវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ដោយការចម្រោះដោយបញ្ចូលខ្សល់ និងការចម្រោះដោយដាក់ដែកអុកស៊ីត។

បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

១. កង រ៉ារី. (២០១៩). *សហគមន៍សប្បុរសប្បាយ ចំណេះដឹង និងកសិកម្ម*. Retrieved from www.wmc.org.kh

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

៣. ស៊ិន ខណ្ឌី (២០០២) .*ការធ្វើឡជីវឧស្ម័ននៅប្រទេសកម្ពុជា.* សារណាបទបញ្ចាប់ការសិក្សា សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម: ភ្នំពេញ.

៤. ងិន ចំន្ទសោភា. (២០០៦). *លក្ខខ័ណ្ឌសមស្របសម្រាប់ជីវឧស្ម័នជីកំប៉ុស្ត៍.* ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រ: ភ្នំពេញ កម្ពុជា

៥. ជេស សុភី. (២០០៦). *ការសិក្សាឥទ្ធិពលនៃការប្រើប្រាស់ទឹកសម្រាប់ជីវឧស្ម័នពីលាមកគោ និងជ្រូក.* ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រ: ភ្នំពេញ កម្ពុជា.

៦. ថន ស្រីនិច្ច. (២០១៩). *អ្នកសារព័ត៌មានមណ្ឌលព័ត៌មានស្ត្រី*. Retrieved from www.wmc.org.kh

៧. Anhuradha, S., Vijayagopal, V., Radha, P. and Ramanujam, R. (2007). Kinetic Studies and Anaerobic Co-digestion of Vegetation Market and Sewage Slugde. Clean-soil, Air, Water, vol.35 pp 197-199.

៨. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2016). Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. Atlanta : Department of Heatlth and Human Services, Public Health service.

៩. Biogas Institute of Ministry of Agriculture (BIOMA), B. I. (2017). Training Course on Biogas and Circular Agriculture for Asian Countries. China: Ministry of Agriculture of the People's Republic of China.

១០. Cong Xiao, Yunqian, M., Danddan, J. and Lihua, Z. (2017). Review of desulfurization process for biogas purification . IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd.

១១. Geotechnical Instruments UK. (2016). BIOGAS 5000 Gas Analyser Operating Manual.

១២. Hydrogen Sulfide (H2S). (2005, October). OSHA Fact Sheet. Retrieved from http://www.osha.gov/OshDoc/data_Hurricane_Facts/hydrogen_sulfide_fact.pdf

๑๓. Kristoferson, L. A. and Bokalders, V. (1991). Renewable Energy Technologies-Their Application in Developing Countries. ITDG Publishing .

๑๔. Mohd Shahbudin Masdar, Noramelya, N., Jamaliah, J., and Herianto, M. E. (2016). Overview of H2S Removal Technologies from Biogas Production. International Journal of Applied Engineeing Research ISSN, 0973-4562.

๑๕. Pat Wheeler, Jens Bo, N. et al. (2000). Biogas Upgrading and Utilization. IEA Bioenergy Task 24. Paris, France: International Energy Association .

๑๖. Phouthanouthong Xaysombath. (2008). Promotion of the Efficient Use of Renewable Energies in Developing Countries. Cambodia: Institute of

๑๗. Pound, B., and Bordas, F.(2013). Characterisation of production and function of a 15m3 Red-Mud PVC biogas digester. 146-153.

๑๘. Rashed, M., and Shuichi, T. (2015). Removal of hydrogen sulfied from biogas using zero-valent rion. Clean Energy Technologies 3 (6), 428-432.

๑๙. United, Food and Agriculture Organizaton. (2016). Climate Change Challenge Badge Second edition. FSC (Forest Stewardship Council).

๒๐. United States of America Patent. (1992). Hydrogen Sulfide Removal Process. No. 5,128,049.

๒๑. Xaysombath, P. (2008). Promotion of the Efficient Use of Renewable Energies in Developing Countries. Phnom Penh: Institute of Technology of Cambodia.

๒๒. Yadava, L.S., Hesse, R.P. (2012). Improving soil fertility through organic recycling. The development and use of biogas technology in rural areas of Asia: a progress report (1981). Project field document 10. Rome .

ឧបសម្ព័ន្ធ

ឧបសម្ព័ន្ធទី១

១. បរិមាណជីវឧស្ម័ន

វត្ថុធាតុដើម	កម្រិតបាញ់ខ្សល់	បរិមាណជីវឧស្ម័ន	SE
លាមកជ្រូក	០%	៤៨៤.១៥ a	៣០១៧.
	២%	៣៤៨.៩២ bc	១៥៨៣.
	៤%	២៥៩.៥០ cd	៣៣០២.
	៦%	២២៧.៦៤ d	៣២៣៥.
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០%	៤៨៤.៣៦ a	៤៦០០.
	២%	៥០៩.៨២ a	៤៥០០.
	៤%	៣៧៨.០០ b	២៦៥១.
	៦%	៤២៣.៩០ ab	៤៤០២.
CV	៣១.២១		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០,០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	< ០,០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	០.០៣២		

វត្ថុធាតុដើម	បរិមាណដែកអុកស៊ីត	គុណភាពឧស្ម័នអុកស៊ីសែន	SE
លាមកជ្រូក	០ គីឡូក្រាម	៣៤៣.៤៧ b	៣០.១៧
	០,៥ គីឡូក្រាម	៣៧៥.៥៨ b	១៥.៨៣
	១ គីឡូក្រាម	២៨៨.៧៥ bc	៣៣.០២
	២ គីឡូក្រាម	១៩៥.៦០ c	៣២.៣៥
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០ គីឡូក្រាម	៥៤៤.១៣ a	៤៦.០៥
	០,៥ គីឡូក្រាម	៥៦៦.៥០ a	៤៥.១០
	១ គីឡូក្រាម	៦០៣.៥០ a	២៦.៥១
	២ គីឡូក្រាម	៦៥៧.៣០ a	៤៤.០២
CV	៣៤.១២		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០,០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	០.៨២០		
P-Value អន្តរអំពើ	០.០១៣		

២. គុណភាពឧស្ម័នមេតាន

វត្ថុធាតុដើម	កម្រិតបាញ់ខ្សល់	គុណភាពឧស្ម័នមេតាន	SE
លាមកជ្រូក	០%	៥៦.៧១៥ b	០.៨២៥
	២%	៦០.៤៦៩ a	០.៣១៨
	៤%	៥៩.០៦០ a	០.២៨៥
	៦%	៥៧.០៩១ b	០.២២៦
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០%	៥១.៩០០ d	០.៣៧៤
	២%	៥៤.៥៦៤ c	០.៤៥៥
	៤%	៥៦.៣៤២ b	០.៥៤៥
	៦%	៥៦.៣៨០ b	០.៥៥៦
CV	៣.០១០		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០,០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	< ០,០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	< ០,០០១		

វត្ថុធាតុដើម	បរិមាណដែកអុកស៊ីត	គុណភាពឧស្ម័នមេតាន	SE
លាមកជ្រូក	០ គីឡូក្រាម	៥៧.៤០០ c	០.៥៣៣
	០,៥ គីឡូក្រាម	៦១.៦៦៧ b	០.២៥៦
	១ គីឡូក្រាម	៦៣.៥៨៣ a	០.១៤៩
	២ គីឡូក្រាម	៦២.៧០០ ab	០.៣៦៧
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០ គីឡូក្រាម	៥១.៨៦៧ e	០.៤០១
	០,៥ គីឡូក្រាម	៥៤.៧០០ d	០.៣០០
	១ គីឡូក្រាម	៥៧.៨០០ c	០.២០០
	២ គីឡូក្រាម	៥៧.៩០០ c	០.២៧៧
CV	១១២.៧៣		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០,០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	< ០,០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	< ០,០៥		

៣. គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ

វត្ថុធាតុដើម	កម្រិតបាញ់ខ្សល់	គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ	SE
លាមកជ្រូក	០%	៨៦៦ abc	១៩៧
	២%	៥៥០ cde	៦៣
	៤%	៣៥១ de	១១៤
	៦%	២៧២ e	៦០
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០%	១០២១ a	២១
	២%	៩២៣ ab	១៩១
	៤%	៦២៦ bcd	១១០
	៦%	៦៧៥ bcd	៦៤
CV	៦១.៦៨		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០,០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	< ០,០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	០.៧០៦		

វត្ថុធាតុដើម	បរិមាណដែកអុកស៊ីត	គុណភាពឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ	SE
លាមកជ្រូក	០ គីឡូក្រាម	៧៣៦ f	៦៨.៤០
	០,៥ គីឡូក្រាម	១៣២១ c	៤៦.៤០
	១ គីឡូក្រាម	៣២៣៦ a	១៩៤.២៣
	២ គីឡូក្រាម	២៦៨៨ b	៨៩.៨២
កាកសំណល់ផ្ទះបាយ	០ គីឡូក្រាម	៩៧៥ e	១៨.១១
	០,៥ គីឡូក្រាម	១០៣៥ cde	៣៤.២៣
	១ គីឡូក្រាម	១២៥៣ c	២៥.៦៩
	២ គីឡូក្រាម	១២០៨ cd	២០.២៧
CV	១៨.៦៤		
P-Value វត្ថុធាតុដើម	< ០,០០១		
P-Value កម្រិតបាញ់ខ្សល់	< ០,០០១		
P-Value អន្តរអំពើ	< ០,០០១		

Analysis of Variance Table for O2

Source	DF	SS	MS	F	P
SUBSTRATE	1	0.02000	0.02000	1.25	0.2670
LEVEL	3	0.03053	0.01018	0.64	0.5944
SUBSTRATE*LEVEL	3	0.02358	0.00786	0.49	0.6897
Error	86	1.37817	0.01603		
Total	93				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 0.1123 CV 112.73

Analysis of Variance Table for CH4

Source	DF	SS	MS	F	P
SUBSTRATE	1	761.200	761.200	482.71	0.0000
LEVEL	3	604.003	201.334	127.67	0.0000
SUBSTRATE*LEVEL	3	12.936	4.312	2.73	0.0485
Error	86	135.617	1.577		
Total	93				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 58.452 CV 2.15

Analysis of Variance Table for CO2

Source	DF	SS	MS	F	P
SUBSTRATE	1	1311.56	1311.56	599.44	0.0000
LEVEL	3	169.91	56.64	25.89	0.0000
SUBSTRATE*LEVEL	3	59.36	19.79	9.04	0.0000
Error	86	188.17	2.19		
Total	93				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 40.279 CV 3.67

Analysis of Variance Table for GAS

Source	DF	SS	MS	F	P
SUBSTRATE	1	1949003	1949003	83.85	0.0000
LEVEL	3	21381	7127	0.31	0.8205
SUBSTRATE*LEVEL	3	262138	87379	3.76	0.0137
Error	86	1999074	23245		
Total	93				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 446.85 CV 34.12

Analysis of Variance Table for H2S

Source	DF	SS	MS	F	P
SUBSTRATE	1	1.760E+07	1.760E+07	208.93	0.0000

LEVEL	3	3.082E+07	1.027E+07	121.97	0.0000
SUBSTRATE*LEVEL	3	1.947E+07	6491130	77.07	0.0000
Error	86	7243173	84222.9		
Total	93				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 1556.5 CV 18.64

Statistix 8.0 7/21/2020, 5:44:56 PM

LSD All-Pairwise Comparisons Test of O2 for SUBSTRATE*LEVEL

SUBSTRATE	**LEVEL**	**Mean**	**Homogeneous Groups**
Pig	1	0.1800	A
Pig	4	0.1200	A
Pig	2	0.1083	A
Kitchen	1	0.1000	A
Kitchen	2	0.1000	A
Pig	3	0.1000	A
Kitchen	4	0.1000	A
Kitchen	3	0.0900	A

Alpha 0.05
Critical T Value 1.988
Error term used: Error, 86 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of CH4 for SUBSTRATE*LEVEL

SUBSTRATE	**LEVEL**	**Mean**	**Homogeneous Groups**
Pig	3	63.583	A
Pig	4	62.700	AB
Pig	2	61.667	B
Kitchen	4	57.900	C
Kitchen	3	57.800	C
Pig	1	57.400	C
Kitchen	2	54.700	D
Kitchen	1	51.867	E

Alpha 0.05
Critical T Value 1.988
Error term used: Error, 86 DF
There are 5 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of CO2 for SUBSTRATE*LEVEL

SUBSTRATE	**LEVEL**	**Mean**	**Homogeneous Groups**
Kitchen	1	45.467	A
Kitchen	4	44.200	B
Kitchen	3	43.900	BC
Kitchen	2	42.700	C
Pig	1	39.400	D
Pig	2	36.833	E

Pig	4	34.900	F
Pig	3	34.833	F

Alpha 0.05
Critical T Value 1.988
Error term used: Error, 86 DF
There are 6 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of GAS for SUBSTRATE*LEVEL

SUBSTRATE	LEVEL	Mean	Homogeneous Groups
Kitchen	4	657.30	A
Kitchen	3	603.50	A
Kitchen	2	566.50	A
Kitchen	1	544.13	A
Pig	2	375.58	B
Pig	1	343.47	B
Pig	3	288.75	BC
Pig	4	195.60	C

Alpha 0.05
Critical T Value 1.988
Error term used: Error, 86 DF
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of H2S for SUBSTRATE*LEVEL

SUBSTRATE	LEVEL	Mean	Homogeneous Groups
Pig	3	3236.4	A
Pig	4	2687.9	B
Pig	2	1320.7	C
Kitchen	3	1253.1	CD
Kitchen	4	1207.7	CDE
Kitchen	2	1035.1	DE
Kitchen	1	975.3	E
Pig	1	735.9	F

Alpha 0.05
Critical T Value 1.988
Error term used: Error, 86 DF
There are 6 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

ឧបសម្ព័ន្ធទី២

រូបភាពទី១ ៖ សកម្មភាពប្ដូរធុងចម្រោះ

រូបភាពទី២ សកម្មភាពរើសកម្ទេចដីចេញពីគ្រាប់ដែកអុក

រូបភាពទី៣ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតដែលប្រើពិសោធន៍រយៈពេល ១០ថ្ងៃរួច

រូបភាពទី៤ ធុងចម្រោះឧស្ម័នដែលកំពុងប្រើប្រាស់

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

ព្រឹត្តិបត្រព័ត៌មាននិស្សិត
របស់និស្សិតត្រូវបានការពារសារណាបញ្ចប់ការសិក្សា
នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម ជំនាន់ទី២៥

គោត្តនាម និងនាម	:	ឈត់ ធៀងពុធាវី
អក្សរឡាតាំង	:	CHHORTH CHHIENG PUTHEAVY
ថ្ងៃ ខែ ឆ្នាំកំណើត	:	២៩ ធ្នូ ១៩៩៩
ទីកន្លែងកំណើត	:	ភូមិ មណ្ឌលរ៣ ឃុំ ស្លក្រាម ស្រុក សៀមរាប ខេត្ត សៀមរាប
ស្ថានភាពរស់នៅ	:	នៅលីវ
ឪពុកឈ្មោះ	:	ឈត់ ធៀង មុខរបរ គ្រូបង្រៀន
ម្តាយឈ្មោះ	:	សំ សារ៉ាង មុខរបរ គ្រូបង្រៀន
ទីលំនៅបច្ចុប្បន្ន	:	សង្កាត់ ដង្កោ ខណ្ឌ ដង្កោ រាជធានីភ្នំពេញ
ប្រធានបទ	:	ប្រៀបធៀបវិធីសាស្ត្រចម្រោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផ្ទ ពីរប្រភេទសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
Topic	:	COMPARISON OF TWO DESULFURIZING METHODS FOR BIOGAS PRODUCTION AT ROYAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE
ចំនួនទំព័រ	:	៤២
អ្នកដឹកនាំ	:	លោក ហ៊ិន លីហ្ស
អ្នកជួយការ	:	លោក ម៉ិច សុខុម
អ្នកជួយការ	:	លោក មាន ចន្ធមករា
កាលបរិច្ឆេទនៃការចងក្រងសារណាបទ	:	ថ្ងៃទី ០១ ខែ សីហា ឆ្នាំ២០១៩
កាលបរិច្ឆេទនៃការការពារសារណាបទ	:	ថ្ងៃទី ២៨ ខែ កញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី១៤ ខែ តុលា ឆ្នាំ២០២០
ហត្ថលេខា

ឈត់ ធៀងពុធាវី

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឬ
នាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សាចំណេះទូទៅ
លេខ: ០៨ ៩៧២ / ១៦ យក១.

វិញ្ញាបនបត្របញ្ជាក់អាសន្នមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ

ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សាចំណេះទូទៅ បញ្ជាក់ថា ៖

ឈ្មោះ **ឈត់ ធឿងពុធាវី** ភេទ ៖ ស្រី

កើតនៅថ្ងៃទី ៖ ២៩ ធ្នូ ១៩៩៩ នៅ ខេត្ត សៀមរាប

ឪពុកឈ្មោះ ឈត់ ធឿង ម្តាយឈ្មោះ សំ សាវ៉ង

បានប្រឡងជាប់សញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ

ថ្នាក់ ៖ វិទ្យាសាស្ត្រ

សម័យប្រឡង ៖ ២២ សីហា ២០១៦ នៅមណ្ឌល ៖ ១.១០ មករា ១៩៧៩ (ស្រុង)

លេខបន្ទប់ ៖ 31 លេខតុ ៖ 766 និទ្ទេសកិត្តិសព្ទ ៖ D លំដាប់កិត្តិសព្ទ ៖ 90.191

និទ្ទេសតាមមុខវិជ្ជា ៖

				ភាសាបរទេស	D
គណិតវិទ្យា	D	ជីវវិទ្យា	E	គីមីវិទ្យា	E
អក្សរសាស្ត្រខ្មែរ	C	ប្រវត្តិវិទ្យា	B	រូបវិទ្យា	A

វិញ្ញាបនបត្រនេះ បានចេញជូនសាមីខ្លួន លើមូលហេតុតាមផ្លូវការដែលអាចប្រើបាន។
រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី១២ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៦
ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សាចំណេះទូទៅ

អ៊ីង ច័ន្ទហុក

សម្គាល់ ៖

A ល្អប្រសើរ B ល្អណាស់ C ល្អ
D លួចទ្វេ E មធ្យម F ធ្លាក់

- វិញ្ញាបនបត្រនេះប្រើបានលឿតណាតែ ដោយការកែសម្រួល ឬ សរសេរបន្ថែម។
- វិញ្ញាបនបត្រនេះគ្មានចេញជូនជាលើកទី ២ ទេ។
- សាមីជនអាចយកចម្លងតាមច្បាប់រើម និងបញ្ជាក់ត្រឹមត្រូវ
ពីអាជ្ញាធរមានសមត្ថកិច្ច សម្រាប់ប្រើប្រាស់ផ្ទាល់ខ្លួន។

171002129011 1000162