សៀវភៅអនុវត្តការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ

ធនធានជីវឧស្ម័នដែលមានសក្តានុពល ការត្រួតពិនិត្យផ្នែកច្បាប់ និងការអនុវត្តគំរូនៃការសាងសង់ជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា

រៀបរៀងដោយ៖

សៀវភៅអនុវត្តការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ៖

ធនធានជីវឧស្ម័នដែលមានសក្តានុពល ការត្រួតពិនិត្យផ្នែកច្បាប់ និងការអនុវត្តគំរូនៃការសាងសង់ជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា

អ្នកនិពន្ធ៖	បណ្ឌិត ឡាយ មករា
	លោក ឡោ លីគួ
	លោក មាន ចន្ទមករា

កាលបរិច្ឆេទ៖	ថ្ងៃទី៦ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០២១
ត្រួតពិនិត្យដោយ៖	លោក **Bart Frederiks**
	អ្នកស្រី គង់ រចនា
រៀបរៀងដោយ៖	មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា **(BTIC)**
គាំទ្រដោយ៖	អង្គការសហប្រជាជាតិដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ឧស្សាហកម្ម (UNDIO)
	ក្រោមក្របខណ្ឌគម្រោង "ការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តាមរយៈការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ"
ហិរញ្ញប្បទានដោយ៖	មូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក **(GEF)**

បញ្ជីពាក្យកាត់ និមិត្តសញ្ញាគីមី និងខ្នាត

ABP	Anaerobic bio-gasification potential: សក្តានុពលនៃការបម្លែងជីវឧស្ម័ន
AD	ការបំបែកជាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានវត្តមានអុកស៊ីសែន
BIOMA	Biogas Institute of Ministry of Agriculture and Rural Affairs: វិទ្យាស្ថានជីវឧស្ម័ននៃក្រសួងកសិកម្មនិងកិច្ចការជនបទ
BOD	Biological (biochemical) oxygen demand: តម្រូវការអុកស៊ីសែននៃគីមីជីវៈ
BTIC	មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យានិងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា
CEDAC	មជ្ឈមណ្ឌលសិក្សានិងអភិវឌ្ឍកម្ពុជាក្នុងវិស័យកសិកម្ម
CHP	Combined heat and power: រួមបញ្ចូលថាមពលនិងកម្តៅ
BMP	Biomethane potential: សក្តានុពលនៃផលិតកម្មជីវមេតាន
CNG	Compression natural gas ការបង្រួបជាជីវឧស្ម័នធម្មជាតិ
COD	Chemical oxygen demand: តម្រូវការគីមីអុកស៊ីសែន
COMFAR	Computer Model for Feasibility Analysis and Reporting
C:N	សមាសភាគធៀបនៃកាបូននិងនីត្រូសែន
DAL	Department of Agricultural Legislation: នាយកដ្ឋាននីតិកម្មកសិកម្ម
DM	Dry matter សមាសធាតុស្ងួត
ERDI	Energy Development and Research Institute of Chiang Mai University Thailand: វិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍថាមពលនៃសាកលវិទ្យាល័យឈៀងម៉ៃ ប្រទេសថៃ
FM	Fresh manure លាមកសត្វស្រស់
FTB	The Foreign Trade Bank: ធនាគារពាណិជ្ជកម្មបរទេសនៃកម្ពុជា
FvB	German Biogas Association: សមាគមជីវឧស្ម័នអាល្លឺម៉ង់
GE	Gas Engine: ម៉ាស៊ីនប្រើឧស្ម័ន
GEEW	Gender equality and the empowerment of women: សមភាពយេនឌ័រនិងការលើកកម្ពស់សិទ្ធអំណាចដល់ស្ត្រី
GEF	មូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក
GHG	ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់
HDPE	ផ្លាស្ទិចប្រភេទប៉ូលីអេទីឡែនដែលមានដង់ស៊ីតេខ្ពស់
HRT	Hydraulic retention time: ពេលវេលារក្សាសមាសធាតុ

IFAD	International Fund for agricultural Development: មូលនិធិអន្តរជាតិសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍវិស័យកសិកម្ម
IRR	Internal rate of return: អត្រានៃការបានត្រលប់មកវិញ
KEPCO	Korean Electric Power Corporation: សាជីវកម្មអគ្គិសនីកូរ៉េ
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries: ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ
MEF	Ministry of Economy and Finance: ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ
MoE	Ministry of Environment: ក្រសួងបរិស្ថាន
MME	Ministry of Mines and Energy: ក្រសួងរ៉ែនិងថាមពល
NBP	National biogas program: កម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នជាតិ
NPV	Net present value: ភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃលំហូរសាច់ប្រាក់និងតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃលំហូរសាច់ប្រាក់ក្នុងរយៈពេលមួយ
LCA	Life cycle assessment: ការវាយតម្លៃវដ្តជីវិត
LoA	Letter of Agreement: លិខិតកិច្ចព្រមព្រៀង
LOCs	Losses of Containment: ការបាត់បង់ពីការស្តុកទុក
LPG	Liquefied petroleum gas: ឧស្ម័នប្រេងឥន្ធនៈរាវ
OFMSW	Organic fraction of municipal solid waste: ប្រភាគសរីរាង្គនៃកាកសំណល់រឹងទីក្រុង
OLR	Organic loading rate: អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ
OM	Organic matter: សមាសធាតុសរីរាង្គ
Ppm	Part per millions: មួយផ្នែកក្នុងមួយលាន
RE	Renewable Energy: ថាមពលកកើតឡើងវិញ
RETs	Renewable Energy Technologies: បច្ចេកវិទ្យាថាមពលកកើតឡើងវិញ
RUA	Royal University of Agriculture: សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
S-RET	Scaling-up of Renewable Energy Technologies: ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវបច្ចេកវិទ្យាថាមពលកកើតឡើងវិញ
SRT	Solid retention time: ពេលវេលារក្សាទុកសមាសធាតុរឹង
TSS	Total suspended solid: សមាសធាតុរឹងមិនរលាយ
TU	Technical University of Vienna: សាកលវិទ្យាល័យបច្ចេកទេសនៃទីក្រុងវីយែន

UNIDO	The United Nations Industrial Development Organization: អង្គការសហប្រជាជាតិដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ឧស្សាហកម្ម
VFA	Volatile fatty acid: អាស៊ីតខ្លាញ់សរីរាង្គ
VS	Volatile solids: សមាសធាតុរឹងសរីរាង្គ
VSS	Volatile suspended solid: សមាសធាតុរឹងនៅសល់ឬមិនរលាយ
Wh/y	Watt hour per year: វ៉ាត់ម៉ោងក្នុងមួយឆ្នាំ
Ag_2SO_4	កត្តាលីករប្រាក់ស៊ុលផាត
CH_4	មេតាន
CO_2	ឧស្ម័នកាបូនិច
Fe_2O_3	ដែកអុកស៊ីត
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$	ដែកអាម៉ូញ៉ាក់ស៊ុលផាត
H_2	អុីដ្រូសែន
H_2S	Hydrogen sulfide: អុីដ្រូសែនស៊ុលភីត ឬ អាស៊ីតស៊ុលផួរ
H_2SO_4	អាស៊ីតស៊ុលផួរិច
$Hg_2(NO_3)_2$	បារ៉តនីត្រាត
$K_2Cr_2O_7$	Potassium dichromate: ប៉ូតាស្យ៉ូមឌីក្លរ៉ូម
N	Nitrogen: នីដ្រូសែន
Na_2CO_3	Sodium carbonate: សូដ្យូមកាបូណាត
NaOH	Sodium hydroxide: សូដ្យូមអុីដ្រូសែន
NH_3	Ammonia: អាម៉ូញាក់
SO_2	Sulfur dioxide: ស៊ុលផួរឌីអុកស៊ីត

បញ្ជីរូបភាព

រូបភាពទី១ ជំហាននៃការរំលាយសារធាតុសរីរាង្គសម្រាប់ដំណើរការ AD។....................................5

រូបភាពទី២ ការការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលនៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ ២០១៨ តាមប្រភព៖ ប្រេង សូឡា វារីអគ្គិសនី ជីវឥន្ធនៈ និងធ្យូងថ្ម។ 13

រូបភាពទី៣ ការប្រើប្រាស់ថាមពលអគ្គិសនីនៅកម្ពុជា ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ២០១៨។ 14

រូបភាពទី៤ ផលិតកម្មដំណាំ៖ ស្រូវ ដំឡូងមី ពោត អំពៅ និងកៅស៊ូ ដែលមានសក្តានុពលនៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ២០០០ ដល់ឆ្នាំ ២០១៨ ។...23

រូបភាពទី៥ ផែនទីសក្តានុពលនៃដីមានជីជាតិរបស់ប្រទេសកម្ពុជា *(Vang 2015)*។........................24

រូបភាពទី៦ (ក) បច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់ និង(ខ) ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័នរបស់ឡ។ 62

រូបភាពទី៧ ឧបករណ៍ដកឧស្ម័នអុីដ្រូសែនស៊ុលផួរនៅឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំម៉ុងរិទ្ធី។.........................70

រូបភាពទី៨ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃគ្រោងការណ៍ស្តីពីផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាតាមទំហំឧស្សាហកម្ម៖ (១)កាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នា (២)ឧបករណ៍សុវត្ថិភាព (៣)ឡជីវឧស្ម័ន (៤)ឧបករណ៍ផ្ទុកឧស្ម័ន (៥)អនាម័យ (៦)ប្រព័ន្ធសំអាតឧស្ម័នដោយការដក H_2S (៧)កម្តៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) (៨) ប្រព័ន្ធបន្សុទ្ធឧស្ម័នសម្រាប់ការកែលម្អគុណភាពជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រើជាឥន្ធនៈ និង CNG (៩)កន្លែងផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និង (១០)ការធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។..................71

រូបភាពទី៩ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័នបិទជិតពី CAMDA។ 76

រូបភាពទី១០ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃវដ្តបិទនៃ AD កាកសំណល់ជីវសាស្ត្រ, AD និងការគ្រប់គ្រងគុណភាពនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។...81

រូបភាពទី១១ ដំណើរការការបន្សុទ្ធ និងការអនុវត្តលើការសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (Möller and Müller 2012)។ 84

រូបភាពទី១២ ដំណើរទូទៅសំរាប់ការវិភាគបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច។ 93

រូបភាពទី១៣ តម្លៃវិនិយោគ និងប្រតិបត្តការឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ (Zhao et al. 2016)។....................95

រូបភាពទី១៤ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃជំហាននៃវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការវាយតម្លៃហានិភ័យ (Scarponi et al. 2015)។ 105

រូបភាពទី១៥ គ្រោះថ្នាក់ផ្សេងៗពីឡជីវឧស្ម័ន។ 106

រូបភាពទី១៦ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃប្រព័ន្ធគ្រោះថ្នាក់និងសុវត្ថិភាពក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (Westenbroek and Martin 2019)។......109

បញ្ជីតារាង

តារាងទី១ ចំនួននៃការដំឡើងឡជីវឧស្ម័ន (Langeveld et al. 2016)។......3

តារាងទី២ តម្លៃសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារនៅកម្ពុជា (NBP 2019)។......17

តារាងទី៣ កសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្ម និងចំនួនផលិតកម្មសត្វរបស់ពួកគេនៅឆ្នាំ២០១៦ (Borany 2016)។21

តារាងទី៤ ចំណាត់ថ្នាក់នៃទំហំកសិដ្ឋានពីប្រភេទសត្វផ្សេងៗគ្នា (NBP 2019)។......21

តារាងទី៥ ការវិភាគតារាង SWOT សម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា។......24

តារាងទី៦ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងមេតានដែលមានសក្តានុពលនៃវត្ថុធាតុសរីរាង្គផ្សេងៗ (Langeveld and Peterson 2018)។......31

តារាងទី៧ ទិន្នផលឧស្ម័នអតិបរមា និងអត្រានៃបរិមាណមេតានតាមទ្រឹស្តី (Weiland 2010)។......45

តារាងទី៨ ការប្រៀបធៀបនៃដំណើរការ AD ពីកាកសំណល់ទឹកស្អុយ (Deublein and Steinhauser 2010) 56

តារាងទី៩ តម្លៃប្រតិបត្តិការល្អសម្រាប់ការបំប្លែងមេតាន (Bowman and Dahab 2002)។......61

តារាងទី១០ គុណភាពជីវឧស្ម័នមុន និងក្រោយការដកឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរដោយប្រើគ្រាប់ដែកអុកស៊ីត។ 70

តារាងទី១១ សមាសធាតុជីវឧស្ម័នធៀបនឹងជីវមេតាន។......75

តារាងទី១២ ការប៉ាន់ប្រមាណផលិតកម្មអគ្គិសនី និងទំហំអាងផ្ទុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយពីទឹកសំណល់សរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋាន (ក) ក្នុងខេត្តកំពង់ស្ពឺ ប្រទេសកម្ពុជា។......93

តារាង១៣ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការចំណាយលើការវិនិយោគនៃកសិដ្ឋាន (ក) នៅកម្ពុជា។....................98
តារាងទី១៤ លំហូរសាច់ប្រាក់នៃការវិនិយោគ។..99

និទេទនកថា

ឆ្លៀតឱកាសនេះ យើងសូមថ្លែងអំណរគុណដល់អ្នកសហការ និងអ្នករួមចំណែកផ្សេងទៀតដូចជាសមាគមជីវឧស្ម័នអាល្លឺម៉ង់ (FvB) វិទ្យាស្ថានជីវឧស្ម័ននៃក្រសួងកសិកម្ម និងកិច្ចការជនបទ (BIOMA) នៃប្រទេសចិន វិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍថាមពល (ERDI) នៃសាកលវិទ្យាល័យឈៀងម៉ៃប្រទេសថៃ សាកលវិទ្យាល័យបច្ចេកទេស (TU) នៃទីក្រុងវីយែនប្រទេសអូទ្រីស ក្រសួងបរិស្ថាន (MoE) នៃប្រទេសកម្ពុជា ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ (MAFF) អគ្គលេខាធិការដ្ឋាននៃក្រុមប្រឹក្សាជាតិដើម្បីការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាព អគ្គនាយកដ្ឋានសុខភាព និងផលិតកម្មសត្វ (DAHP) និងរដ្ឋបាលថ្នាក់ខេត្តនៅក្នុងនាយកដ្ឋានផលិតកម្មសត្វ សម្រាប់កិច្ចសហការ និងការគាំទ្ររបស់ពួកគេក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលសេវាកម្មបច្ចេកទេស និងប្រឹក្សាពិគ្រោះយោបល់ ប្រមូលទិន្នន័យ និងផ្តល់ប្រាក់កម្ចីដល់កសិករចិញ្ចឹមសត្វ ដើម្បីសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា។

ជាពិសេស សូមថ្លែងអំណរគុណដល់អង្គការសហប្រជាជាតិដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ឧស្សាហកម្ម (UNIDO) សម្រាប់ការគាំទ្រផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុក្រោមការអនុវត្តគម្រោង "ការកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តាមរយៈការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម" ដែលផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដោយមូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក (GEF)។ តាមរយៈគម្រោងនេះ សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម (RUA) និង UNIDO បានចុះហត្ថលេខាលើកិច្ចព្រមព្រៀងមួយ ដើម្បីដំណើរការមជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ (BTIC) នៅថ្ងៃទី២៨ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ ២០១៧ ដោយមានការគាំទ្រពីគម្រោងដែលគ្របដណ្តប់លើលទ្ធផលរំពឹងទុកចំនួនពីរ គឺ ១.) ការប្រែប្រួលអាកាសធាតុសកល និង ២.) មនុស្ស និងស្ថាប័នសហការជាមួយក្រុមប្រឹក្សាជាតិអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយចីរភាព និងនាយកដ្ឋានពាក់ព័ន្ធដទៃទៀតដែលមានតួនាទីបង្កើតការយល់ដឹងអំពីបញ្ហាប្រែប្រួលអាកាសធាតុនិងការផ្សព្វផ្សាយជីវឧស្ម័នពាណិជ្ជកម្ម។

យើងសូមថ្លែងអំណរគុណដល់អ្នកនិពន្ធ៖ ១.) បណ្ឌិត ឡាយ មករា សម្រាប់ការសរសេរ (ជំពូកទី ១ ដល់ទី ៤ និង ជំពូកទី៦ ដល់ទី៨) ២.) លោក មាន ច័ន្ទមករា (ជំពូកទី៥) និង ៣.) លោក ឡោ ឡឹត្ត (ជំពូកទី៩) និងចំពោះការខិតខំប្រឹងប្រែង និងការចែករំលែករបស់ពួកគេសម្រាប់ការសរសេរសៀវភៅនេះ ក៏ដូចជាសមាជិក BTIC សម្រាប់ការគាំទ្រ។ យើងក៏សូមថ្លែងអំណរគុណចំពោះអ្នកត្រួតពិនិត្យ លោក Bart Frederiks អ្នកជំនាញជីវឧស្ម័នអន្តរជាតិជាន់ខ្ពស់ និងលោកស្រី គង់ រចនា អ្នកសម្របសម្រួលគម្រោងជាតិ ដែលទោះបីជាពួកគេរវល់នឹងការងារយ៉ាងណា ក៏ពួកគាត់ខិតខំជួយយើងក្នុងការបង្កើតមាតិកាទាំងមូល ក៏ដូចជាការផ្តល់នូវមតិរិះគន់ដើម្បីកែលម្អសៀវភៅណែនាំនេះ។

បារម្ភកថា

ប្រទេសកម្ពុជាកំពុងធ្វើការលើយុទ្ធសាស្រ្តថាមពលកកើតឡើងវិញ (RE) ដែលដាក់ចេញនូវគោលនយោបាយ គោលបំណង និងគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធចាំបាច់សម្រាប់ការផ្តល់សេវាកម្មអគ្គិសនីកកើតឡើងវិញនៅតំបន់ជនបទ។ ការអភិវឌ្ឍថាមពលជីវសាស្រ្តផ្តល់នូវលទ្ធភាពធំៗ សម្រាប់ការកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ និងការពឹងផ្អែកលើឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល។ បទប្បញ្ញត្តិថ្មីសម្រាប់ការពារបរិស្ថានត្រូវបានលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នដោយប្រើបច្ចេកទេស AD ពីកាកសំណល់សរីរាង្គ ដូចជាលាមកសត្វ សំណល់ដំណាំ សំណល់សរីរាង្គពីអាហារ និងសំណល់ពីកសិឧស្សាហកម្ម ដើម្បីបង្កើតថាមពលកកើតឡើងវិញព្រមទាំងគ្រប់គ្រងការប្រើប្រាស់ជីនៃលាមកសត្វ។ នៅពេលដែលកាកសំណល់ទាំងនោះក្លាយជាប្រភពបង្កើតជីវឧស្ម័ន ការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ថាមពល និងការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់នឹងផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ដល់មនុស្សគ្រប់រូប ជាពិសេសសម្រាប់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន អ្នកអភិវឌ្ឍ និងសហគមន៍ទាំងមូល។

អង្គការ SNV របស់ប្រទេសហូឡង់ បាននិងកំពុងធ្វើការផ្សព្វផ្សាយអំពីឡជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារសម្រាប់តែចម្អិនអាហារដោយមានការគាំទ្រពីកម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នជាតិ (NBP) សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័នជាង ១០.០០០ នៅទូទាំងប្រទេស។ យោងតាមរបាយការណ៍ពី UNIDO កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូក និងកសិឧស្សាហកម្មទាំងអស់នៅកម្ពុជាអាចផលិតថាមពលអគ្គិសនីបានប្រមាណ ៦០ តោនវ៉ាត់ម៉ោងក្នុងមួយឆ្នាំ (Twh/y) ទៅ ២០៧០ Twh/h តាមរយៈគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ថ្មីៗនេះ កសិដ្ឋានខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម និងកសិឧស្សាហកម្មត្រូវបានកើនឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ហើយ UNIDO គាំទ្រដល់កសិដ្ឋានដែលមានគម្រោងសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម ឬខ្នាតធំ តាមរយៈគម្រោង "កាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តាមរយៈការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតពាណិជ្ជកម្មនៅកម្ពុជា" ដែលទទួលបានការគាំទ្រផ្នែកហិរញ្ញប្បទានពី GEF។ ផ្អែកលើការសិក្សារបស់ NBP និង BTIC មានកសិដ្ឋាន និងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មដែលមានសក្តានុពលជាច្រើនដែលអាចផលិតជីវឧស្ម័ននិងអគ្គិសនីតាមរយៈឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ គេរំពឹងថាបរិមាណនៃជីវឧស្ម័នបច្ចុប្បន្ននឹងជួយដល់សហគមន៍វិទ្យាសាស្រ្ត និងឧស្សាហកម្មក្នុងការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនេះនៅទូទាំងប្រទេស។

សៀវភៅណែនាំអំពីជីវឧស្ម័ននេះផ្តោតសំខាន់ទៅលើឡជីវឧស្ម័នជាក់ស្តែងសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍនៃឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា។ ធនធានដល់មានសក្តានុពល បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន ការពិនិត្យឡើងវិញផ្នែកច្បាប់ និងការអនុវត្តល្អនៃការសាងសង់ជីវឧស្ម័នត្រូវបានពិពណ៌នា។ សៀវភៅណែនាំនេះត្រូវបានបែងចែកជា៩ជំពូក ដែលមានបំណងតំរូវអ្នកអានពីក្រុមគោលដៅផ្សេងៗគ្នា ដូចជាអ្នកស្រាវជ្រាវ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន អ្នកវិនិយោគ អ្នកអភិវឌ្ឍ អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ និងស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុ។ ជំពូកទី១ ផ្តោតទៅលើទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការផលិតជីវឧស្ម័ន និងការផលិតជីវឧស្ម័ន ក៏ដូចជាអត្ថប្រយោជន៍ និងដែនកំណត់នៃឡជីវឧស្ម័ន។ ជំពូកទី២ និយាយអំពីស្ថានភាពជីវឧស្ម័ន និងព័ត៌មានទូទៅអំពីប្រព័ន្ធនិងបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នដែលបានប្រើប្រាស់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ការវិភាគភាពខ្លាំង ភាពខ្សោយ ឱកាស និងការគំរាមកំហែង (SWOT) នៃជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅ

កម្ពុជាត្រូវបានពិភាក្សា។ ជំពូកទី៣ ពិពណ៌នាអំពីរបៀបដែលប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នដំណើរការ (ពីចំណីសត្វរហូតដល់ការបង្កើតជីវឧស្ម័ន និងការបម្លែងអគ្គិសនី)។ ប្រភេទជីវឧស្ម័ន៣ ប្រភេទសំខាន់ៗ (កាកសំណល់ពីកសិកម្ម សំណល់ក្នុងទីក្រុង និងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មកែច្នៃ) និងសមាសភាព គុណភាព និងភាពអាចរកបានត្រូវបានបង្ហាញ។ ជំពូកទី៤ ផ្តោតលើការរៀបចំផែនការ ការរចនា និងបច្ចេកវិទ្យាសមស្រប និងការជ្រើសរើសទំហំនៃឧបករណ៍សមស្របទៅនឹងធនធានជីវឧស្ម័នដើម្បីកាត់បន្ថយការវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ ដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចកាន់តែច្រើនពីគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ជំពូកទី៥ ពិភាក្សាអំពីការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នក្នុងទំរង់ជាអគ្គិសនីកម្តៅ និងឥន្ទនៈជីវឧស្ម័ន ចំណែកឯការប្រើប្រាស់អនុផលនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជាត្រូវបានគូសបញ្ជាក់នៅក្នុងជំពូកទី៦។ ឧទាហរណ៍នៃការផលិតអគ្គិសនីពីឡជីវឧស្ម័នដែលមានស្រាប់នៅកម្ពុជា ត្រូវបានផ្តល់ឱ្យ។ ជំពូកទី៧ បង្ហាញពីការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ច និងការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុនៃគម្រោងជីវឧស្ម័នដូចជាថ្លៃដើមវិនិយោគសរុប ចំណូល អត្រាខាងក្នុងនៃការបានត្រលប់មកវិញ (IRR) និងរយៈពេលសងត្រលប់ ការសិក្សាអំពីលទ្ធភាពពីBTIC ស្តីពីការវាយតម្លៃបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុនៃកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកមួយត្រូវបានពិភាក្សាផងដែរ។ ជំពូកទី៨ ពិពណ៌នាអំពីចំនួនហានិភ័យ ការវាយតម្លៃពីហានិភ័យ និងសុវត្ថិភាពនៃការផលិតជីវឧស្ម័ន។ បញ្ហាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព ព្រមទាំងប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពការណែនាំ និងឯកសារត្រូវបានរួមបញ្ចូលផងដែរ។ ចុងបញ្ចប់ ជំពូកទី៩ គូសបញ្ជាក់ពីទិដ្ឋភាពច្បាប់ (ក្របខ័ណ្ឌ និងគោលនយោបាយ) ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន (បទបញ្ជា និងផលប៉ះពាល់) និងទិដ្ឋភាពសង្គម។

រាជធានីភ្នំពេញ

បណ្ឌិត ឡាយ មករា
អ្នកស្រាវជ្រាវនៃមជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យានិងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ នៅកម្ពុជា

មាតិកា

បញ្ជីពាក្យកាត់ និមិត្តសញ្ញាគីមី និងខ្នាត i
បញ្ជីរូបភាព iv
បញ្ជីតារាង v
និវេទនកថា vi
បារម្ភកថា viii
បញ្ជីមាតិកា x
ជំពូកទី១ សេចក្តីណែនាំអំពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃឡជីវឧស្ម័ន 1
១.១ សេចក្តីផ្តើម 1
១.២ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការខ្យល់ 4
១.៣ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន 5
១.៤ គុណសម្បត្តិនៃជីវឧស្ម័ន 6
១.៤.១ អត្ថប្រយោជន៍ក្នុងការការពារបរិស្ថាន 7
១.៤.២ អត្ថប្រយោជន៍ហិរញ្ញវត្ថុ និងសេដ្ឋកិច្ច 7
១.៤.៣ អត្ថប្រយោជន៍សម្រាប់កសិករ និងសង្គម 7
១.៥ ដែនកំណត់នៃជីវឧស្ម័ន 8
ឯកសារយោង 9
ជំពូកទី២ ស្ថិតិជីវសាស្រ្តនៅកម្ពុជា 12
២.១ បញ្ហាប្រឈមសំខាន់ៗ និងយុទ្ធសាស្រ្តប្រកបដោយចីរភាពក្នុងវិស័យថាមពលនៅកម្ពុជា 12
២.២ ព័ត៌មានទូទៅអំពីឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា 14
២.៣ ជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារ 16
២.៤ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ 18
២.៥ កាកសំណល់ដែលមានសក្តានុពលនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា 19
២.៥.១ លាមកសត្វ 20
២.៥.២ កាកសំណល់កសិកម្ម 21

២.៥.៣ ឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិកម្ម 22
២.៣.២ ការវិភាគ *SWOT* សម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា..24
ឯកសារយោង 25
ជំពូកទី៣ ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន និងផលិតកម្ម...28
៣.១ ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន (AD) 28
៣.២ វត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតជីវឧស្ម័ន...30
៣.២.១ ទិដ្ឋភាពរួមនៃប្រភពជីវឧស្ម័ន...30
៣.២.២ ប្រភេទនៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន 32
៣.២.៣ របាំងនៃវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន 34
៣.៣ លក្ខណៈ និងការវិភាគលើវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន..36
៣.៣.១ ការរៀបចំនៃការយកសំណាក 36
៣.៣.២ ការវិភាគនៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍នៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន..37
៣.៣.៣ សក្តានុពលនៃជីវមេតាន 41
៣.៤ ធាតុបង្កផលប៉ះពាល់ដល់ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន 42
៣.៤.១ សីតុណ្ហភាព និងកម្រិត *pH*...42
៣.៤.២ សំណើម 44
៣.៤.៣ សមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម...44
៣.៤.៤ បរិមាណអង្គធាតុរឹងសរុប និងអង្គធាតុសរីរាង្គរឹង...45
៣.៤.៥ តម្រូវការជីវសាស្ត្រ និងគីមីសាស្ត្រ...45
៣.៤.៦ អត្រាផលធៀបកាបូន និងអាសូត 46
ឯកសារយោង 47
ជំពូកទី៤ ការធ្វើផែនការ ការរចនា និងបច្ចេកវិទ្យានៃជីវឧស្ម័ន 51
៤.១ ជំហានជាមូលដ្ឋានក្នុងការរៀបចំផែនការ និងគម្រោងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ 51
៤.១.១ ការសិក្សាលទ្ធភាព..52
៤.២ ការរចនាឡជីវឧស្ម័ន...52

៤.៣ ទំហំរ៉េអាក់ទ័រ 53
៤.៣.១ ពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់រាវ...53
៤.៣.២ អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ..54
៤.៤ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន 55
៤.៤.១ រ៉េអាក់ទ័រ *CSTR* 57
៤.៤.២ *Anaerobic Sludge Blanket* 58
២.៤.៣ *In up-flow anaerobic filter (UFA)*..58
២.៤.៤ *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* 59
៤.៥ ឡគ្របតង់ 60
៤.៥.១ ឡគ្របតងសាមញ្ញ..60
៤.៥.២ ឡគ្របតង់ទំនើប 61
៤.៥.៣ តម្លៃការរចនា និងសំណង់នៃឡគ្របតង់ទំនើប 61
៤.៥.៤ ប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ...62
៤.៥.៥ គុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិនៃឡគ្របតង់ 63
ឯកសារយោង 63
ជំពូកទី៥ ការផលិតនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន 67
៥.១ លក្ខណៈនៃជីវឧស្ម័ន...67
៥.២ ការដកឧស្ម័នអុ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរពីជីវឧស្ម័ន 68
៥.២.១ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីត..68
៥.២.២ ករណីសិក្សាអំពីប្រព័ន្ធ*Pre-treatment*ជីវឧស្ម័ននៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងរិទ្ធីនៅកម្ពុជា 69
៥.៣ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន 70
៥.៣.១ ផលិតកម្មអគ្គិសនី..71
៥.៣.២ កម្តៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា 72
៥.៣.៣ ការប្រើប្រាស់កម្តៅ 73

៥.៣.៤ ផលិតកម្មជីវមេតាន និងឧស្ម័នធម្មជាតិ 73

៥.៤ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន 75

៥.៤.១ ប្រតិបត្តិការ ការប្រុងប្រយ័ត្ន ការត្រួតពិនិត្យ និងការថែទាំ 76

ឯកសារយោង 77

ជំពូកទី៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន 79

៦.១ លក្ខណៈនៃសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន 79

៦.២ គុណភាព និងការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន 79

៦.៣ ការរក្សាទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងការកំណត់លក្ខខណ្ឌលក្ខណៈ 82

៦.៤ ការបន្សុទ្ធ និងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន 83

៦.៥ បទដ្ឋាន និងបទបញ្ញានៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន 85

៦.៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ 86

៦.៧ ការប្រើប្រាស់ជី និងសក្តានុពលនៃការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជា 88

៦.៧.១ តម្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់វិស័យកសិកម្មនៅកម្ពុជា 89

ឯកសារយោង 89

ជំពូកទី ៧ ទិដ្ឋភាពសេដ្ឋកិច្ច 91

៧.១ អត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ 91

៧.២ ការវាយតំលៃខាងផ្នែកបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច 92

៧.៣ ការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ 94

៧.៣.១ លទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ 95

៧.៣.២ ការគណនាចំណាយវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ 97

៧.៣.៣ លំហូរសាច់ប្រាក់ និងសូចនករហិរញ្ញវត្ថុ 98

ឯកសារយោង 100

ជំពូកទី៨ ការវាយតំលៃហានិភ័យ និងសុវត្ថិភាពនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន 101

៨.១ សេចក្តីណែនាំអំពីការវាយតម្លៃហានិភ័យ 101

៨.១.១ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការវិភាគ និងវាយតម្លៃហានិភ័យគុណភាព 102

៨.១.២ ការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់ និងការប៉ាន់ស្មានហានិភ័យ 103
៨.១.៣ ការវាយតម្លៃហានិភ័យលើផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងការធ្វើឲ្យប្រសើរឡើង 104
៨.២ បញ្ហាសុខភាព និងសុវត្ថិភាព..105
៨.២.១ គ្រោះថ្នាក់នៃអគ្គិភ័យនិងការផ្ទុះ...106
៨.២.២ ហានិភ័យនៃការស្ទះផ្លូវដង្ហើមនិងគីមី និងគ្រោះថ្នាក់នៃជំងឺ..................................106
៨.៣ ប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាព 107
៨.៤ គោលការណ៍ណែនាំ និងឯកសារសុវត្ថិភាព...108
ឯកសារយោង 109
ជំពូកទី៩ ការធ្វើសម្បទានផ្នែកបរិស្ថាន និងសង្គមនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន 111
៩.១ លក្ខខណ្ឌច្បាប់ទូទៅ និងតម្រូវការសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ម័ន 111
៩.១.១ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ និងគោលនយោបាយសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា..112
៩.២ ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន...113
៩.២.១ បទបញ្ហាបរិស្ថាន...114
៩.២.២ ផលប៉ះពាល់បរិស្ថាននៃផលិតកម្មនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន..................................115
៩.៣ ទិដ្ឋភាពសង្គម...117
៩.៣.១ លក្ខខណ្ឌសង្គម និងការពិចារណាលើយេនឌ័រ 118
៩.៣.២ ផលប៉ះពាល់សង្គម...119
ឯកសារយោង 119

ជំពូកទី១ សេចក្តីណែនាំអំពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃឡជីវឧស្ម័ន

នៅក្នុងជំពូកនេះបង្ហាញនូវទិដ្ឋភាពទូទៅ និងទស្សនទាននៃជីវឧស្ម័ន។ គ្រប់លក្ខខណ្ឌមូលដ្ឋានទាំងអស់ក្នុងការផលិតជីវឧស្ម័ន នឹងត្រូវបានរៀបរាប់ផងដែរ។ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នសំខាន់មានពីរប្រភេទគឺ ជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារ និងប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នបែបពាណិជ្ជកម្ម ហើយចំពោះដំណើរការផលិត និងអត្ថប្រយោជន៍ក្នុងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នក៏ត្រូវបានបកស្រាយ។ ជីវឧស្ម័នមានទាំងគុណសម្បត្តិ និងដែនកំណត់ ដូច្នេះចំពោះអត្ថប្រយោជន៍នៃជីវឧស្ម័នលើបរិស្ថាន ក្រុមហ៊ុន និងកសិករក៏ត្រូវបានបញ្ចូលក្នុងជំពូកនេះផងដែរ។

១.១ សេចក្តីផ្តើម

ជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយធម្មជាតិពីរូបធាតុជីវសាស្ត្រស្ថិតក្រោមលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់។ នៅក្នុងធម្មជាតិ ជីវឧស្ម័នដែលកើតឡើងនេះ បានបំភាយទៅក្នុងបរិយាកាសដែលធាតុផ្សំសំខាន់របស់វាគឺ មេតានដែលជាសមាសភាគយ៉ាងសំខាន់ចូលរួមចំណែកក្នុងកំណើនកម្តៅផែនដី។ តាំងពីទសវត្សឆ្នាំ១៩៣០មកម្ល៉េះ ដំណើរការស្តង់ដានៃឡជីវឧស្ម័នដោយប្រើប្រាស់កាកសំណល់លូទឹកស្អុយ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ក្នុងការប្រើប្រាស់តាមលក្ខណៈគ្រួសារ និងកសិដ្ឋាន។

ចាប់តាំងពីដើមសតវត្សរ៍ទី២០ អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ បានទទួលស្គាល់ការពិតដែលថាការផលិតជីវឧស្ម័នអាចឆ្លើយតបនូវបញ្ហាប្រឈមមួយចំនួនក្នុងការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG ដូចជាមេតានពីកាកសំណល់ និងផលប៉ះពាល់នៃការបំពុលដោយការចោលកាកសំណល់ និងជាពិសេសអាចជាផ្តល់ប្រភពថាមពលកកើតឡើងវិញ។ ការទទួលស្គាល់នេះបានធ្វើឱ្យវិស័យជីវឧស្ម័នមានការរីកចម្រើនយ៉ាងឆាប់រហ័ស និងត្រូវបានលើកកម្ពស់តាមរយៈច្បាប់ដែលមានគោលដៅផ្សេងៗគ្នានៅលើពិភពលោកសម្រាប់ថាមពលកកើតឡើងវិញ និងកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG (Gomez and Costa 2013)។ ទោះបីជាជីវឧស្ម័នក្លាយជាសមាសធាតុថាមពលដ៏សំខាន់សម្រាប់ការផ្លាស់ប្តូរនិរន្តរភាពក៏ដោយ ក៏បរិមាណផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននៅមានកម្រិតទាបបើប្រៀបធៀបទៅនឹងថាមពលកកើតឡើងវិញផ្សេងទៀត ដូចជាថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យ និងថាមពលខ្យល់។ ប្រទេសអភិវឌ្ឍន៍ និងប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍កំពុងប្រឈមនឹងឧបសគ្គមួយចំនួនដូចជាបច្ចេកទេស សេដ្ឋកិច្ច ទីផ្សារ ស្ថាប័ន វប្បធម៌សង្គម និងបរិស្ថានដែលរារាំងពីការរីករាលដាលឲ្យទូលំទូលាយនៃការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នជាប្រភពថាមពល ។ ការវិភាគទៅលើឧបសគ្គទាំងនោះតាមរយៈបរិបទផ្សេងៗ ឧបសគ្គដែលកើតមានជាញឹកញាប់ និងការរារាំងសំខាន់បំផុតដែលឧស្សាហកម្មជីវឧស្ម័នកំពុងប្រឈមមុខនាពេលបច្ចុប្បន្នត្រូវបានកំណត់ និងបញ្ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់ (Nevzorova and Kutcherov 2019)។

ដោយមើលឃើញពីសក្តានុពល និងទស្សនវិស័យអំណោយផលសម្រាប់ការបម្លែងសំណល់ជីវម៉ាស និងសរីរាង្គដទៃទៀតទៅជាថាមពលជីវសាស្ត្រ នោះវាគ្មានអ្វីគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើលទេដែលការផលិតជីវឧស្ម័នកំពុងកើនឡើង។ ចំនួននៃការដំឡើងប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នដែលកំពុងប្រើប្រាស់ ត្រូវបានគេប៉ាន់ប្រមាណថាមានចំនួនជាង៣៥ លានដែលភាគច្រើនជាការតំឡើងបែបលក្ខណៈគ្រួសារ នៅប្រទេសចិននិងឥណ្ឌា ខណៈប្រព័ន្ធឡជី

វឧស្ម័នខ្នាតធំ និងការតំឡើងប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នបែបឧស្សាហកម្មដែលមានសមត្ថភាពធំ ភាគច្រើនត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅអឺរ៉ុប និងអាមេរិកខាងជើង (Langeveld et al. 2016)។ វាត្រូវបានគេប៉ាន់ស្មានថាផលិតកម្មមេតានជីវឧស្ម័ននៅឆ្នាំ២០២០ អាចផលិតបានបានចំនួន ២៥០ ពាន់លានស្តង់ដាម៉ែតគូប (ម៣) (Matheri et al. 2017)។ ដូច្នេះ មេតានបានក្លាយជាផ្នែកមួយនៃជីវឥន្ធនៈដែលត្រូវបានគេប្រើច្រើនបំផុតសម្រាប់គោលបំណងបង្កើតថាមពល និងកម្តៅដើម្បីប្រើប្រាស់នៅក្នុងសង្គមសព្វថ្ងៃ ហើយមេតានភាគច្រើនមានទំរង់ជាឧស្ម័នធម្មជាតិ។

ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការអុកស៊ីសែន (Anaerobic digestion ឬ AD) បានលេចចេញឡើងជាបច្ចេកវិទ្យាស្អាត ដែលជាថាមពលស្អាត និងថាមពលកកើតឡើងវិញ សម្រាប់ការផលិតជីវឧស្ម័នដែលមានបរិមាណមេតានខ្ពស់ (Rana et al. 2020)។ កន្លែងផលិតជីវឧស្ម័នដែលបានរៀបចំត្រឹមត្រូវ គឺជាទីកន្លែងដែលដំណើរការជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានគ្រប់គ្រងបានពេញលេញ និងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ហើយឧស្សាហកម្ម និងពាណិជ្ជកម្មអាចនឹងត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីផលិតថាមពលកកើតឡើងវិញ និងជីវឧស្ម័នប្រកបដោយនិរន្តរភាពបរិស្ថាន។

ជីវឧស្ម័នគឺជាផលិតផលនៃការរំលាយជីវគីមីនៃវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គ។ ជីវឧស្ម័នផ្ទុកនូវវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គដែលភាគច្រើនរួមមាន មេតាន (៥០ ទៅ ៧៥%) កាបូនឌីអុកស៊ីត (២៥ ទៅ ៥០%) និងចំហាយទឹក។ វាក៏អាចមានបរិមាណតិចតួចដូចជា នីត្រូហ្សែន (N_2) អុីដ្រូសែនស៊ុលផួរ (H_2S) អាម៉ូញាក់ (NH_3) និងឧស្ម័នផ្សេងទៀត។ ធាតុដូចជា Nota Bene (NB; សមាសធាតុដែលមានលក្ខណៈស្មុគស្មាញ), N_2 និង អុកស៊ីសែន (O_2) មាននៅទីនោះលុះត្រាតែខ្យល់ត្រូវបានណែនាំនៅក្នុងធុងឧស្ម័នវាមិនត្រូវបានផលិតតាមរយៈ AD ទេ។ ស្ពាន់ធ័រ (S_2) អាចត្រូវបានគេរកឃើញនៅក្នុងដីល្បាប់ប៉ុន្តែមិនមាននៅក្នុងជីវឧស្ម័នទេ។ អុីដ្រូសែន គឺជាផលិតផលអន្តរការីនៅក្នុងដំណើរការ AD តែមិនមែនជាផលិតផលចុងក្រោយឡើយ។ ចំពោះឧស្ម័នជាក់លាក់ (ឧទាហរណ៍ឧស្ម័នពីវាលចាក់សំរាម) អាចមានសារធាតុស៊ីឡុកសាន និងធូលី។ សមាសធាតុដូចជា កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO), Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs; សារធាតុគីមីដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិនៅក្នុងធ្យូងថ្ម ប្រេងឆៅ និងប្រេងសាំង) និង ហាឡូសែន (Halogens) ជាធម្មតាត្រូវបានរកឃេីញនៅក្នុងបរិណាទាប (Ullah Khan et al. 2017)។ អត្រាផលិតភាពនៃជីវឧស្ម័នគឺពឹងផ្អែកទៅលើលក្ខណៈនៃកាកសំណល់វត្ថុធាតុដើមដូចជា កាកសំណល់កសិកម្ម (ជីវម៉ាស់) កាកសំណល់អាហារ កាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម និងកាកសំណល់ទឹកស្អុយ (wastewater) ដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាវត្ថុធាតុដើមដើម្បីផលិតជីវឧស្ម័ន។

តារាងទី១ ចំនួននៃការដំឡើងឡជីវឧស្ម័ន *(Langeveld et al. 2016)*។

តំបន់	ចំនួននៃការដំឡើង (ឆ្នាំ)	តំបន់	ចំនួននៃការដំឡើង (ឆ្នាំ)
អឺរ៉ុប		**អាស៊ី**	
អូទ្រីស	៣៣៧ (២០១៣)	ចិន	៣០លាន (២០១០)
ដាណឺម៉ាក	១៥៤ ២០១២	ឥណ្ឌា	៤,២លាន (២០១១)
អាល្លឺម៉ង់	៧,៨៥០ (២០១៣)	នេប៉ាល់	១,៣លាន (២០១២)
អ៊ីតាលី	១,២៦៤ (២០១៣)	ប៉ាគីស្ថាន	៥,៣៦០លាន (២០០៨)
ហូឡង់	២៥២ (២០១៣)	កូរ៉េខាងត្បូង	៨២ (២០១៣)
ស៊ុយអែត	២៦៤ (២០១៣)	វៀតណាម	២៣,៣០០ (២០១២)
ស្វីស	៦០៦ (២០១៣)	**អាហ្រ្វិក**	
ចក្រភពអង់គ្លេស	៦៣៤ (២០១៣)	ប៊ូគីណាហ្វាសូ	៣,៥០០ (២០១៥)
អឺរ៉ុប (ទាំងអស់)	១៤៥៦៣ (២០១៣)	អេត្យូពី	១០,១០៩ (២០១៥)
អាមេរិក		កេនយ៉ា	១៤,១១២ (២០១៥)
សហរដ្ឋអាមេរិក	២,១១៦ (២០១៤)	តង់ហ្សានី	១០,០០០ (២០១៥)
ប្រេស៊ីល	២៥ (២០១២)		

ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ មិនមែនរាល់ផលិតផល និងកាកសំណល់ទាំងអស់សុទ្ធតែសមស្រប សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នទេ ហើយក្នុងករណីខ្លះផលិតកម្មជីវឧស្ម័នប្រហែលជាមិនមានផលចំណេញផងដែរ។ ដូចនេះ ដើម្បីវាយតម្លៃវត្ថុធាតុដើមដែលមានភាពសមស្រប លក្ខណៈវិនិច្ឆ័យ និងការវិភាគ គឺត្រូវការជាចាំបាច់។ ការវាយតម្លៃបឋមនៃវត្ថុធាតុដើមអាចអនុវត្តទៅបានដោយប្រើទិន្នន័យមានស្រាប់នៅក្នុងសំយោគអត្ថបទ ទិន្នន័យនៃដំណើរការផលិត និងទិន្នន័យពីការផលិត ។ ចំពោះបញ្ហាច្បាប់ គប្បីគួរតែត្រូវបានពិចារណាផងដែរ ដូចជាច្បាប់ស្តីពីបរិស្ថាន និងសុវត្ថិភាពទៅលើការគ្រប់គ្រងការប្រើប្រាស់ផលិតផលសំរាម។ ប្រសិនបើការវាយតម្លៃបឋមបង្ហាញថា កាកសំណល់ណាមួយមានភាពសមស្រព នោះការវិភាគលម្អិតក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍គួរត្រូវបានអនុវត្ត (Drosg et al. 2013)។

ការសង្ខេបព័ត៌មានគឺត្រូវតែធ្វើឡើង ដើម្បីស្វែងយល់វិធីសាស្ត្រវិភាគផ្សេងៗគ្នាដូចជា សារធាតុរឹងសរុប (total solids ឬ TS) សារធាតុសរីរាង្គស្ងួត (volatile solids ឬ VS) នីត្រូហ្សែន (Nitrogen ឬ N) តម្រូវការគីមីអុកស៊ីសែន (chemical oxygen demand ឬ COD) តម្រូវការជីវសាស្រ្តអុកស៊ីសែន (biological oxygen demand ឬ BOD) សមាមាត្របតិភាគ កាបូន និងនីត្រូហ្សែន (C:N ratio) និងវត្តមាននៃសារធាតុទប់ស្កាត់ (inhibitory substance)។ លក្ខណៈមួយចំនួននៃឡជីវឧស្ម័នដូចជា ការរចនារ៉េអាក់ទ័រ និងលក្ខខណ្ឌប្រតិបត្តិការរបស់វា ត្រូវការការរចនាដោយផ្អែកលើកាកសំណល់ដែលមានស្រាប់។ សក្តានុពលនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

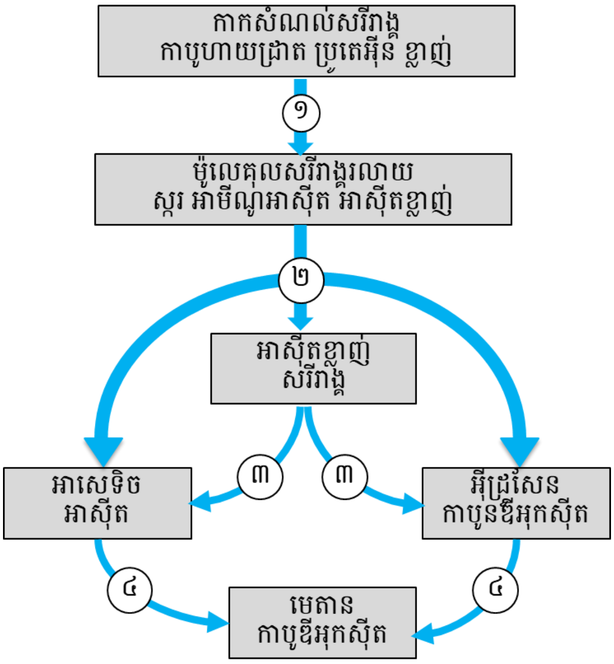
ក៏គួរតែត្រូវបានអង្កេតតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមួយ ឬមួយចំនួនផ្សេងទៀតដែលជាជំហ៊ានដ៏សំខាន់ក្នុងការធ្វើផែនការអំពីឡជីវឧស្ម័ន (Jingura and Kamusoko 2017)។

១.២ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការខ្យល់

ជីវឧស្ម័នត្រូវបានផលិតកំឡុងពេលបំបែកសារធាតុសរីរាង្គក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌគ្មានអុកស៊ីសែន (គ្មានខ្យល់)។ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានផលិតឡើងនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ ដោយសារធាតុមេមេតាណុល (methanogen) ឬមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការអុកស៊ីសែនដែលអាចរំលាយកាកសំណល់សរីរាង្គនៅក្នុងប្រព័ន្ធបិទជិត ឬការរំលាយវត្ថុធាតុដើមដែលអាចរំលាយបាន។ ប្រព័ន្ធបិទជិតនេះត្រូវបានគេហៅថាឡជីវឧស្ម័ន ឬ anaerobic digester ឬ biodigester។ ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានផលិតតាមរយៈ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការខ្យល់ (AD) ដោយសម្ព័ន្ធនៃបាក់តេរី និង archaebacteria (Ghodrat et al. 2018)។

ដំណើរការនៃការរំលួយក្នុងលក្ខខណ្ឌអត់អុកស៊ីសែន គឺទាក់ទងនឹងបណ្តុំប្រតិកម្មមេតាបូលីស ដែលពាក់ព័ន្ធនឹង hydrolysis acidogenesis acetogenesis និង methanogenesis (រូបភាពទី១)។ ដំណាក់កាលដំបូងនៃអុីដ្រូលីស (hydrolysis) និងដំណាក់កាលផលិតអាស៊ីត ត្រូវបានបំបែកចេញពី methanogenesis ។ ការរិចរិលនៃសារធាតុសរីរាង្គ (degradation of organic matter) កើតឡើងនៅក្នុងជំហាននីមួយៗដែលប្រព្រឹត្តទៅដោយមីក្រូសរីរាង្គផ្សេងៗគ្នា នៅក្នុងតម្រូវការផ្សេងៗគ្នាក្នុងបរិស្ថានដែលអាចបំបែកធាតុគីមីដោយពពួកបាក់តេរី (Demirel and Yenigün 2002)។ ដំណាក់កាលដំបូងតម្រូវឱ្យមានលក្ខខណ្ឌប្រតិបត្តិការអាស៊ីត ខណៈពេលដែលមេតានផលិតនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌអព្យាក្រឹតក្នុងពេលបន្ទាប់ (Jingura and Kamusoko 2017)។ នៅដំណាក់កាលដំបូង ជីវប៉ូលីម៉េរ (កាបូអ៊ីដ្រាត និងប្រូតេអ៊ីន) និងម៉ូលេគុលធំៗដទៃទៀត (ខ្លាញ់) ត្រូវបានបំបែកទៅជាម៉ូលេគុលសាមញ្ញ (ស្ករ អាស៊ីត ខ្លាញ់ និងអាស៊ីតអាមីណូ) ក្នុងជំហាន hydrolysis។ បាក់តេរីដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថា acidogenic នៅក្នុងជំហាន acidogenesis ក្នុងការផលិតអាស៊ីតខ្លាញ់សរីរាង្គ (volatile fatty acids ឬ VFA) អាល់កុល ព្រមទាំងផលិតផលដទៃទៀតដូចជា ស៊ុលហ្វីត កាបូនឌីអុកស៊ីត និងអាម៉ូញាក់។ Methanogenesis គឺជាជំហានដ៏សំខាន់មួយនៅក្នុងដំណើរការ AD ទាំងមូលព្រោះវាជាប្រតិកម្មជីវគីមីយឺតបំផុត។ នៅក្នុងដំណាក់កាលចុងក្រោយ methanogens ប្រើប្រាស់ H_2, CO_2 និងអាសេតាត ដែលបានផលិតក្នុងដំណាក់ការ acedogenesis និង acetogenesis ដើម្បីផលិតមេតានតាមពីរវិធី៖ ការបញ្ចូលគ្នានៃពីរមូលេគុលអាស៊ីតអាសេទិច ដើម្បីបង្កើត CH_4 និង CO_2 ឬដោយកាត់បន្ថយ CO_2 ដោយពង្រាយជាមួយអុីដ្រូសែន (Monnet 2003) ។ នៅក្នុង AD ការបង្កើតអាស៊ីត និងអតិសុខុមប្រាណដែលបង្កើតជាមេតានមានលក្ខណៈខុសគ្នាយ៉ាងច្រើនទាក់ទងនឹងសរីរវិទ្យា តម្រូវការអាហារូបត្ថម្ភ ការលូតលាស់ និងភាពប្រែប្រួលទៅនឹងលក្ខខណ្ឌបរិស្ថាន (Chen et al. 2008)។ ការបរាជ័យក្នុងការរក្សាតុល្យភាព រវាងមីក្រូសរីរាង្គទាំងពីរក្រុមនេះគឺជាបុព្វហេតុចំបងនៃអស្ថេរភាពរ៉េអាក់ទ័រ (Demirel and Yenigün 2002)។ សារធាតុរាំងខ្ទប់ (inhibitory)

ក្នុងកាកសំណល់ឬលូទឹកស្អុយ ត្រូវបានគេរកឃើញថាជាបុព្វហេតុឈានមុខគេនៃបរាជ័យនៃរ៉េអាក់ទ័រ។ គេបានរកឃើញថា មានសារធាតុជាច្រើនទៀតដែលជាការរាំងស្ទះដល់ដំណើរការ AD (Mudhoo and Kumar 2013)។ រូបធាតុដែលអាចវិនិច្ឆ័យលើ inhabitory នៅពេលវាបណ្តាលឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរអវិជ្ជមានចំពោះក្រុប ឬរារាំងការលូតលាស់របស់បាក់តេរី។ ការរារាំងនេះ ជាធម្មតាត្រូវបានបង្ហាញដោយការថយចុះនៃអត្រាស្ថិរភាពនៃការផលិតឧស្ម័នមេតាន និងការប្រមូលផ្តុំអាស៊ីតសរីរាង្គ (Jingura and Kamusoko 2017)។



រូបភាពទី១ ដំហាននៃការរំលាយសារធាតុសរីរាង្គសម្រាប់ដំណើរការ AD។

១.៣ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន

ឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបែងចែកជាឡខ្នាតតូច និងឡខ្នាតធំ។ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតតូចត្រូវបានគេដាក់ឈ្មោះជាច្រើនដូចជា៖ ក្នុងស្រុក (domestic) គ្រួសារ (household) វិមជ្ឈការ (decentralized) កសិដ្ឋាន ឬឡបែបសហគមន៍។ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតតូចទាំងនេះត្រូវបានគេយកមកប្រើប្រាស់នៅតំបន់ជនបទ ហើយវាចំណាយដើមទុនតិចក្នុងការតម្លើង។ ប្រព័ន្ធឡជីវឧស្ម័នជាលក្ខណៈគ្រួសារមានបីប្រភេទសំខាន់ៗគឺ ឡប្រភេទកប់ចូលក្នុងដី (fixed dome) ឡប្រភេទពាក់កណ្តាលកប់ចូលក្នុងដីដែលបំប៉ោងឧស្ម័នបណ្តែតទឹក (ឡប្រភេទអណ្តែតលើទឹក) floating drum និងឡប្រភេទចង់ផ្លាស្ទិចប៉ោង (balloon/bag digester) (Huber 2019)។ ប្រព័ន្ធផលិតកម្មជីវឧស្ម័នខ្នាតតូច មានរចនាបទយ៉ាងសាមញ្ញ និងមានភាពជោគជ័យក្នុងដំណើរប្រតិបត្តិការណ៍ ទោះបីជាឧបករណ៍បច្ចេកទេសនៅមានកម្រិតទាប ឬសមត្ថភាពមានដែនកំណត់ក៏ដោយ។ ឡប្រភេទនេះអាចតំឡើងសម្រាប់គ្រួសារដែលមានលទ្ធភាពក្នុងការផ្គត់ផ្គង់កាកសំណល់លាមកសត្វដូចជា

លាមកគោ ក្របី ជ្រូក មាន់ ឬកាកសំណល់មនុស្ស និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ។ ទិន្នផលជីវឧស្ម័នដែលទទួលបានគឺមានបរិមាណខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទនៃលាមកសត្វ ។ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានយកទៅប្រើជាឧស្ម័នសម្រាប់ចម្អិនអាហារដោយចង្រ្កាន ចំណែកឯកាកសំណល់ឡគឺជាជីធម្មជាតិសរីរាង្គរាវដែលមានគុណភាពខ្ពស់ផងដែរ។ ជីវឧស្ម័នពិតជាដើរតួជាចម្បងក្នុងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច ដែលផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ដល់គ្រួសារកសិករតាមរយៈផ្នែកសង្គម បរិស្ថាន សុខភាព និងផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច។ ជីវឧស្ម័នជួយកាត់បន្ថយបន្ទុកការងារដល់ស្ត្រី ដូចជាកាត់បន្ថយការប្រមូលអុស ការចម្អិនអាហារ និងជួយសន្សំប្រាក់ទៀតផង (Patinvoh 2017) និង (Nevzorova and Kutcherov 2019)។

ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ឬឡជីវឧស្ម័នខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម ត្រូវការកាកសំណល់សរីរាង្គក្នុងបរិមាណច្រើនដែលកាកសំណល់សរីរាង្គទាំងនោះបានមកពី កាកសំណល់កសិកម្ម សំណល់ទីក្រុង សំណល់ឧស្សាហកម្ម ឬដំណាំជីវតន្ទនៈ។ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំត្រូវការចំណាយលើតម្លៃវិនិយោគខ្ពស់អាស្រ័យទៅលើប្រភពនៃកាកសំណល់សរីរាង្គដែលមាន និងទំហំរបស់ឡ។ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះទាមទារអោយមានបច្ចេកវិទ្យាខ្ពស់ និងតំរូវការមូលដ្ឋានគ្រឹះលើផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុ សេដ្ឋកិច្ច គោលនយោបាយ បរិស្ថាន និងទិដ្ឋភាពសង្គមដែលចាំបាច់មុនពេលចាប់ផ្តើមការសាងសង់។ ការកំណត់រយៈពេលសងត្រលប់មកវិញនិងការចំណាយវិនិយោគទុនសរុបទៅលើផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននិងអគ្គិសនី អាចប៉ាន់ប្រមាណបានដោយផ្អែកលើប្រភពកាកសំណល់សរីរាង្គដោយឆ្លងកាត់ការសិក្សាលទ្ធភាពផលិតពីអ្នកប្រឹក្សាជីវឧស្ម័ន។ ផែនការត្រឹមត្រូវនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន គឺពិតជាមានសារៈសំខាន់ដើម្បីធានាថាម្ចាស់គំរោងមានហិរញ្ញវត្ថុគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ន និងទទួលបានប្រាក់ចំណេញត្រឡប់មកវិញពីគម្រោងនេះ។ ជាទូទៅ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានយកមកប្រើជាថាមពលអគ្គិសនីនិងថាមពលកម្តៅអាស្រ័យលើតម្រូវការអ្នកប្រើប្រាស់។ ចំពោះជីវឧស្ម័នដែលយកមកប្រើសម្រាប់មធ្យបាយធ្វើដំណើរគឺត្រូវតែធ្វើឱ្យកម្រិតមេតានកើនឡើងយ៉ាងតិច ៩៥% ទៅតាមបរិមាណដែលត្រូវប្រើក្នុងយានយន្ត ឬស្ថានីយ៍ជីវម៉ាស។ ក្នុងករណីការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នសម្រាប់ចម្អិនអាហារ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានចែកចាយទៅតាមផ្ទះ តាមរយៈការស្តុកទុក និងដឹកជញ្ជូនជីវឧស្ម័នឬជីវម៉ាសនៅក្នុងបារជីវឧស្ម័ន ស៊ីឡាំងឧស្ម័នសម្ពាធខ្ពស់ ឬតាមទុយោជីវឧស្ម័ន។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើជាជីសរីរាង្គ ឬជីជំនួយដីព្រោះវាផ្តល់ត្រលប់មកវិញនូវសារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗទៅក្នុងដី (Bolin 2009)។

១.៤ គុណសម្បត្តិនៃជីវឧស្ម័ន

ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នប្រែក្លាយថ្លៃដើមនៃការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ទៅជាឱកាសរកប្រាក់ចំណូលសម្រាប់កសិដ្ឋាន និងឧស្សាហកម្ម។ ការបំលែងកាកសំណល់ទៅជាថាមពលអគ្គិសនី កម្តៅ ឬឥន្ទនៈសម្រាប់យានយន្តផ្តល់នូវប្រភពថាមពលកកើតឡើងវិញដែលអាចកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើការនាំចូលប្រេងបរទេស ក៏ដូចជាកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ បង្កើនគុណភាពបរិស្ថាន និងបង្កើនការងារក្នុងស្រុក។ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នក៏ផ្តល់ឱកាសក្នុងការកែច្នៃសារធាតុចិញ្ចឹម សម្រាប់ប្រព័ន្ធផ្គត់ផ្គង់អាហារ កាត់បន្ថយតម្រូវការទាំងជីគីមី និងរ៉ែ

ផងដែរ។ ជីវឧស្ម័នបន្ថែមតម្លៃដល់កាកសំណល់សរីរាង្គ និងអនុផល ហើយថែមទាំងរួមចំណែកដល់ការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលនៅក្នុងប្រទេស ផ្តល់ឱកាសសម្រាប់វិស័យកសិកម្ម និងវិស័យផ្គត់ផ្គង់បច្ចេកវិទ្យា។ ឡជីវឧស្ម័នមានអត្ថប្រយោជន៍ជាច្រើនដល់អ្នកប្រើប្រាស់ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន វិនិយោគគិន និងសង្គមទាំងមូល។

១.៤.១ អត្ថប្រយោជន៍ក្នុងការការពារបរិស្ថាន

ជីវឧស្ម័នចូលរួមការពារបរិស្ថានយ៉ាងច្រើនដូចជា ការកាត់បន្ថយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ ការចៀសវាងការបញ្ចេញឧស្ម័នមេតាន ការជំនួសថាមពលហ្វូស៊ីល ការកែច្នៃសារធាតុចិញ្ចឹមឡើងវិញ និងការកាត់បន្ថយក្លិនស្អុយជាដើម។ ឧស្ម័នដែលបង្កើតតាមរយៈ AD មិនមានការបំពុលទេ តែវាជួយកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់។ ថ្វីបើឧស្ម័នកាបូនិកត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយចំហេះជីវឧស្ម័នក៏ដោយ ប៉ុន្តែចំនួននេះស្មើនឹងបរិមាណកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការផលិតរូបធាតុសរីរាង្គ ដែលត្រូវបានបម្លែងក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការ AD។ ដោយសារមិនមានការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ទៅបរិយាកាសទេ ដូច្នេះការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នពីកាកសំណល់ជាទម្រង់ថាមពល គឺជាវិធីដ៏ល្អដើម្បីប្រយុទ្ធប្រឆាំងនឹងការឡើងកម្តៅផែនដី។ ការព្រួយបារម្ភចំពោះបរិស្ថាន គឺជាមូលហេតុចំបងដែលធ្វើឱ្យការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នកាន់តែច្រើនឡើងៗ។ ជីវឧស្ម័នទប់ស្កាត់យ៉ាងខ្លាំងនូវឥទ្ធិពលផ្ទះកញ្ចក់៖ ជីវឧស្ម័នកាត់បន្ថយការបញ្ចេញមេតានដោយចាប់យកឧស្ម័នដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់នេះហើយប្រើវាជាឥន្ធនៈ។ ការបង្កើតជីវឧស្ម័នជួយកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើការប្រើប្រាស់ឥន្ធនៈហ្វូស៊ីលដូចជា ប្រេង និងធ្យូងថ្ម (Seadi et al. 2008)។ ការប្រើប្រាស់ការផលិតជីវឧស្ម័ន គឺជាគោលដៅការពារអាកាសធាតុដោយការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ និងការឡើងកម្តៅផែនដីប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព (Deublein and Steinhauser 2010)។

១.៤.២ អត្ថប្រយោជន៍ហិរញ្ញវត្ថុ និងសេដ្ឋកិច្ច

ការផលិតជីវឧស្ម័នពី AD ពឹងផ្អែកលើថាមពលការងារសម្រាប់ការផលិត ការប្រមូល និងការដឹកជញ្ជូនកាកសំណល់សម្រាប់ AD ការផលិតឧបករណ៍បច្ចេកទេស ការសាងសង់ ប្រតិបត្តិការ និងតំហែទាំរោងចក្រជីវឧស្ម័ន។ ការផលិតជីវឧស្ម័ននេះនឹងបង្កើតឱកាសអាជីវកម្មសម្រាប់ក្រុមហ៊ុនក្នុងការបង្កើតសហគ្រាសថ្មីលើគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ម៉្យាងវិញទៀត វាអាចផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ដល់ម្ចាស់គម្រោងក្នុងការបន្ថែមតម្លៃពីផលិតផលកាកសំណល់ដោយងាកមកប្រើអគ្គិសនី និងជីសរីរាង្គ ដូច្នេះហើយអាចកាត់បន្ថយថ្លៃដើមថាមពល និងពេលវេលាត្រឡប់មកវិញដ៏ខ្លីលើការវិនិយោគរបស់ពួកគេ (Seadi et al. 2008)។

១.៤.៣ អត្ថប្រយោជន៍សម្រាប់កសិករ និងសង្គម

ជីវឧស្ម័នពីជីវម៉ាស និងកាកសំណល់លាមកសត្វត្រូវបានប្រើជាអគ្គិសនី និងកម្តៅសម្រាប់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬសហគមន៍នៅតាមតំបន់ជនបទដែលមិនមានលទ្ធភាពចូលប្រើបណ្តាញអគ្គិសនី (Gomiero 2016)។ ការប្រមូលកាកសំណល់ និងការគ្រប់គ្រងមានភាពប្រសើរឡើងយ៉ាងខ្លាំងនៅក្នុងតំបន់ដែលមានជីវឧស្ម័ន

ដូច្នេះធ្វើអោយកាន់តែប្រសើរឡើងនូវលក្ខខណ្ឌអនាម័យ ពីព្រោះ AD អសកម្មធាតុបង្កជំងឺប៉ារ៉ាស៊ីត ដង្កូវពងមាន់និងរុយ ដូច្នេះកាត់បន្ថយអត្រាកើតជំងឺតាមទឹក។ តំបន់ចាក់សំរាមអាចត្រូវបានកាត់បន្ថយដោយសារតែការកាត់បន្ថយកន្លែងចាក់សំរាមដែលហៀរចេញដែលតែងតែសាយភាយក្លិនមិនល្អ និងអនុញ្ញាតឱ្យសារធាតុរាវពុលហូរចូលទៅក្នុងប្រភពទឹកក្រោមដី។ អនុផលនៃដំណើរការបង្កើតជីវឧស្ម័ន គឺសំបូរសារធាតុសរីរាង្គ (កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន) ដែលអាចប្រើជំនួសជីគីមីបានយ៉ាងល្អឥតខ្ចោះ។ ការបញ្ចេញជីពីឡជីវឧស្ម័នអាចពន្លឿនការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ និងភាពធន់នឹងជំងឺ។ ចំណែកឯជីពាណិជ្ជកម្មមានផ្ទុកសារធាតុគីមីដែលមានសារធាតុពុលនឹងអាចបណ្តាលឱ្យពុលអាហារ ក្នុងចំណោមផលប៉ះពាល់ផ្សេងទៀត (Baredar et al. 2020)។ ជាពិសេស ជីសរីរាង្គពីកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នពីលាមកសត្វ បានធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវប្រសិទ្ធភាពជីជាងលាមកសត្វដើម ដោយសារតែសំបូរទៅដោយសារធាតុដូចគ្នា និងមានសារធាតុចិញ្ចឹមខ្ពស់។ ជីសរីរាង្គនេះ គឺជាជីដ៏មានតម្លៃសំបូរទៅដោយអាសូត ផូស្វ័រ ប៉ូតាស្យូម (NPK) និងសារជាតិចិញ្ចឹមមីក្រូដែលអាចដាក់លើដីដោយប្រើឧបករណ៍ធម្មតាសម្រាប់ប្រើជីរាវ។ ប្រសិនបើរុក្ខជាតិត្រូវបានប្រើជាស្រទាប់ខាងក្រោមសម្រាប់ផលិតជីវឧស្ម័ន ហើយសំណល់ទាំងនោះត្រូវបានកែច្នៃឡើងវិញក្នុងវិស័យកសិកម្មដោយមិនចាំបាច់ទិញជីរ៉ែឡើយ។ ជីសរីរាង្គនេះអាចជាវដ្តនៃសារធាតុចិញ្ចឹម ហើយការបញ្ចេញជាតិនីត្រាតក៏ត្រូវបានកាត់បន្ថយផងដែរ។ ភាពស្របគ្នារបស់រុក្ខជាតិ និងសុខភាពរុក្ខជាតិមានភាពប្រសើរឡើង ដូច្នេះការផលិតជីវឧស្ម័នត្រូវបានឧបត្ថម្ភធននៅក្នុងប្រទេសជាច្រើន ដោយផ្តល់ឱ្យកសិករនូវប្រាក់ចំណូលបន្ថែម (Deublein and Steinhauser 2010)។

១.៥ ដែនកំណត់នៃជីវឧស្ម័ន

បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នប្រឈមនឹងដៃគូប្រកួតប្រជែងជាច្រើនដូចជា មីក្រូ-វារីអគ្គិសនី ប្រព័ន្ធថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យ(សូឡា) និងថាមពលកកើតឡើងវិញផ្សេងទៀត ដោយសារវាខ្វះបច្ចេកវិទ្យាទំនើប និងត្រូវការចំណាយដើមទុនទៅលើបច្ចេកវិទ្យានេះ។ សព្វថ្ងៃនេះ បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នមិនមែនជាបច្ចេកវិទ្យាដែលត្រូវបានទទួលយកជាសកលនៅឡើយ ដូច្នេះវាជួបបញ្ហាប្រឈមក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័នទៅក្នុងទីប្រជុំជនដែលមានមនុស្សរស់នៅច្រើន។ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័នមួយចំនួន ឧទាហរណ៍ប្រព័ន្ធឡគ្របតង់គឺជាប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នប្រភេទមួយដែលត្រូវការទំហំដីធំដើម្បីសាងសង់។ មិនមែនគ្រប់កាកសំណល់សរីរាង្គសុទ្ធតែមានលក្ខណៈសមស្រប សម្រាប់ការផលិតជីវឧស្ម័ននោះទេ ហើយក្នុងករណីខ្លះទៀតការផលិតជីវឧស្ម័នអាចមិនទទួលបានផលចំណេញឡើយ។ ប្រភេទកាកសំណល់សរីរាង្គតិចតួចប៉ុណ្ណោះដែលមានតម្លៃទាបក្នុងការបំលែងទៅជាប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន។ ចំពោះប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នដែលប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសខ្ពស់ គឺមានភាពស្មុគស្មាញ និងមានតម្លៃវិនិយោគខ្ពស់។

លើសពីនេះទៅទៀត ការចំណាយលើការវិនិយោគគឺមានតម្លៃខ្ពស់បើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រេងម៉ាស៊ូតពីឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល។ ជាពិសេស ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នកាន់តែតូច ត្រូវការរយៈពេលវែងក្នុងការទទួលបានការផល

ចំណេញត្រលប់វិញ ដែលធ្វើឱ្យកសិករ ឬអ្នកវិនិយោគស្ទាក់ស្ទើរក្នុងការវិនិយោគទៅលើប្រព័ន្ធឡជីវឧស្ម័ននេះ។ ប្រតិបត្តិការនិងការថែទាំទៅលើប្រព័ន្ធនេះ មានតម្លៃខ្ពស់និងអាយុកាលខ្លីទៀតផង។ អាស្រ័យលើលក្ខខណ្ឌក្នុងស្រុក និងប្រភពវត្ថុធាតុដើម ជីវឧស្ម័នមិនអាចផលិតបានថាមពលអគ្គិសនីអោយបានគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ជាប្រព័ន្ធអគ្គិសនីបានទេ។ មធ្យោបាយនៃការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (ឧទាហរណ៍ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនិងការរក្សាទុក) ត្រូវបានរាំងស្ទះដោយតម្រូវការទីផ្សារ ដែលនាំអោយផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននៅមានកម្រិតសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ ចំណែកការផ្សព្វផ្សាយមិនទាន់មានភាពទូលំទូលាយនៅឡើយ (Khayal 2019)។

ឯកសារយោង

Abbasi T, Tauseef S., Abbasi S. (2012) Biogas Energy. Springer, New York

Ahmed H (2019) Applications of Anaerobic Baffled Reactor in Wastewater Treatment using Agriculture Wastes. Int Res J Eng Technol 1288–1293.

Bal AS, Dhagat NN (2001) Upflow anaerobic sludge blanket reactor-a review. Indian J Environ Health 43:1–82.

Banks CJ, Ven SH (2013) Optimisation of biogas yields from anaerobic digestion by feedstock type. In: The biogas handbook: Science, production and applications. pp 131–165

Bodkhe SY (2009) A modified anaerobic baffled reactor for municipal wastewater treatment. J Environ Manage 90:2488–2493.

Bowman RH, Dahab M (2002) Wastewater Technology Fact Sheet Anaerobic Lagoons. New York

Dahlan I, Hassan SR, Lee WJ (2020) Modeling of modified anaerobic baffled reactor for recycled paper mill effluent treatment using response surface methodology and artificial neural network. Sep Sci Technol 00:1–12.

Deublein D, Steinhauser A (2010) Biogas from waste and renewable sources: an introndaction. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany

Ghodrat AG, Tabatabaei M, Aghbashlo M, Mussatto SI (2018) Waste Management Strategies; the State of the Art. In: Tabatabaei M, Ganavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, pp 1–34

Gomez C, Costa D (2013) Biogas as an energy option: an overview. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, UK, pp 1–51

Gupta AS (2020) Feasibility Study for Production of Biogas from Wastewater and Sewage Sludge-Development of a Sustainability Assessment Framework and its Application. KTH Royal Institute of Technology

Kim JK, Oh BR, Chun YN, Kim SW (2006) Effects of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste. J Biosci Bioeng 102:328–332.

Langeveld JWA, Peterson EC (2018) Feedstocks for Biogas Production: Biogas and Electricity Generation Potentials. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 35–50

Mainardis M, Buttazzoni M, Goi D (2020) Up-flow anaerobic sludge blanket (USAB) technology for energy recovery: A review on state-of-the-art and recent technological advances. Bioengineering. doi: 10.3390/bioengineering7020043

Malakahmad A, Ahmad Basri N, Zain SM (2008) An application of anaerobic baffled reactor to produce biogas from kitchen waste. WIT Trans Ecol Environ 109:655–664.

Monnet F (2003) An Introduction to Anaerobic Digestion of Organic Wastes.

Moran S (2018) Dirty water unit operation design: biological processes. In: An Applied Guide to Water and Effluent Treatment Plant Design. Elsevier Inc., MA, USA, pp 171–202

Murphy J, Thamsiroj T (2013) Fundamental science and engineering of the anaerobic digestion process for biogas production. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, UK, pp 104–130

Musa MA, Idrus S, Hasfalina CM, Daud NNN (2018) Effect of organic loading rate on anaerobic digestion performance of mesophilic (UASB) reactor using cattle slaughterhouse wastewater as substrate. Int J Environ Res Public Health. doi: 10.3390/ijerph15102220

Nugroho G, Santoso SA (2019) Dynamical modeling of substrate and biomass effluents in up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) biogas reactor. Int J Ind Chem 10:311–319.

Rabii A, Aldin S, Dahman Y, Elbeshbishy E (2019) A Review on Anaerobic Co-Digestion with a Focus on the Microbial Populations and the Effect of Multi-Stage Digester Configuration. Energies 12:1106.

Rodriguez L (2011) Methane potential of sewage sludge to increase biogas production. Royal Institute of Technology (KTH)

Rosato MA (2018) Managing Biogas Plants. Taylor & Francis, New York

Sarker S, Lamb JJ, Hjelme DR, Lien KM (2019) A review of the role of critical parameters in the design and operation of biogas production plants. Appl Sci 9:1915 (1–38).

Schmidt T, Harris P, Lee S, McCabe BK (2019) Investigating the impact of seasonal temperature variation on biogas production from covered anaerobic lagoons treating slaughterhouse wastewater using lab scale studies. J Environ Chem Eng 7:103077.

Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark

Skiadas I V., Gavala HN, Lyberatos G (2000) Modelling of the periodic anaerobic baffled reactor (PABR) based on the retaining factor concept. Water Res 34:3725–3736.

Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ (2017) Principles of Fermentation Technology: Third Edition. In: Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ (eds) Principles of Fermentation Technology: Third Edition, third. Elsevier, MA, USA, pp 687–723

Talia L (2018) Biogas Plants: Design and Fabrication. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 51–94

Uyanik S, Sallis PJ, Anderson GK (2002) The effect of polymer addition on granulation in an anaerobic baffled reactor (ABR). Part I: Process performance. Water Res 36:933–943.

Woodard F (2006) Methods for Treating Wastewaters from Industry. In: Industrial Waste Treatment Handbook, second. Butterworth-Heinemann, UK, pp 149–334

ជំពូកទី២ ស្ថិតិជីវសាស្ត្រនៅកម្ពុជា

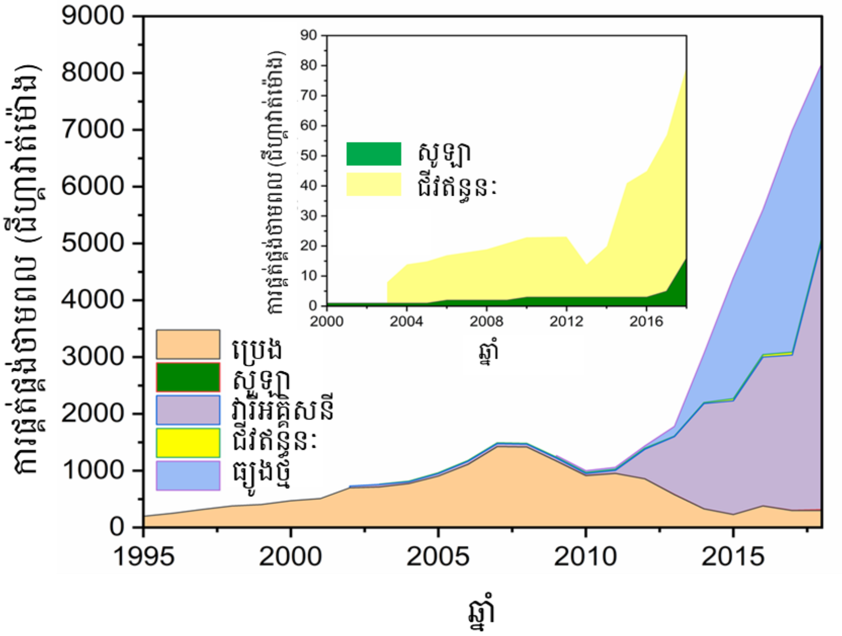
ជំពូកនេះបង្ហាញពីបញ្ហាប្រឈមសំខាន់ៗក្នុងការផលិតថាមពល និងព័ត៌មានទូទៅអំពីការបង្កើតប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា។ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នពីរប្រភេទដែលមានស្រាប់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា គឺឡជីវឧស្ម័នខ្នាតគ្រួសារ និងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ឬខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម។ ជំពូកនេះសង្កត់ធ្ងន់ទៅលើស្ថានភាពជីវឧស្ម័ន និងទស្សនវិស័យលើជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅតាមតំបន់ជនបទ ហើយនិងបង្ហាញពីការវិភាគ SWOT សម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។

២.១ បញ្ហាប្រឈមសំខាន់ៗ និងយុទ្ធសាស្ត្រប្រកបដោយចីរភាពក្នុងវិស័យថាមពលនៅកម្ពុជា

ប្រទេសកម្ពុជាបានឆ្លងកាត់ការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ចយ៉ាងឆាប់រហ័សក្នុងប៉ុន្មានទសវត្សថ្មីៗនេះ តែទោះយ៉ាងណា ប្រទេសនៅតែខ្វះហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធដែលត្រូវការសម្រាប់វិស័យថាមពលអោយទាន់នឹងល្បឿននៃការអភិវឌ្ឍនេះណាស់។ ផលិតកម្មថាមពលនៅកម្ពុជា ពឹងផ្អែកយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការនាំចូលឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល និងនាំចូលអគ្គិសនីពីបណ្តាប្រទេសជិតខាង ដូចជា ប្រទេសវៀតណាម ថៃ និងឡាវ និងបានមកពីប្រភពថាមពលអគ្គីសនីផ្សេងទៀត ដូចជា វារីអគ្គិសនី ថាមពលព្រះអាទិត្យ និងជីវឥន្ធនៈពីជីវម៉ាស និងជីវឧស្ម័ន (រូបភាពទី២)។ តម្លៃអគ្គិសនីមានតម្លៃខ្ពស់ បើប្រៀបធៀបនឹងតំបន់ ជាពិសេស នៅតំបន់ជនបទដែលម៉ាស៊ីនភ្លើងប្រើម៉ាស៊ូត ត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាប្រភពថាមពល។ អគ្គិសនីជនបទនៅកម្ពុជា កំពុងកើនឡើងក្នុងអត្រាមួយគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើលនៅតាមបណ្តាស្រុក និងខេត្តដែលផ្តល់សេវាកម្មដោយរដ្ឋាភិបាលសម្របសម្រួលកម្មវិធីអគ្គិសនី។ មូលដ្ឋានសម្រាប់វឌ្ឍនភាពនេះ គឺជាទីផ្សារត្រៀមខ្លួនសម្រាប់ការលក់អគ្គិសនីដោយសហគ្រិនក្នុងស្រុក ប៉ុន្តែក្រុមហ៊ុនអគ្គិសនីរដ្ឋតែមួយមុខមិនអាចឆ្លើយតបនឹងតម្រូវការអគ្គិសនីដែលកំពុងកើនឡើងបានទេ (Mika et al. 2021)។

នៅពេលដែលចំនួនប្រជាជន និងឧស្សាហកម្មកើនឡើង ការប្រើប្រាស់អគ្គិសនីរបស់ប្រទេសកម្ពុជាក៏មានការកើនឡើងដែរ (រូបភាពទី៣) (MME 2016)។ ដូច្នេះ ការពិនិត្យឡើងវិញនូវការព្យាករណ៍នៃថាមពលអគ្គីសនីក្នុងរយៈពេលវែង ទាមទារឱ្យមានរោងចក្រអភិវឌ្ឍថាមពល ស្របតាមចក្ខុវិស័យថ្មីសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច និងឧស្សាហកម្ម។ ជម្រើសនៃការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលក៏ត្រូវបានពិនិត្យឡើងវិញផងដែរ ដើម្បីធានាបាននូវសមត្ថភាពផ្គត់ផ្គង់ថាមពលគ្រប់គ្រាន់ដល់តំបន់ឧស្សាហកម្មសំខាន់ៗ។ យោងតាមធនាគារពិភពលោក (World Bank) និងសាជីវកម្មអគ្គិសនីកូរ៉េ (Korean Electric Power Corporation or KEPCO) ការព្យាករណ៍ពីតម្រូវការអគ្គិសនីនៅកម្ពុជាក្នុងឆ្នាំ២០២៤ នឹងមានចំនួន ៣,០៤៥ ម៉េហ្គាវ៉ាត់ និង ១៦,២៤៤ ជីហ្គាវ៉ាត់ម៉ោង (GWh) សម្រាប់សមត្ថភាព និងថាមពលអគ្គីសនីរៀងៗខ្លួន (Gutaman et al. 2006)។ សន្តិសុខថាមពលជួយសម្របសម្រួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចសង្គម និងនិរន្តរភាពរបស់ប្រទេស។ ការផ្គត់ផ្គង់ថាមពល និងការទទួលបាន គឺជាមូលដ្ឋានគ្រឹះដើម្បីសម្រេចបានគោលដៅអភិវឌ្ឍន៍។ ជម្រើសដំទៃដូចជា រោងចក្រវារីអគ្គិសនី និងរោងចក្រថាមពលដើរដោយធ្យូងថ្ម អាចមានផលប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថានខ្លាំង។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ថាមពលកកើត

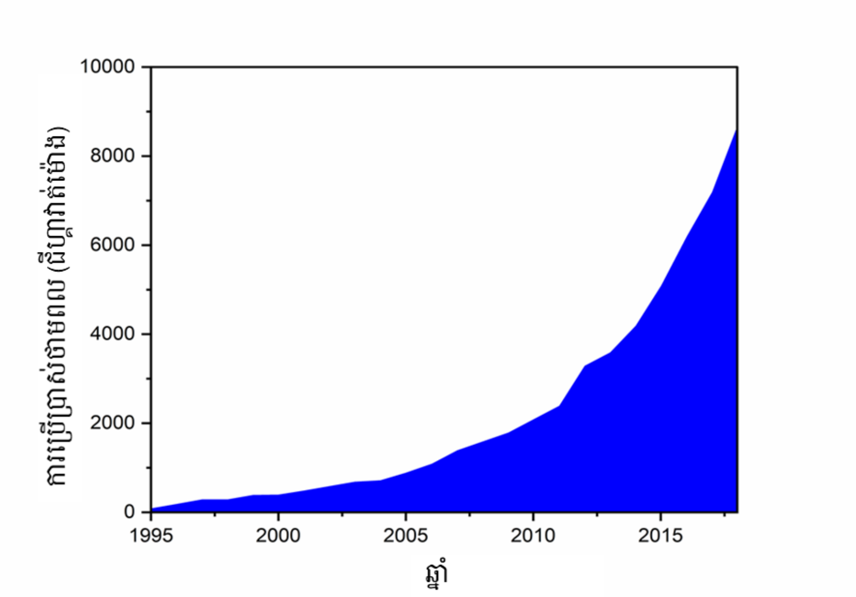
ឡើងវិញពីជីវឧស្ម័ន គឺស្អាត និងទប់ស្កាត់ផលប៉ះពាល់ពី GHG (ការបំភាយឧស្ម័នមេតានទាប)។ ដូច្នេះ ការអភិវឌ្ឍន៍នៃជីវថាមពល ផ្ដល់នូវលទ្ធភាពសំខាន់ៗសម្រាប់ការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG និងការពឹងផ្អែកលើឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល (Kumar 2019)។



រូបភាពទី២ ការការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលនៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ ២០១៨ តាមប្រភព៖ ប្រេង សូឡា វ៉ារីអគ្គិសនី ជីវឥន្ធនៈ និងធ្យូងថ្ម។

ច្បាប់និងគោលនយោបាយស្ដីពីការអភិវឌ្ឍវិស័យថាមពល ត្រូវបានសម្របខ្លួនទៅនឹងតម្រូវការថាមពល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត កិច្ចសហប្រតិបត្តិការ និងការចូលរួមពីភាគីពាក់ព័ន្ធ រួមមានក្រសួង និងទីភ្នាក់ងាររដ្ឋាភិបាលផ្សេងទៀត ដៃគូអភិវឌ្ឍ និងវិនិយោគិនឯកជនក៏មានតួនាទីសំខាន់ផងដែរ។ យុទ្ធសាស្ត្រនេះឆ្លៀតយកឱកាសថ្មី ដែលជំរុញដោយនគរូបនីយកម្មយ៉ាងឆាប់រហ័ស និងការរីកចម្រើនថ្នាក់កណ្ដាលដែលមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ ការអភិវឌ្ឍ និងធ្វើទំនើបកម្មវិស័យកសិកម្ម។ បទប្បញ្ញត្តិថ្មីសម្រាប់ការការពារបរិស្ថាន ត្រូវបានលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំដោយប្រើប្រាស់ AD នៃកាកសំណល់សរីរាង្គពីកសិដ្ឋានដូចជា លាមកសំណល់ដំណាំនិងសំណល់សរីរាង្គពីអាហារ និងកសិឧស្សាហកម្មដើម្បីបង្កើតថាមពលកកើតឡើងវិញ និងគ្រប់គ្រងដីប្រើប្រាស់សម្រាប់ផ្ទុកលាមកសត្វផងដែរ។ សំណល់លាមកត្រូវបានគេកំណត់ជាយូរមកហើយថាជាប្រភពដ៏សំខាន់នៃការបំពុលបរិស្ថាន។ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វបញ្ចេញក្លិនមិនល្អដែលប៉ះពាល់ដល់កសិករជិតខាង និងបំពុលបរិស្ថាន។ កាកសំណល់ទាំងនេះ ជាទម្លាប់ត្រូវបានគេបោះចោលដោយផ្ទាល់ ឬក្រោយពេលធ្វើជីកំប៉ុស ដែលជាការកែប្រែដីនៅក្នុងកសិកម្ម។ ដំណើរការ AD អាចកាត់បន្ថយការបំពុលបរិស្ថានដោយ

ដំណើរការរារាំងការបញ្ចេញមេតានចូលក្នុងបរិយាកាស ខណៈពេលដែលការដុតមេតាន និងការបញ្ចេញកាបូនឌីអុកស៊ីត (គ្មានផលប៉ះពាល់សុទ្ធទៅលើកាបូនឌីអុកស៊ីតឌីអុកស៊ីត និង GHG ផ្សេងទៀត)។ នៅពេលដែលកាកសំណល់ក្លាយជាប្រភពបង្កើតជីវឧស្ម័នដ៏លេចធ្លោក្នុងរយៈពេលជាច្រើនទសវត្ស ការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ថាមពល និងការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG នឹងផ្តល់ផលប្រយោជន៍ដល់មនុស្សគ្រប់គ្នាជាពិសេសម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងប្រជាជននៅតាមសហគមនជនបទនានា។ កសិករអាចសន្សំប្រាក់បាន ពីរាប់រយទៅរាប់ពាន់ដុល្លារជារៀងរាល់ឆ្នាំ ពីការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ថាមពល តាមរយៈការដំឡើងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកសិដ្ឋានរបស់ពួកគេ (NBP 2019)។



រូបភាពទី៣ ការប្រើប្រាស់ថាមពលអគ្គិសនីនៅកម្ពុជា ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ២០១៨។

២.២ ព័ត៌មានទូទៅអំពីឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា

ឡជីវឧស្ម័នដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG ពីផលិតកម្មសត្វទៅក្នុងបរិស្ថាន តាមរយៈការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ពីលាមកសត្វ។ ប្រទេសកម្ពុជាមានបរិស្ថានអំណោយផល និងលក្ខខណ្ឌសម្រាប់ការផ្សព្វផ្សាយបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន ប៉ុន្តែសក្តានុពលនេះមិនទាន់បានសំរេចនៅឡើយទេ។ បច្ចេកវិទ្យានេះពិតជាថ្មីនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាបើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រទេសជិតខាង។ វានៅមានកង្វះខាតផ្នែកបច្ចេកទេស និងការគាំទ្រហិរញ្ញវត្ថុ ចំណេះដឹង បទពិសោធន៍ និងបុគ្គលិកជំនាញ ក៏ដូចជាការផលិតនៅក្នុងប្រទេស។ ដូច្នេះ ដើម្បីអភិវឌ្ឍនៅក្នុងគម្រោងជីវឧស្ម័ន វិនិយោគិនចាំបាច់ត្រូវនាំចូលឧបករណ៍និងអ្នកជំនាញការឡជីវឧស្ម័នពីប្រទេសដទៃទៀត ដែលនាំឱ្យមានការចំណាយវិនិយោគខ្ពស់ ហើយធ្វើឱ្យមានបញ្ហាប្រឈម

ក្នុងប្រតិបត្តិការ និងថែរក្សាឧបករណ៍។ ចាប់តាំងពីឆ្នាំ១៩៨៦ ដល់ ឆ្នាំ២០០៥ ឡជីវឧស្ម័នក្នុងស្រុកសរុបចំនួន ៤០០ ត្រូវបានសាងសង់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាដោយទីភ្នាក់ងារជំនួយអន្តរជាតិ។ ភាគច្រើននៃឡជីវឧស្ម័នទាំងនេះ គឺជាប្រភេទថង់ប្លាស្ទិច ដែលត្រូវបានការទំនុកបំរុង ឬចំណាយទាំងស្រុងដោយអ្នកចូលរួមវិភាគទាន ឬទីភ្នាក់ងារបរទេស (McIntroh 2004)។ ប្រភេទនៃឡជីវឧស្ម័នទាំងនេះ មានអាយុកាលខ្លីណាស់ ហើយដោយសារកង្វះការគាំទ្រផ្នែកបច្ចេកទេស និងគំរូជាក់ស្តែងសម្រាប់ទីផ្សារ ដូច្នេះហើយ ភាគច្រើននៃឡជីវឧស្ម័នទាំងនេះមិនបានដំណើរការទេ។

ដោយហេតុផលនេះ ក្នុងឆ្នាំ២០០៦ កម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នជាតិកម្ពុជា ហៅកាត់ថា NBP ដែលជាគម្រោងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំដំបូងបង្អស់ត្រូវបានអនុវត្តបំពេញកង្វះខាត និងគាំទ្រដល់ឡជីវឧស្ម័នដែលមិនទទួលបានជោគជ័យនាពេលកន្លងមក។ កម្មវិធីនេះត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយអង្គការអភិវឌ្ឍន៍ ក្រសួង MAFF និងអង្គការ SNV នៃប្រទេសហូល្លង់ និងប្រតិបត្តិដោយនាយកដ្ឋានផលិតកម្មសត្វ និងសុខភាព (Patinvoh and Taherzadeh 2019)។ គម្រោងវិនិយោគក្នុងការតំឡើងឡជីវឧស្ម័ននេះ គឺក្នុងគោលបំណងបង្កើនការទទួលបានថាមពលស្អាតរបស់ប្រជាជននៅតាមជនបទក្នុងនៅកម្ពុជា។ គោលដៅដើមរបស់ NBP គឺបង្កើតទីផ្សារហិរញ្ញប្បទានឡជីវឧស្ម័នដោយខ្លួនឯងនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ចំណែកគោលដៅរយៈពេលវែង គឺដើម្បីកសាងសមត្ថភាពជាតិដល់អ្នកបច្ចេកទេស និងអ្នកអនុវត្តគម្រោងហិរញ្ញវត្ថុឆ្ពោះទៅមុខដោយអវត្តមាននៃ SNV (Buysman 2015)។

យោងតាមការអភិវឌ្ឍការចិញ្ចឹមសត្វ ការគ្រប់គ្រងលើកាកសំណល់ត្រូវបានគេគិតគូរខ្ពស់តាមរយៈការពង្រីកការចិញ្ចឹមសត្វ និងការកសាងឡជីវឧស្ម័ននៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ និងការចិញ្ចឹមសត្វលក្ខណៈគ្រួសារ។ អ្នកពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ត្រូវបានលើកទឹកចិត្តឱ្យចូលរួម ក្នុងការអនុវត្តគោលនយោបាយស្តីពីការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័នដើម្បីធ្វើឱ្យកសិករ និងសហគមន៍ជនបទទទួលបានសុខភាពល្អ ជីវភាពរស់នៅប្រសើរជាងមុន និងមាននិរន្តរភាពបរិស្ថាន តាមរយៈការបង្កើនផលិតកម្មសត្វ និងការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា (Hyman and Bailis 2018)។ វឌ្ឍនភាពនៃការងារអភិវឌ្ឍន៍ឡជីវឧស្ម័ន បានឆ្លងកាត់ដំណាក់កាលអភិវឌ្ឍន៍ជាច្រើន។ អង្គការក្រៅរដ្ឋាភិបាលជាតិ មជ្ឈមណ្ឌលសិក្សាកម្ពុជា និងអង្គការអភិវឌ្ឍន៍កសិកម្មហៅកាត់ថា CEDAC បានរៀបចំការិយាល័យខេត្តចំនួន ៤ បន្ថែមទៀត ដោយបានបង្កើតការិយាល័យកម្មវិធីឡជីវឧស្ម័ន ហៅកាត់ថា PBPO នៅខេត្តចំនួន ១៤ នៅទូទាំងប្រទេស ដែលទទួលខុសត្រូវក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលភ្នាក់ងារសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ន និងភ្ជាប់ស្ថាប័នមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុដើម្បីទទួលបានប្រាក់កម្ចីដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន (Hyman and Bailis 2018)។

នៅឆ្នាំ២០១៥ MAFF បានកំណត់ក្រុមការងារបច្ចេកទេសរៀបចំក្របខ័ណ្ឌយុទ្ធសាស្ត្រ និងគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍន៍ឡជីវឧស្ម័នដើម្បីជំរុញការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នជាមួយផលិតកម្មសត្វ និងលើកកម្ពស់ការពង្រីកបន្ថែមផ្នែកបច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័ន និងប្រតិបត្តិការឡជីវឧស្ម័ន។ គោលនយោបាយ និងយុទ្ធសាស្ត្រ

មានគោលបំណងឆ្លើយតបទៅនឹងបរិបទនៃវឌ្ឍនភាព និងតម្រូវការការជាក់ស្តែងទាក់ទងនឹងការជំរុញការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័នប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព និងការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នប្រកបដោយនិរន្តរភាព។ វិធានការយុទ្ធសាស្ត្រចំនួន ៤ ត្រូវបានដាក់បញ្ចូលរួមមាន (១) បង្កើនការអប់រំ និងផ្សព្វផ្សាយដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វទាំងអស់អំពីអត្ថប្រយោជន៍នៃឡជីវឧស្ម័នលើសុខុមាលភាពសេដ្ឋកិច្ច និងបរិស្ថាន; (២) លើកទឹកចិត្តម្ចាស់កសិដ្ឋានដើម្បីសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នស្តង់ដា; (៣) ជម្រុញម្ចាស់កសិដ្ឋានឱ្យអនុវត្តវិធីសាស្ត្រអភិវឌ្ឍន៍ "ការភ្ជាប់កសិដ្ឋានសត្វជាមួយប្រព័ន្ធកសិកម្មចម្រុះ" ដើម្បីកែលម្អផលិតកម្មសត្វ និងផលិតកម្មកសិកម្មសរីរាង្គ និង (៤) បង្កើនការលើកទឹកចិត្តដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋានតាមរយៈ ការផ្តល់វិញ្ញាបនប័ត្រនៃការកោតសរសើរអាស្រ័យលើស្តង់ដានៃឡជីវឧស្ម័នដែលបានអនុវត្ត។ ការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនឹងជួយប្រទេសកម្ពុជាក្នុងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នប្រកបដោយភាពឆ្លាតវៃដើម្បីផលិតអគ្គិសនី និងកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG ដើម្បីគាំទ្រដល់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាពរបស់ប្រទេស (MAFF 2016)។

២.៣ ជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារ

ប្រជាជនកម្ពុជានៅតាមតំបន់ជនបទប្រហែល ៨០% នៃប្រជាជនសរុប មិនទាន់មានប្រភពថាមពលទំនើប ដូចជាឧស្ម័ន និងអគ្គិសនី។ ប្រេងឥន្ធនៈសំខាន់ៗ ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ចម្អិនអាហារ និងភ្លើងបំភ្លឺនៅក្នុងគ្រួសារគឺ អុស (៨៣,៦%), ធ្យូង (៧.៥%) និងឧស្ម័ន LPG ។ ស្ត្រីនិងកុមារទទួលរងផលប៉ះពាល់យ៉ាងខ្លាំងពីការបំពុលខ្យល់ក្នុងផ្ទះ ដែលបង្កឱ្យមានជំងឺជាច្រើនដោយសារតែការប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសធ្វើម្ហូបបែបបុរាណនេះ។ ដូច្នេះ កិច្ចពិភាក្សាសម្រាប់ការលើកកម្ពស់កម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានគេរំពឹងថា នឹងកាត់បន្ថយបន្ទុកការងាររបស់ស្ត្រី (SNV 2006) និង (MAFF 2016)។ ប្រព័ន្ធគ្រួសារនៅជនបទ គឺជាប្រព័ន្ធដាំដុះនិងចិញ្ចឹមសត្វរួមបញ្ចូលគ្នា ដែលផលិតកម្មស្រូវពឹងផ្អែកលើកំលាំងសត្វគោឬក្របី។ គ្រួសារភាគច្រើនយ៉ាងហោចណាស់ក៏មានមាន់ពីរបីក្បាល និងជ្រូកឬគោ ហើយគេប៉ាន់ស្មានថាវាមានសក្តានុពលយ៉ាងខ្លាំងចំពោះជីវឧស្ម័នប្រហែល ១លានឡជីវឧស្ម័ន (Kooijman 2014)។ ឡជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារ គឺជាសំណង់ដ៏សាមញ្ញមួយដែលអាចគ្របដណ្តប់បានទាំងលាមកមនុស្ស ជីវម៉ាស់ ឬលាមកសត្វ ក្នុងបរិមាណតូច ប៉ុន្តែជីវឧស្ម័នមានតម្លៃ។ ក្នុងចំណោមឡជីវឧស្ម័នតាមស្រុក ឬលក្ខណៈគ្រួសារ ឡប្រភេទកប់ចូលក្នុងដី (fixed dome digesters) គឺជាការរចនាដែលមានប្រជាប្រិយបំផុតនៅកម្ពុជា ដោយសារតែតម្រូវការថែទាំទាប ភាពធនជាប់បានយូរ និងភាពងាយស្រួលនៃការសាងសង់ដោយប្រើប្រាស់ថ្ម ឥដ្ឋ ដីឥដ្ឋ និងស៊ីម៉ងត៍ជាដើម។ អាយុកាល គឺច្រើនជាង ២០ឆ្នាំ ដោយសារសំណង់ក្រោមដីអាចការពារវាពីការខូចខាតខាងរាងកាយឬសំណឹក (Hessen 2014)។

នៅក្នុងខែធ្នូ ឆ្នាំ២០១៨ ឡជីវឧស្ម័ន fixed dome ជាង ២៧,០០០ ត្រូវបានសាងសង់នៅក្នុងខេត្តចំនួន ១៥។ និន្នាការនៃឡជីវឧស្ម័ន ក្នុងចំណោមកសិករនៅតាមជនបទមានការកើនឡើងច្រើនក្នុងរយៈពេលថ្មីៗនេះ (Hyman and Bailis 2018)។ កត្តាជោគជ័យសំខាន់ គឺសេវាកម្មសំណង់ បច្ចេកទេសថែទាំ និងការទទួល

បានហិរញ្ញវត្ថុ។ ប្រាក់កម្ចីជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានធ្វើឡើងតាមរយៈកិច្ចព្រមព្រៀងពិសេសពីធនាគារក្នុងស្រុក និងសហជីពឥណទាន។ ចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០១០មក ជាង៧០% នៃគ្រួសារបានប្រើប្រាស់ប្រាក់កម្ចីជីវឧស្ម័ន ដើម្បីផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដល់ឡជីវឧស្ម័នរបស់ពួកគេ ក្នុងរយៈពេលពីរឆ្នាំនៃរយៈពេលសងត្រលប់។

លើសពីនេះទៅទៀត គម្រោង NBP បានផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានចំនួន ១៥% នៃការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នសរុប ដល់ ៣៥០០ គ្រួសារជាង។ ដូច្នេះ ការចំណាយរបស់កសិករសម្រាប់សាងសង់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានកាត់បន្ថយ។ តម្លៃសាងសង់សរុប និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន គឺផ្អែកលើទំហំឡជីវឧស្ម័ន (តារាងទី៣)។ ដៃគូអភិវឌ្ឍផ្សេងទៀតបានយកចិត្តទុកដាក់ចំពោះការអនុវត្តរបស់ NBP ដោយបង្កើនធនធានទាំងការគាំទ្រទាំងបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុ។ ឡជីវឧស្ម័នអន្តរជាតិ ATEC ដែលត្រូវបានគាំទ្រដោយបណ្តាញប្រឹក្សាហិរញ្ញប្បទានឯកជន PFAN នៅឆ្នាំ២០១៧ គឺជាសហគ្រាសសង្គមដែលមានមូលដ្ឋាននៅប្រទេសកម្ពុជាបានផ្តល់នូវឡជីវឧស្ម័ន ដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និងមានសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នត្រៀមរួចជាស្រេចសម្រាប់គ្រួសារនៅជនបទ។ ឡជីវឧស្ម័នទំហំ ៤ម៣ អាចផ្ទុកកាកសំណល់ពីសត្វគោចំនួន ២ ទៅ ៣ ក្បាល ឬជ្រូក ៤ ទៅ ៦ ក្បាល ហើយវាអាចផ្តល់ឧស្ម័នគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់បំពេញរាល់តម្រូវការធ្វើម្ហូបប្រចាំថ្ងៃ និងផលិតជីសរីរាង្គដែលមានគុណភាពខ្ពស់ ប្រហែល ២០ តោន ក្នុងមួយឆ្នាំ។ ឡជីវឧស្ម័នទាំងនេះជួយកសិករសន្សំថវិការហូតដល់ ៥២១ ដុល្លារក្នុងមួយឆ្នាំ លើឧស្ម័ន និងជី ខណៈដែលវាក៏ជួយកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើអុស និងការពារការកាប់បំផ្លាញព្រៃឈើ។

តារាងទី២ តម្លៃសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារនៅកម្ពុជា *(NBP 2019)*។

ទំហំឡ (ម៣)	តម្លៃសាងសង់(USD)	ជំនួយពី NBP (USD)	ចំណាយរបស់កសិករ (USD)	រយៈពេលប្រើប្រាស់សម្រាប់ចង្ក្រាន(ម៉ោង)	រយៈពេលប្រើប្រាស់សម្រាប់អំប៉ូលភ្លើង(ម៉ោង)
២	៣០៤	១៥០	១៥៤	១ – ២	៤ – ៨
៣	៣៨១	១៥០	២៣១	២ – ៣	៨ – ១២
៤	៤៩០	១៥០	៣៤០	២ – ៤	៨ –១៦
៦	៥៥០	១៥០	៤០០	៤ – ៦	១៦ –២៤
៨	៧២០	១៥០	៥៧០	៦ – ៨	២៤ – ៣២
១០	៨១០	១៥០	៦៦០	៨ – ១០	៣២ – ៤០
១៥	១១០០	១៥០	៩៥០	១០ – ១៥	៤០ –៦០

២.៤ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ

ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំត្រូវបានគេរំពឹងថានឹងត្រូវបានតំឡើងនៅទូទាំងប្រទេស ដើម្បីផ្គត់ផ្គង់អគ្គិសនីនៅតាមជនបទ ដែលមិនមានចរន្តអគ្គិសនីជាតិទៅដល់។ NBP បានរាយការណ៍ថា មានឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំចំនួន ៤៤ កន្លែងនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ហើយភាគច្រើនឡទាំងនោះបានប្រើប្រាស់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកសាច់ និងជ្រូកមេចម្រុះ និងជីវម៉ាស់ពីរោងចក្រម្សៅមីសម្រាប់ជាប្រភពនៃជីវឧស្ម័ន (NBP 2019)។ បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នដែលត្រូវបានប្រើ គឺមានលក្ខណៈឡគ្របតង់សាមញ្ញ (simple improved lagoon) និងឡគ្របតង់ទំនើប (improved lagoon) ដោយសារការចំណាយ និងថ្លៃថែទាំទាប។ ទោះបីជាយ៉ានេះក្ដី ចំនួននេះមានកំរិតទាបនៅឡើយ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងកសិដ្ឋានដែលមានសក្ដានុពល និងធនធានជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀតនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ វឌ្ឍនភាពក្នុងការអនុវត្តឡជីវឧស្ម័នកំពុងត្រូវបានរារាំងដោយបញ្ហាប្រឈមថ្មីៗដូចជា កង្វះទិន្នន័យបច្ចេកទេស និងការវាយតម្លៃបច្ចេកទេស អ្នកផ្គត់ផ្គង់ក្នុងស្រុកនិងអន្តរជាតិ ហើយចំណេះដឹងជាក់ស្ដែងនៃប្រតិបត្តិការនិងការថែទាំស្របតាមស្តង់ដា គឺជាឧបសគ្គក្នុងការអនុវត្តប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នក្នុងប្រទេស។

តម្រូវការសម្រាប់ពិធីការឡជីវឧស្ម័នស្តង់ដា ការអនុវត្តគំរូថ្មី និងវិធីផ្សព្វផ្សាយ ត្រូវការជាចាំបាច់ដើម្បីបញ្ចូលឡជីវឧស្ម័នចូលក្នុងទីផ្សារ។ ក្នុងបរិបទនេះ យុទ្ធសាស្ត្រស្ដីពីការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័នប្រកបដោយនិរន្តរភាព គឺទាមទារឱ្យមានការរួមបញ្ចូលគោលនយោបាយជាតិ និងកសាងសមត្ថភាពជាតិដើម្បីផ្តល់សេវាបច្ចេកទេស អ្នកពិគ្រោះយោបល់ សេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងដើម្បីគាំទ្រម្ចាស់កសិដ្ឋាន (MAFF 2016)។ ថ្មីៗនេះ កម្មវិធីជាច្រើនទទួលបានការគាំទ្រពីរដ្ឋាភិបាល និងការចូលរួមផ្តល់នូវសេវាកម្មពេញលេញដល់ម្ចាស់គម្រោង លើការបង្កើតការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន (Hyman and Bailis 2018)។ នៅឆ្នាំ២០១៥ មូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក ក្រោមការអនុវត្តគម្រោងការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG តាមរយៈការលើកកម្ពស់នៃឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា ថវិកាជាង១.៥ លានដុល្លារ ត្រូវបានផ្តល់ដើម្បីលើកកម្ពស់ការវិនិយោគក្នុងសហគ្រាសផលិតថាមពលអគ្គីសនីពីឡជីវឧស្ម័ននៅតាមជនបទ ជាពិសេសសម្រាប់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វជ្រូក។ អង្គការ UNIDO បានជួយការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ តាមរយៈលទ្ធភាពផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុដែលអាចជឿទុកចិត្តបាន ប្រកបដោយប្រសិទ្ធិភាព និងយន្តការប្រកបដោយនិរន្តភាព ដើម្បីសម្រេចបាននូវប្រព័ន្ធអគ្គិសនីជនបទ។ ដើម្បីលើកកម្ពស់ការវិនិយោគលើឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គម្រោងធ្វើការជាមួយវិស័យឯកជនដើម្បីបង្ហាញគម្រោងឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការដំឡើងយ៉ាងតិច ១មេហ្គាវ៉ាត់ នៅប្រទេសកម្ពុជា (UNIDO 2020)។

ជាមួយនឹងគម្រោង GEF នេះ មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា (BTIC) ត្រូវបានបង្កើតឡើងក្នុងឆ្នាំ ២០១៦ ក្រោមកិច្ចសហការរវាងអង្គការ UNIDO និងសាកវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម (RUA) ដើម្បីផ្តល់បច្ចេកទេស និងទីប្រឹក្សាផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុដល់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វដែលមានសក្តានុពល និងរោងចក្រកែច្នៃកសិផល ដើម្បីចូលរួមជាមួយពួកគេក្នុងគម្រោងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ (UNIDO 2015a)។ BTIC មានបណ្តាញទំនាក់ទំនងយ៉ាងរឹងមាំ ជាមួយមជ្ឈមណ្ឌលជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀត, អ្នក

ស្រាវជ្រាវ, អ្នកអភិវឌ្ឍន៍គម្រោង និងអ្នកផ្គត់ផ្គង់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ននៅក្នុងនិងក្រៅប្រទេស។ មជ្ឈមណ្ឌលបានផ្តល់ការបណ្តុះបណ្តាលបច្ចេកទេស និងការកសាងសមត្ថភាពទាក់ទងនឹងការអភិវឌ្ឍគម្រោងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំដល់អ្នកចូលរួមជាង ៥០០នាក់ ដូចជាកសិករចិញ្ចឹមជ្រូក, អ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងនិងវិនិយោគិន, អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ, ស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុ, អ្នកស្រាវជ្រាវ និងក្រុមហ៊ុនវិស្វកម្មក្នុងស្រុក។ មជ្ឈមណ្ឌលនេះ បានចាប់ដៃគូជាមួយអ្នកផ្គត់ផ្គង់ជីវឧស្ម័នច្រើនជាង ៣៥ ដែលភាគច្រើនមកពីប្រទេសចិននិងម៉ាឡេស៊ី និងបណ្តាប្រទេសដទៃទៀត ដូចជាឥណ្ឌា សិង្ហបុរី និងថៃ (http://btic-rua.org/)។

BTIC អាចផ្តល់នូវការប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មជីវឧស្ម័នដ៏ត្រឹមត្រូវ និងការផលិតថាមពលអគ្គីសនីដោយផ្អែកលើសមាសធាតុនៃកាកសំណាល់ដែលអាចរកបាន និងទំហំកសិដ្ឋាន និងប៉ាន់ស្មានការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុលើថ្លៃដើមវិនិយោគ និងការទទួលបានមកវិញពីការវិនិយោគ។ ការវាយតម្លៃនេះនឹងជួយម្ចាស់កសិដ្ឋានក្នុងការសម្រេចចិត្តលើការវិនិយោគឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ មជ្ឈមណ្ឌលនេះជួយកំណត់ឧបករណ៍ដែលសមស្រប ដូចជាទំហំបំពង់ឧស្ម័ន និងសមត្ថភាពម៉ាស៊ីនភ្លើងត្រឹមត្រូវពីអ្នកផ្គត់ផ្គង់ដែលត្រូវប្រើសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន និងបំលែងអគ្គិសនី។ ទាំងនេះគឺជាធាតុសំខាន់ដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ពីឡជីវឧស្ម័នជាអតិបរមា ដោយកាត់បន្ថយថ្លៃសាងសង់ និងបង្កើនគុណភាពឡជីវឧស្ម័ន។ ឧទាហរណ៍ ដោយសហការជាមួយ BTIC កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូករបស់ម៉ុងរិទ្ធី អាចសន្សំបានប្រមាណ ២៤,000 ដុល្លារក្នុងមួយឆ្នាំ ពីការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន ហើយផលិតកម្មអគ្គិសនីអាចឆ្លើយតបបានប្រហែល ៧0% នៃតម្រូវការអគ្គិសនីប្រចាំឆ្នាំសរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋានទាំងមូល (UNIDO 2020)។ ដោយមានការគាំទ្រផ្នែកបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដទៃទៀត បានបង្ហាញចំណាប់អារម្មណ៍របស់ពួកគេចំពោះការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន។ ថ្មីៗនេះមានការកើនឡើងនូវចំនួនគម្រោងឡជីវឧស្ម័នទាំងកសិដ្ឋាន និងរោងចក្រសហគ្រាស។ សម្រាប់រយៈពេលវែង BTIC មានគម្រោងបង្កើនការលើកកម្ពស់សមត្ថភាពមនុស្ស និងស្ថាប័នសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍជាបន្តបន្ទាប់ និងប្រតិបត្តិការប្រកបដោយនិរន្តរភាព និងការថែរក្សាគម្រោងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ដោយបង្កើនការយល់ដឹង និងការអភិវឌ្ឍសមត្ថភាពរបស់អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ អ្នកអភិវឌ្ឍន៍គម្រោង និងស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុលើបញ្ហាដែលទាក់ទងនឹងការលើកកម្ពស់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅក្នុងកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ។ ជាមួយនឹងចំណេះដឹង និងជំនាញ ដែលទទួលបាន BTIC នឹងបម្រើជាមជ្ឈមណ្ឌលជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅក្នុងប្រទេស។

២.៥ កាកសំណល់ដែលមានសក្តានុពលនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា

ប្រព័ន្ធផលិតកម្មឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ជាទូទៅប្រើប្រាស់ពីកាកសំណល់លាមកសត្វ។ ចំណែកកាកសំណល់ដែលមានសក្តានុពលផ្សេងទៀតបានមកពីទីសត្តឃាត កាកសំណល់កសិកម្ម និងកាកសំណល់កសិ-ឧស្សាហកម្ម ដូចជាកៅស៊ូ និងដំឡូងមី អាចត្រូវបានប្រើសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នផងដែរ។

២.៥.១ លាមកសត្វ

ផលិតកម្មសត្វមានចំនួន ៤០,៣ លានក្បាល នៅឆ្នាំ២០១៥ ហើយចំនួននេះបានកើនឡើងដល់ ៤២.២ លានក្បាលនៅឆ្នាំបន្ទាប់។ ផលិតកម្មក្របី ជ្រូក និងបសុបក្សី បានកើនឡើងដល់ទៅ ៤១% ៧.១% និង ៣.៥ % រៀងៗខ្លួន។ ផលិតកម្មជ្រូកចិញ្ចឹមលក្ខណៈគ្រួសារបានកើនឡើងដល់ ២,៣៣លានក្បាល នៅឆ្នាំ ២០១៧។ ដោយសារកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកំពុងរីកចម្រើន និងការផ្លាស់ប្តូរទំលាប់របស់ប្រជាជនក្នុងការបរិភោគសាច់ ឧស្សាហកម្មផលិតកម្មបសុបក្សី គឺមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការផ្តល់ចំណីអាហារប្រកបដោយសុវត្ថិភាពដល់ប្រទេសជាតិ។ កសិដ្ឋានខ្លះប្តូរពីខ្នាតធម្មតា ទៅជាខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម។ ផលិតកម្មសត្វជាពិសេសជ្រូក និងមាន់មានការកើនឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ ដែលត្រូវនឹងតម្រូវការក្នុងស្រុក និងការនាំចេញ។ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកមានចំនួន ៥៩៩,៣៤១ ក្បាលនៅឆ្នាំ២០១៦ និងកើនឡើង ៣០% ក្នុងឆ្នាំ២០១៨ (MAFF 2018)។ កសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្មផ្សេងទៀត ត្រូវបានចុះបញ្ជីក្នុងតារាងទី៣ ហើយទំហំកសិដ្ឋានត្រូវបានចាត់ថ្នាក់តាមចំនួនសត្វ ដូចមានបង្ហាញក្នុងតារាងទី៤។ យ៉ាងហោចណាស់មានកសិដ្ឋានចំនួន ៤៣ ត្រូវបានគេរាយការណ៍ថាជាកសិដ្ឋានមានសក្តានុពលសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន (MAFF 2018)។ ចំនួននេះនឹងកើនឡើងនៅពេលចំនួនកសិដ្ឋាននៅតែកើនឡើងជារៀងរាល់ឆ្នាំ។ យោងតាមការសិក្សាពី BTIC លទ្ធភាពកសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្មដែលមានជ្រូកលើសពី ៣០០០ក្បាល មានសក្តានុពលខ្ពស់ក្នុងការផលិតជីវឧស្ម័ន ដែលមានរយៈពេលសងត្រលប់តិចជាង ៥ ឆ្នាំ។ ក្រៅពីនេះ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមគោក្របី ដែលមានក្បាលច្រើនជាង ១០០០ក្បាល ក៏មានសក្តានុពលសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំផងដែរ។ ការប៉ាន់ស្មាននៃការផលិតជីវឧស្ម័ន និងការផលិតអគ្គិសនីពីបណ្តាញអគ្គិសនីផ្សេងៗគ្នានៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាមាននៅលើគេហទំព័ររបស់ BTIC (http://btic-rua.org/pages/cal_bio)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ កសិដ្ឋាននីមួយៗមានលក្ខណៈដោយឡែកពីគ្នា ហើយការផលិតជីវឧស្ម័នប្រាកដជាអាចប្រែប្រួល។ សក្តានុពលផលិតកម្មជីវឧស្ម័នសម្រាប់កសិដ្ឋានជាក់លាក់មួយគួរតែត្រូវបានកំណត់ដោយផ្អែកលើភាពអាចរកបានពិតប្រាកដ និងលក្ខណៈសម្បត្តិរបស់កាកសំណល់ទាំងនោះ។ លក្ខណៈ និងការវិភាគនៃកាកសំណល់ជីវឧស្ម័ននឹងត្រូវបានរៀបរាប់លម្អិតនៅក្នុងជំពូកទី៣។

លើសពីនេះទៅទៀត កាកសំណល់សត្តឃាតពីសត្វទាំងនោះ ក៏មានសក្តានុពលដ៏ធំធេងសម្រាប់ផលិតកម្មមេតានផងដែរ ដោយសារតែបរិមាណដ៏ច្រើននៃកាកសំណល់រឹង។ គួរកត់សម្គាល់ផងដែរថា កាកសំណល់ទាំងនេះ មិនទាន់ត្រូវបានគ្រប់គ្រងឱ្យបានត្រឹមត្រូវដែលនាំឱ្យមានការបំពុលបរិស្ថានជុំវិញ។ ការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់បែបនេះ ទាមទារអោយមានការយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់ពីម្ចាស់សត្តឃាត។ ដូច្នេះហើយ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ បានដាក់ចេញនូវវិធានការសំខាន់ៗចំនួន៣ រួមមាន៖ ១) បង្កើនការផ្សព្វផ្សាយអំពីអត្ថប្រយោជន៍ និងការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័ន ដល់ម្ចាស់សត្តឃាតទូទាំងប្រទេស; ២) ជំរុញការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នក្នុងទីសត្តឃាត ដោយយោងទៅតាមស្តង់ដាកំណត់ និង ៣) បង្កើនការគាំទ្រ និងការលើកទឹកចិត្តដល់ម្ចាស់សត្តឃាត តាមរយៈការផ្តល់លិខិតបញ្ជាក់ការកោតសរសើរអាស្រ័យលើស្តង់ដាឡជីវ

ឧស្ម័នដែលបានអនុវត្ត (MAFF 2019)។ នេះគឺជាឱកាសដ៏ល្អសម្រាប់ក្រុមហ៊ុនដែលចង់វិនិយោគផលិតកម្មជីវឧស្ម័នពីកន្លែងសត្តឃាត។

តារាងទី៣ កសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្ម និងចំនួនផលិតកម្មសត្វរបស់ពួកគេនៅឆ្នាំ២០១៦ *(Borany 2016)*។

ប្រភេទសត្វ	**ចំនួនកសិដ្ឋាន**	**ខ្នាត (ក្បាល)**
គោ	៩៣	២៣,១៨៨
ជ្រូក	៥៧៥	៥៩៩,៣៤១
មាន់កាប់សាច់	៣២៩	២,៧៦៧,៤៦៦
មាន់យកពង	៣០០	១,១៨៥,៨០០

តារាងទី៤ ចំណាត់ថ្នាក់នៃទំហំកសិដ្ឋានពីប្រភេទសត្វផ្សេងៗគ្នា *(NBP 2019)*។

ប្រភេទសត្វ	**ទំហំតូច (ក្បាល)**	**ទំហំមធ្យម (ក្បាល)**	**ទំហំធំ (ក្បាល)**
គោកាប់សាច់	១០០ – ៣០០	៣០០– ១,០០០	>១,០០០
គោទឹកដោះ	២០ – ១០០	១០០ – ៣០០	>៣០០
ជ្រូកសាច់	១០០ – ១,០០០	១,០០០ – ៥,០០០	>៥,០០០
ជ្រូកមេ	៥០ – ២០០	២០០ – ៥០០	>៥០០
ពពែ/ចៀម/ស្វា/ទន្សាយ	៣០០ – ១,០០០	១,០០០ – ៥,០០០	>៥,០០០
មាន់យកពង	២,០០០ – ២០,០០០	20,000 – ៥០,០០០	>៥០,០០០
មាន់សាច់	៥,០០០– ៣០,០០០	៣០,០០០– ៥០,០០០	>៥០,០០០
មាន់ពូជ	១,០០០ – ៥,០០០	៥,០០០– 20,000	>20,000
ទា	៥,០០០ – ២០,០០០	20,000– ៥០,០០០	>៥០,០០០

២.៥.២ កាកសំណល់កសិកម្ម

នៅឆ្នាំ ២០១៥ ផលិតកម្មកសិកម្មមានចំនួន ៣៥,៦% នៃ GDP របស់ប្រទេសកម្ពុជា ដែលពាក់កណ្តាលនៃដំណាំនេះជាដំណាំស្រូវ។ ផលិតផលសំខាន់ៗដែលទទួលបានពីស្រូវអង្ករ កៅស៊ូ ពោត ដំឡូងមី និងអំពៅ មានប្រមាណ ២០ លានតោន (រូបភាពទី៤) ។ ការបង្កើនផលិតកម្មដោយសារការកើនឡើងនៃផ្ទៃដីនៃការប្រមូលផល និងការលូតលាស់នៃទិន្នផល ដែលជាលទ្ធផលពីការទទួលយកបច្ចេកវិទ្យាដែលបានកែលម្អប្រព័ន្ធធារាសាស្ត្រកាន់តែច្រើន និងការទទួលបាននូវសេវាកម្មផ្នែកមេកានិចកាន់តែប្រសើរឡើង។ ការដាំដុះច្រើនជាងគេ គឺនៅជុំវិញបឹងទន្លេសាប ទន្លេបាសាក់ ទន្លេមេគង្គ និងខេត្តបាត់ដំបង កំពង់ធំ កំពង់ចាម កណ្តាល ព្រៃវែង និងស្វាយរៀង ដែលជាដីសំបូរទៅដោយជីជាតិខ្ពស់និងមធ្យម (រូបភាពទី៥) (Vang 2015)។ ចំបើង

គឺជាអនុផលស្រូវដែលបានផលិតនៅពេលប្រមូលផលស្រូវ ត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាកាកសំណល់។ ក្នុងស្រូវកិនមួយគីឡូក្រាមបង្កើតបានជាចំបើងប្រហែល ០.៧-១.៤ គីឡូក្រាម វាអាស្រ័យលើពូជ ការលូតលាស់ និងកំរិតសំណើមក្នុងកំឡុងពេលប្រមូលផល។ ការគ្រប់គ្រងចំបើង នៅតែជាបញ្ហាប្រឈម។ ជាធម្មតាចំបើង នៅតែមានដដែលនៅក្នុងវាលស្រែបន្ទាប់ពីប្រមូលផល ដោយសារតែការត្រូវចំណាយលើការប្រមូល។ ការដុតចំបើងនៅតាមទីវាល គឺជាការចូលរួមចំណែកដ៏សំខាន់ក្នុងការបំភាយឧស្ម័ន GHG និងការបំពុលបរិយាកាសខ្ពស់ (Gummert et al. 2020)។ ជាមួយនឹងការអភិវឌ្ឍបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗ ចំបើងអាចត្រូវបានកែច្នៃ និងគ្រប់គ្រងការប្រើប្រាស់និងការអនុវត្តបានល្អប្រសើរជាងមុន។ ចំបើងស្រូវត្រូវបានរមូលជាដុំនៅតាមបណ្តាខេត្តមួយចំនួនក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ដូចជាខេត្តស្វាយរៀង កំពង់ធំ និងខេត្តតាកែវ។ ការប្រមូលចំបើងពីស្រែ នឹងជួយកសិករទាញយកផលប្រយោជន៍ពីការប្រើប្រាស់វា ដូចជា ដាំផ្សិត រងសម្រាប់ដាំដំណាំផ្សេងៗ និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ដូចជា អេតាណុល ចំហេះ និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ ការប្រើប្រាស់ផ្សេងទៀតរបស់ចំបើង នឹងផ្តល់ផលប្រយោជន៍ដល់ប្រជាជននៅតាមជនបទ។ ប្រសិនបើតម្លៃទីផ្សារចំបើងឡើងថ្លៃ តំបន់ផ្សេងទៀតក្នុងប្រទេសកម្ពុជានឹងបង្កើតជាដុំចំបើងដើម្បីបំពេញតំរូវការទីផ្សារសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។

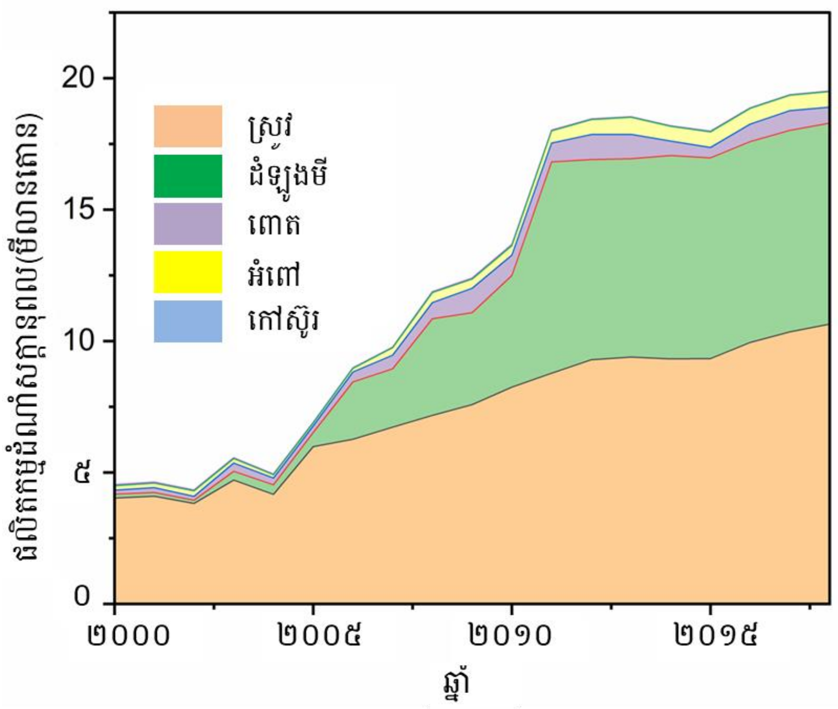
ទោះយ៉ាងណា ការផលិតជីវឧស្ម័នពីកាកសំណល់ចំបើងប្រឈមនឹងបញ្ហាខ្លះបើប្រៀបធៀបនឹងកាកសំណល់កសិកម្មផ្សេងទៀត។ ដើម្បីបង្កើនស្ថេរភាពបន្ទុំនៃអង្គធាតុសរសៃ (Lignocellulosic) ជីវម៉ាស វាចាំបាច់ត្រូវកាត់បន្ថយបរិមាណ Lignin និង សរសៃសែលលុយឡូសគ្រីស្ទាល់ (Cellulosic crystallinity) ដោយការបន្សុទ្ធជាមួយសារធាតុគីមី NaOH ឬអង់ស៊ីម ដោយប្រើវិធីចំហាយទឹក រឺមួយប្រើឡ CSTR (Zhou et al. 2017) ជាពិសេស ការរួមបញ្ចូលគ្នារវាងចំបើងកសិកម្ម ជាមួយលាមកសត្វ បានបង្ហាញយ៉ាងច្បាស់ពីការបង្កើនផលិតកម្មមេតាន (Tsapekos et al. 2017)។

២.៥.៣ ឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិកម្ម

ដោយមើលឃើញពីភាពជឿនលឿនខាងបច្ចេកវិទ្យារបស់កសិកម្ម និងការរួមបញ្ចូលទៅក្នុងសង្វាក់ផលិតកម្ម និងបណ្តាញ ភាពអាស្រ័យទាក់ទងគ្នានៃឧស្សាហកម្ម កសិ-ឧស្សាហកម្ម និងឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិផល ត្រូវបានគេពិចារណាដើម្បីធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវគុណភាពនៃផលិតផលកសិកម្ម។ មានឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិ-ឧស្សាហកម្មធំៗ ចំនួន៤ នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា គឺរោងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវ ដំឡូងមី ស្ករ និងរោងចក្រកៅស៊ូ។ រោងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវខ្នាតធំមានចំនួនតិចជាង១០០០ ក្នុងចំណោមរោងម៉ាស៊ីនកិនសរុប ២៤,០៤៨ ក្នុងឆ្នាំ២០០៨ (Pode et al. 2015)។ ដំឡូងមីជាដំណាំកសិកម្មលំដាប់លេខ២ បន្ទាប់ពីស្រូវ ដែលអាចទទួលបានផលចំណេញផ្នែកសង្គម និងសេដ្ឋកិច្ចយ៉ាងខ្លាំង ប្រសិនបើប្រទេសនេះទទួលបានកម្រិតនៃការប្តេជ្ញាចិត្ត និងការវិនិយោគសាធារណៈ។ នៅឆមាសទី២ ឆ្នាំ២០១៨ រដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបានដាក់ចេញជាផ្លូវការនូវយុទ្ធសាស្ត្រថ្មីសម្រាប់ផលិតកម្មដំឡូងមី និងឧស្សាហកម្មកែច្នៃផលិតកម្មដំឡូងមី ជាពិសេសគឺម្សៅដំឡូងមី ម្សៅដំឡូង និងនំដំឡូង ហើយនាំចេញទៅប្រទេសវៀតណាម និងចិន។ ទឹកស្អុយពីឧស្សាហកម្មកែច្នៃទាំងនោះ

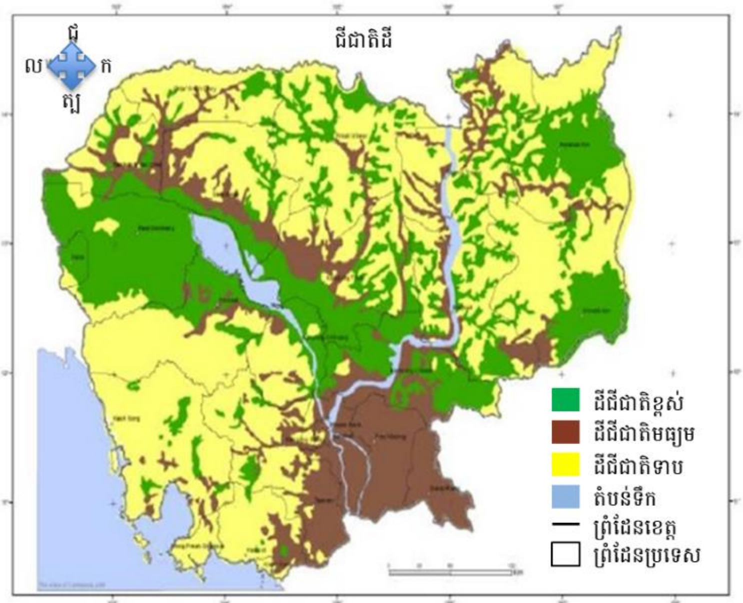
មានផ្ទុកនូវជាតិកាបូអ៊ីដ្រាត ប្រូតេអ៊ីន ខ្លាញ់ សែលុយឡូស និងលីណូសែលុយឡូស ដែលអាចបំលែងទៅជាជីវឧស្ម័នតាមរយៈដំណើរការ AD។

កាកអំពៅពីរោងចក្រផលិតស្ករអំពៅមានប្រហែល ២៦០ គីឡូក្រាមក្នុង មួយតោននៃអំពៅ ហើយការផលិតមេតានមានចំនួនប្រមាណ ២០០ ម^{៣} ក្នុងមួយតោននៃកាកអំពៅ (Janke et al. 2015)។ ដោយសារ



រូបភាពទី៤ ផលិតកម្មដំណាំៈ ស្រូវ ដំឡូងមី ពោត អំពៅ និងកៅស៊ូ ដែលមានសក្តានុពលនៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ២០០០ ដល់ឆ្នាំ ២០១៨ ។

បរិមាណទាបនៃ Lignin វាអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីរួមផ្សំជាមួយលាមកសត្វសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន។ ផ្ទុយទៅវិញ ទឹកស្អុយពីរោងចក្រជ័រកៅស៊ូ មានផលិតកម្មមេតានទាបដែលជ័រកៅស៊ូ ១តោនអាចផលិតបានប្រហែល ៧០ ម^{៣} មេតាន (Chaiprapat et al. 2014)។ ទឹកស្អុយទាំងនេះ នៅតែកំពុងធ្វើការស្រាវជ្រាវមន្ទីរពិសោធន៍នៅឡើយ។ ក្រៅពីនេះ ដំឡូងមីប្រមាណ ៦០,០០០លីត្រនៃសំណល់រាវ (effluent) ត្រូវបានផលិតចេញពីមើមដំឡូងមី ហើយការផលិតមេតាន គឺ ១៥ ម^{៣}/តោននៃសំណល់រាវ (Zeolite and Additives 2020)។ ក្រុមហ៊ុន SOMA ថាមពល (SOMA Energy) ផលិតជីវឧស្ម័នប្រមាណ ៣៧,៩០៥ ម^{៣}/ថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់ទឹកស្អុយពីរោងចក្រម្សៅដំឡូងមី ដែលមានទីតាំងនៅស្រុកកំរៀង ក្នុងខេត្តបាត់ដំបង។



រូបភាពទី៥ ផែនទីសក្ដានុពលនៃដីមានជីជាតិរបស់ប្រទេសកម្ពុជា *(Vang 2015)*។

២.៣.២ ការវិភាគ SWOT សម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា

តារាងទី៥ បង្ហាញពីការវិភាគជាយុទ្ធសាស្ត្រទាក់ទងនឹងភាពខ្លាំង ភាពខ្សោយ ឱកាស និងការគំរាមកំហែងនានានៃជីវឧស្ម័នក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌបច្ចុប្បន្នភាពនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។

តារាងទី៥ ការវិភាគតារាង *SWOT* សម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា។

ភាពខ្លាំង៖	**ភាពខ្សោយ៖**
- សក្ដានុពលក្នុងការបំលែងកាកសំណល់ទៅជាជីវឧស្ម័នអគ្គិសនី និងជីជីវឧស្ម័ន - អាចប្រើបានសម្រាប់ផលិតផលកាកសំណល់ជាច្រើនប្រភេទ៖ លាមកសត្វ, សត្តឃាត និងទឹកស្អុយពីឧស្សាហកម្មកន្លង	- ចំណាយវិនិយោគខ្ពស់សម្រាប់ការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ន - ចំណាយខ្ពស់លើប្រតិបត្តិការ និងតំហែទាំ (O&M) - រយៈពេលសងត្រលប់វែង (long payback period)

មក ដូចជាម្សៅដំឡូង, ផលិតកម្មអេតាណុល, ផលិតកម្មម្សៅអង្ករ - លក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន - ថ្លៃដើមផលិតកម្មអគ្គិសនីទាប - បច្ចេកវិទ្យារុក្ខជាតិជីវឧស្ម័នដែលមានស្រាប់ - អ្នកផ្គត់ផ្គង់ឧបករណ៍ជីវឧស្ម័នដែលមាន	- បច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័ននៅមានកម្រិត - ការផ្គត់ផ្គង់បច្ចេកវិទ្យាមិនទាន់ទូលំទូលាយ - ការប្រកួតប្រជែងជីវម៉ាស (ប្រើសម្រាប់គោលបំណងផ្សេងទៀតជំនួសជីវឧស្ម័ន) - កង្វះបច្ចេកវិទ្យានៃថាមពលករកើតឡើងវិញ និងគំរូអាជីវកម្ម - កង្វះទិន្នន័យពីធនធានជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀត ដូចជាកាកសំណល់ក្រុង សត្តឃាត និងធនធានជីវឧស្ម័ន - ប្រាក់កម្ចីមិនទាន់មានឡើយសម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ
ឱកាស៖ - កំណើនតម្រូវការថាមពល - ការចិញ្ចឹមសត្វកំពុងកើនឡើង ដូច្នេះបង្កើនកសិដ្ឋានដែលមានសក្តានុពលសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន - គោលនយោបាយស្តីពីឡជីវឧស្ម័ន ដែលគាំទ្រពីរដ្ឋាភិបាល, គំរោង GEF និង អង្គការ UNIDO - អ្នកជំនាញជីវឧស្ម័នមកពី BTIC អាចជួយរៀបចំបច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័ន និងជីវឧស្ម័ន និងការប៉ាន់ស្មានចំណាយវិនិយោគនិងរយៈពេលសងត្រលប់វិញ។ - បង្កើតការងារនៅតំបន់ជនបទ - កាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG	**ការគំរាមកំហែង៖** - កង្វះការគ្រប់គ្រងសំរាម ឧទាហរណ៍សំរាមទីក្រុង និងកាកសំណល់គ្រួសារ - រចនាសម្ព័ន្ធរបស់អង្គការដើម្បីបង្កើតអង្គភាព ឬវិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ឡជីវឧស្ម័ន នៅមានកំរិត - សមត្ថភាពស្ថាប័ន និងការអប់រំ នៅមានកង្វះខាតនៅឡើយ - កង្វះការយល់ដឹងជាសាធារណៈចំពោះប្រសិទ្ធភាពថាមពល និងថាមពលកកើតឡើងវិញ

ឯកសារយោង

ATEC (2021) ATEC of Cambodia raises ¤1.6 million to expand access to clean biogas. In: PFAN Accelerating Invest. Clim. Clean Energy. https://pfan.net/news/atec-of-cambodia-raises-1-6-billion-in-series-b-equity-to-expand-access-to-clean-biogas/.

Borany K (2016) Static of farm and location in Cambodia 2016. Phnom Penh

Buysman E (2015) Biogas and household air quality: Study on Household Air Quality and

estimated health improvement of users of biogas stoves versus wood-fired stoves in rural Cambodia.
Chaiprapat S, Wongchana S, Loykulnant S (2014) Evaluating sulfuric acid reduction, substitution, and recovery to improve environmental performance and biogas productivity in rubber. Process Saf Environ Prot 94:420–429.
Gummert M, Hung N Van, Chivenge P, Douthwaite B (2020) Sustainable Rice Straw Management.
Gutaman F, Porter I, Delvoie C, et al. (2006) Cambodia Energy Sector Strategy Review Issues Paper.
Hessen J Van (2014) An Assessment of Small-Scale biodigester Programmes in the Developing World: The SNV and Hivos Approach. Amsterdam
Hyman J, Bailis R (2018) Assessment of the Cambodian National Biodigester Program. Energy Sustain Dev 46:11–22.
Janke L, Leite A, Nikolausz M, et al (2015) Biogas Production from Sugarcane Waste : Assessment on Kinetic Challenges for Process Designing. 20685–20703.
Kooijman P (2014) Pro-poor Biodigester-Crabon Baseline & Market study. Phnom Penh
Kumar M (2019) Social, Economic, and Environmental Impacts of Renewable Energy Resources. In: Okedu KE, Tahour A, Aissaoui AG (eds) Wind Solar Hybrid Renewable Energy System. INTECH, pp 1–11
MAFF (2016) Policy on Biodigester Development in Cambodia 2016 - 2025.
MAFF (2019) MAFF Annual Report 2018-2019. Phnom Penh
MAFF (2018) Prakas 549. Phnom Penh
McIntroh B (2004) Review and Recommendations for Household Bio-digesters in Cambodia. Phnom Penh
Mika K, Minna M, Noora V, et al (2021) Situation analysis of energy use and consumption in Cambodia: household access to energy. Environ Dev Sustain. doi: 10.1007/s10668-021-01443-8
MME (2016) Cambodia National Energy Statistics 2016.
NBP (2019) Market study on medium-scale and large-scale biogas in Cambodia.
Patinvoh RJ, Taherzadeh MJ (2019) Challenges of biogas implementation in developing countries. Curr Opin Environ Sci Heal 12:30–37.
Pode R, Diouf B, Pode G (2015) Sustainable rural electrification using rice husk biomass energy : A case study of Cambodia. Renew Sustain Energy Rev 44:530–542.
SNV (2006) Programme arrangement and implementation document national biodigester

program in Cambodia. Phnom Penh

Tsapekos P, Kougias PG, Treu L, et al (2017) Process performance and comparative metagenomic analysis during co-digestion of manure and lignocellulosic biomass for biogas production. Appl Energy 185:126–135.

UNIDO (2020) Reduction of GHG Emission Through Promotion of Commercial Biogas Plants: The 7th issue of Biogas Project Newsletter. Phnom Penh, Cambodia

Vang S (2015) CAMBODIA-Soil Resources_Workshop on Sustainable Management and Protection of Soil Resources. Bangkok, Thailand

Zeolite U, Additives B (2020) Enhanced Biogas Production of Cassava Wastewater.

Zhou J, Yang J, Yu Q, et al (2017) Different organic loading rates on the biogas production during the anaerobic digestion of rice straw: A pilot study. Bioresour Technol 244:865–871.

ជំពូកទី៣ ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន និងផលិតកម្ម

ជំពូកនេះ នឹងបរិយាយអំពីដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម គីមី-ជីវៈ នៃការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការអុកស៊ីសែន (AD) តាមរយៈការបម្លែងកាកសំណល់សរីរាង្គទៅជាជីវឧស្ម័ន។ វាមានសារៈសំខាន់ដើម្បីវិភាគឲ្យដឹងនូវសមាសភាគ និងគុណភាពនៃវត្ថុធាតុទាំងអស់នោះ ដើម្បីអាចប៉ាន់ស្មានបាននូវសក្តានុពលនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ អញ្ញតនៃរូបធាតុដើមសម្រាប់ផលិតជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវបានលើកមកបង្ហាញ រួមមាន ភាពសមស្រប ភាពអាចទៅរួច ភាពងាយបំបែកធាតុ និងភាពសុទ្ធរបស់វា ព្រមទាំងកត្តាដែលជះឥទ្ធិពលដល់បរិមាណនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ ក្នុងនោះដែរ មានក្រុមសំខាន់ៗចំនួនបីដែលជាប្រភពជីវឧស្ម័ន ក៏នឹងត្រូវបានលើកមកគូសបញ្ជាក់ផងដែរ រួមទាំងស្តង់ដាគុណភាព និងដែនកំណត់របស់វា។ ការវាយតម្លៃជាបឋមទៅលើរូបធាតុដើមនឹងត្រូវបានផ្តល់អោយដោយប្រើប្រាស់ទិន្នន័យដែលមានស្រាប់នៅក្នុងឯកសារសំយោគវិទ្យាសាស្ត្រនានា ដោយរួមបញ្ចូលគ្នាជាមួយនឹងទិន្នន័យនៃដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ដើម្បីវាយតម្លៃអំពីភាពសមស្រប និងផលចំនេញចេញពីការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន។ សមាសធាតុនានានៃវត្ថុធាតុ គឺមានសារៈប្រយោជន៍ សម្រាប់ការកំណត់ សក្តានុពលនៃផលិតកម្ម គីមី-ជីវៈមេតាន (BMP)។ ដូច្នេះ វិធីសាស្ត្រនៃការវិភាគសំណាកក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍សម្រាប់កំណត់ឲ្យបានជាក់លាក់នូវវត្តមាន ឬបរិមាណ TS, VS, COD, N, C:N និង BMP គឺត្រូវបានលើកយកពិភាក្សានៅក្នុងជំពូកនេះផងដែរ។

៣.១ ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានវត្តមានអុកស៊ីសែន (AD)

AD គឺជាដំណើរការបម្លែងសារធាតុមីក្រូ-បាក់តេរី នៃសារធាតុសរីរាង្គ ដោយគ្មានវត្តមានអុកស៊ីសែន។ AD គឺត្រូវបានអនុវត្ត និងដំណើរការ សម្រាប់ទាំងប្រភេទនៃការឌីស្សាញឡជីវឧស្ម័នខ្នាតតូច និង ខ្នាតធំ ដោយប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុជីវឧស្ម័នជាច្រើន ដូចជា សំណល់ទីក្រុង សំណល់កសិកម្ម សំណល់ឧស្សាហកម្ម សំណល់រុក្ខជាតិ និងសំណល់លាមកសត្វជាដើម (Khalid et al. 2011)។ AD គឺជាដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម គីមី-ជីវៈ ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងជំហ៊ានជាច្រើន ជាមួយនឹងក្រុមខុសគ្នា នៃមីក្រូសរីរាង្គដែលបែងចែកតាមការបំបែកធាតុ រហូតដល់ចំនុចសមមូលមួយរបស់សារធាតុសរីរាង្គ នាំអោយមានការបង្កើតនូវជីវឧស្ម័ន (ការលាយផ្សំគ្នារវាង CO_2 និង CH_4 និងមីក្រូ-ជីវម៉ាស (Chen et al. 2008)។

លើសមួយទសវត្សចុងក្រោយនេះ ដំណើរការ AD ត្រូវបានគេអង្កេតយ៉ាងល្អិតល្អន់ទៅលើដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្មទឹកស្អុយ/កាកសំណល់ទាំងពីរនេះ និងផលិតកម្មថាមពលកកើតឡើងវិញ នៅក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្ម និងកសិកម្ម (Lindmark et al. 2014)។ ការរីកលូតលាស់ និងសកម្មភាពនៃមីក្រូសរីរាង្គ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន ដែលជាធាតុនៃការបង្អាក់ដំណើរការ AD និងជាលទ្ធផល ក៏ដូចជាប្រសិទ្ធភាពលើដំណើរការ ត្រូវបានជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំង ដោយអញ្ញតចំបងមួយចំនួន។ ដូច្នេះ វាមានសារៈសំខាន់ដើម្បីធានាថា រាល់អញ្ញតទាំងនេះ គឺត្រូវធ្វើអោយប្រសើរឡើងតាមតែអាចធ្វើទៅបាន។ អញ្ញតទាំងនេះ រាប់បញ្ចូលរួមមានកម្រិតសីតុណ្ហភាពថេរ ដែលជម្រុញដល់ការលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសរីរាង្គ, តម្លៃ pH, ការផ្គត់ផ្គង់សារធាតុ

ចិញ្ចឹមចម្បង (សមាសធាតុខាងក្នុងរបស់វត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន និងកម្រិតផលធៀប កាបូននិងអាសូត C:N) កម្រិតគុណភាពនៃល្បាយលាមក ពេលវេលានៃការបំបែកធាតុ ព្រមទាំងវត្ថុមាន និងចំនួននៃសារធាតុបង្អាក់ ឬរាំងស្ទះប្រព្រឹត្តកម្ម (ដូចជា ពពួកអាម៉ូញ៉ាក់ និង លោហៈធន់ធ្ងន់) (Seadi et al. 2008)។

នៅក្នុងដំណើរការ AD រូបធាតុសរីរាង្គ គឺត្រូវបានបម្លែងទៅជាជីវឧស្ម័ន តាមរយៈអំបូលនៃពពួកក្រុមបាក់តេរី បំបែកធាតុ និងបម្លែងទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត។ ភាគច្រើននៃប្រតិបត្តិការឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គឺដំណើរកាតាមប្រភេទប្រើប្រាស់ម៉ូទ័រកូរលាយវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន ដើម្បីអោយងាយបំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានសីតុណ្ហភាពមីសូហ្វីលីក (mesophilic temperature)។ ប្រភេទនៃឡជីវឧស្ម័ន បានប្រើប្រាស់ផ្អែកលើ តុល្យភាពនៃការប្រព្រឹត្តិកម្ម និងបរិមាណអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គនៅក្នុងវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន ជាមួយនឹងកត្តាទុនសម្រាប់វិនិយោគ និងគោលបំណសំខាន់នៃការបំបែកធាតុផងដែរ។ លាមកសត្វស្រស់ គឺត្រូវបានគេយកទៅទុកនៅក្នុងអាងឬធុងស្តុកទុក មុននឹងដំណើរការ។ អាងប្រព្រឹត្តកម្ម ដែលបំពាក់ជាមួយនឹងឧករណ៍សម្រាប់លាយត្រូវបានប្រើសម្រាប់សម្រួលដល់ការបំបែកធាតុ ឬរំលាយអោយស្មើសាច់ល្អនៃកាកសំណល់រាវ។ កាកសំណល់រាវដែលបានលាយយ៉ាងរៀបរយនឹងត្រូវឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនកិន ឬតម្រងវា ដើម្បីអោយវាប្រែក្លាយជាភាគល្អិតឯកសណ្ឋានមួយ មានទំហំពី ៥ ទៅ ១០ ម.ម បន្ទាប់មកបូមបញ្ចូលក្នុងឡជីវឧស្ម័នដ៏សមស្របតាមវិមាត្រ ដើម្បីអោយមានតុល្យភាពកាកសំណល់សរីរាង្គ។

ដើម្បីធ្វើអោយដំណើរការ AD ល្អប្រសើរ វាមានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងការយល់ដឹងអំពីសក្តានុពលនៃការផលិតជីវឧស្ម័ន លើវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័នដែលបានផ្តល់ឲ្យវា។ វាមានភាពខុសគ្នាច្រើនដែរ ទៅលើសមាសធាតុខាងក្នុង និងគុណភាពនៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន ដែលផ្តល់អោយដោយអ្នកគ្រប់គ្រង និងម្ចាស់ឡជីវឧស្ម័ន។ រឿងនេះ ក៏អាចជារនាំងមួយដ៏សំខាន់ដែរ សម្រាប់អ្នកគ្រប់គ្រង ដែលត្រូវធ្វើការគាំទ្រការពិចារណា ដើម្បីប្រកត់ថា ការតំឡើងជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវសមស្របតាម ប្រភេទ និងគុណភាពជាក់លាក់របស់វត្ថុធាតុដើម (Langeveld et al. 2010)។ លទ្ធភាពនៃការប៉ាន់ស្មាននៃទិន្នផលជីវឧស្ម័នដែលផ្អែកលើគុណភាពនៃវត្ថុធាតុដើម ត្រូវបានគេដឹងយ៉ាងច្បាស់ថាមានសារៈសំខាន់។ សក្តានុពលនៃការបម្លែងជីវឧស្ម័ន (ABP) ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន និង សក្តានុពលជីវ-មេតាន (BMP) គឺជាអញ្ញតដែលប្រើប្រាស់នៅក្នុងការវាយតម្លៃសក្តានុពលនៃជីវឧស្ម័ន និងមេតាននៃអង្គធាតុសរីរាង្គ។ វាមានទំនាក់ទំនងយ៉ាងជិតស្និតរវាង VS និង (ABP&BMP) (Mayer et al. 2014)។ ABP គឺជាម៉ូឌែលទំនាក់ទំនងមួយ ដែលអាចប៉ាន់ស្មានអោយដឹងអំពីសក្តានុពលនៃជីវមេតាន តាមរយៈសមាសធាតុគីមីខាងក្នុងវត្ថុធាតុដើម ឬការវិភាគលក្ខណៈជីវសាស្ត្រ ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រនេះមិនត្រូវបានប្រើប្រាស់ញឹកញ៉ាប់នោះទេ (Schievano et al. 2009)។ ដោយឡែក BMP ជាការធ្វើពិសោធន៍សំខាន់មួយ នៃលក្ខណៈបំបែកធាតុ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន និងលក្ខណៈទទួលយកបាននៃវត្ថុធាតុដើម។ Jingura and Kamusoko (2017) បានសង្ខេបវិធីសាស្ត្រអាចទៅរួច ទាំងការពិសោធន៍ និងទ្រឹស្តីនាំអោយមានការកំណត់អំពីដំណើរការ BMP និងបញ្ជាក់ការពិតលើប្រសិទ្ធភាពនៃ

ដំណើរការ AD និងលក្ខណៈបំបែកធាតុរបស់វត្ថុធាតុសរីរាង្គ។ វិធីសាស្ត្រទាំងនេះ ប្រើប្រាស់នៅក្នុងគោលការណ៍ប្រតិបត្តិដូចគ្នា ប៉ុន្តែការរៀបចំការពិសោធន៍ និងពាក់ព័ន្ធនឹងបច្ចេកទេស ប្រហែលមានភាពខុសគ្នា។ ការធ្វើតេស្តលើ BMP មានភាពប្រែប្រួលច្រើន។ ការសាកល្បងជាច្រើនបានកំណត់ពិធីការស្តង់ដាសម្រាប់ការធ្វើតេស្ត BMP ចុងក្រោយដើម្បីសម្រេចបាននូវលទ្ធផលអាចទទួលយកបាន។ ទោះបីជាវិសាស្ត្រនេះបានប្រើប្រាស់ទូលំទូលាយ ប៉ុន្តែអត់ទាន់ត្រូវបានទទួលយកជាផ្លូវការ ដូចវិធីសាស្ត្រពិសោធន៍ដែលមានស្រាប់នៅឡើយទេ។ រឿងនេះអាចដោយសារតែដំណើរ AD គឺវាមានភាពស្មុគស្មាញ និងប្រព័ន្ធនិចលភាព ដែលលក្ខណៈមីក្រូជីវ លក្ខណៈជីវគីមី និងលក្ខណៈរូបគីមី របស់វត្ថុធាតុដើម (Angelidaki et al. 2009)។ បើទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ វិធីសាស្ត្រដែលប្រើប្រាស់ធម្មតា ចំនួន៣ រួមមាន វិធីសាស្ត្រស្តង់ដាអាឡឺម៉ង់ (The German Standard Procedure) វិធីសាស្ត្រ Verein Deutscher Ingenieure (VDI 4630) និងវិធីសាស្ត្រ Moller & Hansen (Pham et al. 2013)។

៣.២ វត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតជីវឧស្ម័ន

វត្ថុធាតុដើមប្រើប្រាស់នៅការអនុវត្តសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវបានជ្រើសរើស ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈសមស្រប និងលក្ខណៈងាយស្រួលរបស់វា។ លក្ខណៈសមស្របនៃវត្ថុធាតុដើម សម្រាប់ផលិតកម្ម ជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវបានកំណត់ដោយចំនួននៃលក្ខណៈខាងក្នុងរបស់វា និងអញ្ញត ដូចជា បរិមាណនៃអង្គធាតុសរីរាង្គ ដែលងាយស្រួលបំបែកធាតុ, សក្តានុពលមេតាន, ទំហំភាពល្អិត, បរិមាណម៉ាសស្ងួត, pH , C:N និងបរិមាណនៃសារធាតុម៉ាក្រូ និងមីក្រូសរីរាង្គ ជាដើម។ លក្ខណៈងាយស្រួល ចង់មានន័យថាវត្ថុធាតុដើម និងដំណើរការនៃវត្ថុធាតុដើម សម្រាប់ប្រតិបត្តិការណ៍នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន យ៉ាងងាយស្រួល និងអាចត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ ក្នុងបរិមាណជាក់លាក់ លើគោលការណ៍ថាមពលកកើតឡើងវិញ (Drosg et al. 2013)។

៣.២.១ ទិដ្ឋភាពរួមនៃប្រភពជីវឧស្ម័ន

ប្រភពសំខាន់ៗនៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវបានគេរកឃើញនៅក្នុងការអនុវត្តការងារកសិកម្ម (លាមកសត្វ និងល្បាយកាកសំណល់រាវ កាកសំណល់បន្លែ និងកាកសំណល់រុក្ខជាតិ ដំណាំផ្តល់ថាមពលជាដើម), ឧស្សាហកម្ម (កាកសំណល់សរីរាង្គ កាកសំណល់កែច្នៃ និងសំណល់ពីរោងចក្រកែច្នៃកសិកម្ម, រោងចក្រកែច្នៃអាហារ ចំបើង និងរោងចក្រកែច្នៃភេសជ្ជៈ សំណល់រាវសរីរាង្គ និងទឹកស្អុយចេញពីរោងចក្រកែច្នៃ សំណល់សរីរាង្គពីផលិតកម្មជីវឥន្ទនៈ និងជីវម៉ាសជាដើម។ល។) សំណល់ទីក្រុង (ប្រភពសំណល់តាមផ្ទះដែលបានញែកហើយស្រេច សំណល់ទឹកកង្វក់ និង សំណល់រឹងទីក្រុង និងកាកសំណល់អាហារ ជាដើម) (Langeveld and Peterson 2018)។

ប្រភេទនៃវត្ថុធាតុសរីរាង្គមានដូចជា លាមកសត្វ សំណល់ទីក្រុង និងសំណល់ពីរោងចក្រ វាមានការប្រែប្រួលច្រើនលើសមាសធាតុ និងគុណភាពនៃវត្ថុធាតុដើមដែលបានដាក់ក្នុងដំណើរការ AD (Langeveld et al. 2010)។ លក្ខណៈនៃសារធាតុផ្សំខាងក្នុងផ្សេងទៀត អាចធ្វើអោយសក្តានុពលនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

របស់វាមានដែនកំណត់។ ដូចដែរបានបរិយាយពីខាងដើម ទិន្នផល គឺជាញឹកញាប់ត្រូវបានគេបញ្ជាក់ជាជីវឧស្ម័នឬមេតានសុទ្ធ ដែលផលិតចេញក្នុងមួយខ្នាត នៃ VS, TS ឬលាមកស្រស់ៗ (FM) ដែលបានដាក់ចូលក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ ដូច្នេះ តម្លៃ TS និង VS គឺជាទិន្នន័យដែលចាំបាច់ ដែលតម្រូវការអមជាមួយទិន្នន័យនៃទិន្នផលជីវឧស្ម័នដែលទទួលបាន សម្រាប់ការបម្លែងថាមពល និងការប្រៀបធៀបជាមួយតម្លៃដែលមានស្រាប់តាមឯកសារយោងពាក់ព័ន្ធនានាអោយបានត្រឹមត្រូវ។ តារាងទី៦ បង្ហាញអំពីចំណាត់ថ្នាក់នៃឡជីវឧស្ម័ន។ តម្លៃទាំងអស់នោះ ចង្អុលបង្ហាញថា ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន អាចខ្ពស់ឬទាប អាស្រ័យលើសមាសធាតុ នៃអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គនៃក្នុងកាកសំណល់ (Langeveld and Peterson 2018)។ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន ជាពិសេសចេញពីលាមកសត្វ និងសំណល់កសិកម្ម មានការប្រែប្រួលតាមតំបន់ និងប្រទេស។ ក្រុមទិន្នផលជីវឧស្ម័ន ធៀបក្នុង ១តោននៃ VS អាចត្រូវបានបែងចែកជាបីកំរិត ដូចជា (១) កម្រិតទាប < ៣០០ ម^{៣} (សមាសធាតុសែលុយឡូស,កាកសំណល់លាមកជ្រូក និងគោ), (២) កម្រិតមធ្យម ៣០០-៥០០ ម^{៣} (លាមកមាន់,កាកសំណល់ទីក្រុង និងសំណល់ដើមចេក) និង (៣) កម្រិតខ្ពស់ >៥០០ម^{៣} (សំណល់រាវមន្ទីរសត្តឃាត សំណល់រាវជាតិសរសៃចេញពីដំឡូងបារាំង) (Langeveld and Peterson 2018)។

តារាងទី៦ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងមេតានដែលមានសក្តានុពលនៃវត្ថុធាតុសរីរាង្គផ្សេងៗ *(Langeveld and Peterson 2018)*។

ល្បាយវត្ថុធាតុដើម	**ម^{៣} CH_4/ តោន VS**	**ម^{៣} CH_4/ តោន VS**	**ម^{៣} CH_4/ម^{៣} នៃសំណល់រាវ**
សំណល់រាវពីដំឡូងបារាំង	៦១១	៥៥០	២២
សំណល់ផ្លែប៉ោម (Pome)	៥៦២	៤៨៣	១៥
សំណល់រាវមន្ទីរសត្តឃាត	៧០០	៥៦០	៨៤
ល្បាយលាមកគោ	២៣៤*	១៩២*	២១*
ល្បាយលាមកជ្រូក	២០១*	១៨១*	១៣*
វត្ថុធាតុដើមរឹង	**ម^{៣} CH_4/ តោន VS**	**ម^{៣} CH_4/ តោន VS**	**ម^{៣} CH_4/ម^{៣} នៃសំណល់រាវ**
សំណល់អាហារ	២៦០	២៣៩	៤៨
លាមកមាន់	៣០៩*	២៥២*	១០១*
លាមកគោ	២៣៦*	១៨០*	៤៥*
សំណល់រឹងទីក្រុង	៣៨៦*	៣៤៨*	៧០*
វត្ថុធាតុដើមជាពពួកសរសៃ	**ម^{៣} CH_4/**	**ម^{៣} CH_4/**	**ម^{៣} CH_4/ម^{៣}**

	តោន VS	តោន VS	នៃសំណល់ភាវ
វត្ថុធាតុសរសៃស្ករ Bagasse (កាក អំពៅជាដើម)	១២២	១១៩	១១២
វត្ថុធាតុសរសៃស្ករ Bagasse ចម្រាញ់រួច	១៧៧	១៧២	១៦២
កាកសំណល់ព្រៃឈើ	២១៤	១៣៧	១០៣
សំណល់ព្រៃឈើកែច្នៃរួច	២៦៦	១៧០	១២៨
សំណល់ដើមចេក	៣៤៧	១៣	0.១
សំណល់ដើមចេក (ហាលថ្ងៃ)	២៣៦	១៩៦	១៨០
សំណល់គ្រាប់កាហ្វេ	១៣១	១១៩	៦៦
សំណល់គ្រាប់កាហ្វេកែច្នៃរួច	១៧៤	១៥៨	៨៨
ចំបើង	២៨២	២៦៥	២៦០
សំណល់ដើមពោត	២៩៦	២៨៨	២៦៨
សំណល់ពោតកិនហើយ	២៥៩	៣៩៦*	១៣៩*
សំណល់ស្មៅកិនហើយ	៣៤–៣៨៣	៣៣០*	១៨០*

*បរិមាណមេតាន ត្រូវបានប៉ាន់ស្មានដូចជា ៦០ % នៃតម្លៃទិន្នផលជីវឧស្ម័នដែលបានបង្ហាញខាងលើ

៣.២.២ ប្រភេទនៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន

ក. កាកសំណល់កសិកម្ម

ប្រភពជីវម៉ាសដែលសមស្រប ដូចជា វត្ថុធាតុជីវឧស្ម័នរាប់បញ្ចូលរួមមានក្រុមមួយចំនួននៃសារធាតុសរីរាង្គដែលមានដើមកំណើតចេញពីព្រៃឈើ (កាកសំណល់ព្រៃឈើដែលនូវសេសសល់បន្ទាប់ពីការកាប់ ឬអារ ដូចជា មែក ធាង និងផ្នែកផ្សេងៗទៀតនៃដើមឈើ) ព្រមទាំងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម និងកាកសំណល់សំរាមទីក្រុង។ ជីវម៉ាស គឺជាលក្ខខណ្ឌទូទៅ នៅក្នុងការប្រើប្រាស់ដើម្បី បរិយាយអំពីអង្គធាតុដែលផលិតឡើងដោយជីវសាស្ត្រឬធម្មជាតិ ដូច្នេះហើយ រួមមានគ្រប់ប្រភេទនៃអង្គធាតុ និងសារធាតុទាំងអស់ត្រូវបានចេញពីសារពាង្គកាយមានជីវិត។ ដីកសិកម្ម បានអនុវត្តប្រមាណជាង ៣៧% នៃផ្ទៃដីផែនដីទាំងមូល ហើយ ការបំភាយឧស្ម័នមេតាន និងអាសូត ទៅកាន់បរិយាយជាសកលចំនួន ៥២% និង ៨៤%។ ចំនួននេះមានរហូតដល់១៨% កើតចេញពីសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ។ ភាគច្រើននៃការបំភាយទាំងនេះ កើតចេញពីលាមកសត្វចិញ្ចឹមប្រមាណ ១៣ ប៊ីលានតោន នៃល្បាយលាមក និងលាមកសត្វសរុប ដែលត្រូវបានគេ ប៉ាន់ស្មានថាត្រូវបានផលិតចេញប្រចាំឆ្នាំជុំវិញពិភពលោក។ ការអនុវត្តកសិកម្មភាគច្រើន ដូចជា ការគ្រប់គ្រងទឹក និងស្រូវ

ការគ្រប់គ្រងបដិភាគថវិកា ការគ្រប់គ្រងលើការផ្លាស់ប្តូរដីប្រើប្រាស់ និងការគ្រប់គ្រងលើកសិ-ព្រៃឈើ និងការគ្រប់គ្រងលាមក ដើម្បីយកជាវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័នអាចកាត់បន្ថយនូវការបំភាយនៃឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់យ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាព (Smith et al. 2008)។ សំណល់កសិកម្ម សម្រាប់ធ្វើជាវត្ថុធាតុដើមដាក់ចូលឡជីវឧស្ម័នបាន គឺត្រូវជាប់ពាក់ព័ន្ធជាមួយនឹងការធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មនៃលាមកសត្វ និងល្បាយលាមកសត្វ ព្រមជាមួយនឹងតុល្យភាពរវាងប្រព្រឹត្តិកម្មនៃទឹកកង្វក់ពីអាងទឹកកង្វក់ជាដើម (Biosantech et al. 2013)។

លាមកសត្វ គឺវត្ថុធាតុមួយនៅក្នុងចំណោមវត្ថុធាតុទូទៅសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅក្នុងដំណើរការ AD បើទោះបីជា ត្រឹមតែមួយភាគតូចប៉ុណ្ណោះនៃផលិតកម្មសកលនាពេលបច្ចុប្បន្នត្រូវបានគេយកទៅធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មនៅការតំឡើងជីវឧស្ម័ន។ ការព្យាករណ៍ជាសកល សម្រាប់លទ្ធភាពរបស់លាមក គឺអាចនឹងមានប្រមាណជាជាង ២៨ ប៊ីលានតោន នៅឆ្នាំ២០៥០ ដែលត្រូវបានគេប៉ាន់ស្មានប្រហែល៥០% អាចត្រូវគេនាំត្រលប់មកវិញ។ លាមកគឺលាយបញ្ចូលគ្នារវាង លាមកស្រស់ និងទឹកនោម ហើយសមាសធាតុគីមីរបស់វាប្រែប្រួលគួរកត់សម្គាល់ អាស្រ័យលើពូជ និងគុណភាពនៃចំណីរបស់វា។ លាមកសត្វ មានបរិមាណច្រើននៃជាតិសរសៃសែលុយឡូស ពពួកស្ករប៉ូលីសាក់កូរាយ ប្រូតេអ៊ីន និងសារធាតុជីវសរីរាង្គដ៏ទៃផ្សេងទៀត (Jingura and Kamusoko 2017)។ ម៉ាសស្ងួត ឬបរិមាណសារធាតុរឹងសរុប នៃលាមកសត្វ គឺមានចន្លោះពី ១០ ទៅ ៣០% ចំណែកល្បាយជាតិទឹក គឺស្ថិតនៅក្រោម១០%។ លាមក និងល្បាយលាមកចេញពីសត្វ ខុសៗគ្នា ដូចជា ជ្រូក គោ មាន់ ទា សេះ និងប្រភេទដ៏ទៃទៀត គឺអាចប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ លាមកគោ និងជ្រូក គឺជាវត្ថុធាតុដែលងាយទទួលបានផលចេញពីឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ AD ដោយសារតែសំបូរនូវសារធាតុចិញ្ចឹមយ៉ាងសំបើមចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ។ ពួកវាក៏មានកម្រិតបាសខ្ពស់ផងដែរ ដែលអាចជួយផ្តល់តុល្យភាពនៅក្នុងដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្មនៅឡឧស្ម័ន នៅក្នុងករណីដែលការធ្លាក់ចុះនៃ pH នៅក្នុងឡ។

ខ.សំណល់ទីក្រុង

សំណល់ទីក្រុងសំដៅលើកាកសំណល់ទាំងឡាយណាដែលចេញពីប្រភពបែងចែកតាមផ្ទះ សំណល់ទឹកកង្វក់ សំណល់រឹងទីក្រុង សំណល់អាហារ សំណល់សួនច្បារ និងសំណល់សរីរាង្គស្រដៀងគ្នាផ្សេងៗទៀត។ បំណែកសរីរាង្គនៃសំណល់ទីក្រុង គឺងាយបំបែកធាតុ ហើយកំណត់បានថាជាសំណល់សរីរាង្គឬជីវកាកសំណល់។ នៅក្នុងករណីជាច្រើន សំណល់ទីក្រុង គឺជាទីលានចាក់សំរាម ដូច្នេះការបង្កើនការគាំទ្រ គឺត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីផ្តល់តម្លៃលើវត្ថុធាតុប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព ដែលអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាជីកំប៉ុសដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និង/ឬសង្វាក់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ នៅដំណាក់កាលនៃការបង្កើតជាជីវឧស្ម័នរបស់កាកសំណល់ទីក្រុង រយៈពេលសម្រាប់បង្កើតចេញជាឧស្ម័នគឺមិនលើសពី ១៥ថ្ងៃ នៅសីតុណ្ហភាព ៣៥ អង្សាសេ (Deublein and Steinhauser 2011)។ នៅក្នុងអឺរ៉ុប សំណល់ជីវសាស្ត្រ គឺត្រូវបានដកចេញឬចំរាញ់ចេញពីទីលានចាក់សំរាម ដោយឈានទៅរកការជ្រើសរើសជាទូទៅ នៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័នដ៏វិសេសវិសាល

មួយ ដែលត្រូវបានប៉ាន់ស្មានចន្លោះ ៣ ទៅ ៤ % នៃសំណល់ជីវសាស្ត្ររបស់អឺរ៉ុប គឺត្រូវយកទៅផលិតជាជីវឧស្ម័ន។ កាកសំណល់ចេញពីការកែច្នៃអាហារ ប្រែប្រួលចន្លោះ ២៥០-៨០០ គ.ក្រនៃម្ហូបអារហារដើម ចំណែកកាកសំណល់ទីក្រុងដែលអាចបំបែកធាតុបាន អាចមានខ្ពស់បំផុតរហូតទៅដល់ ៧០ គ.ក្រ ក្នុងមនុស្សម្នាក់ក្នុងមួយឆ្នាំ។ នៅលើពិភពលោកទាំងមូល សំណល់ទាំងនេះ ត្រូវបានប៉ាន់ស្មានថា អាចមានរហូតទៅដល់ ៦ ប៊ីលានតោននៅឆ្នាំ២០២៥។ ក្នុងមួយតោន នៃសំណល់អាហារដើម និងសំណល់ទីក្រុង សក្តានុពលនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន មានចំនួនរហូតដល់ ៨៦ លាន ម៉ែត្រគីប (Nm^3) ជាមួយនឹងបរិមាណនៃការបម្លែងថាមពលមានរហូតដល់ ១.៨ អ៊ិចសាញ៉ូល (EJ) (Langeveld et al. 2016)។ ការកើនឡើងបរិមាណខ្ពស់នៃកាកសំណល់ផ្ទះបាយក្នុងសង្គម បញ្ជាក់ថា វាកាន់តែកើនឡើងសម្រាប់ផលិតកម្ម AD ផងដែរ។ កាកសំណល់សរីរាង្គទាំងនេះមានសមត្ថភាពបំបែកធាតុខ្ពស់ និងទិន្នផលមេតានខ្ពស់ដែរ ហើយបរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់វា គឺមានតុល្យភាពល្អ និងអំណោយផលសម្រាប់សកម្មភាពមេតាប៉ូលីស នៃពពួកមីក្រូសរីរាង្គនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន (Zhang et al. 2007)។

គ. សំណល់ឧស្សាហកម្ម

អំឡុងពេលដំណើរការកែច្នៃខាងផ្នែកឧស្សាហកម្ម បរិមាណនៃសំណល់សរីរាង្គជាច្រើនចេញពីផលិតកម្មកែច្នៃ និងកាកសំណល់ពីរោងចក្រកែច្នៃកសិកម្ម រោងចក្រអាហារ រោងចក្រកែច្នៃចំណីសត្វនិងភេសជ្ជៈ សំណល់ទឹកកង្វក់សរីរាង្គចេញពីផលិតកម្ម និងសំណល់ទឹកកង្វក់សរីរាង្គដែលបង្ហូរចេញ ព្រមទាំងកាកសំណល់ចេញពីការកែច្នៃជីវម៉ាស គឺត្រូវបានផលិត និងចាំបាច់ត្រូវតែធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មឬការដកចេញ។ កាកសំណល់សរីរាង្គទាំងនេះផ្តល់អោយនូវ វត្ថុធាតុសរីរាង្គជាច្រើនសន្ធឹកសន្ធាប់សម្រាប់ ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន ដូចជា សំណល់ចេញពីរោងចក្រកែច្នៃស្រាក្រហម ចំណីសត្វ កាកស្រាបៀរ សំណល់ចេញពីរោងចក្រចំរាញ់ស្ករ និងរោងចក្រកែច្នៃផ្លែឈើជាដើម អាចត្រូវបានយកទៅផលិតជាជីវថាមពល (Deublein and Steinhauser 2011)។ នៅក្នុងឧស្សាហកម្មកែច្នៃគ្រាប់ធុញ្ញជាតិជីវអេតាណុលសម្រាប់ជីវឥន្ធនៈ រាល់បរិមាណនៃកាកសំណល់ទាំងអស់ សុទ្ធសឹងតែក្លាយជាសក្តានុពលសំខាន់សម្រាប់រួមបញ្ចូលគ្នាជាមួយនឹង ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័នខ្នាតឧស្សាហកម្ម។ ផលិតកម្មជីវអេតាណុលទូទាំងពិភពលោក គឺមានប្រមាណ ៩៥ លាន ម³ នៅឆ្នាំ២០១០។ បញ្ហាដ៏សំខាន់មួយ គឺថាទំហំនៃជីវអេតាណុលកាន់តែខ្ពស់ នោះមានន័យថា វាបានផលិតសំណល់រាវច្រើនផងដែរ។ បរិមាណដ៏ធំទាំងនេះ នឹងទាមទារអោយមានយុទ្ធសាស្ត្រជាក់លាក់ សម្រាប់ប្រើប្រាស់ និងធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មនៃសំណល់រាវដើម្បីផលិតចេញជាជីវឧស្ម័ន (Drosg et al. 2013)។

៣.២.៣ បញ្ហាប្រឈមនៃវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន

ជីវឧស្ម័នចេញពីសំណល់កសិកម្មទំនងជាបែងចែកតិចតួចប៉ុណ្ណោះទៅកាន់ប្រព័ន្ធថាមពលទាំងមូល។ វិស័យកសិកម្មបានកត់សម្គាល់និន្នាការនេះ និងបានទទួលយកវាដោយផ្អែកតាមស្ថានភាពកើតឡើងជាក់ស្តែង ដោយសារតែរាល់ហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធ ឬបរិក្ខារជីវឧស្ម័នទាំងអស់មិនបានធ្វើការប្រកបដោយផលចំណេញទេ

ពីព្រោះអ្វីដែលសំខាន់គឺនៅត្រង់ថា ការចំណាយខ្ពស់លើការសាងសង់នៃបរិក្ខារជីវឧស្ម័នទាំងនោះ។ ដូច្នេះ មានតែការសិក្សា និងស្វែងយល់លើការធ្វើការរបស់ពួកគាត់ដោយផ្ទាល់ និងឆ្លងកាត់បទពិសោធន៍ផ្ទាល់ខ្លួនរបស់ពួកគាត់ទេ ដែលបានធ្វើឬសាងសង់បរិក្ខារទាំងអស់នោះ ដើម្បីអាចដំណើរការដោយផ្អែកលើ ផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច (Deublein and Steinhauser 2011)។ ល្បាយលាមកសត្វ មានបរិមាណម៉ាសស្ងួត DM (៣-៥% នៃល្បាយលាមកជ្រូក និង៦-៩% នៃល្បាយលាមកគោ)។ លាមកសត្វទាំងនេះ នឹងផ្តល់ទិន្នផលមេតានទាប ក្នុងមួយខ្នាតមាឌនៃវត្ថុធាតុដើមដែលរលាយក្នុងឡជីវឧស្ម័នដែលមានបរិមាណចន្លោះពី ១០ ទៅ ២០ ម^{៣} មេតាន ក្នុងមួយម៉ែត្រគីបនៃល្បាយលាមក ដែលបានបំបែកធាតុក្នុងឡជីវឧស្ម័ន ខណៈការចំណាយលើការដឹកជញ្ជូនជីវម៉ាស គឺស្ថិតនៅកម្រិតខ្ពស់នៅឡើយ (Angelikaki and Ahring 2000)។

ម៉្យាងវិញទៀត ដែនកំណត់សំខាន់មួយនៃការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ទីក្រុង និងកាកសំណល់សរីរាង្គសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន គឺពាក់ព័ន្ធនឹងសក្តានុពលនៃសារធាតុដែលមិនត្រូវការរបស់វា ដូចជា សារធាតុបំពុលជីវសាស្រ្ត សារធាតុបំពុលរូបសាស្រ្ត ឬសារធាតុបំពុលគីមីជាដើម។ ឧទាហរណ៍ដូចជា កាកសំណល់តាមផ្ទះមួយ មានផ្ទុក ប្រភេទសារធាតុមួយចំនួនខុសៗគ្នាដូចជា មេរោគ ផ្សិត និង ប្រភេទសារធាតុ ងាយចម្លងរោគផ្សេងទៀត (ទាំងគីមីសាស្រ្ត និង ជីវសាស្រ្ត)។ ម្យ៉ាងវិញទៀត សំណល់ឧស្សាហកម្មក៏មានផ្ទុកសារធាតុមិនសុទ្ធដែលអាចបំពុលដល់រូបរាងកាយ និងមានផ្ទុកនូវមេរោគផ្សេងៗ លោហៈធន់ធ្ងន់ ឬសមាសធាតុសរីរាង្គអចិន្ត្រៃយន៍នៅក្នុងបរិមាណដែលពួកវាអាចបង្កជាប្រភពបំពុលបរិស្ថាន និងហានិភ័យដល់សុខភាពនៃមនុស្ស និងសត្វ ពេលដែរកាកសំណល់ឡដែលផលិតត្រូវបានយកប្រើប្រាស់ជាជី។ បរិមាណដែលគេអនុញ្ញាត នៃវត្ថុធាតុដើមបរទេស គឺមិនអោយលើសពី ០.១ % ដើម្បីបង្ការផលប៉ះពាល់ជាអវិជ្ជមានលើការប្រើប្រាស់កាកឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ។ ដូច្នេះហើយ វត្ថុធាតុដើមពិសេសៗ ដូចជា កាកសំណល់អាហារ សំណល់ទីក្រុង សំណល់តាមផ្ទះ និងសំណល់ចេញពីមន្ទីរសត្តឃាត ត្រូវតែសម្អាត ឬ ច្រោះជាមុនសិនដើម្បីបង្អាក់នៃដំណើរការ របស់ពពួកសារធាតុមេរោគប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពមុននឹងអោយឆ្លងកាត់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ វិធីសាស្រ្តដើម្បីញែកបរិមាណសារធាតុសរីរាង្គដែលប្រមូលផ្តុំពីការសំណល់ទាំងនោះ គឺមានតម្លៃខ្ពស់ខ្លាំងណាស់។ កត្តារារាំងសំខាន់មួយទៀត គឺសំដៅលើកង្វះបរិមាណវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គនៅប្រទេសដែលមានការអភិវឌ្ឍខ្ពស់ខាងផលិតកម្ម និងទីផ្សារជីវឧស្ម័ន។ កាកសំណល់រាវសរីរាង្គឧស្សហកម្មទាំងអស់នោះ នឹងត្រូវបានបន្តអោយប្រើប្រាស់នៅពេលណាក៏ដោយឲ្យតែអាចធ្វើទៅបាន ដោយសារតែទិន្នផលមេតានរបស់វាខ្ពស់ជាពិសេស ដូចនឹងសារធាតុរាយរងសម្រាប់លាមកសត្វជាដើម។ ផលប្រយោជន៍ផ្នែកបរិស្ថាន ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងឡជីវឧស្ម័ន និងការចំណាយខ្ពស់លើវិធីសាស្រ្តព្រឹត្តិកម្មនានា គឺជាការលើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតផងដែរលើការប្រើប្រាស់កាកសំណល់សរីរាង្គឧស្សាហកម្មឲ្យសមស្រប ដោយចេញជាផលិតផល និង សំណល់ដែលជាវត្ថុធាតុដើមនៅក្នុងការផលិតជីវឧស្ម័ន (Biosantech et al. 2013)។

៣.៣ លក្ខណៈ និងការវិភាគលើវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន

ការជ្រើសរើសប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន និងទំហំ គឺអាស្រ័យលើលក្ខណៈរបស់វត្ថុធាតុដើមដែលគេយកដាក់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន លទ្ធភាពនៃទុនវិនិយោគសរុប និងថាមពលដែលកំណត់ចង់បានជាដើម។ ក្រៅពីនេះ ការជ្រើសរើសវត្ថុធាតុដើម គួរតែត្រូវបានគិតពិចារណាផងដែរ ជាអត្ថន័យមួយ នៃការកំណត់ធាតុដ៏ទៃផ្សេងៗទៀត នៃដំណើរការប្រតិបត្តិ ដូចជា គុណភាពល្បាយវត្ថុធាតុដើម និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន (Banks and Ven 2013)។ វាមានសារៈសំខាន់ណាស់ដើម្បីដឹងថា វត្ថុធាតុដើមមួយចំនួន គឺមានលក្ខណៈពិបាក ឬមិនសមស្រប សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ដោយសារតែកម្រិតធៀបនៃកាបូននិងអាសូត (C:N) ដែលមិនស៊ីគ្នារបស់ពួកវាក្នុងវត្ថុធាតុដើម ឬបរិមាណខ្លាញ់ខ្ពស់ពេក។ វត្ថុធាតុដើមផ្សេងគ្នា អាចត្រូវបានគេយកទៅលាយ និងធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មជាមុនសិន ដើម្បីទទួលបាននូវកម្រិតនៃសមាសធាតុសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ តួយ៉ាងដូចជា ការលាយបញ្ចូលគ្នានៃកាកសំណល់មន្ទីរសត្តឃាត ជាមួយល្បាយលាមកសត្វឬសំណល់រឹងទីក្រុង (Alvarez and Lidén 2008) ឬការធ្វើព្រឹត្តិកម្ម ឬបំបែកធាតុនៃលាមកសត្វចិញ្ចឹមជាមួយឈើសជាដើម (Kavacik and Topaloglu 2010) ឬពពួកស្លារគ្លីសេរ៉ុលជាដើម (Astals et al. 2011) អាចជួយដោះស្រាយភាពអសកម្មកើតឡើងណាមួយ និងជួយបង្កើននូវផលិតភាពនៃមាឌមេតានក្នុងជីវឧស្ម័ន។ ដូច្នេះហើយ លក្ខណៈជាក់លាក់នៃសមាសធាតុរូប និងគីមីរបស់វត្ថុធាតុដើម អាចផ្តល់លទ្ធផលនៅក្នុងការកំណត់ការជ្រើសរើសវត្ថុធាតុណាមួយសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។

៣.៣.១ ការរៀបចំនៃការយកសំណាក

គុណភាពនៃវត្ថុធាតុដើមអាចមានការខុសគ្នាដោយផ្អែកលើពេលវេលា និងទីតាំងនៃការយកសំណាក។ បទពិសោធន៍នៃអ្នកយកសំណាក និងចំណេះដឹងនៃដំណើរការទូទៅលើរបៀបយកសំណាក របៀបដឹកជញ្ជូន និងរបៀបនៃការស្តុកទុកសំណាក គឺវាមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់។ ដោយយោងតាម VDI 4630 ដើម្បីទទួលបានលទ្ធផលល្អប្រសើរ មូលហេតុនៃការប្រមូល និងវិធីសាស្ត្រនៃការយកសំណាក ត្រូវការកំណត់បញ្ជាក់អោយបានច្បាស់លាស់ដើម្បីធ្វើការសន្និដ្ឋាន អំពីគោលបំណងនៃការអង្កេតជារួម ប្រភេទនៃវត្ថុធាតុដើម លក្ខណៈសំណាកដែលបានរំពឹងទុក ប្រភេទនៃលក្ខណៈរបស់សំណាកខុសៗគ្នា ផ្អែកតាមពេលវេលា និងទីកន្លែងយកសំណាក និងអញ្ញតដែលត្រូវបានវិភាគ។ សេចក្តីលំអិតលើការយកសំណាកនៃវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នជាទូទៅ គឺត្រូវបានបរិយាយនៅក្នុងស្តង់ដា VDI 4630 ហើយការយកសំណាកនៃល្បាយលាមក និងសំណល់ទឹកកង្វក់ទៀតសោត គឺត្រូវបានបរិយាយនៅក្នុងស្តង់ដា ISO 5667-13 ផងដែរ។

យន្តការនៃការជ្រើសរើសសំណាកតំណាងមួយ គឺមានសារៈសំខាន់ដើម្បីទទួលបានទិន្នន័យគួរជាទីទុកចិត្តបាន ឬភាពលំអៀងតិចតួចបំផុត ខណៈវត្ថុធាតុជាច្រើន គឺមានសណ្ឋានរាយប៉ាយមិនច្បាស់លាស់។ ជាធម្មតា ភាពផ្លាស់ប្តូរនៃលក្ខណៈរូប អាចត្រូវបានគេញែកចេញពីសំណាក ប៉ុន្តែចំនួន និងម៉ាសរបស់វា ត្រូវបានគេកត់ត្រាទុក។ សំណាកអាចត្រូវបានគេសម្ងួតមុននឹងវិភាគ ប៉ុន្តែវាសមស្រប នៅពេលណាដែរ សារធាតុ

រឹងមិនរលាយក្នុងទឹក (Non-Volatile) ត្រូវបានគេវាស់វែង។ ដោយសារតែវាអាចបណ្តាលអោយបាត់បង់នៃធាតុដែលរលាយក្នុងទឹកមួយចំនួន (Volatile) ដូច្នេះវាធ្វើអោយមានកំហុសឆ្គងលើលទ្ធផល។ សម្រាប់វត្ថុធាតុដើមដែលមានសណ្ឋានច្បាស់លាស់ សំណាកមួយគឺជាទូទៅគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការវិភាគតំណាង រីឯសម្រាប់វត្ថុធាតុដើមជាមួយនឹងទម្រង់មិនច្បាស់លាស់ យ៉ាងហោចណាស់សំណាកចំនួន១ គឺត្រូវបានដកចេញពីគ្រប់ទម្រង់នីមួយៗ។ ប្រសិនបើវត្ថុធាតុមិនរៀបរយ និងគ្មានទម្រង់ច្បាស់លាស់ដែលអាចកំនត់ទីតាំងបាននោះទេ សំណាកគួរតែត្រូវបានដកចេញពីទីតាំង និងជម្រៅខុសគ្នាពីវត្ថុធាតុដើមដែលបានលាយគ្នា។ សម្រាប់វត្ថុធាតុដើមរាវ គឺចាំបាច់ណាស់នៅក្នុងកូរ ស្តុកទុកក្នុងដប និងប្រមុជចូលក្នុងទឹកសម្រាប់អាងយកសំណាកមុននឹងធ្វើការយកសំណាក។ ប្រសិនបើសន្ទះ ឬធុងរបស់ដបយកសំណាកត្រូវបានប្រើប្រាស់ វត្ថុធាតុដើមដំបូងដែលសេសសល់នៅក្នុងធុងនោះ គួរតែក្រលែងវាចោលដើម្បីសម្អាតវាំនយកសំណាកជាមុនសិន។ ប្រសិនបើសំណាកមួយ ត្រូវបានគេយកពីទុយោ កន្លែងដែលវត្ថុធាតុដើមឆ្លងកាត់នៅក្នុងកម្រិតលំហូរខុសគ្នា និងជាមួយសមាសធាតុខុសគ្នា នោះសំណាកនោះត្រូវសមមូលជាមួយនឹងអត្រាលំហូរ និងមាឌរបស់ទុយោដែលអាចអោយគេយកចេញមកវិភាគបាន។ បន្ថែមពីនេះទៀត ការយកសំណាកពីក្នុងទុយោ គឺត្រូវបានគេធ្វើឡើងអោយសមស្របតាមទិសបណ្តោយនៃទុយោ ឬទុយោដែលមានលំហូរមិនទៀតទាត់ដើម្បីជៀសវាងបញ្ហាដែលកើតឡើងដោយសារកករ (Drosg et al. 2013)។

បន្ទាប់ពីយកសំណាករួច សម្អាតគម្របសម្រាប់បិទសំណាកអោយបានស្អាតនិងត្រឹមត្រូវ ដោយប្រើប្រាស់រូបធាតុដែលធ្វើអំពីជ័រប្លាស្ទិច កញ្ចក់ ឬលោហៈធាតុនៃផ្ទៃខាងក្នុង រួចហើយត្រូវបានបង់លេខកូដ ឬកំណត់សម្គាល់ផ្សេងៗលើគំរបនោះ។ ប្រសិនបើស្ថិតនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌអតុល្យភាពផ្នែកជីវសាស្ត្រ សំណាកត្រូវតែរក្សាទុកកន្លែងត្រជាក់ក្នុងសីតុណ្ហភាព ៤ អង្សារសេ អំឡុងពេលដឹកជញ្ជូន។ គ្រប់សំណាកទាំងអស់ គឺត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងប្រអប់ត្រជាក់ ឬទូរទឹកកក មានសីតុណ្ហភាព ៤ អង្សាសេ រហូតដល់យកទៅវិភាគសំណាក។ ជាកស្តែង រយៈពេលរក្សាទុកកាន់តែខ្លីមុនការវិភាគ គឺរឹតតែល្អជាងរក្សាទុកយូរពេក។ ប្រសិនបើការរក្សាទុកមានរយៈពេលយូរ សំណាកគួរត្រូវបានស្តុកក្នុងសីតុណ្ហភាពត្រឹមតែ ២០ អង្សាសេ ទោះបីជាវាអាចនាំឲ្យមានការផ្លាស់ប្តូរនូវសមត្ថភាពនៃការរលាយ ឬបំបែកធាតុរបស់វត្ថុធាតុដើមក៏ដោយ។

៣.៣.២ ការវិភាគនៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍នៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន

លក្ខណៈនិងសមាសធាតុខាងក្នុង នៃវត្ថុធាតុដើមផលិតជីវឧស្ម័នមានឥទ្ធិពលដល់ការរៀបចំការរចនា និងអញ្ញតប្រតិបត្តិការនៃឡជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើមត្រូវបានកំណត់គុណភាព និងបរិមាណនៃជីវឧស្ម័ន និងកាកឡដែលផលិតចេញមក ដូច្នេះ វាមានផលប៉ះពាល់ដោយផ្ទាល់លើសេដ្ឋកិច្ចនៃឡជីវឧស្ម័នទាំងមូល។ សមាសធាតុខាងក្នុងនៃវត្ថុធាតុដើម ដែលត្រូវបានបំបែកធាតុ គឺជាធាតុមួយក្នុងចំណោមធាតុសំខាន់បំផុតនៅក្នុងការកំណត់ទំហំឡជីវឧស្ម័ន ក៏ដូចជាចំនាយទុនលើការវិនិយោគលើឡជីវឧស្ម័ន ខណៈដែលរយៈពេលប្រព្រឹត្តិកម្មយូរ ដែលតម្រូវសម្រាប់ទំហំឡជីវឧស្ម័នធំផងដែរ។ វត្ថុធាតុដើម ដែលត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ត្រូវបាន

កំណត់ក្នុងការពង្រីកយ៉ាងធំមួយលើកម្មវត្ថុចម្បងនៃប្រព្រឹត្តកម្មឡជីវឧស្ម័ន។ ការវិភាគក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ គឺត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីកំណត់លើលក្ខណៈជីវ-រូបសាស្ត្រ ចំណែកការវាយតម្លៃមួយលើសក្តានុពលនៃការផលិតជីវមេតាន (BMP) គឺត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីវាស់វែងផលិតជីវឧស្ម័ន នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន AD។ លក្ខណៈជីវ-រូបសាស្ត្រ គឺជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងការវិភាគលើអញ្ញត ដូចជា TS ឬ DM,VS ឬម៉ាសស្ងួតសរីរាង្គ (ODM) តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមី (COD) បរិមាណអាសូត និងការវិភាគលើសមាមាត្រកាបូន/អាសូត។

ក. អង្គធាតុរឹងសរុប និងអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ

ការធ្វើតេស្តរកអង្គធាតុរឹងសរុប និង អង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ ត្រូវបានធ្វើឡើងដោយកំណត់លើអត្រាភាគរយនៃបរិមាណអង្គធាតុរឹងស្ងួត និងបរិមាណអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន។ តម្លៃជាភាគរយទាំងនេះ គឺមានសារៈសំខាន់ដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃវត្ថុធាតុដើមដែលត្រូវការជាចាំបាច់នៅក្នុងការតេស្តរក BMP ។ TS គឺសំដៅលើបរិមាណនៃអង្គធាតុរឹងដែលនៅសល់បន្ទាប់ពីដុតសំណាកវត្ថុធាតុដើម ដូច្នេះហើយ ទឹក គឺត្រូវបានហួតក្លាយជាចំហាយទឹក។ បរិមាណឬទំហំទូទៅនៃសំណាក គឺតម្រូវត្រឹមតែពី ០.២៥ ទៅ ១ក្រាម សម្រាប់សំណាកវត្ថុធាតុដើមរឹង និង១ ទៅ ២.៥ក្រាម សម្រាប់សំណាកល្បាយវត្ថុធាតុដើម និង ៥ មីលីលីត្រ សម្រាប់សំណាកជាវត្ថុធាតុរាវ។ វាគឺត្រូវបានត្រង់ចម្រោះជាមុនសិន ដោយប្រើប្រាស់តម្រងចម្រោះទំហំជាអទិភាព គឺ ០.២ មីក្រូម៉ែត្រ ដើម្បីវិភាគរក TS (Mahmoodi et al. 2018)។ ប្រសិនបើវត្ថុធាតុដើមមានកម្រិតបរិមាណ TS ខ្ពស់ នោះមានន័យថា ការបន្ថែមនៃទឹក និងវត្ថុធាតុដើមជាល្បាយទឹកដ៏ទៃទៀតទៅកាន់ឡជីវឧស្ម័នគឺវាចាំបាច់ណាស់ដើម្បីបន្ថយកម្រិតបរិមាណ TS អោយទាបនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ ទោះបីជាយ៉ាងណាវិធីសាស្ត្រនេះមានគុណវិបត្តិមួយដែរលើសំណល់រាវ និងកាកសំណល់កែច្នៃចេញពីរោងចក្រឧស្សាហកម្ម ដោយសារតែសារធាតុអាស៊ីតដែលបំបែកពីមេតាប៉ូលីស និងសារធាតុអាកុល ដែលតំណាងអោយអត្រាភាគរយនៃថាមពលដែលគួរអោយកត់សម្គាស់នៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម មិនអាចត្រូវកំណត់បាន។ សម្រាប់ការតេស្តលើ TS យ៉ាងហោចណាស់ ៣សំណាកត្រូវយកទៅសម្ងួតនៅក្នុងឡដុត (vacuum oven) ស្ថិតនៅក្នុងសីតុណ្ហភាព (១០៥ ± ៥) អង្សារសេ ក្នុងរយៈពេលយ៉ាងហោចណាស់ក៏ ៤ ម៉ោង រហូតទទួលបានទម្ងន់ថេរមួយ ដោយយោងទៅតាមស្តង់ដា SS-EN 12880-20f00 (Murphy and Thamsiroj 2013)។ ម៉ាសថេរ គឺត្រូវសម្រេចបាននៅអំឡុងពេលនៃដំណើរការសម្ងួត ហើយភាពខុសគ្នារវាងការថ្លឹងទម្ងន់សម្រេចទាំងពីរនៃសំណាក គឺការថ្លឹងពេលដុតដំបូង និងថ្លឹងទម្ងន់បន្ទាប់ពីចុះត្រជាក់នៅសីតុណ្ហភាពក្នុងបន្ទប់ធម្មតា ជាមួយនឹងគន្លាតរយៈពេលរៀងរាល់ ១ ម៉ោងម្តង រវាងទម្ងន់ទាំងពីរនោះ ដោយមិនអោយលើសពី ០.៥% (ម/ម) នៃម៉ាសចុងក្រោយដែលបានកំណត់។ ភាពខុសគ្នានៃម៉ាសមុន និងក្រោយពេលដំណើរសម្ងួត គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីគណនាសំណល់ស្ងួត និងបរិមាណទឹក។ អត្រាភាគរយមធ្យមនៃTS របស់វត្ថុធាតុដើម គឺត្រូវបានគណនានៅក្នុងរូបមន្តទី១។

$$\%TS = \frac{\text{ទម្ងន់ម៉ាសស្ងួត}}{\text{ទម្ងន់ម៉ាសសើម}} \times 100\% \qquad (១)$$

នៅក្នុងករណីជាច្រើន វានឹងគ្រប់គ្រាន់នៅក្នុងការកំណត់ VS សម្រាប់ការប៉ាន់ស្មាននៃបរិមាណថាមពល។ សំណាកសម្ងួតនៅក្នុងសីតុណ្ហភាព ១០៥ អង្សារសេ គឺត្រូវបានគេដុតបន្ថែមទៀតនៅក្នុងឡដុតនៅសីតុណ្ហភាព ៥៥០ អង្សារសេ យ៉ាងតិចណាស់ក៏ត្រូវចំនាយពេល ២ ម៉ោងរហូតដល់ទម្ងន់ម៉ាសថេរ (Tabatabaei et al. 2018)។ បន្ទាប់មក ផេះត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងកែវបិទជិត (desiccator) ដើម្បីការពារការស្រូបសំណើម បន្ទាប់មកត្រូវថ្លឹងទម្ងន់វា។ ភាគរយនៃ VS ត្រូវបានគណនានៅក្នុងរូបមន្តទី២ ដូចខាងក្រោម៖

$$\%VS = \frac{\text{ទម្ងន់ម៉ាសស្ងួត} - \text{ទម្ងន់ផេះ}}{\text{ទម្ងន់ម៉ាសស្ងួត}} \times ១០០\% \qquad (២)$$

ទោះបីជារូបមន្តនេះវាមានប្រយោជន៍សម្រាប់ការវិភាគសំណាកយ៉ាងណាក៏ដោយ វាជារឿងសំខាន់ដើម្បីកំណត់ឲ្យដឹងថា បរិមាណនៃអង្គធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងសំណាកនេះមិនបានផ្តល់ព័ត៌មានជាក់លាក់ដោយផ្ទាល់លើសមត្ថភាពនៃការបំបែកធាតុ និងផលិតជីវឧស្ម័នរបស់វត្ថុធាតុដើមទេ។ ដូចអ្វីដែលបានបរិយាយពីខាងដើម សារធាតុរឹងសរីរាង្គខ្លះអាចបាត់បង់ពីសំណាកអំឡុងពេលសម្ងួតលើកដំបូងនៅសីតុណ្ហភាព (១០៥± ៥) អង្សារសេ។

ខ. តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមី (COD)

ដោយមានការវាស់វែងកម្រិត COD នៃវត្ថុធាតុដើមមួយ វត្ថុធាតុរងអុកស៊ីតកម្មគីមី អាចត្រូវបានកំណត់។ COD បង្ហាញអំពីថាមពលគីមីអតិបរមាដែលមានវត្តមាននៅវត្ថុធាតុដើម។ ដោយសារពពួកម៉ៃក្រុបទាំងឡាយ បម្លែងថាមពលគីមីទាំងនោះទៅជាមេតាន។ ថាមពលអតិបរមាអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាជីវឧស្ម័នបើទោះបីជាការបាត់បង់នៃតម្រូវការថាមពលនៃពពួកម៉ៃក្រុបត្រូវបានថយចុះ ជាមួយគ្នានឹងវត្ថុធាតុដែលវាមិនបំបែកធាតុដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន (ឧ. វត្ថុធាតុលីញ៉ូសែលលុយឡូស ឬវត្ថុធាតុជាតិសរសៃ)។ ដូច្នេះ បរិមាណនៃថាមពលនេះ គឺជាថាមពលជាក់ស្តែងអតិបរមា ដែលវាអាចបម្លែងទៅជាជីវឧស្ម័ន។ ថ្វីបើស្ថិតនៅក្រោមលក្ខខណ្ឌគីមីសាស្ត្រ វត្ថុធាតុមួយចំនួនអាចត្រូវបានរងនូវអុកស៊ីតកម្មដែលមិនអាចប្រព្រឹត្តទៅបានក្រោមលក្ខខណ្ឌជីវសាស្ត្រក៏ដោយ វានឹងនៅសេសសល់នៅកាកឡជីវឧស្ម័ន។ ការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រពិសោធន៍សាកល្បងជាបន្តបន្ទាប់លើប្រព្រឹត្តិកម្មបំបែកធាតុសំណល់នៃ COD នៅក្នុងល្បាយវត្ថុធាតុដើមនៃដំណើរការថេរមួយ ត្រូវបានគេវាស់វែង។ ដូច្នេះហើយ ការរលាយនៃបរិមាណ COD ជាក់ស្តែង គឺត្រូវបានកំណត់។ នៅក្នុងការវិភាគនេះ សំណាកត្រូវបានគេយកទៅស្ងោរដោយលាយបញ្ចូលគ្នាជាមួយសារធាតុអាស៊ីតស៊ុលផួរិច និងសារធាតុដែលគេស្គាល់ស្រាប់សម្រាប់ដំណើរវិភាគ គឺសារធាតុប៉ូតាស្យូមឌីក្លរ៉ូម ($K_2Cr_2O_7$)។ កត្តាលីករប្រាក់ស៊ុលផាត (Ag_2SO_4) អាចត្រូវគេបានបន្ថែម ដើម្បីជួយជម្រុញល្បឿននៃសកម្មភាពអុកស៊ីតកម្មអោយកាន់តែប្រសើរឡើង។ ជាមួយគ្នានេះដែរធាតុគីមី បារ៉ែតនីត្រាត $Hg_2(NO_3)_2$ អាចត្រូវបានបន្ថែមដើម្បីទប់ទល់នឹងផលរំខានលើប្រតិបត្តិកម្មរបស់អ៊ីយ៉ុងក្លរួ (-Cl) ដោយ

ការបង្កើតទម្រង់ជាក្រុមម៉ូលេគុលក្នុងកំឡុងពេលនៃដំណើរប្រឹត្តកម្ម។ ដោយជំហានបន្ទាប់មួយទៀត សារធាតុគីមី ប៉ូតាស្យ៉ូមក្លរ៉ូមដែលនៅសល់ ត្រូវបានប្រតិកម្មគីមីជាមួយសារធាតុគីមីដែកអាម៉ូញ៉ាក់ស៊ុលផាត ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$) ដែលអនុញ្ញាតអោយមានការកំណត់អំពីមេគុណបម្លែងនៃបរិមាណអុកស៊ីសែនដែលបានប្រើប្រាស់ ដោយយោងតាមស្តង់ដា DIN 38 414។ COD អាចត្រូវបានគណនានៅក្នុង រូបមន្តទី៣ ដូចខាងក្រោម៖

$$mg.L^{-1}COD = \frac{[(A-B)C \times 8000] - 50D}{mL\ of\ sample} \times 1.2 \qquad (៣)$$

A និងB (ខ្នាតជា មីលីលីត្រ) គឺជាមាឌរបស់ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ក្នុងលក្ខខណ្ឌទទេរ និងលក្ខខណ្ឌសំណាក រីឯ C តាងអោយមាឌនៃ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ក្នុងលក្ខខណ្ឌធម្មតា។ ដោយឡែក D គឺតម្លៃកែតម្រូវរបស់ក្លរ ចំណែកតម្លៃ ១.២ គឺជាមេគុណគេផ្តល់អោយ ដើម្បីរលោះលើការពង្រីកនៃអុកស៊ីតកម្មរបស់ក្លរដែលបំបែកចេញពីប្រព័ន្ធដែលមានស្តុកទុកសារធាតុសរីរាង្គ និងសារធាតុអសរីរាង្គ។ ប៉ុន្តែ វិធីសាស្រ្តនេះអាចផ្តល់នូវកម្រិតលំអៀងខ្ពស់ ដោយសារតែលក្ខណៈរាយប៉ាយរបស់សំណាក និងចំនួនច្រើនខ្លាំងនៃដំណាក់កាលនៃប្រព្រឹត្តិកម្មរបស់សំណាកដែលបានតម្រូវជាចាំបាច់ (ពង្រាវការកំណត់ទម្ងន់ និងការកំណត់មាឌជាដើម)។ សម្រាប់ វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន ដែលមានផ្ទុកនូវអង្គធាតុសរីរាង្គ និងសារធាតុជាម្សៅ (Bulky Material) នៅក្នុងកម្រិតខ្ពស់ ការសម្ងួត និងការកិននៃសំណាក អាចជួយបង្កើននូវផលិតភាពឡើងវិញ។ វាបានផ្តល់សារៈសំខាន់ដើម្បីអោយដឹងអំពី សមាសធាតុបំពុលផ្សេងៗដូចជា (ប៉ូតាស្យ៉ូមឌីក្លរ៉ូម និង បារតនីត្រាតជាដើម) ដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅការវាស់វែង COD អមជាមួយនឹងការដកយកចេញរបស់វាផងដែរ។

គ.បរិមាណអាសូត (N_2)

អាសូត គឺមានសារៈសំខាន់សម្រាប់ដំណើរការផលិតប្រូតេអ៊ីន និងត្រូវតម្រូវការជាចំបាច់ជាអាទិភាពដូចជា សារធាតុចិញ្ចឹមអោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ បរិមាណអាសូតនៃវត្ថុធាតុ អាចត្រូវបានកំណត់ ដោយការកំណត់បរិមាណអាសូត Kjeldahl (TKN)សរុប។ TKN នៅក្នុងសំណាកមួយ គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីវាយតម្លៃបរិមាណអាសូត ដែលសមស្របសម្រាប់ការលូតលាស់នៃពពួកបាក់តេរីដែលរស់នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន។ នៅក្នុងការវិភាគនេះ អាសូតសរីរាង្គ គឺត្រូវបានបម្លែងទៅជាសារធាតុអាសូតអាម៉ូញ៉ូម តាមរយៈការស្ងោរសំណាកនៃវត្ថុធាតុដើមនៅក្នុងវត្តមាននៃអាស៊ីតស៊ុលផួរិច និងកាតាលីស។ សារធាតុបាស ត្រូវបានបន្ថែម និងអាម៉ូញ៉ាក់ គឺត្រូវបានចំរាញ់ចេញពីល្បាយសូលុយស្យុងអាល់កាឡាំង ទៅជាល្បាយសូលុយស្យុងអាស៊ីតមួយ ខណៈសារធាតុអាម៉ូញ៉ូម ត្រូវស្រូបយកដោយបរិមាណដ៏ច្រើន (Drosg et al. 2013)។ ដោយឡែក បរិមាណនៃអាម៉ូញ៉ាក់ អាចត្រូវបានកំណត់ដោយវិធីសាស្រ្តខុសៗគ្នាតួយ៉ាងដូចជា វិធីសាស្រ្តកំណត់លក្ខណៈអាស៊ីតតាមរយៈការធ្វើទីត្រេដើម្បីកំណត់កម្រិតបំភាយនៃកតាលីសដែលគេបានស្គាល់ស្រាប់ (potentiometric acid titration) ឬវិធីសាស្រ្តកំណត់ និងញែកអ៊ីយ៉ុងអាមីញ៉ាក់

តាមរយៈអោយវាប្រតិកម្មជាមួយនឹងសារធាតុហ្វីណាត ក្នុងទម្រង់ហ្វូងតូម៉ែត្រទ្រិច (photometric phenate method) (ISO 5663 and 11261)។ នៅក្នុងទម្រង់នៃអាម៉ូញ៉ូម អាសូតរួមចំណែកជួយរក្សាគុណភាពនៃតម្លៃប៊ូតង់ស្យែលអុ៊ីដ្រូសែន pH នៅក្នុងអាងប្រព្រឹត្តកម្មជីវៈ អំឡុងពេលដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្ម ហើយមីក្រូសរីរាង្គធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញ៉ូមសម្រាប់ការបង្កើតនៃទម្រង់ម៉ាសកោសិកាថ្មី។

នៅក្នុងករណីជាច្រើន វានឹងមានការលើសនៃវត្ថុមានធាតុអាសូតក្នុងអាងប្រព្រឹត្តកម្ម ឬឡជីវឧស្ម័ន ដែលវាអាចត្រូវបានគេប៉ាន់ស្មានថាមានប្រមាណ ៦០-៨០% នៃ TKN និងបំបែកធាតុទៅជាទម្រង់អាម៉ូញ៉ាក់ អំឡុងពេលដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន។ អាម៉ូញ៉ាក់ស្ថិតនៅកម្រិតបំភាយខ្ពស់នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន នឹងនាំអោយភាពការរាំងស្ទះ ឬបង្អាក់ដំណើរការកកើតឬផលិតមេតាន និងដំណើរការ ជីវសាស្ត្រ (Khalid et al. 2011)។ Sterling et al. (2001) បានរកឃើញថា បរិមាណនៃអាម៉ូញាក់នៅក្នុងឡអាចប៉ះពាល់ដល់ផលិតកម្មនៃអុ៊ីដ្រូសែន និងដំណើរការដកចេញអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គពីវត្ថុធាតុដើម។ ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នសរុប គឺមិនត្រូវបានធ្វើអោយប៉ះពាល់ដោយការកើនឡើងតិចតួចនៃបរិមាណអាសូត និងអាម៉ូញ៉ាក់ ខណៈការកើនឡើងនោះវានាំឲ្យមានការធ្លាក់ចុះផលិតកម្មជីវឧស្ម័នប្រមាណជា ៥០% នៃអត្រាផលិតកម្មជីវឧស្ម័នដើម។

៣.៣.៣ សក្តានុពលនៃជីវមេតាន

ការធ្វើតេស្តរក BMP គឺត្រូវបានគេប្រើប្រាស់យ៉ាងសំខាន់ ដើម្បីកំណត់ទិន្នផលមេតាននៃវត្ថុធាតុដើមមួយ។ តេស្តទាំងនេះ ផ្តល់នូវព័ត៌មានលើលក្ខណៈបំបែកធាតុរបស់វត្ថុធាតុដើម រួមបញ្ចូលទាំងកម្រិតងាយបំបែកធាតុ។ ជម្រើសតំណាងទិន្នន័យជាលេខជាច្រើន ត្រូវបានស្នើរដើម្បីប៉ាន់ស្មាននៃដំណើរការ BMP នៃវត្ថុធាតុសរីរាង្គ (Hansen et al. 2004)។ វិធីសាស្ត្រនេះ ប្រើប្រាស់ដោយផ្អែកគោលការណ៍ដូចគ្នា លើកលែងតែលក្ខខណ្ឌបច្ចេកទេស និងការរៀបចំការពិសោធន៍ អាចខុសគ្នា (Rodriguez 2011)។ បច្ចេកទេសពិសោធន៍ភាគច្រើន គឺជាវិធីសាស្ត្រផ្តោតរួមជាក្រុមតែម្តង។ Jingura and Kamusoko (2017) បានរាយការណ៍អំពីចំនួននៃវិធីសាស្ត្រពិសោធន៍ ជាមួយនឹងវត្ថុធាតុដើមខុសៗគ្នា ដើម្បីប៉ាន់ស្មានដំណើរការ BMP។ ពួកគេបានថ្លែងថា តម្លៃនៃ BMP រងឥទ្ធិពលដោយកត្តាផ្សេងៗនៃសមាសធាតុខាងក្នុងរបស់វត្ថុធាតុដើម បរិមាណសរុបនៃអង្គធាតុរឹង និងអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ ក៏ដូចជាកម្រិតបំភាយនៃតម្រូវការអុកស៊ីតសែនក្នុងជីវសាស្ត្រ និងគីមីសាស្ត្រ (BOD/COD) អត្រាសមាមាត្រ កាបូន/អាសូត សារធាតុបង្អាក់ប្រតិកម្ម និងការអនុវត្តតាមបែបក្សេត្រសាស្ត្រជាដើម។

ផ្ទុយមកវិញ ដំណើរការភ្ជាប់តាមបែបទិន្នន័យមានស្រាប់ចេញពីឯកសារយោងនានា ដើម្បីកំណត់ BMP គឺតម្រូវការជាចាំបាច់ ដោយសារតែវិធីសាស្ត្រធ្វើពិសោធន៍បច្ចុប្បន្ននេះគឺថ្លៃ និងចំណាយពេលច្រើន (Triolo et al. 2011)។ ដូច្នេះ ពេលវេលា និងការចំណាយ គឺជាអញ្ញតដែលត្រូវគិតដល់នៅក្នុងជម្រើសនៃវិធីសាស្ត្រ។ ការរៀបចំការពិសោធន៍នៃការតេស្ត BMP យ៉ាងសាមញ្ញ ត្រូវបានរាយការណ៍ដោយ (Drosg et al. 2013)។ ឧបករណ៍វាស់វែងមាឌឧស្ម័នដ៏ថ្លៃ ត្រូវបានយកមកជំនួសវិញដោយត្រឹមតែយកដបទឹកសុទ្ធដ៏

សាមញ្ញ ដែលបង្កើតតេស្តលើការអនុវត្តបន្ថែមទៀត។ លើសពីនេះទៀត ដបមួយដែលផ្ទុកសារធាតុសូលុយស្យុងអាល់កាលី គឺត្រូវបានដាក់ជំនួសបន្ទាប់ពីធុងជីវឧស្ម័នស្រូបយកកាបូនឌីអុកស៊ីត ដែលបានផលិតរួច និងយកវាទៅវាស់វែងរកមេតានដោយផ្ទាល់។

៣.៤ ធាតុបង្កផលប៉ះពាល់ដល់ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន

ការប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការអុកស៊ីតនៃវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គ គឺជាដំណើរដ៏ស្មុគស្មាញ និងជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងជំហាននៃការបំបែកធាតុខុសគ្នា។ ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ដែលចូលរួមនៅក្នុងដំណើរការ អាចជាភាពជាក់លាក់លើជំហាននៃការបំបែកធាតុនីមួយៗ ដូច្នេះអាចមានតម្រូវការ ផ្អែកបរិស្ថានខុសៗគ្នា។ លក្ខខណ្ឌគ្រឹះជាក់ស្តែងដូចជា អវត្តមានអុកស៊ីសែន (លក្ខខណ្ឌមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន) សីតុណ្ហភាព កម្រិតសមស្របនៃការផ្គត់ផ្គង់សារធាតុចិញ្ចឹមដែលបានកំណត់ និងមិនប្រែប្រួលនៃ pH ត្រូវតែស៊ីគ្នាដើម្បីអាចអោយបាក់តេរីអាចបំបែកវត្ថុធាតុដើមយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាព (Gomez and Costa 2013)។ ក្រៅពីនេះ វត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នប្រែប្រួលយ៉ាងគួរឲ្យកត់សម្គាល់ អាស្រ័យលើសមាសធាតុខាងក្នុងរបស់វត្ថុធាតុដើម លក្ខណៈងាយបំបែកធាតុ សក្តានុពលមេតាន បរិមាណម៉ាសស្ងួតនិងបរិមាណនៃសារធាតុចិញ្ចឹម និងលក្ខណៈផ្សេងៗទៀត។ ដើម្បីស្វែងយល់អំពីទំនាក់ទំនងរវាងវត្ថុធាតុដែលដាក់ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន និងសក្តានុពលទិន្នផលជីវឧស្ម័ន វិធីសាស្ត្រនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈដោយផ្អែកលើចំនួននៃដំណាក់កាលប្រព្រឹត្តកម្ម កម្រិតសីតុណ្ហភា pH និងលក្ខណៈរូបគីមី រាប់បញ្ចូលទាំងបរិមាណសំណើម និងអង្គធាតុសរីរាង្គងាយរកបាន ដែលមានភាពចាំបាច់ដើម្បីកំណត់លក្ខណៈរបស់ពួកវា។ ការបរិយាយពីគុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិ នៃវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ ត្រូវបានសង្ខេបដោយ (Ghodrat et al. 2018) និងស្តង់កំណត់លក្ខណៈរបស់វត្ថុធាតុដើមទាំងអស់នេះ គឺត្រូវបានរៀបចំជាតារាងដោយ (Drosg et al. 2013) ។ ដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម AD ភាគច្រើន ប្រព្រឹត្តទៅបានយ៉ាងរលូនដោយកំណត់កម្រិតណឹតនៃ pH និង សមាមាត្រ C:N នៃការរួមបញ្ចូលគ្នានៃសារធាតុទាំងនោះនៅចន្លោះ ២០:១ និង ៣០:១។ ខណៈដែល ពពួកមីក្រូសរីរាង្គក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែននៅខាងក្នុងឡជីវឧស្ម័ន ត្រូវការផ្គត់ផ្គង់ពីសារធាតុផ្សំគ្រឹះមួយចំនួន ដែលចាំបាច់នៅក្នុងសកម្មភាពពន្លឿនល្បឿនបំបែកធាតុ ឬប្រតិកម្មមេតាប៉ូលីស ហើយវាជាការអនុវត្តទូទៅលើការលាយបញ្ចូលគ្នាបន្ថែមលើវត្ថុធាតុដើម (ការបំបែកធាតុរង) ដើម្បីទទួលបានតុល្យភាពសមាសធាតុខាងក្នុងនៃវត្ថុធាតុដើម និងផលប៉ះពាល់ជាអន្តរអំពីរវាងគ្នា លើតុល្យភាពលើដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្មដែលធ្វើអោយកាន់តែប្រសើរឡើងនិងទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់ (Biosantech et al. 2013)។

៣.៤.១ សីតុណ្ហភាព និងកម្រិត pH

សីតុណ្ហភាព មានផលប៉ះពាល់យ៉ាងគួរអោយកត់សម្គាល់លើសហគមន៍នៃពពួកមីក្រូសរីរាង្គ ដំណើរការផ្លាស់ទី និងភាពនៅនឹងថ្កល់របស់វា និងទិន្នផលមេតាន។ អំឡុងពេលប្រព្រឹត្តកម្ម សីតុណ្ហភាពទាបធ្វើអោយធ្លាក់ចុះនៃដំណើរលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសរីរាង្គ អត្រាប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើម និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

ហើយជាលទ្ធផលនាំអោយមានការថមថយនៃថាមពលកោសិកាតូចៗ និងការលេចធ្លាយនៃសារធាតុសរសៃ ឬពពួកផ្ទុកប្រូតេអ៊ីនពេញលេញ។ ផ្ទុយមកវិញ សីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាលទ្ធផលបង្កទិន្នផលជីវឧស្ម័នទាប ដោយសារតែផលិតកម្ម នៃអង្គធាតុរឹងកកនៅបាតឡជីវឧស្ម័នដូចជា អាម៉ូញ៉ាក់ដែលបង្អាក់លើសកម្មភាពនៃការផលិតមេតានក្នុងជីវឧស្ម័ន (Khalid et al. 2011)។

AD អាចកើតឡើងក្រោមលក្ខខណ្ឌ កម្រិតសីតុណ្ហភាពចំនួនពីរសំខាន់ គឺលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាព ម៉េសូហ្វីលីក (mesophilic) ចន្លោះ ២៥-៤០ អង្សារសេ និងលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពទែរម៉ូហ្វីលីក (thermophilic) ចន្លោះ ៤៥-៦៥ អង្សារសេ។ កម្រិតសីតុណ្ហភាពចន្លោះពី ៣៥ -៣៧ អង្សារសេ គឺត្រូវបានចាត់ទុកថាសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មមេតាន ក្រោមលក្ខខណ្ឌមេសូហ្វីលីក (Moset et al. 2015)។ Castillo et al. (2006) បានរកឃើញថា សីតុណ្ហភាពនៃប្រតិបត្តិការល្អបំផុតរបស់ម៉េសូហ្វីលីក និងទែរម៉ូហ្វីលីក គឺ ៣៥ និង ៥៥ អង្សារសេ អមជាមួយនឹងរយៈពេលនៃការបំបែកធាតុពី ១៥-៣០ថ្ងៃ និង ១២-១៤ ថ្ងៃ រៀងៗគ្នា។ សីតុណ្ហភាពត្រឹមត្រូវនៅក្នុងការបំបែកធាតុ អាចមានការខុសគ្នាអាស្រ័យលើសមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម និងប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន។ ប៉ុន្តែ នៅដំណើរការ AD ភាគច្រើន គួរតែត្រូវបានរក្សាកម្រិតថេរ ដើម្បីផ្តល់អោយនូវអត្រាផលិតជីវឧស្ម័នបានរហូត។ សីតុណ្ហភាពថេរ គឺតម្រូវសម្រាប់កំនត់លំនឹងថេរនៃដំណើរអោយបានត្រឹមត្រូវ និងការប្រតិបត្តិការលើជីវឧស្ម័ន ប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព ដោយសារតែការឡើងចុះនៃទិន្នផលជីវឧស្ម័ន អាចជាលទ្ធផលនៅក្នុងការរាំងស្ទះនៃការដំណើរការ និងផ្លាស់ប្តូររចនាសម្ព័ន្ធគីមីរបស់កពពួកមីក្រូសរីរាង្គនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ ឡជីវឧស្ម័នភាគច្រើន ត្រូវបានដាក់ដំណើរការនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពម៉េសូហ្វីលីក ដោយកម្រិតនៃដំណើរការគឺរក្សាលំនឹងបានច្រើន ដោយតម្រូវការចំណាយថាមពលដុតកម្តៅតិចតួច និងមានអត្រានាំមុខមួយលើសកម្មភាពប្រព្រឹត្តកម្ម និងកាត់បន្ថយហានិភ័យនៃផលរំខានពីសារធាតុអាម៉ូញ៉ាក់ និងកាត់បន្ថយការបរាជ័យលើដំណើរការ AD ជាងដំណើរការនៅក្នុងសីតុណ្ហភាពទែរម៉ូហ្វីលីក។ ទោះបីជាយ៉ាងណាឡប្រភេទទែរម៉ូហ្វីលីក មានប្រសិទ្ធភាពជាងដោយផ្អែកលើពេលវេលាបំបែកធាតុ និងផលិតកម្មឧស្ម័នជាប្រក្រតី (Gao et al. 2011)។ តម្លៃ pH គឺជាការកំណត់លើលក្ខណៈអាស៊ីត និងលក្ខណៈបាសនៃល្បាយសូលុយស្យុងដែលជាវត្ថុធាតុដើមដាក់ចូលក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ វាអាចត្រូវបានវាស់វែងនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមរាវជាមួយនឹងឧបករណ៍វាស់កម្រិត pH ស្តង់ដា (ស្តង់ដា EN 12176) ខណៈដែល នៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមពាក់កណ្តាលរឹង និងរឹង សំណាកត្រូវបានគេយកវាទៅលាយជាមួយទឹក បន្ទាប់មកបានយកទៅវិភាគ។ កម្រិត pH ត្រឹមត្រូវនៃដំណាក់កាលបំបែកជាទឹក និងជាអាស៊ីតនៃវត្ថុធាតុដើមនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន គឺពី ៥.០-៦.០ និងពី ៥.៥-៦.៥ រៀងៗគ្នា រីឯកម្រិតសមស្របរបស់ pH គឺចន្លោះ ៦.៨-៧.២ នៅក្នុងដំណាក់កាលផលិតបាក់តេរី និងមេតាន (Ward et al. 2008)។ ស្រដៀងគ្នានេះដែរ កម្រិតដ៏សុក្រិតនៃតម្លៃ pH ដែលសមស្រប គឺនៅចន្លោះពី ៦.៥ ទៅ ៧.៥ ដើម្បីទទួលបានទិន្នផលជីវឧស្ម័នអតិបរមាចេញពីក្នុងឡជីវឧស្ម័ន (Liu et al. 2008)។ តម្លៃ pH លើការធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្ម AD គឺជាទូទៅលើកម្រិតណីត និងបរិមាណបាស គឺអាស្រ័យសំខាន់លើ ការបំភាយ

នៃឧស្ម័នកាបូនិចនៅក្នុងដំណាក់កាលផលិតឧស្ម័ន និងកម្រិតបំភាយនៃសារធាតុអាម៉ូញ៉ាក់នៅក្នុងដំណាក់កាលពង្រាវ និងបរិមាណទឹក។ វា គឺសំដៅទៅដល់ការមានកម្រិតណឹតមួយមុននឹងបញ្ចូលទៅឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ល្បាយនៃវត្ថុធាតុដើម។ ប្រសិនបើការកកើតនៃលក្ខណៈអាស៊ីតស្រាល កើតឡើងអំឡុងពេលប្រព្រឹត្តកម្ម AD នោះកម្រិត pH អាចនឹងកើនឡើងតាមរយៈការបន្ថែមនៃបាសសម្រាប់អោយមានលំនឹង ដូចជា $Ca(OH_2)_2$, Na_2CO_3, និង NaOH ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន (Drosg et al. 2013) និង (Ghanavati 2018)។

៣.៤.២ សំណើម

ជាទូទៅ អត្រាសំណើមខ្ពស់ជួយសម្រួលដល់ដំណើរឡជីវឧស្ម័ន AD និងវាក៏ទំនងជាអាចនឹងប៉ះពាល់ដល់ដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្ម តាមរយៈការរំលាយនៃសារធាតុរលាយសរីរាង្គលឿនផងដែរ។ ទិន្នផលខ្ពស់នៃផលិតកម្មមេតាន កើតឡើងស្ថិតនៅសំណើមបរិយាកាស ចន្លោះ ៦០-៨០% (Bouallagui et al. 2003)។ ទោះបីជាយ៉ាងណា វាមានផលលំបាកក្នុងការរក្សានូវលទ្ធភាពដូចគ្នានៃបរិមាណទឹកតាមរយៈវដ្តនៃការបំបែកធាតុ ដោយសារតែបរិមាណទឹកដែលត្រូវបានគេបន្ថែមក្នុងអត្រាខ្ពស់ គឺត្រូវបានថយចុះនៅកម្រិតទាបជាក់ស្តែងនៃដំណើរការបំបែកធាតុក្នុងឡជីវឧស្ម័នចាប់តាំងពីដំណើរការដំបូង។ Hernández-Berriel et al. (2008) បានសិក្សាលើដំណើរការបម្លែងមេតាននៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នអំឡុងពេល AD ស្ថិតនៅអត្រាសំណើម នៅចន្លោះ ៧០% និង ៨០%។ ពួកគេបានរកឃើញថា ឡជីវឧស្ម័នស្ថិតនៅសមាមាត្រស្រដៀងគ្នានៃតម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមី-ជីវៈ BOD និងតម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមី COD ហើយដំណើរការ AD ក្រោមលក្ខខណ្ឌសំណើម ៧០% បានផលិតល្បាយកាកសំណល់រាវកាន់តែខ្លាំង។ ផ្ទុយទៅវិញ អត្រាផលិតកម្ម មេតានកម្រិតខ្ពស់មួយ គឺ ៨៣ មីលីលីត្រ មេតានក្នុង១ ក្រោមនៃវត្ថុធាតុដើមស្ងួត ដែលត្រូវបានផលិតនៅកម្រិតសីតុណ្ហភាព ៧០% ខណៈបរិមាណមេតាន ៧១ មីលីលីត្រ ត្រូវបានផលិតស្ថិតនៅសំណើម ៨០%។

ក្រៅពីនេះ អត្រានៃផលិតភាពជីវឧស្ម័នក្នុងដំណើរការ AD គឺជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំង តាមរយៈប្រភេទលក្ខណៈងាយស្រួល និងភាពស្មុគស្មាញនៃវត្ថុធាតុដើម (Ghaniyari-Benis et al. 2009)។ មុននឹងចាប់ផ្តើមដំណើរការបំបែកធាតុ សមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម មានដូចជា បរិមាណស្ករកាបូនអ៊ីដ្រាត បរិមាណខ្លាញ់ បរិមាណប្រូតេអ៊ីន និងបរិមាណសារធាតុសសៃ ត្រូវបានកំនត់លក្ខណៈសម្រាប់បរិមាណមេតានដែលអាចត្រូវបានផលិតបានយ៉ាងមានសក្តានុពលក្រោមលក្ខខណ្ឌ AD (Lesteur et al. 2010)។ កម្រិតបំភាយដំបូងនៃបរិមាណអង្គធាតុរឹងសរុប តម្រូវការអុកស៊ីសែនគីមីនិងជីវ និងអត្រាសមាមាត្រ C:N នៃវត្ថុធាតុនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន អាចប៉ះពាល់យ៉ាងគួរឲ្យកត់សម្គាល់ទៅលើប្រតិបត្តិការនៃដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្ម និងបរិមាណមេតានដែលផលិតបានអំឡុងពេលដំណើរការ (Fernández et al. 2008)។

៣.៤.៣ សមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម

ទិន្នផលមេតាន ប្រែប្រួលផ្អែកតាមរចនាសម្ព័ន្ធគីមីខុសៗគ្នា ឬវត្ថុធាតុជីវម៉ាសដូចគ្នាជាដើម (Mayer et al. 2014)។ Weiland (2010) បានបង្ហាញថា ខ្លាញ់ និងប្រូតេអ៊ីនជួយជម្រុញការផលិតមេតានច្រើនជាងសារ

ធាតុកាបូនអ៊ីដ្រាត និងសារធាតុលីនីនដែលវាមិនមានលក្ខណៈបំបែកធាតុក្រោមលក្ខខណ្ឌ AD (តារាងទី ៧)។

តារាងទី៧ ទិន្នផលឧស្ម័នអតិបរមា និងអត្រានៃបរិមាណមេតានតាមទ្រឹស្តី *(Weiland* 2010)។

សារធាតុ	**ជីវឧស្ម័ន** (ម^{៣}/តោនTS)	**មេតាន** (%)	**កាបូនិច** (%)
ខ្លាញ់សុទ្ធ	១២០០ – ១២៥០	៦៧ – ៦៨	៣២ – ៣៣
កាបូនអុ៊ីដ្រាត	៧៩០ – ៨០០	៥០	៥០
ប្រូតេអ៊ីនសុទ្ធ	៧០០	៧០ – ៧១	២៩ – ៣០

៣.៤.៤ បរិមាណអង្គធាតុរឹងសរុប និងអង្គធាតុសរីរាង្គរឹង

អង្គធាតុរឹងសរុប បង្ហាញអំពីអត្រាភាគរយនៃអង្គធាតុសរីរាង្គ និងមិនសរីរាង្គ។ បរិមាណ TS នៃវត្ថុធាតុដើម អាចត្រូវបានគេវិភាគដោយសម្ងួតសំណាកនៅក្នុងទូសម្ងួតនៅសីតុណ្ហភាព ១០៥ អង្សារសេ រហូតដល់ទម្ងន់ថេរ។ បរិមាណ TS នៃវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន មានឥទ្ធិពលដល់ដំណើរការ AD ជាពិសេសប្រសិទ្ធភាពនៃជីវឧស្ម័ន។ ប្រព័ន្ធដែលប្រើប្រាស់ក្នុងដំណើការ AD គឺត្រូវបានបែងចែកថ្នាក់ដោយយោងទៅតាមភាគរយនៃ TS នៅវត្ថុធាតុដើម។ ប្រភេទនៃបច្ចេកវិទ្យា AD ចំនួនបីសំខាន់ ដែលធ្វើការដោយយោងតាមបរិមាណ TS នៃវត្ថុធាតុដើម គឺ ≤១០%, ១០–២០% និង ≥ ២០% នៃបរិមាណ TS សម្រាប់លក្ខណៈសើមធម្មតា ដំណើរការពាក់កណ្តាលសម្ងួត និងដំណើរការសម្ងួតបែបទំនើប រៀងៗគ្នា (Yi et al. 2014)។ ជាធម្មតា បរិមាណទិន្នផលជីវឧស្ម័នសរុបថយចុះជាមួយនឹងកំណើននៃបរិមាណ TS នៅចន្លោះពី ១០% ទៅ ២៥ % ក្នុងក្រុមនៃដំណើរការ AD ក្រោមលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាព ម៉េសូហ្វីលីក (Abbassi-Guendouz et al. 2012)។ វាមានភស្តុតាងបញ្ជាក់ថា ទិន្នផលជីវមេតានត្រូវបានជះឥទ្ធិពលដោយបរិមាណ VS ដូច្នេះ BMP អាចត្រូវបានគេព្យាករណ៍ជាមួយកម្រិតសុក្រិតភាពខ្ពស់ ដោយប្រើប្រាស់ត្រឹមតែបរិមាណនៃ VS ប៉ុណ្ណោះ (Schievano et al. 2009)។

៣.៤.៥ តម្រូវការជីវសាស្ត្រ និងគីមីសាស្ត្រ

តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមីសាស្ត្រ (COD) ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ ដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃសារធាតុសរីរាង្គ (OM) នៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ COD គឺជាអញ្ញាតដែលបង្ហាញអំពីវត្ថុធាតុងាយរងអុកស៊ីតកម្មក្នុងគីមីសរុបនៃសំណាកមួយ និងបង្ហាញអំពីថាមពលគីមីអតិបរមានៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ ដោយសារតែមីក្រូសរីរាង្គ បម្លែង

ថាមពលគីមីទៅជាមេតាន ដូច្នេះ ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានគណនា។ តាមទ្រឹស្តី ផលិតកម្មមេតាន គឺ ០.៣៥ - ០.៥ ម^{៣}/ គ.ក្រ COD ដែលដកចេញដូច្នេះ ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននឹងខ្ពស់ជាងអត្រានៃមេតាន ដែលវាគ្រាន់តែជាផ្នែកមួយនៃជីវឧស្ម័នប៉ុណ្ណោះ (Angelidaki et al. 2009)។

តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងជីវសាស្រ្ត (BOD) វាស់វែងអុកស៊ីសែនដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់ដោយពពួកមីក្រូសរីរាង្គដែលមិនបំបែកធាតុនៅក្នុងអង្គធាតុសរីរាង្គ។ តម្លៃនៃ BOD ជាទូទៅ គឺចំពោះលាមកជ្រូក ២០,០០០-៣០,០០០ ល្បាយលាមកគោ ១០,០០០-២០,០០០ និងសំណល់ទឹកកង្វក់ ១,០០០ -៥,០០០ ម.ល.ក្រ/១លីត្រនៃកាកសំណល់រាវ (Korres et al. 2013)។

វត្ថុធាតុរងអុកស៊ីតកម្មបែបធាតុលក្ខណៈគីមី អាចត្រូវបានកំណត់ដោយវាស់វែងតាមរយៈបរិមាណ COD នៃវត្ថុធាតុដើម។ ជាក់ស្តែង បរិមាណនៃថាមពលនេះ គឺជាថាមពលអតិបរមាដែលអាចត្រូវបានយកចេញដោយជីវឧស្ម័ន។ បើទោះបីជាក្រោមលក្ខខណ្ឌគីមីយ៉ាងណាក្តី សារធាតុមួយចំនួនអាចត្រូវបានរងនូវអុកស៊ីតកម្ម ប៉ុន្តែពួកវាមិនអាចដំណើរការក្រោមលក្ខខណ្ឌជីវសាស្រ្តឡើយ។ ដូច្នេះ វាមិនមានការសេសសល់នូវកាកឡជីវឧស្ម័នឡើយ។ ការប្រើប្រាស់សាកល្បងលើប្រព្រឹត្តកម្មសំណល់នៃ COD នៅក្នុងល្បាយរាវនៃដំណើរការថេរមួយ អាចត្រូវបានគេវាស់វែង ដូច្នេះ ការបំបែកធាតុនៃ COD ជាក់ស្តែង គឺអាចត្រូវបានកំណត់។

ទំនាក់ទំនងនៃ BOD និង COD មានលក្ខណៈប្រែប្រួលខុសគ្នាដោយពឹងផ្អែកលើប្រភេទនៃកាកសំណល់រាវពីសកម្មភាពរោងចក្រនានាជាដើម។ សំណល់រាវ មានផ្ទុកសារធាតុកម្រិតខ្ពស់នៃសារធាតុរងអុកស៊ីតកម្មគីមីដែលបំបែកចេញពីសារធាតុសរីរាង្គ។ ជាទូទៅ កម្រិតបំបែកធាតុ ឬសមត្ថភាពនៃការបំបែកធាតុ (BOD/COD ratio) គឺ ០.៣:០.៨ សម្រាប់កាកសំណល់រាវទីក្រុងដែលមិនទាន់ធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម និង ០.៥:១ សម្រាប់កាកសំណល់រាវក្នុងស្រុក (Al-Sulaiman & Khudair 2013)។

៣.៤.៦ អត្រាផលធៀបកាបូននិងអាសូត

វាមានផលប៉ះពាល់ជាអន្តរអំពីរវាងសីតុណ្ហភាព និងផលធៀប C:N លើដំណើរការ AD។ ផលធៀប C:N បង្ហាញអំពីទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណនៃសារធាតុកាបូននិងអាសូតនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន (Wang et al. 2014)។ អត្រាផលធៀបកម្រិតទាប មានន័យថាវត្ថុធាតុដើម គឺសំបូរប្រូតេអ៊ីន។ AD នៃសារធាតុមួយផ្តល់លទ្ធផលក្នុងបរិមាណកើនឡើងនៃពពួកអាម៉ូញាក់សេរី ដែលបណ្តាលពីកម្រិត pH ខ្ពស់ ដែលនាំឲ្យបង្កជាកត្តារាំងស្ទះដល់ដំណាក់កាលផលិតមេតាន (Khalid et al. 2011)។ ដូច្នេះហើយ អត្រានៃ C:N ខ្ពស់ នឹងត្រូវបានតម្រូវការជាចាំបាច់ ដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យនៃការបង្អាក់សកម្មភាពប្រតិកម្មពីពពួកអាម៉ូញាក់ នៅពេលដែរសីតុណ្ហភាពកើនឡើង។ ផលធៀបខ្ពស់មួយ ជាមូលហេតុបណ្តាលអោយមានការធ្លាក់ចុះយ៉ាងលឿននៃអាសូត ដែលត្រូវការសម្រាប់ការផលិតបាក់តេរី ជាហេតុធ្វើអោយផលិតកម្មឧស្ម័នមានកំរិតទាប។ ការប្រៀបធៀបរវាងកម្រិតផលធៀប C:N សម្រាប់ការបំបែកធាតុនៃកាកសំណល់ ១០:១ និង ៤៥ : ១ សម្រាប់ដំណាក់បំបែកធាតុក្នុងទឹក និង ២០:១ ទៅ ៣០:១ សម្រាប់ដំណាក់កាលបម្លែងជាមេតាន (Drosg et al. 2013)។

Dioha et al. (2013) បានផ្តល់ផលធៀបជាទូទៅ នៃ C:N សម្រាប់វត្ថុធាតុដើមមួយចំនួនដូចជា៖ លាមកគោ ១៣:១ លាមកមាន់ ១៥:១ កាកសំណល់ស្មៅស្រស់ ២៥:១ និងចំបើង ៤៧:១ ខណៈ ២៥:១ គឺជាតម្លៃនៃការអនុវត្តយ៉ាងទូលំទូលាយ។

ឯកសារយោង

Abbassi-Guendouz A, Brockmann D, Trably E, et al. (2012) Total solids content drives high solid anaerobic digestion via mass transfer limitation. Bioresour Technol 111:55–61.

Al-Sulaiman AM, Khudair BH (2013) Correlation between BOD and COD for al-diwaniyah wastewater treatment plant to obtain the biodegradability indices. Pakistan J Biotechnol 53:1689–1699.

Alvarez R, Lidén G (2008) Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste. Renew Energy 33:726–734.

Angelidaki I, Alves M, Bolzonella D, et al (2009) Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: A proposed protocol for batch assays. Water Sci Technol 59:927–934.

Angelikaki I, Ahring B. (2000) Methods for increasing the biogas potential from recalcitrant organic matter contained in manure. Water Sci Technol 41:189–194.

Astals S, Ariso M, Galí A, Mata-Alvarez J (2011) Co-digestion of pig manure and glycerine: Experimental and modelling study. J Environ Manage 92:1091–1096.

Banks CJ, Ven SH (2013) Optimisation of biogas yields from anaerobic digestion by feedstock type. In: The biogas handbook: Science, production and applications. pp 131–165.

Biosantech TAS, Rutz D, Janssen R, Drosg B (2013) Biomass resources for biogas production. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, Cambridge, UK, pp 19–51.

Bouallagui H, Ben Cheikh R, Marouani L, Hamdi M (2003) Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester. Bioresour Technol 86:85–89.

Castillo EF, Cristancho DE, Arellano V (2006) Study of the operational conditions for anaerobic digestion of urban solid wastes. Waste Manag 26:546–556.

Chen Y, Cheng JJ, Creamer KS (2008) Inhibition of anaerobic digestion process: a review. Bioresour Technol 99:4044–4064.

Deublein D, Steinhauser A (2011) Biogas from Waste and Renewable Resources. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.

Dioha IJ, Ikeme C., Nafi’u T, et al (2013) Effect of Carbon To Nitrogen Ratio on Biogas

Production. Int Res J Nat Sci 1:1–10.

Drosg B, Braun R, Bochmann G, Saedi T (2013) Analysis and characterisation of biogas feedstocks. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, UK, pp 52–82

Fernández J, Pérez M, Romero LI (2008) Effect of substrate concentration on dry mesophilic anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW). Bioresour Technol 99:6075–6080.

Gao WJ, Leung KT, Qin WS, Liao BQ (2011) Effects of temperature and temperature shock on the performance and microbial community structure of a submerged anaerobic membrane bioreactor. Bioresour Technol 102:8733–8740.

Ghanavati H (2018) Biogas Production Systems: Operation, Process Control, and Troubleshooting. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 199–220.

Ghaniyari-Benis S, Borja R, Monemian S., Goodarzi V (2009) Anaerobic treatment of synthetic medium-strength wastewater using a multistage biofilm reactor. Bioresour Technol 100:31740–1745.

Ghodrat AG, Tabatabaei M, Aghbashlo M, Mussatto SI (2018) Waste Management Strategies; the State of the Art. In: Tabatabaei M, Ganavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, pp 1–34.

Gomez C, Costa D (2013) Biogas as an energy option: an overview. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, UK, pp 1–51.

Hansen TL, Schmidt JE, Angelidaki I, et al. (2004) Method for determination of methane potentials of solid organic waste. Waste Manag 24:393–400.

Hernández-Berriel MC, Márquez-Benavides L, González-Pérez DJ, Buenrostro-Delgado O (2008) The effect of moisture regimes on the anaerobic degradation of municipal solid waste from Metepec (México). Waste Manag 28:14–20.

Jingura RM, Kamusoko R (2017) Methods for determination of biomethane potential of feedstocks: a review. Biofuel Res J 4:573–586.

Kavacik B, Topaloglu B (2010) Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. Biomass and Bioenergy 34:1321–1329.

Khalid A, Arshad M, Anjum M, et al. (2011) The anaerobic digestion of solid organic waste. Waste Manag 31:1737–1744.

Korres NE, O'Kiely P, Benzie JA., West JS (2013) Bioenergy Production by Anaerobic

Digestion: Using agricultural biomass and organic wastes. Taylor & Francis, London

Langeveld JW., Guisson R, Stichnothe H (2016) Mobilising Sustainable Supply Chains – Biogas Cases Biogas Production From Municipal Solid Mobilising Sustainable Supply Chains – Biogas Cases.

Langeveld JW., Kalf R, Elbersen HW (2010) Bioenergy production chain development in the netherlands: key factors for success. Biofuels, Bioprod Biorefining 4:484–493.

Langeveld JWA, Peterson EC (2018) Feedstocks for Biogas Production: Biogas and Electricity Generation Potentials. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 35–50.

Lesteur M, Bellon-Maurel V, Gozalez C, et al (2010) Alternative methods for determining anaerobic biodegradability: A review. Process Biochem 45:431–440.

Liu C fang, Yuan X Zhong, Zeng G ming, et al (2008) Prediction of methane yield at optimum pH for anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste. Bioresour Technol 99:882–888.

Mahmoodi P, Farmanbordar S, Karimi K (2018) Analytical Methods in Biogas Production. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 221–238.

Mayer F, Gerin PA, Noo A, et al (2014) Assessment of factors influencing the biomethane yield of maize silages. Bioresour Technol 153:260–268.

Moset V, Poulsen M, Wahid R, et al (2015) Mesophilic versus thermophilic anaerobic digestion of cattle manure: Methane productivity and microbial ecology. Microb Biotechnol 8:787–800.

Murphy J, Thamsiroj T (2013) Fundamental science and engineering of the anaerobic digestion process for biogas production. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, UK, pp 104–130.

Pham CH, Triolo JM, Cu TTT, et al (2013) Validation and recommendation of methods to measure biogas production potential of animal manure. Asian-Australasian J Anim Sci 26:864–873.

Rodriguez L (2011) Methane potential of sewage sludge to increase biogas production. Royal Institute of Technology (KTH), Sweden.

Schievano A, Pognani M, D'Imporzano G, Adani F (2008) Predicting anaerobic biogasification potential of DIgestates and digestates of a full-scale biogas plant using chemical and biological parameters. Bioresour Technol 99:8112–8117.

Schievano A, Scaglia B, D'Imporzano G, et al (2009) Prediction of biogas potentials using quick laboratory analyses: Upgrading previous models for application to heterogeneous organic matrices. Bioresour Technol 100:5777–5782.

Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark.

Smith P, Martino D, Cai Z, et al (2008) Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philos Trans R Soc B Biol Sci 363:789–813.

Sterling MC, Lacey RE, Engler CR, Ricke SC (2001) Effects of ammonia and nitrogen on H2S and CH4 production. Bioresour Technol 77:9–18.

Tabatabaei M, Valijanian E, Aghbashlo M, et al (2018) Prominent Parameters in Biogas Production Systems. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, p 141.

Triolo JM, Sommer SG, Møller HB, et al (2011) A new algorithm to characterize biodegradability of biomass during anaerobic digestion: Influence of lignin concentration on methane production potential. Bioresour Technol 102:9395–9402.

Wang X, Lu X, Li F, Yang G (2014) Effects of temperature and Carbon-Nitrogen (C/N) ratio on the performance of anaerobic co-digestion of dairy manure, chicken manure and rice straw: Focusing on ammonia inhibition. PLoS One 9:1–7.

Ward AJ, Hobbs PJ, Holliman PJ, Jones DL (2008) Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. Bioresour Technol 99:7928–7940.

Weiland P (2010) Biogas production: Current state and perspectives. Appl Microbiol Biotechnol 85:849–860.

Yi J, Dong B, Jin J, Dai X (2014) Effect of increasing total solids contents on anaerobic digestion of food waste under mesophilic conditions: Performance and microbial characteristics analysis. PLoS One 9:e102548.

Zhang R, El-Mashad HM, Hartman K, et al (2007) Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion. Bioresour Technol 98:929–935.

ជំពូកទី៤ ការធ្វើផែនការ ការរចនា និងបច្ចេកវិទ្យានៃជីវឧស្ម័ន

ការរៀបចំផែនការ ការរចនា និងបច្ចេកវិទ្យានៃឡជីវឧស្ម័នត្រូវធ្វើដើម្បីធានាថាការចាប់ផ្តើមនៃឡជីវឧស្ម័ន អាចផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ដល់ការវិនិយោគសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុពីឡជីវឧស្ម័នពីវត្ថុធាតុដើមដែលមានស្រាប់។ ការធ្វើផែនការរួមមាន ការសិក្សាពីលទ្ធភាពដំបូង និងលទ្ធភាពដែលមានគោលបំណងប៉ាន់ប្រមាណបរិមាណកាកសំណល់ដែលអាចរកបានសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ថាមពល តម្លៃវិនិយោគ និង សេដ្ឋកិច្ចនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ការរចនាឡជីវឧស្ម័នរួមមាន ការកំណត់ប្រភេទនិងបរិមាណរ៉េអាក់ទ័រ និងសមត្ថភាពប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន។ ផ្នែកចុងក្រោយនៃជំពូកនេះបង្ហាញពីបច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់ដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់រួចហើយសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា។

៤.១ ជំហានជាមូលដ្ឋានក្នុងការរៀបចំផែនការ និងគម្រោងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ

កសិករនិងអង្គការកសិកម្ម អ្នកផលិតកាកសំណល់សរីរាង្គនិងអ្នកប្រមូលសំរាមក្រុង និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដទៃទៀត គឺជាអ្នកផ្តួចផ្តើមគំនិតនៃគម្រោងឡជីវឧស្ម័ន។ ចាប់ផ្តើមពីចំណុចសំខាន់នៃគំនិតគម្រោងជីវឧស្ម័នរហូតដល់ចុងបញ្ចប់នៃអាយុកាលរបស់វា ដំណើរការជាទូទៅឆ្លងកាត់ជំហានដូចខាងក្រោម៖ (១)គំនិតគម្រោង (២)ការសិក្សាពីលទ្ធភាពជាមុន (៣)ការសិក្សាអំពីលទ្ធភាព (៤)ការធ្វើផែនការលម្អិតនៃឡជីវឧស្ម័ន (៥) នីតិវិធីអនុញ្ញាត (៦)ការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ន (៧)ប្រតិបត្តិការនិងថែទាំ (៨)ការវិនិយោគ និង (៩)ការកម្ទេចឬកែលម្អ (Seadi et al. 2008)។ ដំណើរការចាប់ផ្តើមដោយគំនិតគម្រោង និងការសិស្សាលទ្ធភាពជាមុនដើម្បីប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ សម្រាប់គោលបំណងនេះ ម៉ាស៊ីនគណនាជីវឧស្ម័ន ពីគេហទំព័ររបស់ BTIC ត្រូវបានប្រើ (http://btic-rua.org/pages/service#)។ របាយការណ៍នៃការធ្វើផែនការបឋមដោយបូកសរុបលក្ខខណ្ឌព្រំដែនដូចជា ទិដ្ឋភាពបច្ចេកវិទ្យានិងថវិកាវិនិយោគ គួរតែត្រូវបានប្រគល់ទៅឱ្យអ្នកផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដែលមានសក្តានុពល ដូចជាធនាគារ វិនិយោគិន ស្ថាប័នឯកជន ឬក្រុមបុគ្គលឯកជន (Seadi et al. 2008)។

វាមានគំរូជោគជ័យផ្សេងៗគ្នានៃការរៀបចំគម្រោងឡជីវឧស្ម័ន អាស្រ័យលើភាពអាចរកបាននៃកាកសំណល់ និងសមត្ថភាពហិរញ្ញវត្ថុរបស់វិនិយោគិន។ ប្រសិនបើអ្នកផ្តួចផ្តើមគម្រោង និងវិនិយោគិនមកដល់ចំណុចនៃការសម្រេចចិត្ត ក្រុមហ៊ុនប្រឹក្សាយោបល់ជីវឧស្ម័នដែលមានបទពិសោធន៍ ឧទាហរណ៍ BTIC អាចចូលរួមជួយប្រឹក្សាយោបល់បាន។ អ្នកពិគ្រោះយោបល់ជីវឧស្ម័នជួយម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងវិនិយោគិនក្នុងការគណនាបរិមាណជីវឧស្ម័ន និងការជ្រើសរើសយកបច្ចេកវិទ្យា (ឡសើមឬស្ងួត សីតុណ្ហភាពដំណើរការ ប្រភេទនិងទំហំឡ ប្រភេទនៃការប្រើប្រាស់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ការបន្សុទ្ធឧស្ម័ន និងការផលិតអគ្គិសនី) និងប៉ាន់ប្រមាណថវិកាចំណាយលម្អិតសម្រាប់ការវិនិយោគនិងប្រតិបត្តិការរោងឡជីវឧស្ម័នដូចជា ការចំណាយលើគ្រឿងបន្លាស់ បុគ្គលិក ការងារជួសជុលនិងថែទាំ ការគណនាការប្រាក់ពីធនាគារ ការផ្តល់ហិរញ្ញប្បទាន/ការអនុញ្ញាត និងការធ្វើផែនការនិងថ្លៃវិស្វកម្មជាដើម (Gupta 2020)។

៤.១.១ ការសិក្សាលទ្ធភាព

កសិដ្ឋានភាគច្រើនមានលក្ខណៈខុសប្លែកពីគ្នា ដូច្នេះការពិគ្រោះយោបល់ជាមួយអ្នកជំនាញជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការធ្វើទស្សនកិច្ចសិក្សានៅកសិដ្ឋាន គឺចាំបាច់ដើម្បីធានាបាននូវការសាងសង់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នត្រឹមត្រូវមួយ។ ការសិក្សាអំពីលទ្ធភាព គឺដើម្បីបង្កើតគំរូផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចពីការវិនិយោគឡជីវឧស្ម័ន។ ទិន្នន័យទូទៅពីកសិដ្ឋាន ដូចជាចំនួនសត្វ លាមកសត្វក្នុងមួយថ្ងៃ សមាធាតុស្ងួត (DM) និងទិន្នន័យពីការវិភាគមន្ទីរពិសោធន៍នៃលាមកសត្វ អនុញ្ញាតឱ្យអ្នកជំនាញជីវឧស្ម័នអាចប៉ាន់ប្រមាណផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងការផលិតថាមពលអគ្គីសនី (Langeveld and Peterson 2018)។ ដោយផ្អែកលើបរិមាណវត្ថុធាតុដើមដែលមានសក្តានុពលដែលត្រូវប្រើក្នុងឡជីវឧស្ម័ន និងការជ្រើសរើសបច្ចេកវិទ្យា ក៏ដូចជាការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន វិមាត្រនិងទំហំរបស់ឡអាចត្រូវបានរចនា និងសាងសង់។ ចុងបញ្ចប់ ការវិនិយោគសរុបនិងរយៈពេលសងត្រលប់ អាចត្រូវបានប៉ាន់ស្មានដោយផ្អែកលើតុល្យភាពតម្រូវការថាមពល ជាមួយនឹងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ ដំណើរការរៀបចំផែនការសម្រាប់ការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នមានភាពស្មុគស្មាញនិងចំណាយពេលច្រើន ហើយបញ្ហាជាច្រើនទាក់ទងនឹងបញ្ហាហិរញ្ញវត្ថុ សេដ្ឋកិច្ច បរិស្ថាន និងសង្គម មុនពេល អំឡុងពេល និងបន្ទាប់ពីការសាងសង់ចាំបាច់ត្រូវសិក្សាអោយបានហ្មត់ចត់ (លម្អិតបន្ថែមនៅក្នុងជំពូកទី៧)។

៤.២ ការរចនាឡជីវឧស្ម័ន

សម្រាប់ការរចនាឡសម្រាប់ AD វាចាំបាច់ក្នុងការបង្កើតបច្ចេកវិទ្យាឱ្យបានត្រឹមត្រូវដើម្បីប្រើប្រាស់ និងទំហំឡដែលត្រូវការ។ រាល់ការរចនាឡជីវឧស្ម័នចាំបាច់គួរតែចាប់ផ្តើមពីការជ្រើសរើស និងការវិភាគទៅលើកាកសំណល់ដែលមាន។ កាកសំណល់មិនគួរណាត្រូវបានកំណត់ត្រឹមពេលនៃការវិភាគគម្រោងនោះទេ ប៉ុន្តែក៏គួរពិចារណាអំពីការផ្លាស់ប្តូរនាពេលអនាគតផងដែរ។

យន្តការល្អបំផុតគឺត្រូវបង្ហាញរូបភាពពេញលេញនៃស្ថានភាពដែលប្រឈមមុខដោយការទទួលបានទិន្នន័យដូចខាងក្រោម៖ (ក) បរិមាណកាកសំណល់លាមកសត្វដែលអាចទទួលបានក្នុងមួយថ្ងៃ ឬមួយឆ្នាំ (ខ) កាកសំណល់លាមកសត្វនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃ TS, VS និងសារធាតុផ្សេងទៀត និង (គ) រយៈពេលនៃវេលារក្សាទុកកាកសំណល់ (HRT), អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ (OLR) និងសីតុណ្ហភាពនៃឡ (Ghodrat et al. 2018)។ ការគណនាទំហំឡ ជាទូទៅត្រូវបានអនុវត្តបន្ទាប់ពីសម្រេចចិត្តលើការកំណត់រចនាសម្ព័ន្ធ និងលក្ខខណ្ឌប្រតិបត្តិការរបស់ឡជាចម្បង (១) កាកសំណល់លាមកសត្វដែលមាន បរិមាណ និងលក្ខណៈរបស់វា (សើមឬស្ងួត) (២) លក្ខខណ្ឌដំណើរការ (សីតុណ្ហភាពនៃ AD ឧទាហរណ៍ លក្ខខណ្ឌ mesophilic ឬ thermophilic) (៣) ការគ្រប់គ្រងទំហំរ៉េអាក់ទ័រ និង (៤) បច្ចេកវិទ្យា (ឧទាហរណ៍ plug-flow, CSTR, USAB, lagoon ។ល។)។ អញ្ញតពីរដំបូងត្រូវបានពិពណ៌នានៅក្នុងជំពូកទី៣។ ផ្នែកនេះបង្ហាញពីបរិមាណរ៉េអាក់ទ័រដោយកំណត់តម្លៃនៃ HRT និង OLR និងប្រភេទនៃដំណើរការ AD ដ៏ទៃទៀត។ ដូចគ្នានេះផងដែរ ប្រភេទនៃដំណើរការ AD គួរតែត្រូវបានពិចារណាព្រោះវាអាចនាំឱ្យមានការកើនឡើងនូវទំហំផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។

៤.៣ ទំហំរ៉េអាក់ទ័រ

ទំហំឡសរុបត្រូវបានកំណត់ដោយពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់ក្នុងឡ (HRT) និង អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ (OLR)។ ទំហំរ៉េអាក់ទ័រចាំបាច់ត្រូវសម្របខ្លួនទៅនឹងបរិមាណកាកសំណល់ និងអត្រានៃការសឹករិចរឹល ឬបំបែកធាតុនៃកាកសំណល់ និងល្បឿននៃការរីករាលដាលនៃពពួកបាក់តេរីរំលាយកាកសំណល់។ មីក្រូសរីរាង្គត្រូវតែមានពេលវេលាគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ដំណើរការនៃការបំបែកធាតុ ដែលកំណត់ពេលវេលារក្សាអប្បបរមាជាក់លាក់។ ការផ្តោតអារម្មណ៍លើសារធាតុសរីរាង្គ គឺមិនត្រូវអោយហួសកំរិតនៃអតិសុខុមប្រាណ ដែលនាំអោយមានដំណើរការរារាំងដល់កំណត់អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គអតិបរមាជាក់លាក់។ អត្រានៃ HRT និង OLR ត្រូវបានប្រើដើម្បីគណនាទំហំឡជីវឧស្ម័ន (Sarker et al. 2019)។

៤.៣.១ ពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់រាវ

ពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់ គឺជាអញ្ញតសំខាន់មួយដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការរចនា និងបង្កើនប្រសិទ្ធភាពនៃដំណើរការ AD។ រយៈពេលនៃការរក្សាកាកសំណល់ដែលបានផ្តល់ គឺអាស្រ័យលើសីតុណ្ហភាពរំលាយកាកសំណល់ ឬមួយមានការបន្សុទ្ធកាកសំណល់ជាមុន (Talia 2018)។ ភាគច្រើនវាអាស្រ័យលើប្រភេទរ៉េអាក់ទ័រដែលត្រូវប្រើនិងប្រភេទនៃកាកសំណល់។ ពេលវេលារក្សាទុក គឺសំដៅទៅលើពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់រាវក្នុងឡ និងពេលវេលារក្សាទុកសមាសធាតុរឹង (SRT)។ HRT តំណាងឱ្យពេលវេលារក្សាទុកនៃដំណាក់កាលរាវ រីឯ SRT បង្ហាញពីការរក្សានូវអតិសុខុមប្រាណនៅក្នុងឡ។ នៅក្នុងប្រព័ន្ធរ៉េអាក់ទ័រដែលមាន(កាកសំណល់អាហារ ផ្ទះបាយ និងកាកសំណល់ពីទីក្រុង) និងប្រព័ន្ធចម្រុះអតិសុខុមប្រាណដែលមានវត្តមានក្នុងដំណាក់កាលតែមួយ, HRT គឺចាំបាច់សម្រាប់ SRT និងច្រាសមកវិញ។ ផ្ទុយទៅវិញ ចំពោះកាកសំណល់ដែលបានមកពីលូទឹកស្អុយ អន្តរកម្មរវាងអង្គធាតុរឹងនិងពពួកអតិសុខុមប្រាណ គឺជាការធ្វើឱ្យមានភាពខុសគ្នារវាង HRT និង SRT (Sarker et al. 2019)។ ប្រភេទឡ Sludge blanket និង anaerobic film reactors មានលក្ខណៈសមរម្យសម្រាប់កាកសំណល់ទឹកដែលមានកម្លាំងទាប ដែលជាទូទៅ HRT មានតម្លៃទាប ហើយ SRT មានតម្លៃខ្ពស់។

HRT ពិពណ៌នាអំពីទ្រឹស្តីពេលវេលាដែលថាកាកសំណល់ស្ថិតនៅក្នុងឡ ក៏ដូចជាពេលវេលារក្សាទុកជាមធ្យម។ HRT ជាតម្លៃស្ថិតិនិងគណនាពីបរិមាណសកម្មនៃឡ ជីវឧស្ម័ននិងបរិមាណនៃកាកសំណល់បន្ថែមក្នុងមួយថ្ងៃ ដូចដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងរូបមន្តទី៣ (Rosato 2018)។

$$HRT\ (days) = \frac{Net\ digester\ volume\ (m^3)}{Substrate\ input\ (m^3/day)} \qquad (៣)$$

ការជ្រើសរើសតម្លៃ HRT ត្រូវតែអនុញ្ញាតឱ្យមានការបំផ្លាញកាកសំណល់អោយបានគ្រប់គ្រាន់ដោយមិនចាំបាច់បង្កើនទំហំឡអោយធំពេកទេ។ ការលាងសំអាតអតិសុខុមប្រាណត្រូវតែជៀសវាង ដូច្នេះ HRT មិន

ត្រូវនៅក្រោម ១០ ថ្ងៃឡើយ (Gomez and Costa 2013)។ ជម្រើសនៃ HRT មានភាពខុសគ្នាអាស្រ័យលើសមាសភាពកាកសំណល់ ដំណើរការ និងសីតុណ្ហភាព។ HRT នៅក្នុងដំណើរការ methanogenesis ទាក់ទងនឹងសីតុណ្ហភាពប្រតិបត្តិការ។ ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននិងមេតាននៅក្នុងលក្ខខណ្ឌ thermophilic មានអត្រាផលិតកម្មខ្ពស់ជាងអត្រាផលិតក្នុងលក្ខខណ្ឌ mesophilic។ Kim et al. (2006) បង្ហាញថា HRT ចន្លោះចាប់ពី ៨ ទៅ ១២ ថ្ងៃនៅសីតុណ្ហភាពពី ៣០ ទៅ ៥៥ អង្សាសេ។ កាកសំណល់ដែលសំបូរទៅដោយជាតិម្សៅនិងស្ករអាចរំលាយបានយ៉ាងងាយ ដែលជាហេតុធ្វើអោយពេលវេលារក្សាទុកខ្លី។ ចំណែកឯកាកសំណល់ដែលមានជាតិសរសៃនិងសែលុយឡូស ដូចជាដើមពោតក្រៀម និងចំបើងត្រូវការពេលវេលារក្សាទុកយូរជាងនេះព្រោះថាការស្រូបយកជាតិអ៊ីដ្រូសែននៃស្រទាប់ទាំងនេះកើតឡើងក្នុងអត្រាយឺត។ ទោះយ៉ាងណា ពេលវេលា HRT ខ្លីអាចមានហានិភ័យក្នុងការកៀរគរបាក់តេរីរួមមាន ការបង្កើតអាស៊ីតខ្លាញ់សរីរាង្គដែលមានទំងន់ម៉ូលេគុលធ្ងន់ ហើយជាលទ្ធផលភាពតានតឹងកើនឡើងដល់មេតាណុល។

ផ្ទុយទៅវិញ HRT ដែលមានរយៈពេលយូរតម្រូវអោយបង្កើនទំហំឡដែលធ្វើអោយខ្ទង់ចំណាយកើនឡើង ដូច្នេះដើម្បីអោយប្រតិបត្តិការល្អប្រសើរ ជាធម្មតា HRT គឺមិនមានរយៈពេលវែងឬខ្លីពេកទេ។ ក្នុងករណីមានដំណាក់កាលខុសៗគ្នានៃ AD រយៈពេលយូរនៃ HRT គឺល្អប្រសើរសម្រាប់ដំណាក់កាល methanogenesis ដែលមានអត្រាលូតលាស់របស់ methanogens យឺតបើប្រៀបធៀបទៅនឹងដំណាក់កាល acidogenesis។ ឡឧស្ម័នខ្លះត្រូវបានរចនាឡើងជាពហុដំណាក់កាលដើម្បីឱ្យ methanogenesis និង acidogenesis អាចត្រូវបានបំបែកជាពីរផ្សេងគ្នា ដែលអនុញ្ញាតឱ្យក្រុមនីមួយៗនៃអតិសុខុមប្រាណដំណើរការក្នុងលក្ខខណ្ឌល្អប្រសើរ (Sarker et al. 2019)។ យុទ្ធសាស្ត្របង្កើនប្រសិទ្ធិភាពសម្រាប់ឡប្រហែលជាត្រូវការបង្កើនបរិមាណ VS នៃកាកសំណល់ (កាកសំណល់រាវខ្លាំង) ដោយការបង្ហូរទឹករហូតដល់តម្លៃកំណត់សម្រាប់ HRT (Banks and Ven 2013)។

៤.៣.២ អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ

អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ (OLR) គឺជាបរិមាណសារធាតុសរីរាង្គដែលបានបន្ថែមទៅប្រព័ន្ធ AD ក្នុងមួយថ្ងៃក្នុងមួយថ្ងៃក្នុងមួយឯកតានៃទំហំរ៉េអាក់ទ័រ។ OLR គឺជារង្វាស់នៃសមត្ថភាពបំលែងជីវសាស្ត្រនៃប្រព័ន្ធ AD។ តម្លៃរបស់វាត្រូវបានប៉ាន់ប្រមាណផ្អែកលើអញ្ញតជីវសាស្ត្រខុសៗគ្នា និងតំណាងឱ្យតម្លៃផ្ទុករបស់ឡ។ វាអាចធ្វើទៅបានដើម្បីបង្កើន OLR ប្រសិនបើកាកសំណល់ងាយរំលាយដោយពពួកអតិសុខុមប្រាណ និងជាលក្ខខណ្ឌល្អប្រសើរបំផុតសម្រាប់ការរំលាយកាកសំណល់។ ខណៈពេលដូចគ្នានេះដែរ វាគួរតែត្រូវបានរក្សាទុកនៅកម្រិតទាបប្រសិនបើដំណើរការរំលាយនៃកាកសំណល់ត្រូវបានគេគ្រោងទុក (Talia 2018)។ OLR គឺជាអញ្ញតត្រួតពិនិត្យដ៏សំខាន់ជាពិសេសនៅក្នុងប្រព័ន្ធបន្ត (ការចាក់លាមកសត្វឬកាកសំណល់បន្តទៅក្នុងឡ)។ ឡជាច្រើនត្រូវបានរាយការណ៍ពីការបរាជ័យនៃប្រព័ន្ធរបស់វាដោយសារតែការផ្ទុកលើសចំនុះ។

ការដាក់កាកសំណល់ទៅក្នុងប្រព័ន្ធខាងលើលើសនិរន្តរភាពរបស់ OLR វានឹងផ្តល់ទិន្នផលជីវឧស្ម័នទាបដោយសារតែការប្រមូលផ្តុំសារធាតុរារាំងនៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (ឧ. អាស៊ីតខ្លាញ់)។ ការដាក់បន្ទុកសរីរាង្គខ្ពស់នាំឱ្យផលិតកម្មជីវឧស្ម័នខ្ពស់ជាងមុនប៉ុន្តែក៏អាចនាំឱ្យមានអស្ថេរភាពខ្ពស់ផងដែរ ដោយសារតែការផ្លាស់ប្តូរសមាសធាតុ និងការប្រមូលផ្តុំនៃ VFA។ ការផ្លាស់ប្តូរនៃ VFA ពីទំងន់ម៉ូលេគុលទាបទៅខ្ពស់ជួយជម្រុញដល់ការរស់នៅរបស់មេតាន។ ការប្រមូលផ្តុំនៃ VFA រំខានដល់តុល្យភាពនៃអតិសុខុមប្រាណដែលពាក់ព័ន្ធនឹងការរលួយវត្ថុធាតុសរីរាង្គ និងផលិតកម្មមេតាន។ កំហាប់ខ្ពស់នៃ VFA ធ្វើអោយថយចុះកំរិត pH ដែលបណ្តាលឱ្យមានការហាមឃាត់ និងការកាត់បន្ថយ ឬបញ្ឈប់ជាបន្តបន្ទាប់នៃផលិតកម្មមេតាន។ក្នុងកាលៈទេសៈបែបនេះ អត្រានៃការបញ្ចូលកាកសំណល់ទៅក្នុងប្រព័ន្ធឡត្រូវតែកាត់បន្ថយ។ ការដាក់បញ្ចូលសមាសធាតុសរីរាង្គទាបពេក អាចរារាំងការផ្ទុកលើសទម្ងន់ និងបង្អាក់ដំណើរការឡ។ ទោះយ៉ាងណា វាក៏ផ្តល់នូវលទ្ធផលជីវឧស្ម័នទាប និងជាចំណុចប្រតិបត្តិការមិនទទួលបានផលចំនេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចដល់ម្ចាស់ឡ។ ដូច្នេះ វាចាំបាច់ណាស់ក្នុងការកំណត់ OLR អោយបានត្រឹមត្រូវដើម្បីបង្កើនផលិតកម្មជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រព័ន្ធ AD នីមួយៗ។ OLR គ្រប់គ្រាន់នៃប្រព័ន្ធ គឺពឹងផ្អែកដោយផ្ទាល់ទៅលើការរចនាឡជីវឧស្ម័ន អង្គធាតុរឹងក្នុងកាកសំណល់ និងពេលវេលារក្សាទុក (Rodriguez 2011) ។ OLR ត្រូវបានគណនានៅក្នុងរូបមន្តទី៤ ហើយខ្នាតវាគិតជាគីឡូក្រាម COD ក្នុងមួយម៉ែត្រគូបនៃរ៉េអាក់ទ័រសម្រាប់ទឹកស្អុយ និងគិតជា គីឡូក្រាម VS ក្នុងមួយម៉ែត្រគូបនៃរ៉េអាក់ទ័រសម្រាប់សសំណល់រឹងខ្ពស់ (Monnet 2003)។

$$OLR = COD/HRT = VS/HRT \qquad (៤)$$

៤.៤ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន

ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានអនុវត្តនៅក្នុងដំណើរការសើម។ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័នដែលត្រូវបានជ្រើសរើស ជាធម្មតាអាស្រ័យទៅលើលក្ខណៈសំខាន់ៗនៃកាកសំណល់ដែលត្រូវបានប្រើ ជាពិសេសបរិមាណ TS កំរិតរលាយ BMP និង C:N។ ការជ្រើសរើសឡត្រឹមត្រូវសម្រាប់ដែលប្រើបានអាចជួយបង្កើនទិន្នផលជីវឧស្ម័នដោយទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់ប្រតិបត្តិករឡជីវឧស្ម័ន។ Rabii et al. (2019) បានធ្វើរបាយការណ៍អំពីប្រភេទឡសមស្របសម្រាប់ AD ជាមួយនឹងកាកសំណល់ចម្រុះផ្សេងៗគ្នា ដើម្បីបង្កើនទិន្នផលជីវឧស្ម័ននិងជីវមេតាន។ Sarker et al. (2019) បានសង្ខេបពីអត្រាផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ឬទិន្នផលជីវឧស្ម័ន ដោយប្រើប្រាស់ការកំណត់រចនាសម្ព័ន្ធរ៉េអាក់ទ័រផ្សេងៗគ្នាទាក់ទងនឹងអញ្ញតប្រតិបត្តិការដូចជា ទំហំរ៉េអាក់ទ័រ ប្រភេទកាកសំណល់ សីតុណ្ហភាពរ៉េអាក់ទ័រ pH, OLR, និង HRT ជាដើម។ នៅទីនេះយើងរៀបរាប់អំពីប្រភេទម៉ាស៊ីនរ៉េអាក់ទ័រ ៥ប្រភេទមានដូចជា ធុងរ៉េអាក់ទ័រកូរ (Stirred Tank Reactors ; CSTR), Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), Up-flow Anaerobic Filter (UAF) digesters, Anaerobic Baffled reactor (ABR), និង ឡគ្របតង់ (anaerobic lagoon)។ ប្រព័ន្ធសើមមានប្រយោជន៍ ជាពិសេសនៅ

កាកសំណល់ត្រូវយកទៅអនុវត្តនៅតាមទីវាលដោយមិនបែងចែកប្រភាគរឹង។ ឧទាហរណ៍ កាកសំណល់ដែលមានកំហាប់ TS ខ្ពស់ និងកាកសំណល់រាវត្រូវបានប្រើជាចំបងជាមួយឡប្រភេទ CSTR ខណៈដែលកាកសំណល់សរីរាង្គរលាយភាគច្រើនត្រូវបានរំលាយនៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រ UAF និង UASB (Langeveld and Peterson 2018)។ តារាងទី៨ ផ្តល់នូវការប្រៀបធៀបនៃឡជីវឧស្ម័នពីកាកសំណល់ទឹកស្អុយជាមួយនឹងរ៉េអាក់ទ័រផ្សេងៗគ្នា (Woodard 2006)។

តារាងទី៨ ការប្រៀបធៀបនៃដំណើរការ *AD* ពីកាកសំណល់ទឹកស្អុយ *(Deublein and Steinhauser 2010)* ។

រ៉េអាក់ទ័រ	*គុណសម្បត្តិ*	*គុណវិបត្តិ*	*គ្រCOD/ម៣.ថ្ងៃ*
CSTR	- ទំនាក់ទំនងរវាងបាក់តេរី និងកាកសំណល់ - ការរលាយកាកសំណល់បានល្អ - ជីវម៉ាសមិនចាំបាច់មានល្បាយល្អទេ		១ – ៥ គ្រ. *VS/ម៣.ថ្ងៃ*
UASB	- រយៈពេលស្នាក់នៅតិចជាង ៤៨ ម៉ោង - មិនចាំបាច់ចាក់បញ្ចូល ការរលាយដោយធម្មជាតិ និងការស្រូបយកល្បាយបានល្អ	- ត្រូវការលាងសំអាតខ្ពស់នៃជីវម៉ាសសកម្ម អាស្រ័យលើការរចនារ៉េអាក់ទ័រ - ចាំបាច់ត្រូវស្តារឡើងវិញ អាស្រ័យលើកាកសំណល់ - បញ្ហានៅពេលដែលគ្មានការលេចឡើងនូវកំទិចកំទី - មានការឆ្លើយតបអវិជ្ជមានជាមួយនឹងកំហាប់ខ្ពស់នៃសារធាតុសរីរាង្គដែលមិនរលាយ	
UAF	- ដំណើរការរឹងមាំ - មិនមានឥទ្ធិពលអវិជ្ជមាននៃភាពមិនប្រក្រតី - ការរក្សាមីក្រូសរីរាង្គបានល្អ - តម្លៃថោក និងមិនត្រូវការឧបករណ៍រំញោច - លំហូរដោយសេរី	- កំណកញើសនៃសារធាតុអសរីរាង្គ - អាចត្រូវការតំរង់ - អាចធ្វើអោយដាច់ចរន្តទឹក - ការធ្លាក់ចុះនៃសម្ពាធ - តម្រូវការខ្ពស់លើការសាងសង់ - បន្ទុកកាកសំណល់បានតិច - មិនសមស្របចំពោះកាកសំណល់ដែលមានកំហាប់ខ្ពស់	១០ – ២០

ABR	- រយៈពេលទំនាក់ទំនងបានយូរ - អត្ថប្រយោជន៍នៅពេលលំហូរគាំទ្រដល់ការរលួយក្នុងដំណើរកាល AD	- ផ្ទុកបានតិច - មិនមានបទពិសោធន៍ច្រើនក្នុងការប្រើប្រាស់	
ឡគ្របតង់ (Anaerobic lagoon)	- ការបំបែកសារធាតុរឹងទៅតាមកាលវេលា - អាចដំណើរការក្នុងតម្លៃថោក និងដំណើរការងាយស្រួល	- តម្រូវការកន្លែងធំដែលត្រូវការយ៉ាងហោចណាស់ ៧ ទៅ ៣០ថ្ងៃ - អាចមានការបាត់បង់កម្ដៅតាមរដូវកាល - ទាមទារឱ្យមានការយកចេញនូវកាកសំណល់តាមកាលកំណត់	<0.៥

៤.៤.១ រ៉េអាក់ទ័រ CSTR

រ៉េអាក់ទ័រ CSTR ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជារ៉េអាក់ទ័រលាយពីខាងក្រោយ ឬរ៉េអាក់ទ័រលំហូរចំរុះ គឺជាដំណើរការក្នុងលក្ខខណ្ឌសើម ដែលជួយសម្រួលដល់ការរំលាយសារធាតុឆាប់រហ័សដោយឧបករណ៍កូរ។ ប្រព័ន្ធលាយបញ្ចូលគ្នា គឺជាធាតុផ្សំនៃការរចនាដ៏សំខាន់នៃដំណើរការនេះ ហើយបច្ចេកវិទ្យាលាយបញ្ចូលគ្នាដែលប្រើនៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រនេះធានានូវប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការរំលាយ សំណល់អង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ (VSS) បើប្រៀបធៀបជាមួយប្រព័ន្ធដទៃទៀត។ ប៉ុន្តែការចំណាយលើការវិនិយោគនៃប្រព័ន្ធនេះ គឺខ្ពស់ជាងប្រព័ន្ធដទៃទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ ៩០% នៃរ៉េអាក់ទ័រ សម្រាប់កាកសំណល់រឹង ទឹកស្អុយ និងកាកសំណល់រាវខ្លាំងត្រូវបានប្រើជាមួយ CSTR ប្រភេទម៉ាស៊ីនបញ្ឈរដែលដំណើរការនៅសីតុណ្ហភាព mesophilic។ រ៉េអាក់ទ័រប្រភេទនេះសាកសមនឹងការរំលាយកាកសំណល់ជាច្រើន ឧទាហរណ៍ ចាប់ពីកាកសំណល់កសិកម្មរហូតដល់កាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម ឬដំណាំថាមពល ជាមួយសមាសភាពរឹងសរុបរវាង ២ និង ១២% នៃ TS ។ តម្លៃ TS លើសពី ១៥% អាចបណ្ដាលឱ្យមានបញ្ហាក្នុងការកូររ៉េអាក់ទ័រនេះ។

ការរចនា CSTR ត្រូវតែសមាមាត្រទៅនឹងកាកសំណល់ ឧទាហរណ៍ នៅក្នុងការរំលាយកាសំណល់ដំណាំថាមពលតម្រូវអោយមានរ៉េអាក់ទ័រទី១និងទី២ជាស៊េរី ដើម្បីទទួលបានទិន្នផលមេតានជាក់លាក់ខ្ពស់បំផុត (Banks and Ven 2013)។ រ៉េអាក់ទ័រជាធម្មតាមានរាងស៊ីឡាំងដែលមានប្រព័ន្ធលាយ ហើយវាអាចដំណើរការបាននៅសីតុណ្ហភាពផ្សេងៗគ្នា និងបរិមាណ OLRs ប្រហែល ២-៥ គីឡូក្រាម VS/ម^{៣}/ថ្ងៃ។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នរាវអាចត្រូវបានកែច្នៃឡើងវិញពីកែវឬធុងទីពីរឆ្ពោះទៅជំហានដំបូង។ ការកែច្នៃឡើងវិញគឺជាវិធីសាស្ត្រដ៏មានសារៈសំខាន់នៅក្នុងប្រព័ន្ធនេះ ព្រោះវាអនុញ្ញាតឱ្យមានការពង្រាវកាកសំណល់ ហើយត្រូវបានប្រើដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធមានតុល្យភាព (Murphy and Thamsiroj 2013)។

៤.៤.២ Anaerobic Sludge Blanket

Anaerobic Sludge Blanket (UASB) គឺជាប្រភេទរ៉េអាក់ទ័រមួយដែលដំណើរការរបស់វាគឺជាការរួមបញ្ចូលគ្នានៃដំណើរការលក្ខណៈរូបនិងជីវសាស្រ្ត។ លក្ខណៈសំខាន់នៃដំណើរការលក្ខខណៈរូប គឺការបំបែកអង្គធាតុរឹងនិងឧស្ម័នពីអង្គធាតុរាវ ហើយដំណើរការនៃជីវសាស្រ្ត គឺការរិចរិលនៃសារធាតុសរីរាង្គដែលអាចបំផ្លាញបាននៅក្រោមលក្ខខណ្ឌ AD (Bal and Dhagat 2001)។ រ៉េអាក់ទ័រ UASB ត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់ការបន្សុទ្ធលើសំណល់ទឹកស្អុយ (Bodkhe 2009)។ រ៉េអាក់ទ័រនេះ ប្រើពពួកបាក់តេរីមេតាណុលនីក ឬអតិសុខុមប្រាណដោយបង្កើតជាគ្រាប់ៗដើម្បីបំបែកសារធាតុសរីរាង្គទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត។ កាកសំណល់ហូរឡើងមកខាងលើតាមរយៈម៉ាស៊ីនរ៉េអាក់ទ័រនេះ ហើយសំណល់រាវត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងធុង។ សកម្មភាពរួមបញ្ចូលគ្នានៃលំហូរឡើងលើនៃកាកសំណល់ និងទំនាញផែនដីបានរំកិលកាកសំណល់គ្រាប់ៗទៅតំបន់កណ្តាល (sludge blanket) នៃរ៉េអាក់ទ័រ។ Blanket ចាប់ផ្តើមឈានដល់កាលកំណត់ដោយធ្លាក់ចុះទៅក្រោមនៅក្នុងកំឡុងពេលប្រហែលបីខែបន្ទាប់ (Nugroho and Santoso 2019)។ រ៉េអាក់ទ័រនេះត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់ការរំលាយកាកសំណល់ទឹកស្អុយចេញពីសកម្មភាពលក្ខណៈគ្រួសារ និងសកម្មភាពឧស្សាហកម្មជាមួយនឹងបរិមាណសមាសធាតុរឹងមិនរលាយ (TSS) ទាប ព្រោះវាអនុញ្ញាតឱ្យមានការរក្សាទុកនូវជីវម៉ាសក្នុងកំឡុងពេលរំលាយ។ រ៉េអាក់ទ័រ UASB ជាកម្មសិទ្ធិរបស់ប្រព័ន្ធដែលមានអត្រាខ្ពស់ដែលអាចអនុវត្តប្រតិកម្មរំលាយក្នុងរយៈពេលខ្លីដែលធ្វើអោយរយៈពេលនៃ HRT ត្រូវបានកាត់បន្ថយ (Mainardis et al. 2020)។ HRT រយៈពេល ១ថ្ងៃ គឺគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការដក COD លើសពី ៧0% ដែលត្រូវនឹងកំហាប់មេតាន ៨៩% ចំពោះកាកសំណល់គោក្របី សត្តឃាត និងទឹកស្អុយ (Musa et al. 2018)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ភាពហួសកំរិតនៃជីវម៉ាសនៅខាងក្នុងរ៉េអាក់ទ័រ ឬប្រតិបត្តិការក្នុងកំឡុងពេលចាប់ផ្តើមនៃរ៉េអាក់ទ័រ អាចកាត់បន្ថយដំណើរការរលាយ។ អត្រាលំហូរមានឥទ្ធិពលលើបរិមាណជីវម៉ាស ហើយអត្រាលំហូរសមស្រប គឺសំខាន់សម្រាប់រ៉េអាក់ទ័រ UASB។

២.៤.៣ In up-flow anaerobic filter (UFA)

នៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រ UFA ស្រទាប់ស្តើងកើតពីអតិសុខុមប្រាណ (biofilm) រីកលូតលាស់លើជើងទំរខាងក្នុង។ Biofilm ត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រលើទំរ Media ដែលផលិតចេញពីវត្ថុធាតុដើម ដូចជាសេរ៉ាមិច កញ្ចក់ ផ្លាស្ទិចវិស្វកម្ម ឬឈើ។ ជាធម្មតា សម្ភារៈតម្រងមានរហូតដល់ ៦0% ទៅ 70% នៃបរិមាណរ៉េអាក់ទ័រ។ នៅពេលដែលទឹកហូរកាត់លើគ្រែថេរ (fixed bed) ការបំពុលសរីរាង្គត្រូវបានបំផ្លាញដោយបាក់តេរីដែលលូតលាស់នៅលើគ្រែនេះ (Moran 2018)។ UAF មានលក្ខណៈសាមញ្ញនិងរឹងមាំ ប៉ុន្តែគួរតែមានការយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់ដើម្បីថែរក្សា biofilm អោយស្ថិតក្នុងស្ថានភាពប្រសើរបំផុត។ រ៉េអាក់ទ័រនេះដំណើរការទាំងលំហូរចុះនិងឡើង។ លំហូរចុះក្រោមមិនសូវជាមានប្រើប្រាស់ទេ ប៉ុន្តែវាមានលក្ខណៈល្អប្រសើរចំពោះកាកសំណល់ជីវឧស្ម័នដែលមានកំរិតអង្គធាតុរឹងខ្ពស់។ ចំពោះលំហូរឡើងត្រូវបានប្រើដើម្បីការពារការស្ទះ ការ

ចាក់លាមកចូល និងការលាងសម្អាតជីវម៉ាស។ ដោយសារសមត្ថភាពបំបែកខ្លួនខ្ពស់ និងដំណើរការអំណោយផលទាក់ទងនឹង TSS រ៉េអាក់ទ័រទាំងនេះមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងបន្សុទ្ធកាកសំណល់ទឹកស្អុយដែលមានជាតិពុលខ្ពស់ដូចជា កាកសំណល់គីមីអង់ទីប៊ីយូទិច (antibiotic fermentation) កាកសំណល់ទឹកពីផលិតកម្មផ្សិត រោងចក្រផលិតស្រា ឱសថ ផលិតគីមី កាកសំណល់រាវក្នុងស្រុក កាកសំណល់នៅកន្លែងចាក់សំរាម អាហារកំប៉ុង និងកាកសំណល់ពីរោងចក្រភេសជ្ជៈ (Stanbury et al. 2017)។ ម៉ាស៊ីនរ៉េអាក់ទ័រទាំងនេះទាមទារទីតាំងឡតូចជាង CSTRs ឬឡគ្របតង់ ដោយសារតែវាមាន HRT រយៈពេលខ្លី។

២.៤.៤ Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

រ៉េអាក់ទ័រ ABR គឺជាបច្ចេកវិទ្យាដ៏សាមញ្ញមួយជាមួយនឹងថ្លៃដើមវិនិយោគទាប។ វាត្រូវបានសាងសង់ជាធុងឬអាងបេតុងដោយមិនមានប្រព័ន្ធលាយបញ្ចូលគ្នា និងអាចមានរនាំងខាងក្នុងដើម្បីកំណត់ភាពខុសគ្នានៃដំណាក់កាលអុីដ្រូលីស (hydrolysis)។ ABR ទទួលបានសមាសភាពសរីរាង្គនៃកាកសំណល់រឹងក្រុង (OFMSW) សំណល់រាវចេញពីកសិដ្ឋាន ឬទឹកស្អុយ អមដោយដំណើរការរលួយនៃវត្ថុធាតុដើមទាំងនោះហើយផលិតជីវឧស្ម័នដោយសកម្មភាពរបស់មីក្រូសរីរាង្គ(Malakahmad et al. 2008)។ នៅក្នុងរបៀបលំហូរឡើង វារំខានដល់លំហូរទឹកសំណល់ដោយផ្ទាល់តាមរយៈ sludge blanket រ៉េអាក់ទ័របន្ទាប់ពីត្រូវបានបញ្ជូនទៅផ្នែកខាងក្រោម។ កាកសំណល់នៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រកើនឡើង និងធ្លាក់ចុះជាមួយនឹងការផលិតឧស្ម័នហើយហូរតាមរ៉េអាក់ទ័រយឺតៗ (Ahmed 2019)។ ABR មិនតម្រូវឱ្យកាកសំណល់ទៅជាគ្រាប់ដើម្បីធ្វើឱ្យដំណើរការមានប្រសិទ្ធិភាពទេ ទោះបីជាគ្រាប់ទាំងនោះអាចកើតឡើងនៅពេលណាមួយក៏ដោយ (Skiadas et al. 2000)។ ការរចនារ៉េអាក់ទ័រមានគុណសម្បត្តិជាច្រើនលើប្រព័ន្ធដែលបានបង្កើតឡើងយ៉ាងល្អដូចជា UASB និង UFA រួមទាំងការរចនាដ៏សាមញ្ញ ទំហំទំនេរធំទូលាយ កាត់បន្ថយការស្ទះនិងការពង្រីកគ្រែ ត្រូវការដើមទុននិងចំណាយប្រតិបត្តិការទាប (Dahlan et al. 2020)។ ដូច្នេះ វាផ្តល់នូវភាពល្អប្រសើរចំពោះ HRT និងOLR ក៏ដូចជារយៈពេលវេលារក្សាអង្គធាតុរឹងបានយូរ ទិន្នផលកាកសំណល់ទាប និងសមត្ថភាពក្នុងការបែងចែករវាងដំណាក់កាលផ្សេងៗនៃ catabolism anaerobic (ជាការបំបែកម៉ូលេគុលស្មុគស្មាញនៅក្នុងសារពាង្គកាយមានជីវិត ដើម្បីបង្កើតម៉ូលេគុលសាមញ្ញរួមជាមួយការបញ្ចេញថាមពល)។ វាបណ្តាលឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរចំនួនបាក់តេរីដែលបង្កើនការការពារប្រឆាំងនឹងសារធាតុពុល និងភាពធន់ខ្ពស់ចំពោះការផ្លាស់ប្តូរអញ្ញតដូចជា pH និងសីតុណ្ហភាព។ រចនាសម្ព័ន្ធរូបវ័ន្តនៃ ABR ជួយឱ្យមានការកែប្រែសំខាន់ៗដែលអាចបន្សុទ្ធទឹកកខ្វក់ដែលជាទូទៅត្រូវការគ្រឿងជាច្រើន ដូច្នេះ វាជួយកាត់បន្ថយចំណាយដើមទុនយ៉ាងច្រើន (Ahmed 2019)។

ដំណើរការនេះមានស្ថេរភាពខ្លាំងដោយសារតែរចនាសម្ព័ន្ធរបស់វាបានរួមបញ្ចូលគ្នា។ ដូច្នេះ វាមានភាពសុក្រិតចំពោះភាគល្អិតជាង UASB ខណៈដែលវាផ្តល់ពេលវេលារក្សាទុកបានយូរ។ ការកែប្រែផ្សេងៗត្រូវបានធ្វើឡើងចំពោះ ABR ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវការអនុវត្តការងារ។ ការរចនា ABR ដែលបានកែប្រែថ្មីដោយប្រើការផ្សំកាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នាអាចទទួលបានការផលិតជីវឧស្ម័នខ្ពស់ និងផលិតមេតានក្នុងរយៈ

ពេលដ៏ខ្លីបំផុត។ Malakahmad et al. (2008) បានរកឃើញថា ការរួមបញ្ចូលគ្នានៃកាកសំណល់ផ្ទះបាយ ៧៥% និង ២៥% នៃទឹកស្អុយផលិតបាន ៧៤% នៃផលិតកម្មមេតាន។

លើសពីនេះទៀត ការបន្ថែមរូបធាតុប៉ូលីម៉ែរ (Polymer) ទៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រ បានបង្ហាញទិន្នផលមេតានខ្ពស់ជាងមុនបើប្រៀបធៀបទៅនឹងរ៉េអាក់ទ័រដែលមានតែកាកសំណល់មួយប្រភេទ។ ការបន្ថែមរូបធាតុប៉ូលីមែរអាចជួយបង្កើនការផលិតគ្រាប់ល្អិតៗដែលអាចជំរុញដល់ការបំបែកធាតុ ដូច្នេះជាលទ្ធផលមានកំរិតខ្ពស់នៃការរក្សាជីវម៉ាស និងការលាងសម្អាតសារធាតុរាវទាបចេញពីរ៉េអាក់ទ័រ។ គ្រាប់ទាំងនេះអនុញ្ញាតឱ្យកំហាប់ជីវម៉ាសខ្ពស់នៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័របន្តនាំទៅរកលក្ខណៈគីមី-រូប (Physicochemical gradient) ជាមួយនឹងការរីកទំហំគ្រាប់ និង ការកកើតនូវសម្ព័ន្ធស្មុកស្មាញនៃមីក្រូសរីរាង្គសំយោគ(Uyanik et al. 2002)។

៤.៥ ឡគ្របតង់

ឡគ្របតង់ ត្រូវបានប្រើដើម្បីបន្សុទ្ធកាកសំណល់សត្វ ឬកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មដែលមានផ្ទុកសារធាតុសរីរាង្គខ្ពស់ដែលលក្ខខណ្ឌរលាយរបស់កាកសំណល់ទាំងនោះកើតមាននៅក្នុងទំហំឡទាំងមូល។ ដំណើរការនៃបន្សុទ្ធដោយកត្តាជីវសាស្ត្រដែលកើតឡើង គឺដូចគ្នានឹងអ្វីដែលកើតឡើងដោយដំណើរការ AD នៅក្នុងឡឧស្ម័នផ្សេងទៀតដែរ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ឡនេះរក្សាពេលវេលាយូរសម្រាប់ការបំបែកធាតុ ដោយសារវាមានអត្រាប្រតិកម្មយឺតខ្លាំង។ ប្រព័ន្ធឡនេះមិនមានការប្រើឧបករណ៍សម្រាប់លាយ មិនប្រើកម្តៅ ហើយក៏មិនចាំបាច់គ្រប់គ្រងទៅលើកត្តាជីវសាស្ត្រ ដើម្បីបំបែកធាតុនៃកាកសំណល់នោះទេ (Woodard 2006)។ ឡគ្របតង់មានពីរប្រភេទគឺគ្របតង់សាមញ្ញ និងឡគ្របតង់ទំនើប។

៤.៥.១ ឡគ្របតង់សាមញ្ញ

ជាធម្មតាឡប្រភេទនេះ អាចប្រើកាកសំណល់រាវចន្លោះពី ០.៥ ទៅ ២% នៃសមាសភាគរឹង (Abbasi et al. 2012)។ រយៈពេលនៃ OLR និង HRT គឺទាក់ទងនឹងសីតុណ្ហភាពនៃឡ។ ឧទាហរណ៍ តម្លៃ OLR គឺខ្ពស់ជាងសម្រាប់កាកសំណល់ដែលដុតជាមួយកម្តៅមុនពេលបន្ថែមទៅក្នុងឡ។ អត្រាផ្ទុកនៃ OLR ដែលបានរាយការណ៍សម្រាប់ឡគ្របតង់ គឺចន្លោះពី ០.០៥ គីឡូក្រាម/ម៣ ទៅ ២.៥ គីឡូក្រាម/ម៣ ជាមួយនឹងសីតុណ្ហភាពរំលាយ ពី ១០ ទៅ ៤០ អង្សារសេ។ HRT ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរពី ៤ ទៅ ២៥០ ថ្ងៃ ដែលជាទូទៅ ស្ថិតក្នុងចន្លោះពី ៣០ ទៅ ៥០ ថ្ងៃ ហើយមានរយៈពេលយូរជាងនេះ ចំពោះលក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុត្រជាក់។ រយៈពេលអប្បបរមានៃ HRT គឺ ៣០ ថ្ងៃ សម្រាប់ឡគ្របតង់សាមញ្ញនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ការជ្រើសរើសអត្រាផ្ទុក គឺអាស្រ័យលើគោលបំណងនៃការបន្សុទ្ធ ដូចជាកាត់បន្ថយការបំពុលអតិបរិមា កាត់បន្ថយក្លិន ឬកាកសំណល់។ កម្រិតបន្សុទ្ធអប្បបរមា គឺផ្អែកទៅលើបរិមាណនៃ VS។ កំហាប់អាស៊ីតនៃ VS គឺជាសូចនាករនៃការអនុវត្តដំណើរការពីព្រោះអាស៊ីតត្រូវបានបម្លែងទៅជាមេតានក្នុងអត្រាដូចគ្នា ដែលពួកវាត្រូវបានបង្កើតឡើងប្រសិនបើលំនឹងមួយត្រូវបានរក្សា។ ប្រព័ន្ធឡគ្របតង់ដំណើរការល្អជាមួយនឹងកំហាប់អាស៊ីតទាបនៃ VS (តិចជាង ៥០០ មីលីក្រាម/លីត្រ) ។ ការហាមឃាត់កើតឡើងនៅកំហាប់អាស៊ីតលើសពី ២,០០០ មីលីក្រាម/លី

ត្រ។ តម្លៃ pH ធំជាង ៨ ជួយជំរុញឱ្យមានការបំភាយអាម៉ូញាក់កាន់តែច្រើន ខណៈដែល pH តូចជាង៦ អនុគ្រោះដល់ការបំភាយ H_2S និង CO_2។ តារាងទី៩ ចុះបញ្ជីតម្លៃអញ្ញតសមស្របទាំងអស់ដើម្បីទទួលបានប្រតិបត្តិការល្អបំផុត និងខ្លាំងបំផុតសម្រាប់ការបង្កើតមេតានពីឡឧស្ម័នទាំងនេះ (Bowman and Dahab 2002)

តារាងទី៩ តម្លៃប្រតិបត្តិការល្អសម្រាប់ការបំប្លែងមេតាន *(Bowman and Dahab 2002)*។

អញ្ញត/ខ្នាត	ល្អបំផុត	ល្អខ្លាំង
សីតុណ្ហភាព (អង្សារសេ)	៣០ –៣៥	២៥ – ៤០
pH	៦.៦ – ៧.៦	៦.២ – ៨.០
អាល់កាលី (មីលីក្រាម/លីត)	២,០០០–៣,០០០	១,០០០ – ៥,០០០
អាស៊ីតបម្លែងជាឧស្ម័ន (មីលីក្រាម/លីត)	៥០– ៥០០	២,០០០

៤.៥.២ ឡគ្របតង់ទំនើប

ឡនេះមានមុខងារដំណើរការស្រដៀងទៅនឹងឡ UASB ដែលកាកសំណល់ទឹកស្អុយត្រូវបានបញ្ចូលចែកចាយនៅផ្នែកខាងក្រោម ប៉ុន្តែការវិនិយោគចំណាយទាបជាង (Mainardis et al. 2020)។ ឡគ្របតង់មានភាពប្រសើរឡើងជួយគ្រប់គ្រងបរិស្ថាននៃលក្ខណៈរូប គីមី និងជីវសាស្ត្រ ដើម្បីទទួលបាននូវប្រសិទ្ធភាពនៃការបំបែកធាតុ ទទួលបានផលិតកម្មជីវឧស្ម័នខ្ពស់ និងមានដំណើរការស្ថេរភាពយូរអង្វែង (Schmidt et al. 2019)។

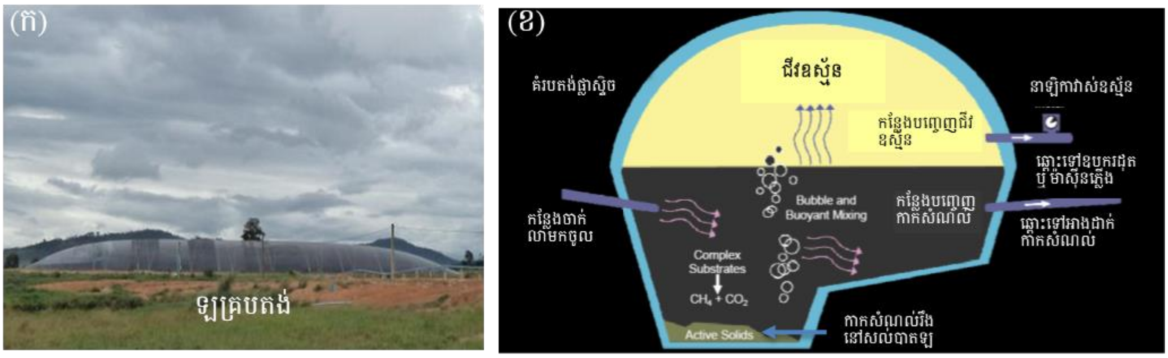
៤.៥.៣ តម្លៃការរចនា និងសំណង់នៃឡគ្របតង់ទំនើប

ការរចនានៃឡគ្របតង់ទំនើប គឺមានលក្ខណៈសាមញ្ញបើប្រៀបធៀបទៅនឹងឡជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀត។ វាមានកម្រាមួយឬច្រើន និងឡដែលមានគម្របអាចបត់បែនបានត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីប្រមូលជីវឧស្ម័នដែលកំពុងអណ្តែតឡើងទៅលើ ចំណែកអាងសម្រាប់ផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (រូបភាពទី៦)។ កាកសំណល់ទឹកស្អុយ ឬល្បាយកាកសំណល់រាវហូរចូលទៅក្នុងបាតឡ ហើយលាយជាមួយពពួកអតិសុខុមប្រាណសកម្មដែលមាននៅក្នុងឡ។ ឡគ្របតង់ទំនើបនេះកម្រត្រូវបានប្រើកម្តៅ និងអ៊ីសូឡង់ជំនួយណាស់។ ជាធម្មតា ឡនេះជីកចូលទៅក្នុងដីជ្រៅដែលមានផ្លូវចេញចូល និងមានសមាមាត្រផ្ទៃដីតូចប្រៀបធៀបទៅនឹងទំហំរបស់វាដែលអនុញ្ញាតឱ្យកាកសំណល់ដែលនៅក្នុងឡអាចរំលាយបានទៅតាមពេលវេលា។

ប្រព័ន្ធនេះអនុញ្ញាតឱ្យកាត់បន្ថយកាកសំណល់សរីរាង្គដែលរលាយខ្លះៗ។ ប្រសិនបើអាងស្តុកមិនត្រូវបានជីកចេញពីដីដែលមានជម្រាបទាបនោះទេ វាត្រូវដាក់កម្រាដើម្បីការពារទឹកក្រោមដី។ ឡគ្របតង់គួរតែត្រូវបានគ្របដោយសម្ភារៈដែលមិនជ្រាបទឹកបាន ដូចជាថង់ផ្លាស្ទិច កៅស៊ូជីតដួ ឬស៊ីម៉ងត៍។ ជាញឹកញាប់គម្របឡខាងលើត្រូវបានផលិតពីប៉ូលីអេទីឡែនដែលមានដង់ស៊ីតេខ្ពស់ (HDPE) ហើយត្រូវតែរឹងមាំ និងធន់

ល្អដើម្បីការពារផ្ទៃខាងលើអាងនិងក្តារក្រាលពីទឹកភ្លៀងឬព្យុះ។ ឡជីវឧស្ម័ននេះមានជម្រៅខុសគ្នាពី ២,៥ ទៅ ៩ ម៉ែត្រ ហើយត្រូវបានសាងសង់ឡើងយ៉ាងជ្រៅទៅតាមភូមិសាស្ត្រក្នុងតំបន់អនុញ្ញាត ដើម្បីបង្រួមផ្ទៃដីអប្បបរមា ក៏ដូចជាការកាត់បន្ថយការបញ្ចេញក្លិនមិនល្អផងដែរ។ ជម្រៅប្រហែល ៦ ម៉ែត្រត្រូវបានគេណែនាំអោយប្រើប្រាស់ដើម្បីកាត់បន្ថយផ្ទៃដី និងដើម្បីរក្សាកម្តៅឡបានល្អ។ ឡគួរតែត្រូវបានរចនាឡើងដើម្បីជៀសវាងភាពមិនដំណើរការនៃកាកសំណល់ ហើយគួរតែដាក់កម្ពស់អប្បបរមាក្តារក្រាល (ចំងាយរវាងផ្ទៃទឹកប្រតិបត្តិការអតិបរមានៃស្រះ និងកំពូលគំរបឡ) ចំនួន ០.៩ ម៉ែត្រ (Bowman and Dahab 2002)។

ការចំណាយចម្បងទាក់ទងនឹងការសាងសង់ឡគ្របតង់គឺការចំណាយលើដី ការជីកស្រះសម្រាប់ឡ និងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងគម្របចង់កៅស៊ូ។ ការចំណាយសម្រាប់ការធ្វើទំនប់ដី ការបង្ហាប់ បំពង់ជ័រ និងម៉ាស៊ីនបូមត្រូវតែរាប់បញ្ចូល។



រូបភាពទី៦ (ក) បច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់ និង(ខ) ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័នរបស់ឡ។

៤.៥.៤ ប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ

តម្រូវការក្នុងការប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំឡមានតិចតួចប៉ុណ្ណោះ។ ការយកសំណាកនៃកាកសំណល់រាវ និងកាកសំណល់ឡជារៀងរាល់ថ្ងៃ គួរត្រូវបានធ្វើឡើង និងវិភាគដើម្បីធានាបាននូវប្រតិបត្តិការត្រឹមត្រូវ។ តម្លៃអញ្ញតទាំងអស់គួរតែស្ថិតនៅក្នុងជួរតម្លៃដែលបានកំណត់សម្រាប់ប្រតិបត្តិការបង្កើតមេតាន ដូចដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាងទី៩។ តម្លៃអញ្ញតដែលមិនស្ថិតនៅក្នុងជួរតម្លៃល្អខ្លាំងនឹងកាត់បន្ថយអត្រានៃការបង្កើតមេតាន។ ក្រៅពីការយកសំណាកគំរូ ការវិភាគ និងការថែរក្សាទូទៅ ប្រព័ន្ធនេះស្ទើរតែមិនត្រូវការការថែទាំ។ យ៉ាងណាមិញ អង្គធាតុរឹងប្រមូលផ្តុំនៅបាតឡ ទាមទារឱ្យមានការដកយកចេញចន្លោះពី ៥ ទៅ ១០ ឆ្នាំម្តង អាស្រ័យលើរូបធាតុអសកម្មនៃកាកសំណល់ ក៏ដូចជាឥទ្ធិពលនៃសីតុណ្ហភាព។ ជម្រៅនៃកាកសំណល់គួរត្រូវបានតាមដានជារៀងរាល់ឆ្នាំ (Bowman and Dahab 2002)។

៤.៥.៥ គុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិនៃឡគ្រុបតង់

គុណសម្បត្តិនៃប្រព័ន្ធឡគ្រុបតង់រួមមាន លទ្ធភាពនៃការរចនាប្រព័ន្ធបរិមាណដ៏ធំមួយក្នុងតម្លៃវិនិយោគទាប។ ការចំណាយលើការសាងសង់ និងប្រតិបត្តិការទាបធ្វើឱ្យឡនេះជាជម្រើសដ៏គួរឱ្យទាក់ទាញផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុជាងប្រព័ន្ធឡដទៃទៀត ទោះបីជាពេលខ្លះកាកសំណល់ត្រូវតែយកចេញក៏ដោយ។ ជាពិសេស ប្រព័ន្ធនេះមានការចាប់អារម្មណ៍ខ្ពស់ក្នុងករណី កាកសំណល់មានសមាសភាគរឹងសរុបនិងបរិមាណថាមពលទាបខ្លាំងដូចជាកាកសំណល់រាវពីវិស័យឧស្សាហកម្មនិងទីក្រុង និងលាមករាវពីកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វផ្សេងៗ (Talia 2018)។ នេះគឺជាដំណោះស្រាយដែលមានតំលៃថោកបំផុតសម្រាប់អនុវត្តន៍ដំណើរការ AD និងងាយស្រួលក្នុងការប្រតិបត្តិការ។ ឡគ្រុបតង់ គឺជាមធ្យោបាយដ៏ល្អដើម្បីស្តារឡើងវិញនូវឧស្ម័នមេតាន និងគ្រប់គ្រងការបំភាយអាម៉ូញាក់និងឧស្ម័នក្លិនផ្សេងៗ។ ក្នុងករណីខ្លះ ស្រទាប់ស្តើងដែលបង្កើតនៅលើផ្ទៃអាងដោយសារខ្លាញ់និងប្រេងអណ្តែត និងផលិតផលនៃការរំលាយអាហារអតិសុខុមប្រាណ (microbial metabolism) បានការពារបញ្ហាក្លិនមិនល្អបានយ៉ាងល្អផងដែរ។

ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ វាក៏មានគុណវិបត្តិដូចជា ទំនោរខ្ពស់សម្រាប់ការបង្កើតស្រទាប់កាកសំណល់រឹងដែលសល់ពីការបំបែកនៅផ្នែកខាងក្រោមនៃអាង។ វាអាចចាំបាច់តម្រូវអោយបើកគំរបតង់ និងស្តារអាងឡើងវិញដែលត្រូវចំណាយថវិការខ្ពស់។ គុណវិបត្តិផ្សេងទៀតរួមមាន ចាំបាច់ត្រូវការទីតាំងធំទូលាយសម្រាប់សាងសង់ឡ ការផលិតជីវឧស្ម័នមានប្រសិទ្ធភាពទាបនៅឡើយដោយសារមិនអាចគ្រប់គ្រងសីតុណ្ហភាពនៃការរំលាយកាកសំណល់ ការកើតមានឡើងនូវបញ្ហាបច្ចេកទេសដោយសារបរិមាណផ្ទុកឧស្ម័នខ្ពស់ ឬការលេចធ្លាយជាដើម។ បច្ចេកវិទ្យាឡគ្រុបតង់ត្រូវបានបង្ហាញពីការបញ្ចេញសារធាតុពុលតាមរយៈការបំភាយឧស្ម័ននិងការហូរកាកសំណល់រាវពីឡចូលទៅតាមទឹកក្រោមដី ដែលអាចបង្កផលប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាននិងសុខភាព។ លើសពីនេះទៀត ឡគ្រុបតង់មិនត្រូវអនុវត្តចំពោះស្ថានភាពជាច្រើនដោយសារតែតម្រូវការទំហំដីធំ ការគ្រប់គ្រងដំណើរការមិនល្អ ភាពប្រែប្រួលទៅនឹងលក្ខខណ្ឌបរិស្ថាន និងការបំភាយក្លិនដែលអាចកើតមានដោយសារការលេចធ្លាយនៃគំរបឬឡ។ ដំណើរការរំលាយកាកសំណល់អាចត្រូវការពេលវេលា ដូច្នេះតម្រូវការរក្សាទុករយៈពេលយូរ ហើយបាក់តេរីសម្រាប់រំលាយកាកសំណល់ធ្វើការមិនមានប្រសិទ្ធភាពប្រសិនសីតុណ្ហភាពក្រោម ១៥ អង្សាសេ ដែលនាំអោយអត្រានៃការផលិតមេតានមានកំរិតទាប។ មួយវិញទៀត សីតុណ្ហាភាពទាបជះឥទ្ធិពលអវិជ្ជមានដល់ប្រសិទ្ធភាពនៃការបំបែកធាតុ ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងស្ថេរភាពនៃដំណើរការ (Schmidt et al. 2019)។ ដូច្នេះ ឡគ្រុបតង់មិនមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការផលិតជីវឧស្ម័នទេចំពោះអាកាសធាតុត្រជាក់។

ឯកសារយោង

Abbasi T, Tauseef S., Abbasi S. (2012) Biogas Energy. Springer, New York

Ahmed H (2019) Applications of Anaerobic Baffled Reactor in Wastewater Treatment using

Agriculture Wastes. Int Res J Eng Technol 1288–1293.

Bal AS, Dhagat NN (2001) Upflow anaerobic sludge blanket reactor-a review. Indian J Environ Health 43:1–82.

Banks CJ, Ven SH (2013) Optimisation of biogas yields from anaerobic digestion by feedstock type. In: The biogas handbook: Science, production and applications. pp 131–165

Bodkhe SY (2009) A modified anaerobic baffled reactor for municipal wastewater treatment. J Environ Manage 90:2488–2493.

Bowman RH, Dahab M (2002) Wastewater Technology Fact Sheet Anaerobic Lagoons. New York

Dahlan I, Hassan SR, Lee WJ (2020) Modeling of modified anaerobic baffled reactor for recycled paper mill effluent treatment using response surface methodology and artificial neural network. Sep Sci Technol 00:1–12.

Deublein D, Steinhauser A (2010) Biogas from waste and renewable sources: an intronduction. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany

Ghodrat AG, Tabatabaei M, Aghbashlo M, Mussatto SI (2018) Waste Management Strategies; the State of the Art. In: Tabatabaei M, Ganavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, pp 1–34

Gomez C, Costa D (2013) Biogas as an energy option: an overview. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, UK, pp 1–51

Gupta AS (2020) Feasibility Study for Production of Biogas from Wastewater and Sewage Sludge-Development of a Sustainability Assessment Framework and its Application. KTH Royal Institute of Technology

Kim JK, Oh BR, Chun YN, Kim SW (2006) Effects of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste. J Biosci Bioeng 102:328–332.

Langeveld JWA, Peterson EC (2018) Feedstocks for Biogas Production: Biogas and Electricity Generation Potentials. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 35–50

Mainardis M, Buttazzoni M, Goi D (2020) Up-flow anaerobic sludge blanket (USAB) technology for energy recovery: A review on state-of-the-art and recent technological advances. Bioengineering. doi: 10.3390/bioengineering7020043

Malakahmad A, Ahmad Basri N, Zain SM (2008) An application of anaerobic baffled reactor to produce biogas from kitchen waste. WIT Trans Ecol Environ 109:655–664.

Monnet F (2003) An Introduction to Anaerobic Digestion of Organic Wastes.

Moran S (2018) Dirty water unit operation design: biological processes. In: An Applied Guide to Water and Effluent Treatment Plant Design. Elsevier Inc., MA, USA, pp 171–202

Murphy J, Thamsiroj T (2013) Fundamental science and engineering of the anaerobic digestion process for biogas production. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, UK, pp 104–130

Musa MA, Idrus S, Hasfalina CM, Daud NNN (2018) Effect of organic loading rate on anaerobic digestion performance of mesophilic (UASB) reactor using cattle slaughterhouse wastewater as substrate. Int J Environ Res Public Health. doi: 10.3390/ijerph15102220

Nugroho G, Santoso SA (2019) Dynamical modeling of substrate and biomass effluents in up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) biogas reactor. Int J Ind Chem 10:311–319.

Rabii A, Aldin S, Dahman Y, Elbeshbishy E (2019) A Review on Anaerobic Co-Digestion with a Focus on the Microbial Populations and the Effect of Multi-Stage Digester Configuration. Energies 12:1106.

Rodriguez L (2011) Methane potential of sewage sludge to increase biogas production. Royal Institute of Technology (KTH)

Rosato MA (2018) Managing Biogas Plants. Taylor & Francis, New York

Sarker S, Lamb JJ, Hjelme DR, Lien KM (2019) A review of the role of critical parameters in the design and operation of biogas production plants. Appl Sci 9:1915 (1–38).

Schmidt T, Harris P, Lee S, McCabe BK (2019) Investigating the impact of seasonal temperature variation on biogas production from covered anaerobic lagoons treating slaughterhouse wastewater using lab scale studies. J Environ Chem Eng 7:103077.

Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark

Skiadas I V., Gavala HN, Lyberatos G (2000) Modelling of the periodic anaerobic baffled reactor (PABR) based on the retaining factor concept. Water Res 34:3725–3736.

Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ (2017) Principles of Fermentation Technology: Third Edition. In: Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ (eds) Principles of Fermentation Technology: Third Edition, third. Elsevier, MA, USA, pp 687–723

Talia L (2018) Biogas Plants: Design and Fabrication. In: Tabatabaei M, Ghanavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, Switzerland, pp 51–94

Uyanik S, Sallis PJ, Anderson GK (2002) The effect of polymer addition on granulation in an

anaerobic baffled reactor (ABR). Part I: Process performance. Water Res 36:933–943.
Woodard F (2006) Methods for Treating Wastewaters from Industry. In: Industrial Waste Treatment Handbook, second. Butterworth-Heinemann, UK, pp 149–334

ជំពូកទី៥ ការផលិតនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

សមាសធាតុសំខាន់នៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័នរួមមាន ការកាត់បន្ថយបរិមាណ ឬការដកអុីដ្រូសែនស៊ុលផួរនៅក្នុងជីវឧស្ម័ន ហៅថា biogas pre-treatment or desulfurization និងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងជីវឧស្ម័ន (biogas upgrading) ត្រូវបានលើកយកមកពិភាក្សា។ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការផលិតអគ្គិសនី កម្តៅ និងជីវតន្ទនៈត្រូវបានគូសបញ្ជាក់។ ប្រព័ន្ធដុតជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើក្នុងគោលបំណងដើម្បីសុវត្ថិភាពនិងបរិស្ថាន ហើយអញ្ញាតសំខាន់ៗមួយចំនួនសម្រាប់ការរចនាប្រព័ន្ធនេះ ក៏ដូចជាប្រតិបត្តិការ និងការថែទាំរបស់វានឹងត្រូវបានពិភាក្សា។

៥.១ លក្ខណៈនៃជីវឧស្ម័ន

បរិមាណថាមពលនៃជីវឧស្ម័នពី AD ត្រូវបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងមេតាន។ សមាសធាតុ និងលក្ខណៈសម្បត្តិរបស់ជីវឧស្ម័នមានភាពខុសប្លែកគ្នាទៅតាមកំរិតអាស្រ័យលើប្រភេទកាកសំណល់ បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន សីតុណ្ហភាព ពេលវេលារក្សាទុក។ល។ (Seadi et al. 2008)។ ជីវឧស្ម័នមានផ្ទុកឧស្ម័នងាយឆេះមេតានជាចម្បង និងសារធាតុមិនងាយឆេះដូចជា ឧស្ម័នកាបូនិច ទឹក អាម៉ូញាក់ អុីដ្រូសែនស៊ុលផួរ និងឧស្ម័នផ្សេងៗទៀត។ មេតាន គឺជាជីវឧស្ម័នដែលមានលក្ខណៈអាចបំលែងទៅជាអគ្គិសនី។ តារាងទី៦ ក្នុងជំពូកទី៣ បានបង្ហាញពីទិន្នផលមេតានដែលមានសក្តានុពលសម្រាប់ប្រភេទកាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នា ហើយទិន្នផលរបស់វាពីកាកសំណល់ផ្សេងទៀតអាចត្រូវបានរកឃើញនៅក្នុងការសិក្សាមុន (Seadi et al. 2008)។ សមាសធាតុមិនបរិសុទ្ធមួយចំនួនដូចជា H_2S និង NH_3 ចាំបាច់ត្រូវកាត់បន្ថយដល់កម្រិតមួយដែលអាចអនុញ្ញាតបាន។ កម្រិត H_2S ត្រូវបានអនុញ្ញាតសម្រាប់ម៉ាស៊ីនចំហេះ ឬម៉ាស៊ីនភ្លើង និងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវឧស្ម័នធម្មជាតិ គឺតូចជាង ២០០ ppm និង ១០ ppm រៀងៗខ្លួន។ ជាធម្មតា បរិមាណ H_2S នៅក្នុងជីវឧស្ម័នមានចន្លោះពី ១០ ទៅ ១០,០០០ ppm អាស្រ័យលើប្រភេទកាកសំណល់ (Allegue and Hinge 2014)។ ឧទាហរណ៍ បរិមាណ H_2S ពីកាកសំណល់សរីរាង្គប្រែប្រួលពី ១០ ទៅ ២,០០០ ppm ចំណែកឯតម្លៃរបស់វា គឺទាបសម្រាប់ជីវឧស្ម័នពីប្រភពទឹកស្អុយ (Rasi et al. 2007)។ នៅប្រទេសកម្ពុជា ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នពីកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វមានផ្ទុក H_2S ប្រហែល ២,០០០ ទៅ ៣,០០០ ppm (Lyhour, 2020)។ H_2S នេះគឺជាឧស្ម័នដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់សម្រាប់មនុស្ស និងបរិស្ថាន ហើយនិងឧបករណ៍ច្រេះដូចជា ធុងផ្ទុកជីវឧស្ម័ន បំពង់បង្ហូរ ម៉ាស៊ីនសម្រាប់ផ្គត់ផ្គង់ឧស្ម័ន (compressors) និងម៉ាស៊ីនភ្លើង ។ល។ H_2S អាចត្រូវបានធ្វើអុកស៊ីតកម្មទៅជាឧស្ម័នចំហេះ ស៊ុលផួរឌីអុកស៊ីត (SO_2)។ SO_2 ដែលមានកំហាប់ខ្ពស់អាចប៉ះពាល់ដល់ការដកដង្ហើម ហើយអាចធ្វើឱ្យកាន់តែធ្ងន់ធ្ងរដល់ជំងឺផ្លូវដង្ហើម និងសរសៃឈាមបេះដូង។ SO_2 ក៏អាចបម្លែងជាអាសុីតស៊ុលផួរិច (H_2SO_4)។ អាសុីតនេះមានជាតិពុលខ្ពស់ទោះបីនៅកំហាប់ទាបក៏ដោយ មិនតែប៉ុណ្ណោះវាក៏នាំឱ្យមានភាពច្រេះនៅក្នុងប្រដាប់ប្រដាប្រើប្រាស់ផងដែរ។

លើសពីនេះទៀត កំហាប់ H_2S ខ្ពស់នៅក្នុងជីវឧស្ម័ន មិនមែនជាការចង់បាននោះទេ ពីព្រោះការបញ្ចេញឧស្ម័ននេះក្នុងកំឡុងពេលប្រមូលជីវឧស្ម័ន អាចបណ្តាលឱ្យមានជំងឺហើមសួតដល់មនុស្ស។ វាត្រូវបានគេនិយាយថាកំហាប់ H_2S ចន្លោះពី ៥០០ ទៅ ១០០០ ppm អាចប៉ះពាល់ដល់ការបាត់បង់ស្មារតី និងការស្លាប់យ៉ាងឆាប់រហ័ស ហើយបើបរិមាណរបស់វាច្រើនជាង១០០០ ppm គឺណ្តាលឲ្យមនុស្សស្លាប់ភ្លាមៗតែម្តង (Doujaiji and Al-Tawfiq 2010) និង (Sawalha et al. 2020)។ ដូច្នេះ វាត្រូវបានណែនាំឱ្យដកចេញ ឬកាត់បន្ថយបរិមាណរបស់វា នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នដោយផ្ទាល់ក្នុងអំឡុងពេលដំណើរការ AD ឬដោយការបន្សុទ្ធឧស្ម័នដើម មុនពេលប្រើប្រាស់ ឬធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង។ នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន ការបំបែក H_2S អាចត្រូវបានអនុវត្តដោយបន្ថែមអុកស៊ីសែននៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នដែលនាំឲ្យមានជីវសាស្ត្រ (មីក្រូសរីរាង្គប្រើប្រាស់អុកស៊ីសែន) ដើម្បីបម្លែង H_2S ទៅជាសមាសធាតុស៊ុលផួរ (elementary sulfur)។ ជម្រើសផ្សេងទៀតក៏អាចធ្វើទៅបានដើម្បីបំបែក H_2S ឧទាហរណ៍ ដោយបន្ថែមអំបិលជាតិដែក (iron salt) ចូលក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ pre-treatment គឺជាវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានប្រើច្រើនបំផុត។

៥.២ ការដកឧស្ម័នអុ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរពីជីវឧស្ម័ន

វិធីសាស្ត្រ Pre-treatment or desulphurization គឺជាដំណើរការមួយដើម្បីយកចេញនូវ H_2S, NH_3, siloxanes និងធាតុផ្សំផ្សេងទៀតដែលមិនចង់បាន។ បច្ចេកវិទ្យាដែលប្រើសម្រាប់ការយកចេញ H_2S អាចត្រូវបានបែងចែកជាវិធីសាស្ត្ររូបវិទ្យា គីមី និងជីវសាស្ត្រ (Wellinger et al. 2013)។ ជាធម្មតា វិធីសាស្ត្រ desulphurization គីមី-រូបវិទ្យា ទាក់ទងនឹងបច្ចេកវិទ្យាដែលប្រើលក្ខណៈរូបឬគីមីវិទ្យាដើម្បីការពារ ឬកាត់បន្ថយការបង្កើត H_2S ក្នុងកំឡុងពេលដំណើរ AD (Okoro and Sun 2019)។ វិធីសាស្ត្រនេះប្រើសារធាតុស្រូប (adsorption) ដូចជា សមាសធាតុកាបូនសកម្ម (activated carbon) (Sawalha et al. 2020) ដែកអុកស៊ីត (iron oxides) ស័ង្កសីអុកស៊ីត (zinc oxides) សារធាតុស្រូប/ជុសខាត់ (absorption/scrubing) ជីវបច្ចេកវិទ្យា (ខ្យល់ និងការចាក់បញ្ចូលអុកស៊ីសែនចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន)។ លើសពីនេះទៀត ការរួមបញ្ចូលគ្នានៃដំណើរការពីរ ឬច្រើនអាចទទួលបានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការដកចេញ H_2S។ ការរួមបញ្ចូលគ្នានៃ គីមីរូបវិទ្យាជាមួយជីវបច្ចេកវិទ្យាដោយប្រើការស្រូបយកជាតិគីមីជាមួយអំបិលដែក ជួយបង្កើតឡើងវិញនូវអតិសុខុមប្រាណនៃសូលុយស្យុង ដែលបានពិពណ៌នាក្នុងសំរង់ឯកសារយោង (Allegue and Hinge 2014)។

៥.២.១ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីត

ប្រតិកម្មជាដែកអុកស៊ីត គឺជាប្រភេទនៃវិធីសាស្ត្របន្សុទ្ធគីមីដែលមានតម្លៃទាប និងផ្តល់នូវប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការដកសមាសធាតុ H_2S។ ដែកអុកស៊ីត មានប្រតិកម្មជាមួយ H_2S បង្កើតជាដែកស៊ុលភីត (iron sulfide) ហើយធាតុស៊ុលផួរ ដែលនៅសេសសល់លើផ្ទៃគ្របដណ្តប់លើផ្ទៃនៃដែកអុកស៊ីតសកម្ម។ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីត ឬកម្ទេចឈើដែលច្របល់ជាមួយដែកអុកស៊ីត ដែលគេស្គាល់ថាដែកអេប៉ុង ក៏អាចត្រូវបានប្រើសម្រាប់ desulfurization ជីវឧស្ម័នផងដែរ។ ដែកអេប៉ុង គឺជាសារធាតុដែលត្រូវបានគេទទួលស្គាល់ច្រើន

បំផុតនៅក្នុងឧស្សាហកម្មជាមួយនឹងការកាត់បន្ថយសក្តានុពល H_2S ធំជាង ៩៩,៩%។ សារធាតុស្រូបនេះអាចដំណើរការដោយភ្ជាប់ជាមួយគ្នានឹងលំហូរខ្យល់តូចមួយចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ រួមជាមួយនឹងការបញ្ចូលជីវឧស្ម័នដើម្បីធ្វើអោយមានការកើតឡើងវិញជាបន្តបន្ទាប់។ អត្រានៃការដកចេញ H_2S គឺកើនឡើងដល់ ២.៥ គីឡូក្រាមក្នុងមួយគីឡូក្រាមនៃដែកអុកស៊ីត សម្រាប់ប្រព័ន្ធបង្កើតឡើងវិញជាបន្តជាមួយនឹងការបញ្ចូលអុកស៊ីសែនតូចជាង ១% (Axelsson et al. 2012)។ ប្រព័ន្ធជុសខាត់ដែកអុកស៊ីតដែលមានកម្មសិទ្ធិអាចដកបានរហូតដល់ ២,000 ppm នៅសីតុណ្ហភាព ៤០ អង្សារសេ ដោយអត្រាលំហូរជីវឧស្ម័ន គឺ ១,000 ម^{៣}/ម៉ោង នៅក្នុងប្រព័ន្ធ AD ជាលទ្ធផល H_2S ត្រូវបានដកចេញចំនួន 2 ម^{៣}/ម៉ោង ស្មើនឹង ២.៩ គីឡូក្រាម/ម៉ោង។ ជីវឧស្ម័នមិនគួរស្ងួតពេកទេ ពីព្រោះប្រតិកម្មត្រូវការទឹក។ កំណកញើសគួរតែត្រូវជៀសវាងផងដែរ ពីព្រោះសម្ភារៈដែកអុកស៊ីតអាចជាប់ជាមួយទឹក និងកាត់បន្ថយផ្ទៃប្រតិកម្ម (Choudhury et al. 2019)។

៥.២.២ករណីសិក្សាអំពីប្រព័ន្ធ Pre-treatment ជីវឧស្ម័ននៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងរិទ្ធីនៅកម្ពុជា

ការផលិតថាមពលអគ្គិសនីពីឡជីវឧស្ម័ន នៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងរិទ្ធី បាននឹងកំពុងដំណើរការនៅក្នុងកសិដ្ឋាន ទោះយ៉ាងណា បញ្ហាច្រេះកើតចេញពីប្រតិកម្មនៃ H_2S បានបណ្តាលឱ្យមានការធ្លាក់ចុះយ៉ាងឆាប់រហ័សនៃម៉ាស៊ីនភ្លើង បង្កើនថ្លៃតំហែទាំ និងធ្វើអោយអាយុកាលរបស់ម៉ាស៊ីនខ្លី។ ប្រព័ន្ធ pre-treatment ជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានទិញពី CAMDA (សមាគមចែកចាយគ្រឿងម៉ាស៊ីនកសិកម្មចិន) នៃប្រទេសចិន ហើយត្រូវបានតំឡើងនៅខែធ្នូឆ្នាំ ២០១៩។ វាមានធុងដកឧស្ម័នអុ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរចំនួនបួន (desulfurized tanks) ដោយអាងពីរស្របគ្នាតភ្ជាប់ជាសេរី ម៉ាស៊ីនផ្លុំមួយ ឧបករណ៍ញែកសំណើមមួយ និងបន្ទះអគ្គិសនីមួយ (រូបភាពទី៧)។ ដំបូង ជីវឧស្ម័នចូលក្នុងធុង desulfurized ចំនួនពីរ (ធុងសំណុំទី១) ហើយមកឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនផ្លុំដើម្បីឱ្យមានស្ថេរភាពសម្ពាធ និងរក្សាលំហូរជីវឧស្ម័នថិតថេរ។ បន្ទាប់មក ឧស្ម័នចេញតាមធុងសំណុំទី២ និងចុងក្រោយតាមរយៈឧបករណ៍ញែកសំណើមប្រើដើម្បីយកសំណើម និងធូលីចេញពីរជីវឧស្ម័នដោយស៊ីក្លូន (ដំរង់)។ យោងតាមស្តង់ដាបច្ចេកទេសរបស់ CAMDA សមត្ថភាពបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័នរបស់វាគឺ ២៥០ ម^{៣}/ម៉ោង ជាមួយនឹងបរិមាណ H_2S ២000 ppm។ សម្ពាធនៅខាងក្រៅអាចត្រូវបានកំណត់ចន្លោះពី ៤ ទៅ ៤0 គីឡូប៉ាស្កាល់ (kPa) ។ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតត្រូវបានប្រើដើម្បីយក H_2S ចេញពីជីវឧស្ម័នដើម។ ធុងនីមួយៗត្រូវបានបំពេញដោយគ្រាប់តូចៗចំនួន ៦00 គីឡូក្រាម និងផ្លាស់ប្តូររៀងរាល់ ៧២0 ម៉ោងធ្វើការ។ ប្រសិទ្ធភាពនៃការកាត់បន្ថយ H_2S គឺកើនឡើងដល់ ៩៧,៣% (តារាងទី១0)។

រូបភាពទី៧ ឧបករណ៍ដកឧស្ម័នអុីដ្រូសែនស៊ុលផួរនៅឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំម៉ុងរិទ្ធី។

តារាងទី១០ គុណភាពជីវឧស្ម័នមុន និងក្រោយការដកឧស្ម័នអុីដ្រូសែនស៊ុលផួរដោយប្រើគ្រាប់ដែកអុកសុីត។

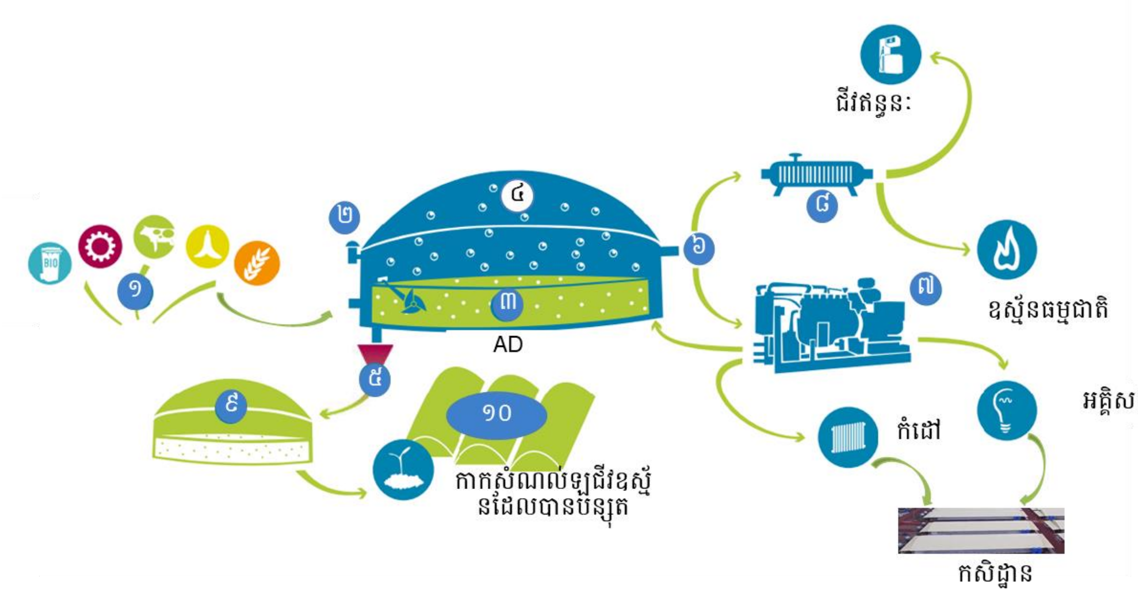
សមាសធាតុឧស្ម័ន	មុនពេលបន្សុទ្ធ	ក្រោយពេលបន្សុទ្ធ
មេតាន (%)	៦៦	៦៨.១
កាបូនឌីអុកស៊ីត (%)	២៨.៤	២៩.១
អុកស៊ីសែន (%)	០.៨	០.៣
អុីដ្រូសែនស៊ុលផួរ (ppm)	២,២៦៦	៥៩
ផ្សេងៗ (%)	៤.៩	២.៥

៥.៣ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

ប្រព័ន្ធ AD ផលិតជីវឧស្ម័ន និងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នរាវ។ ជីវឧស្ម័ន គឺជាឧស្ម័នធម្មជាតិមេតាន ដែលអាចផលិតថាមពលនៅពេលដែលឆេះ។ បរិមាណថាមពលនៃឧស្ម័ន គឺពឹងផ្អែកជាចម្បងទៅលើបរិមាណរបស់មេតាន។ បរិមាណកាបូនឌីអុកស៊ីតជាក់លាក់មួយ និងចំហាយទឹកនូវលាយឡំជាមួយមេតាន ដោយមិនអាចជៀសវាងបានទេ ចំណែកបរិមាណ H_2S ដែលមានក្នុងផលិតកម្មជីវឧស្ម័នត្រូវតែកាត់បន្ថយត្រឹមកំរិតអប្បបរមា។ ភាពមិនសុទ្ធរបស់ឧស្ម័ន អាចប៉ះពាល់ដល់ឧបករណ៍សម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ដោយបណ្តាលឱ្យមានបញ្ហាដូចជា ការច្រេះ និងខូចគ្រឿងមេកានិច រហូតនាំឱ្យមានការបំភាយដែលមិនចង់

បាននៅពេលដែលជីវឧស្ម័នត្រូវបានដុត។ វាមានទិដ្ឋភាពខុសគ្នានៃតម្រូវការគុណភាពសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ដូច្នេះជីវឧស្ម័នត្រូវបានសម្អាត ឬដំណើរការមុនពេលប្រើជាកម្ដៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) ឬជាជីវមេតាន។

ឧទាហរណ៍ ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបំលែងទៅជាថាមពលអគ្គីសនីដោយប្រើម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ផ្ទុយទៅវិញ ការបន្សុទ្ធឧស្ម័នអាចផលិតជីវមេតានសម្រាប់ប្រើជាឥន្ធនៈសម្រាប់ម៉ាស៊ីនចំហេះ ឬបង្រួមឧស្ម័នធម្មជាតិ (CNG) នៅក្នុងស៊ីឡាំង ឬបំពង់ឧស្ម័នសម្រាប់ប្រើក្នុងគ្រួសារ ឬស្ថានីយ៍ចាក់បំពេញ (Holm-Nielsen et al. 2009)។ រូបភាពទី ៨ បង្ហាញពីគ្រោងការណ៍នៃការផលិត និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន។



រូបភាពទី៨ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃគ្រោងការណ៍ស្ដីពីផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាតាមទំហំឧស្សាហកម្ម៖ (១)កាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នា (២)ឧបករណ៍សុវត្ថិភាព (៣)ឡជីវឧស្ម័ន (៤)ឧបករណ៍ផ្ទុកឧស្ម័ន (៥)អនាម័យ (៦)ប្រព័ន្ធសំអាតឧស្ម័នដោយការដក H_2S (៧)កម្ដៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) (៨)ប្រព័ន្ធបន្សុទ្ធឧស្ម័នសម្រាប់ការកែលម្អគុណភាពជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រើជាឥន្ធនៈ និង CNG (៩)កន្លែងផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និង (១០)ការធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។

៥.៣.១ ផលិតកម្មអគ្គិសនី

ឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបំលែងទៅជាអគ្គិសនីដោយប្រើទួរប៊ីនឧស្ម័ន (gas turbines) អេឡិចត្រូគីមីដើម្បីបន្លែងថាមពលគីមីរបស់ឥន្ធនៈទៅជាថាមពលអគ្គិសនី (fuel cells) ឬដោយប្រើម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ក្រៅពីការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ននៅក្នុងម៉ាស៊ីនចំហេះធម្មតា វាក៏អាចត្រូវបានប្រើនៅក្នុងទួរប៊ីនឧស្ម័ន។ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានលាយជាមួយខ្យល់ និងបញ្ចូលទៅក្នុងបន្ទប់ចំហេះ (combustion chamber) នៅសម្ពាធខ្ពស់នៅក្នុងទួរប៊ី

នឧស្ម័ន។ ល្បាយជីវឧស្ម័ននិងខ្យល់ត្រូវបានដុត ដែលបណ្តាលឱ្យសីតុណ្ហភាពកើនឡើង ហើយឧស្ម័នក្តៅត្រូវបានបញ្ចេញតាមរយៈទួរប៊ីន ដែលភ្ជាប់ទៅនឹងម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ បច្ចេកទេសនេះមានសមត្ថភាពជាធម្មតាផ្តល់ថាមពលក្រោម ២០០ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង និងថ្លៃដើមរបស់ទួរប៊ីន គឺខ្ពស់ណាស់។

ជម្រើសមួយទៀត គឺការប្រើប្រាស់ fuel cells ដែលជាឧបករណ៍អេឡិចត្រូតបំលែងថាមពលគីមីដោយផ្ទាល់ទៅជាថាមពលអគ្គីសនី។ រចនាសម្ព័នរបស់ fuel cells រួមមាន បន្ទះអេឡិចត្រូតអាណូតស្ពោត (porous anode) និងអេឡិចត្រូកាតូត (cathode) និងមានស្រទាប់អេឡិចត្រូលីត (electrolyte) ស្ថិតនៅចន្លោះរវាងបន្ទះអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។ នៅពេលដែលជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្ហូរបន្តតាមបន្ទះអាណូត និងអុកស៊ីសែនត្រូវបានបង្ហូរបន្តតាមបន្ទះកាតូត ប្រតិកម្មអេឡិចត្រូគីមីកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតទាំងពីរផលិតបានជាចរន្តអគ្គិសនី។ ប្រសិទ្ធភាពនៃការបំលែង គឺផ្អែកលើការជ្រើសរើសភ្នាសអេឡិចត្រូលីត (Seadi et al. 2008)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ វិធីសាស្ត្រនេះមានតំលៃថ្លៃ ហើយតម្រូវអោយឧស្ម័នត្រូវតែស្អាត។ ផ្ទុយទៅវិញ ការបំលែងជីវឧស្ម័នទៅជាថាមពលអគ្គីសនីដោយសំណុំម៉ាស៊ីនភ្លើង គឺមានលក្ខណៈល្អប្រសើរក្នុងការអនុវត្តដោយសារវាមិនតម្រូវអោយឧស្ម័នស្អាតជាមុននោះទេ។ វាជាការសំខាន់ក្នុងការកត់សម្គាល់ថា ការជ្រើសរើសទំហំម៉ាស៊ីនភ្លើងសមស្របសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ អាចផ្តល់នូវប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់នៃការបំលែងអគ្គិសនី និងកាត់បន្ថយចំណាយលើឧបករណ៍និងប្រតិបត្តិការ។ ប្រសិទ្ធភាពម៉ាស៊ីនភ្លើង គឺទាក់ទងនឹងទំហំនិងអត្រាលំហូរឧស្ម័ន។

ករណីសិក្សាអំពីការផលិតអគ្គិសនីនៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងរិទ្ធី៖ ឡគ្របតង់ចំនួន ៤ កន្លែង (៧៦,០០០ ម³) មានទីតាំងនៅភូមិកែវផុស ស្រុកស្ទឹងហាវ ក្រុងព្រះសីហនុ មានជ្រូកសរុបចំនួន ៤១,១០០ ក្បាលបានបង្ហាញថាផលិតកម្មជីវឧស្ម័នមានចំនួន ៤,៨៦០ ម³/ថ្ងៃ ហើយវាត្រូវការម៉ាស៊ីនភ្លើងចំនួនពីរដែលមានទំហំ ៨០០ kVA ក្នុងការផលិតថាមពលអគ្គីសនី។ ដោយសារតែការបាត់បង់កំឡុងពេលបំលែង ជីវឧស្ម័ន ១ ម³ អាចបំលែងទៅជាថាមពលប្រមាណ ១.៧ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង។ ផលិតកម្មអគ្គិសនីសរុបមានប្រហែល ៨០% នៃតម្រូវការអគ្គិសនីកសិកម្មប្រចាំឆ្នាំ។

៥.៣.២ កម្តៅនិងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា

កម្តៅនិងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា(CHP) គឺជាការប្រើប្រាស់ស្តង់ដាជីវឧស្ម័នពី AD ដែលជាវិធីសាស្ត្រមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការផលិតអគ្គិសនី និងកម្តៅពីប្រភពថាមពលកកើតឡើងវិញ។ ម៉ាស៊ីនសម្រាប់រោងចក្រថាមពល CHP មានប្រសិទ្ធិភាពរហូតដល់ ៩០% និងផលិតបានអគ្គិសនីរហូតដល់ ៣៥% និងកម្តៅ ៦៥%។ ក្នុងករណីនេះ ម៉ាស៊ីនហ្គាសម៉ាកតូតូគឺជាផ្នែកមួយនៃម៉ាស៊ីនភ្លើងអគ្គិសនី ដែលត្រូវបានប្រើជាពិសេសសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន (អប្បបរមា ៤៥% នៃមេតាន) ប្រតិបត្តិការជាមួយខ្យល់យ៉ាងលើសលប់ ដើម្បីកាត់បន្ថយការបំភាយកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO)។ ទាំងនេះវានាំឱ្យការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នទាបជាងមុន និងកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ម៉ូទ័រដែលបានទូទាត់សងដោយប្រើ turbocharger (Seadi et al. 2008)។ ថាមពលអគ្គី

សនីដែលផលិតចេញពីឡជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានប្រើជាថាមពលសម្រាប់ឧបករណ៍អគ្គិសនីនៅក្នុងកសិដ្ឋាន ឬឧស្សាហកម្ម ហើយថាមពលអគ្គីសនីលើសត្រូវបានលក់ទៅបណ្តាញអគ្គិសនី។

៥.៣.៣ ការប្រើប្រាស់កម្តៅ

ក្រៅពីដំណើរការ CHP កម្តៅអាចត្រូវបានផលិតដោយការដុតជីវឧស្ម័ននៅក្នុងឡចំហុយ ទាំងនៅនឹងកន្លែង ឬដឹកជញ្ជូនដោយបំពង់ទៅអ្នកប្រើប្រាស់។ ជីវឧស្ម័នមិនត្រូវការការបន្សុទ្ធ ហើយកំរិតនៃការចម្លងរោគមិនដាក់កម្រិតទៅលើការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នដូចក្នុងករណីការប្រើប្រាស់ដ៏ទៃទៀតដែរ។ ជីវឧស្ម័នជាទូទៅត្រូវការ ការដកយកចេញ ការបង្ហាប់ ត្រជាក់ និងការសម្ងួត។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំជាច្រើនត្រូវបានបង្កើតឡើងសម្រាប់ផលិតកម្មអគ្គិសនី ដោយមិនគិតពីការប្រើប្រាស់កម្តៅ។ បញ្ហាសំខាន់មួយសម្រាប់ប្រសិទ្ធភាពថាមពល និងសេដ្ឋកិច្ចរបស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គឺការប្រើប្រាស់កម្តៅដែលបានផលិត។ ដូច្នេះ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំដែលទើបបង្កើតថ្មី គួរតែរួមបញ្ចូលការប្រើប្រាស់កម្តៅក្នុងការរចនាឡ (Seadi et al. 2008)។ ជាធម្មតា ផ្នែកមួយនៃកម្តៅត្រូវបានប្រើសម្រាប់កម្តៅឡជីវឧស្ម័ន (កម្តៅដែលត្រូវការនៅពេលដំណើរការឡជីវឧស្ម័ន)។ កម្តៅក៏ត្រូវបានគេប្រើជាថាមពលសម្រាប់ឧបករណ៍កម្តៅ-ត្រជាក់នៃកម្តៅ ដោយបំលែងថាមពលបញ្ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធត្រជាក់។

ករណីសិក្សាអំពីការប្រើប្រាស់កម្តៅជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា៖ តម្រូវការកម្តៅក្នុងតំបន់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាត្រូវបានផ្តល់ជូននៅតាមកន្លែងសម្រាប់កែច្នៃចំណីអាហារ និងក្រុមហ៊ុនឧស្សាហកម្ម។ ធ្យូងថ្មត្រូវបានប្រើនៅក្នុងឡចំហាយសម្រាប់ផលិតចំហាយទឹក ឬទឹកក្តៅ។ តម្លៃលក់រាយធ្យូងថ្មនៅកម្ពុជា គឺប្រហែល ០.៣៧ ដុល្លារ/គីឡូក្រាម ដែលស្មើនឹងតម្លៃ ០.០៤៦ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង។ ការផ្គត់ផ្គង់កម្តៅពីឡជីវឧស្ម័នដែលមានសមត្ថភាព ១០០ ម^{៣}/ម៉ោង និង ១០ ម^{៣}/ម៉ោង ត្រូវចំណាយ ០.០៣ និង ០.០៥ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង រៀងៗខ្លួន។ ម៉្យាងវិញទៀត ជីវឧស្ម័នប្រើសម្រាប់ការផ្គត់ផ្គង់កម្តៅ និងការដឹកជញ្ជូនតាមបំពង់ជីវឧស្ម័ន (ចម្ងាយ <៥ គីឡូម៉ែត្រ) ចំណាយ ០.០៤៧ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង (Scholwin and Hofmann 2019)។ ផ្អែកលើការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ច ការផ្គត់ផ្គង់កម្តៅ (នៅទីតាំងជិតៗ ឬដឹកជញ្ជូនតាមបំពង់ជីវឧស្ម័ន) សម្រាប់វិស័យឧស្សាហកម្មពីជីវឧស្ម័នខ្នាតធំអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជំនួសកម្តៅពីធ្យូងថ្ម។

៥.៣.៤ ផលិតកម្មជីវមេតាន និងឧស្ម័នធម្មជាតិ

ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នជំនួសឧស្ម័នធម្មជាតិ ទទួលនូវសារៈសំខាន់គួរឱ្យកត់សម្គាល់ដោយសារតែការថយចុះ និងគុណភាពទាបនៃធនធានឧស្ម័នធម្មជាតិ (Ullah Khan et al. 2017)។ មេតាន អាចផលិតឥន្ធនៈស្អាត ប៉ុន្តែឧស្ម័នកាបូនិចដែលជាផ្នែកដែលមិនងាយឆេះធ្វើអោយជីវឧស្ម័នមានតម្លៃកាឡូរីទាប។ ឧទាហរណ៍ ៥៥% នៃមេតាន មានតម្លៃកាឡូរី ១៩.៧ ម៉េហ្គាហ្សូលក្នុងមួយម៉ែត្រគីប (MJ/Nm^3) ខណៈពេលមេតានសុទ្ធមានតម្លៃកាឡូរី ៣៥.៨ MJ/Nm^3 (Abderezzak et al. 2012)។ ដូច្នេះ ការសម្អាតជីវឧស្ម័ន និងការធ្វើឱ្យ

ប្រសើរឡើង គឺចាំបាច់សម្រាប់ការបង្កើនតម្លៃកាឡូរីនៃឧស្ម័ន និងការកាត់បន្ថយការចម្លងរោគពីសមាសធាតុដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់ទាំងផ្នែកបច្ចេកទេស និងបរិស្ថាន។ ភាពមិនបរិសុទ្ធមួយចំនួនឧទាហរណ៍ H_2S មានគ្រោះថ្នាក់ដល់ដំណើរការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ហើយដូច្នេះចាំបាច់ត្រូវដកចេញជាមុនសិន (Wellinger et al. 2013)។ ភាពមិនបរិសុទ្ធទាំងនេះ វាត្រូវបានយកចេញនៅក្នុងជំហានធ្វើឱ្យប្រសើរ ដើម្បីទទួលបានតម្រូវការសមាសភាពដូចមានចែងក្នុងតារាងទី១១ ប៉ុន្តែវាអាស្រ័យលើបច្ចេកវិទ្យាដែលត្រូវបានប្រើ។ ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់សម្រាប់ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃជីវឧស្ម័នទៅជាឧស្ម័នធម្មជាតិត្រូវការតម្លៃវិនិយោគបន្ថែម។ បច្ចេកវិទ្យាសម្រាប់ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃជីវឧស្ម័ន ដូចជាការបញ្ចោញសម្ពាធ (pressure swing adsorption or PSA) ការប្រើសម្ពាធទឹកខ្ពស់ (high pressure water scrubbing or HPWS) ការដុសខាត់ដោយលក្ខណៈរូបសរីរាង្គ (organic physical scrubbing or OPS) ដំណើរការដុសខាត់ដោយគីមី (chemical scrubbing process or CSP) ការបំបែកភ្នាស (membrane separation) និងការបំបែកតាមលក្ខណៈរូបនៅស៊ីតុណ្ហភាពទាប (cryogenic separation) ត្រូវបានប្រើប្រាស់។ ការជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដែលមានប្រសិទ្ធិភាពសម្រាប់បន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន គឺមានសារៈសំខាន់ណាស់ដើម្បីឱ្យមានគុណភាពស្មើគ្នានឹងឧស្ម័នធម្មជាតិ និងដើម្បីកាត់បន្ថយតម្លៃផលិតកម្ម និងការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG។ Ullah Khan et al. (2017) បានសិក្សាអំពីបច្ចេកវិទ្យាផ្សេងៗគ្នានៃផលិតកម្មជីវមេតាន ក៏ដូចជាគុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិរបស់ពួកវាទាក់ទងនឹងលក្ខណៈបច្ចេកទេសនៃបច្ចេកវិទ្យាបន្សុទ្ធ តម្រូវការជាក់លាក់ផ្សេងៗសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ការចំណាយលើវិនិយោគ និងតម្លៃប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ។ ជាទូទៅ បច្ចេកវិទ្យាបំបែកភ្នាស មានដំណើរការល្អប្រសើរទាក់ទងនឹងទិដ្ឋភាពសេដ្ឋកិច្ច និងបរិស្ថាន បើប្រៀបធៀបទៅនឹងដំណើរការបំបែកតាមបែបប្រពៃណី។ ការអភិវឌ្ឍសម្ភារៈសម្រាប់ប្រើប្រាស់ជាភ្នាសនាពេលអនាគតអាចជួយកាត់បន្ថយថ្លៃដើមផលិតកម្មជីវមេតាន។

ម៉្យាងវិញទៀត ដើមទុននិងថ្លៃដើមប្រតិបត្តិការនៃបច្ចេកវិទ្យាបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន ភាគច្រើនពឹងផ្អែកទៅលើដំណើរការដែលបានជ្រើសរើស គុណភាពជីវឧស្ម័នដើម គុណភាពផលិតផលដែលចង់បាន ហើយសំខាន់ជាងនេះទៅទៀត គឺសមត្ថភាពរបស់ឡជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍សមត្ថភាពផលិតកាន់តែធំ ការចំណាយលើការវិនិយោគកាន់តែខ្ពស់ (Bauer et al. 2013)។ ផលិតកម្មជីវមេតានបានអភិវឌ្ឍភាគច្រើននៅក្នុងប្រទេសដែលមានសេដ្ឋកិច្ចរឹងមាំ និងមានគោលដៅខ្ពស់ទាក់ទងនឹងសេដ្ឋកិច្ចបៃតង ក៏ដូចជាករណីដែលមានសមត្ថភាពជីវឧស្ម័នជាក់លាក់ខ្ពស់ជាង ៥០០ ម៣/ម៉ោង ដែលអាចផលិតជីវឧស្ម័ននៅនឹងកន្លែង (Backman and Rogulska 2016)។

ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបង្រួមដើម្បីបង្កើតជាឧស្ម័នធម្មជាតិ (CNG or Compression Natural Gas) ដែលអាចប្រើជាឥន្ធនៈសម្រាប់យានយន្តនៅក្នុងស្ថានីយ៍ចាក់ប្រេង។ ការចំណាយភាគច្រើនពឹងផ្អែកលើអត្រាបរិមាណ ដែលក្នុងនោះ ៥០០ ម៣/ម៉ោង ត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាខ្នាតសេដ្ឋកិច្ចទាបបំផុត។ ការសិក្សានាពេលថ្មីៗនេះរបស់ FvB (2018) បានបង្ហាញថា CNG ពីជីវមេតានមិនមានលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ប្រើ

ប្រាស់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ដោយសារតែសមត្ថភាពផលិតជីវឧស្ម័ននៅមានកំរិត ហើយនឹងបញ្ហាកង្វះស្ថានីយ៍ប្រេង។ លើសពីនេះទៅទៀត តម្លៃឧស្ម័ន LPG មានតម្លៃថោកជាង CNG ដែលបានមកពីការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍ តម្លៃឧស្ម័ន LPG គឺ ០.៥៨ ដុល្លារ/គីឡូក្រាម (ស្មើនឹង ០.០៤៥ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង) ចំណែក CNG គឺ ០.០៥៣ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង និង ០.០៨៩ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ១០០ ម^{៣}/ម៉ោង និង ១០ ម^{៣}/ម៉ោង។

តារាងទី១១ សមាសធាតុជីវឧស្ម័នធៀបនឹងជីវមេតាន។

សមាសធាតុជីវឧស្ម័ន	ជីវឧស្ម័ន	ជីវមេតាន
មេតាន(%)	៥០ – ៧០	> ៩៧
កាបូនឌីអុកស៊ីត (%)	៣៩ – ៤៥	< ៣
អុីដ្រូសែនស៊ុលផួរ (ppm)	< ៦,០០០	< ៥

៥.៤ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន

ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័នត្រូវបានប្រើដើម្បីដុតជីវឧស្ម័នដែលលើសតម្រូវការនៃប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នប្រកបដោយសុវត្ថិភាព ឬកន្លែងដែលការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នត្រូវបានរំខាន។ ពួកគេក៏អាចផ្តល់មធ្យោបាយតែមួយគត់ក្នុងការបោះចោលជីវឧស្ម័នដែលបានផលិតដោយដំណើរការ AD ដែលសេដ្ឋកិច្ចនៃការងើបឡើងវិញនៃថាមពលបានបង្ហាញថាមិនអាចទទួលយកបាន (Caine 2000) និង (Seadi et al. 2008)។ ឡជីវឧស្ម័នអាចមានហានិភ័យនៃការឆេះ ឬការផ្ទុះនៅពេលដែលកំហាប់មេតាននៅក្នុងចន្លោះពី ៥ ទៅ ១៥% នៅក្នុងខ្យល់។ ការដុតជីវឧស្ម័ន គឺជាដំណើរការធ្វើអុកស៊ីតកម្មនៃមេតាននៅក្នុងអណ្តាតភ្លើង ឬចំហេះ ដែលបណ្តាលឱ្យមានការបំភាយកាបូនឌីអុកស៊ីតជាជាងឧស្ម័នមេតាន ដែលការបំភាយឧស្ម័នមេតានទៅក្នុងបរិយាកាស មានផលប៉ះពាល់ដល់ការកើនឡើងនូវកម្តៅពិភពលោករហូតដល់ទៅ >២៥ ដងនៃឧស្ម័នកាបូនិច។ ដើម្បីដុតចំហេះអោយសព្វសម្រាប់មេតាន ១ ម៉ូល (mole) វាត្រូវការអុកស៊ីសែនចំនួន ២ ម៉ូល (រូបមន្តទី៥)។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅក្នុងខ្យល់ វាត្រូវការ ៥.៨ នៃបរិមាណខ្យល់ដែលមាន ២១% នៃខ្នាត មាឌ/មាឌ ដើម្បីបំពេញចំហេះ ១ ខ្នាតមាឌនៃបរិមាណជីវឧស្ម័នដែលមានផ្ទុកមេតាន ៦០% នៃខ្នាត មាឌ/មាឌ។ តាមទ្រឹស្តីការផ្តល់ខ្យល់លើស (១០ V_{air} ទៅ ១ V_{CH4}) មិនត្រឹមតែអាចបំពេញនូវចំហេះប៉ុណ្ណោះទេ ប៉ុន្តែវាក៏ធ្វើឱ្យចំហេះត្រជាក់ផងដែរ។ ការរចនានូវឧបករណ៍ដុតជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវបានពឹងផ្អែកលើសមាសធាតុជីវឧស្ម័ន (តម្រូវការខ្យល់សម្រាប់ចំហេះ) និងអត្រាលំហូរ (ដើម្បីគណនាកំរិតខ្ពស់នៃឧបករណ៍ដុត និងល្បឿននិងពេលវេលានៃការផ្ទុកជីវឧស្ម័ននៅក្នុងចំហេះនោះ) (Nikiema et al. 2007)។

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad (៥)$$

ប្រព័ន្ធដុតឧស្ម័នដែលព័ទ្ធជុំវិញ ត្រូវបានបំពាក់ដោយម៉ាស៊ីនសម្ងួតខ្យល់ដើម្បីគ្រប់គ្រងសីតុណ្ហភាពចំហេះ (រូបភាពទី៩)។ វាទំនងជាត្រូវបានប្រើក្នុងការប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រព័ន្ធដុតឧស្ម័នចំហរ ពីព្រោះវាអាចការពារការរលត់ ដែលជាលទ្ធផលក្នុងការដុតបានសព្វល្អ និងធ្វើអោយការបញ្ចេញឧស្ម័នទៅបរិយាកាសមានកំរិតទាប។ ដូច្នេះ ប្រព័ន្ធនេះអាចបំពេញតាមស្តង់ដានៃការអនុវត្តនិងការបំភាយ ហើយអាចត្រូវបានផលិតបន្ថែមទៀតដើម្បីបំពេញតាមស្តង់ដាជាក់លាក់ណាមួយ (Caine 2000)។

រូបភាពទី៩ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័នបិទជិតពី CAMDA។

៥.៤.១ ប្រតិបត្តិការ ការប្រុងប្រយ័ត្ន ការត្រួតពិនិត្យ និងការថែទាំ

តេស្តត្រួតពិនិត្យឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន គឺចាំបាច់ត្រូវធ្វើ មុនពេលប្រតិបត្តិការ។ បន្ទាប់ពីដំឡើង និងការត្រួតពិនិត្យឧបករណ៍រួច បណ្តាញបំពង់ផ្គត់ផ្គង់ឧស្ម័នត្រូវតែពិនិត្យរកការតំឡើងត្រឹមត្រូវដោយប្រើវិធីសាស្ត្រាវរកការលេចធ្លាយ និងស្តង់ដាត្រួតពិនិត្យបណ្តាញបំពង់ឧស្ម័ន (Seadi et al. 2008)។ សម្រាប់ហេតុផលសុវត្ថិភាព និងការកាត់បន្ថយអប្បបរមានៃការបំភាយកម្តៅ និងការបញ្ចេញសំលេងរំខានពីការឆាបឆេះ ការតំឡើងបង្គោលភ្លើងប៉ម គួរតែត្រូវបានដាក់ តែតម្រូវអោយមានចម្ងាយសុវត្ថិភាពប្រហែល ២០ ម៉ែត្រជុំវិញឧបករណ៍ដុ

ត។ ឧបករណ៍ដុតរួមទាំងឧបករណ៍ថាមពលកម្ដៅ គួរតែត្រូវបានតំឡើងនៅកន្លែងដែលមានខ្យល់ចេញចូលល្អ ហើយដាក់ឆ្ងាយពីវត្ថុងាយឆេះ និងផ្ទុះ។ បរិមាណមេតាននៃជីវឧស្ម័ន គួរតែត្រូវបានតេស្តជាប្រចាំ។ ឧបករណ៍នេះមិនអាចបើកបានទេនៅពេលបរិមាណមេតានតិចជាង ៣៥%។

សន្ទះបិទបើកអគ្គីសនីនៃឧបករណ៍ដុត (សន្ទះបិទបើកលំហូរ) គឺជាសមាសភាគសំខាន់សម្រាប់ផ្គត់ផ្គង់ និងកាត់ផ្ដាច់ឧស្ម័ន។ ដូច្នេះ សន្ទះនេះគួរតែត្រូវបានត្រួតពិនិត្យ និងថែទាំឱ្យបានទៀងទាត់មិនអោយលើសពីបីខែទេ។ ការលេចធ្លាយនៃសន្ទះបិទបើកអាចបណ្ដាលឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់ ហើយការខូចខាត ឬការស្ទះរបស់វាបណ្ដាលឱ្យឥន្ធនៈមិនត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ទៅឧបករណ៍ដុត ដែលធ្វើអោយឧបករណ៍ដុតមិនអាចធ្វើប្រតិបត្តិការបានឡើយ។

ឯកសារយោង

Abderezzak B, Khelidj B, Kellaci A, Abbes MT (2012) The Smart Use of Biogas: Decision Support Tool. AASRI Procedia 2:156–162.

Allegue LB, Hinge J (2014) Biogas upgrading Evaluation of methods for H2S removal. Danish Technol Inst 31.

Axelsson L, Franzén M, Ostwald M, et al (2012) Perspective: Jatropha cultivation in southern India: Assessing farmers’ experiences. Biofuels, Bioprod Biorefining 6:246–256.

Backman M, Rogulska M (2016) Biomethane use in Sweden. Arch Motoryz 71:7–19.

Bauer AS, Singh AK, Amanatullah D, et al (2013) Free Vascularized Fibular Transfer With Langenskiöld Procedure for the Treatment of Congenital Pseudarthrosis of the Forearm.

Caine M (2000) Biogas Flares: State of the Art and Market Review.

Choudhury A, Shelford T, Felton G, et al (2019) Evaluation of hydrogen sulfide scrubbing systems for anaerobic digesters on two U.S. Dairy farms.

Doujaiji B, Al-Tawfiq JA (2010) Hydrogen sulfide exposure in an adult male. Ann Saudi Med 30:76–80.

Holm-Nielsen JB, Al Seadi T, Oleskowicz-Popiel P (2009) The future of anaerobic digestion and biogas utilization. Bioresour Technol 100:5478–5484.

Nikiema J, Brrzezinski R, Heitz M (2007) Elimination of methane generated from landfills by biofiltration : a review. Rev Environ Sci Bio/Technology 6:261–284.

Okoro OV, Sun Z (2019) Desulphurisation of biogas: A systematic qualitative and economic-based quantitative review of alternative strategies. ChemEngineering 3:1–29.

Rasi S, Veijanen A, Rintala J (2007) Trace compounds of biogas from different biogas production plants. Energy 32:1375–1380.

Sawalha H, Maghalseh M, Qutaina J, et al (2020) Removal of hydrogen sulfide from biogas

using activated carbon synthesized from different locally available biomass wastes - a case study from Palestine. Bioengineered 11:607–618.

Scholwin F, Hofmann F (2019) Provision of services: Analysis of alternative uses for biogas in Cambodia. Phnom Penh

Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark

Ullah Khan I, Hafiz Dzarfan Othman M, Hashim H, et al (2017) Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilisation and storage. Energy Convers Manag 150:277–294.

Wellinger A, Murphy J, Baxter D (2013) Biogas utilisation: international experience and best practice. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp 327–460

ជំពូកទី៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន

ជំពូកនេះនឹងពិភាក្សាអំពីលក្ខណៈកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន(បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹម) និងគុណភាពសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងគុណភាពនៃការគ្រប់គ្រង។ ដូចគ្នានេះផងដែរ ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងគុណសម្បត្តិនៃបច្ចេកវិទ្យានេះនឹងត្រូវបានពិនិត្យដោយហ្មត់ចត់។ ស្តង់ដានៃការសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានផ្តល់ឱ្យ ហើយការប្រើប្រាស់នៃសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជាត្រូវបានគេគូសបញ្ជាក់។

៦.១ លក្ខណៈនៃសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន

កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គឺជាផលិតផលរបស់ AD មានសមាសធាតុរឹងនិងរាវ ហើយអាចប្រើជាជីនៅលើទីវាលដើម្បីធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវការប្រើប្រាស់សារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់ដំណាំ និងការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ជីរ៉ែ រួមទាំងការកាត់បន្ថយការបំពុលទឹក។ ការកែច្នៃឡើងវិញនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នយកទៅប្រើប្រាស់នៅលើដី ត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាជំរើសដ៏ល្អបំផុតសម្រាប់បរិស្ថាន ដែលអាចអនុវត្តបាននៅក្នុងគ្រប់កាលៈទេសៈ និងអាចបំពេញនូវវដ្តជីវជាតិធម្មជាតិ។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គឺជាប្រភពដ៏មានតំលៃនៃសារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិសំខាន់ៗ ដូចជា អាសូត (N) ផូស្វ័រ (P ឬ P_2O_5), ប៉ូតាស្យូម (K ឬ K_2O), ស៊ុលផួរ (S ឬ SO_3) និងសារធាតុផ្សេងទៀត ដែលមានស្រាប់នៅក្នុងកាកសំណល់សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន ហើយក៏នៅតែមានក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការ និងអាចរកបាននៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នផងដែរ។ សារធាតុចិញ្ចឹមទាំងនេះគឺចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់របស់ដំណាំឬរុក្ខជាតិ ដូច្នេះហើយនាំអោយផលិតកម្មដំណាំមាននិរន្តរភាព (Chambers and Taylor 2013)។ សមាសធាតុផ្សំនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននៅតែដដែលដូចគ្នានឹងកាកសំណល់ដើម ប៉ុន្តែវាមានគុណភាពបង្កជីជាតិល្អជាងមុន ពីព្រោះម៉ូលេគុលសរីរាង្គត្រូវបានរំលាយ ហើយផ្នែកខ្លះនៃសារធាតុចិញ្ចឹមត្រូវបានក្លាយជាសារធាតុរ៉ែ។

៦.២ គុណភាព និងការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន

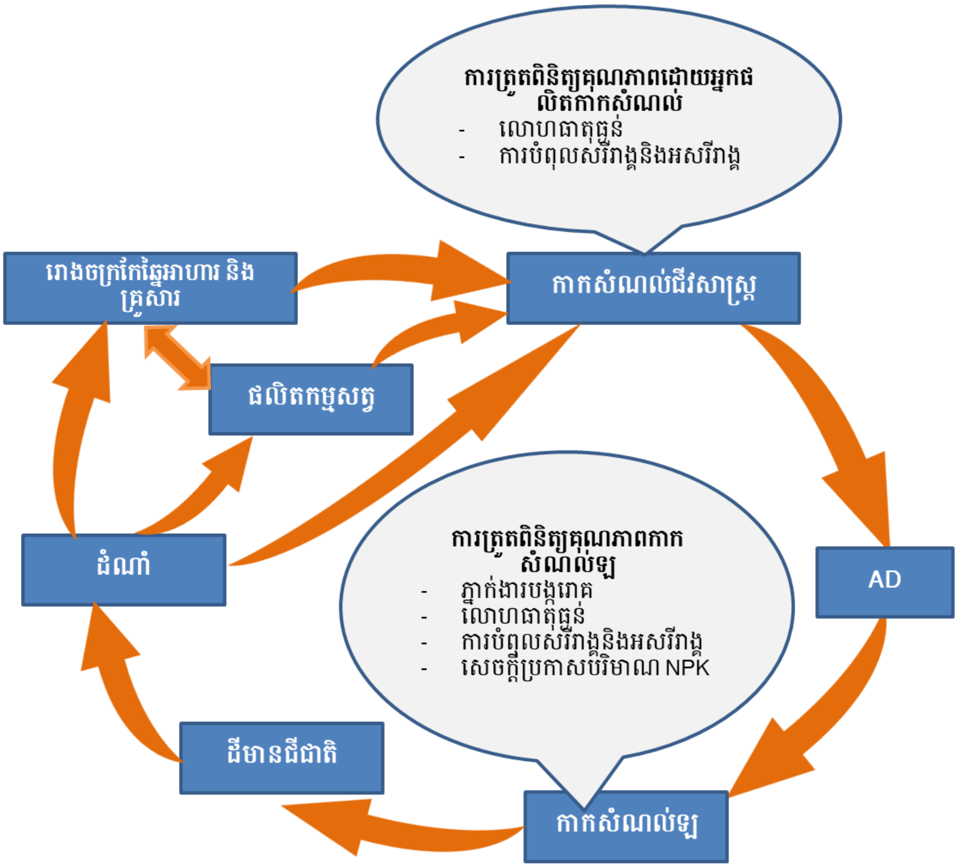
បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមនៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គឺពឹងផ្អែកយ៉ាងខ្លាំងទៅលើកាកសំណល់ដើម ដូច្នេះហើយគុណភាពនៃជីខុសគ្នា។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលមានគុណភាពខ្ពស់សមស្របសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជាជី ហើយត្រូវបានកំណត់ដោយលក្ខណៈសំខាន់ៗដូចជា បរិមាណនៃសារធាតុចិញ្ចឹម pH សារធាតុស្ងួតនិងបរិមាណ DM និង ODM ក៏ដូចជាភាពដូចគ្នានិងភាពសុទ្ធ (គ្មានការផ្ទុកនូវភាពមិនបរិសុទ្ធនៃអសរីរាង្គដូចជាប្លាស្ទិច ថ្ម កែវ។ល។) មានអនាម័យនិងសុវត្ថិភាពសម្រាប់ពពួកអតិសុខុមប្រាណមានជីវិត និងបរិស្ថានទាក់ទងនឹងកត្តាសម្ភារៈជីវសាស្ត្រ (សារធាតុបង្កជំងឺ) និងសារធាតុគីមីពុល (សរីរាង្គនិងអសរីរាង្គ) (Seadi et al. 2012)។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននេះអាចយកទៅកែច្នៃជាជីល្អបំផុត ប៉ុន្តែមានដែនកំណត់ដោយសារគុណភាពមិនទាន់គ្រប់គ្រាន់របស់វា ដែលអាចជះឥទ្ធិពលដល់សុវត្ថិភាពចំណីអាហារ សុខភាព និងបរិស្ថាន។ ការគ្រប់គ្រង ការទុកដាក់ ការស្តុកទុក និងការប្រើកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីមិនត្រឹម

ត្រូវ អាចបណ្តាលឱ្យមានការបំភាយអាម៉ូញាក់ ការលេចធ្លាយជាតិនីត្រាត និងការផ្ទុកផូស្វ័រច្រើនពេក។ ការធ្វើសំណាកតាមកាលកំណត់ និងវិភាគបរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹម ត្រូវធ្វើមុនពេលប្រើប្រាស់លើទីវាលឬដី ដើម្បីធានាថាស្តង់ដានៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបំពេញ។ ដូច្នេះ ការអនុវត្តនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នទៅជាជីសរីរាង្គ ត្រូវតែធ្វើឡើងដោយឈរលើមូលដ្ឋាននៃការត្រួតពិនិត្យនិងគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (Holm-Nielsen et al. 2009)។

ការគ្រប់គ្រងគុណភាពនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន មិនត្រឹមតែធានាថាកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នមានសុវត្ថិភាពសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ប៉ុណ្ណោះទេ តែវាក៏រួមចំណែកដល់ការយល់ឃើញនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលជាផលិតផលមានសុវត្ថិភាពនិងសុខភាពផងដែរ។ គោលបំណងចុងក្រោយ គឺដើម្បីបង្កើនការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ និងដើម្បីផ្តល់ការលើកទឹកចិត្តសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍបន្ថែមទៀតនៃបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន ដែលមានលក្ខណៈល្អសម្រាប់បរិស្ថាន និង ជាជម្រើសនៃការបន្សុទ្ធប្រកបដោយសុវត្ថិភាពរបស់ពេទ្យសត្វ សម្រាប់លាមកសត្វនិងកាកសំណល់សរីរាង្គ (Seadi et al. 2012) ។ តម្រូវការសម្រាប់គុណភាពចាំបាច់ត្រូវបញ្ជាក់ពីការអនុម័តវិធីសាស្ត្ររួមមួយ និងប្រព័ន្ធនៃអញ្ញតគុណភាពដើម្បីវាស់ហើយធានាបាននូវគុណភាព។ ការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានអនុវត្តតាមមធ្យោបាយផ្សេងៗដូចជា៖ ស្តង់ដានៃគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ប្រព័ន្ធវិញ្ញាបនប័ត្រកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន បទប្បញ្ញត្តិសារធាតុចិញ្ចឹម និងក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ ហើយសំខាន់បំផុតតាមរយៈការអនុវត្តការត្រួតពិនិត្យគុណភាពទៅតាមវដ្តនៃផលិតផលកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នទាំងមូល។ ផលិតកម្ម និងការកែច្នៃឡើងវិញនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ តម្រូវឱ្យមានការគ្រប់គ្រង និងត្រួតពិនិត្យគុណភាពពេញមួយវដ្តនៃដំណើរបិទជិតនៃ AD ទាំងមូល ចាប់ពីកាកសំណល់សម្រាប់ AD រហូតដល់ការប្រើប្រាស់ចុងក្រោយនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នទៅជាជីសរីរាង្គ (រូបភាពទី ១០) ។

ច្បាប់ស្តីពីបរិស្ថានកាន់តែតឹងរឹង ដែលត្រូវបានណែនាំនៅក្នុងប្រទេសភាគច្រើនក្នុងគោលបំណងដោះស្រាយនូវរាល់ការបំពុលគ្រប់ប្រភេទ និងការបាត់បង់ជីវៈចម្រុះ និងកាត់បន្ថយនូវគ្រោះថ្នាក់នាពេលបច្ចុប្បន្ននិងទៅអនាគតចំពោះអតិសុខុមប្រាណមានជីវិត។ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ និងបទដ្ឋានគុណភាពសម្រាប់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នប្រើជាជី ផ្តល់នូវទំនុកចិត្តប្រកបដោយគុណភាព និងសុវត្ថិភាព ហើយជួយរួមចំណែកដល់ស្ថេរភាពទីផ្សារសម្រាប់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។ បទប្បញ្ញត្តិបែបនេះ ត្រូវបានណែនាំដោយចំនួនប្រទេសជាច្រើន ដែលរួមមានស្តង់ដានៃគុណភាពកាសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គ្រោងការណ៍បញ្ជាក់វិញ្ញាបនប័ត្រកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់ការអនុវត្តការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងបញ្ជីវិជ្ជមាននៃសម្ភារៈសមស្របប្រើជាកាកសំណល់សម្រាប់ AD។ ការជ្រើសរើសយ៉ាងតឹងរឹង និងការត្រួតពិនិត្យគុណភាពយ៉ាងហ្មត់ចត់នៃវត្ថុធាតុដើមដែលត្រូវបានប្រើជាកាកសំណល់សម្រាប់ AD គឺជាជំហានដំបូង និងសំខាន់បំផុតនៃការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដោយធានាបាននូវអេកូឡូស៊ីអតិបរមា និង

ផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចពីការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ (Mucha et al. 2019)។ ប្រភេទកាកសំណល់ដែលមិនសមស្របមានផ្ទុកលោហធាតុធ្ងន់ សមាសធាតុសរីរាង្គជាប់លាប់ ការចម្លងរោគភ្នាក់ងារបង្ករោគ និងគ្រោះថ្នាក់ដែលអាចកើតមានផ្សេងទៀតមិនអាចកាត់បន្ថយក្នុងបានទេអំឡុងពេលដំណើរការ AD។ វាចាំបាច់ក្នុងការទាញយកសមាសធាតុដែលមិនចង់បានទាំងនោះចេញដោយការបន្សុទ្ធកាកសំណល់សម្រាប់ AD ក៏ដូចជាកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នផងដែរ (Holm-Nielsen et al. 2009)។ ផ្នែកសំខាន់នៃការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ដូចជាសារធាតុគីមី ជីវសាស្រ្ត និងភាពមិនសុទ្ធនៃរាងកាយ (physical impurities) ត្រូវបានរៀបរាប់ក្នុងឯកសារយោង (Seadi et al. 2012)។



រូបភាពទី១០ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃវដ្តបិទនៃ AD កាកសំណល់ជីវសាស្រ្ត, AD និងការគ្រប់គ្រងគុណភាពនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។

ការអនុវត្តល្អក្នុងការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ជាទូទៅធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវទំនុកចិត្តនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងសុវត្ថិភាពបសុពេទ្យ ជួយទប់ស្កាត់ការពារគ្រោះថ្នាក់សុខភាព និងបរិស្ថាន ដោយផ្តល់នូវតទ្ធិពលវិជ្ជមានទៅលើសុវត្ថិភាពចំណីអាហារ និងលក្ខខណ្ឌទីផ្សារល្អប្រសើរសម្រាប់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និងបង្កើតការលើកទឹកចិត្តសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍ AD។ ការផ្លាស់

ប្តូរពីជីរ៉ែមកជីសរីរាង្គ គឺកំពុងកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានទៅលើបរិស្ថាន(បំបែកខ្សែសង្វាក់នៃសារធាតុបង្កជំងឺ)។ វាបានបង្កើនវដ្តនៃសារធាតុសរីរាង្គ ក៏ដូចជាសារធាតុចិញ្ចឹម និងការអភិរក្សធនធានធម្មជាតិ។ លើសពីនេះទៀត វាផ្តល់នូវការសន្សំថ្លៃដើមដល់កសិករដោយកាត់បន្ថយការទិញជីរ៉ែ ប៉ុន្តែផ្តល់ប្រសិទ្ធភាពសារធាតុចិញ្ចឹមខ្ពស់តាមរយៈការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គពីកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (Seadi 2001)។

៦.៣ ការរក្សាទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងការកំណត់លក្ខខណ្ឌលក្ខណៈ

មិនដូចជាលាមកសត្វស្រស់និងកាកសំណល់ដំទៃ សម្រាប់ AD កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលមានអនាម័យបង្កហានិភ័យតិចតួចក្នុងការផ្ទេរធាតុបង្កជំងឺតាមរយៈការប៉ះពាល់និងអនុវត្តន៍។ វាជាការសំខាន់ណាស់ដើម្បីចៀសវាងការចំលង់រោគឡើងវិញពីលាមកសត្វស្រស់និងកាកសំណល់រាវ ការលូតលាស់ឡើងវិញនៃបាក់តេរីនៅក្នុងជីវកាកសំណល់ បន្ទាប់ពីឆ្លងកាត់ការធ្វើអោយពពួកបាក់តេរីមិនអោយលូតលាស់ និងបន្ទាប់ពី AD និងវត្ថុធាតុដើមនិងប្រភពផ្សេងៗដែលមិនមានអនាម័យ។ ការប្រុងប្រយ័ត្នចាំបាច់ត្រូវអនុវត្តទាំងនៅទីតាំងឡជីវឧស្ម័ន និងនៅកន្លែងផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដទៃទៀត ដើម្បីថែរក្សាគុណភាពកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នឱ្យមានគុណភាពខ្ពស់រហូតដល់ការប្រើប្រាស់ចុងក្រោយជាជីសរីរាង្គ។ ការរក្សាទុក ការប៉ះពាល់ និងការប្រើប្រាស់នៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រឹមត្រូវ គឺរក្សាបាននូវគុណតម្លៃនិងគុណភាពរបស់វាជាជី។ វាជួយការពារការបាត់បង់អាម៉ូញាក់និងមេតានទៅក្នុងបរិយាកាស ការលេចធ្លាយសារធាតុចិញ្ចឹម និងការហូរចេញក៏ដូចជាការបញ្ចេញក្លិនមិនល្អ។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានរក្សាទុកនៅទីតាំងឡ ឬកាន់តែល្អបើដាក់នៅទីតាំងជិតនឹងកន្លែងដែលត្រូវប្រើវាជាជី។ ជាធម្មតានៅតាមទីតាំងដាច់ដោយឡែក កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានផ្ទុកក្នុងធុងនៅខាងលើដី។ ឡគ្រប់តង់និងថង់ផ្ទុកក៏អាចត្រូវបានប្រើផងដែរ។ គ្រប់ករណីទាំងអស់វាមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការគ្របដណ្តប់កន្លែងស្តុកទុក ព្រោះវាជួយការពារការបាត់បង់សារធាតុចិញ្ចឹម និងការបំពុលតាមរយៈការបំភាយអាម៉ូញាក់ និងពីផលិតកម្មមេតានដែលនៅសេសសល់ ក៏ដូចជាកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលរលាយដោយទឹកភ្លៀង (Mucha et al. 2019)។

នៅមុនពេលកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើជាជី សមាសធាតុរបស់វាគួរតែត្រូវបានវិភាគនិងប្រកាសដោយស្របតាមការអនុវត្តកសិកម្មល្អបំផុត។ វិធីនេះក៏អនុវត្តចំពោះផលិតកម្ម និងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននៅកសិដ្ឋានតែមួយផងដែរ។ សេចក្តីប្រកាសអំពីម៉ាក្រូនិងមីក្រូសារធាតុចិញ្ចឹម និងបរិមាណ DM គឺជាផ្នែកមួយនៃគ្រោងការណ៍ធានាគុណភាពសម្រាប់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននៅក្នុងប្រទេសជាច្រើន (Seadi et al. 2012)។ ជាធម្មតា ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំតម្លើងមន្ទីរពិសោធន៍តូចមួយនៅនឹងកន្លែងសម្រាប់វាស់ស្ទង់បរិមាណ DM, ODM និង កំរិត pH ពីគ្រប់សំណាកគំរូទាំងអស់នៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។ បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមកាន់តែស្មុគស្មាញ អាចត្រូវបានវិភាគដោយមន្ទីរពិសោធន៍ដែលមានការទទួលស្គាល់។ ដើម្បីជៀសវាងភាពមិនប្រាកដប្រជា នីតិវិធីសម្រាប់ការយកសំណាកគំរូ និងការវិភាគគួរតែត្រូវបានកំណត់ដោយពិធីការជាក់លាក់ណាមួយ។

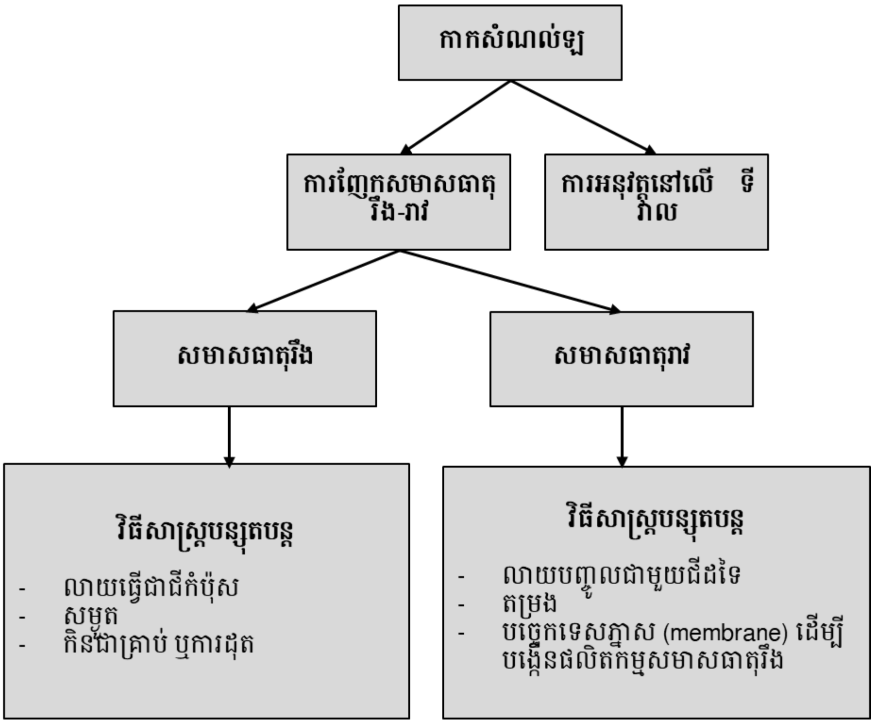
កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានប្រើជាជីដោយគ្មានការបន្សុទ្ធបន្ថែមទៀត បន្ទាប់ពីការដកវាចេញពីឡ និងបន្ទាប់ពីការទុកខាងក្រៅដើម្បីអោយត្រជាក់។ នៅពេលប្រើជាជីសរីរាង្គ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានដឹកចេញពីឡជីវឧស្ម័នតាមរយៈបំពង់បង្ហូរ ឬជាមួយម៉ាស៊ីនបូម ហើយត្រូវបានរក្សាទុកជាបណ្តោះអាសន្ននៅក្នុងធុងផ្ទុក ឧទាហរណ៍នៅតាមទីវាលដែលកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានអនុវត្ត។ សមត្ថភាពផ្ទុកសរុបនៃគ្រឿងបរិក្ខារទាំងនេះត្រូវតែគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីរក្សាទុកការផលិតនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នក្នុងរយៈពេលជាច្រើនខែ។ នៅក្នុងប្រទេសអឺរ៉ុបជាច្រើន ច្បាប់កសិកម្មតម្រូវអោយមានសមត្ថភាពផ្ទុករយៈពេលពី ៦ ទៅ ៩ ខែ សម្រាប់លាមកសត្វ កាកសំណល់រាវ និងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដើម្បីធានាការប្រើប្រាស់បានល្អបំផុត និងមានប្រសិទ្ធភាពជាជី (Seadi et al. 2008)។

៦.៤ ការបន្សុទ្ធ និងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន

បរិមាណកាបូននៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានកាត់បន្ថយយ៉ាងខ្លាំងក្នុងកំឡុងដំណើរការ AD ចាប់តាំងពីសារធាតុសរីរាង្គស្ងួតដែលត្រូវបានបំលែងទៅជាមេតាន និងឧស្ម័នកាបូនិច។ ផ្នែកមួយដែលជាប់សារធាតុសរីរាង្គនៃអាសូត គឺរ៉េ ហើយបរិមាណអាម៉ូញ៉ាក់នៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នគឺខ្ពស់ជាងជីសរីរាង្គដទៃទៀត។ ការស្តុកទុកអាចបណ្តាលឱ្យមានការថយចុះនៃ OD, COD និងអាល់កាឡាំងនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (Laureni et al. 2013)។ សារធាតុចិញ្ចឹមដែលលើសនៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចបណ្តាលឱ្យមានបញ្ហាដល់បរិស្ថាន។ ជាទូទៅ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នមានបរិមាណម៉ាសស្ងួតទាបធ្វើអោយការស្តុកទុក ការដឹកជញ្ជូន និងការប្រើប្រាស់របស់វា គឺមានតម្លៃថ្លៃ។ ដូច្នេះ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នតម្រូវអោយមានដំណើរការគ្រប់គ្រងបរិមានរាវរបស់វា (Möller and Müller 2012)។

ដំណើរការកែច្នៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចទាក់ទងនឹងវិធីសាស្រ្តបន្សុទ្ធ និងបច្ចេកទេសផ្សេងៗគ្នា អាស្រ័យលើតំរូវការក្នុងស្រុក ឧទាហរណ៍ ការពង្រឹងគុណភាពនិងទីផ្សារនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ផលិតជីដែលមានលក្ខណៈស្តង់ដា ឬការដកយកសារធាតុចិញ្ចឹម និងសារធាតុសរីរាង្គចេញពីកាកសំណល់រាវឡជីវឧស្ម័ន (រូបភាពទី១១)។ បច្ចេកវិទ្យានៃការបន្សុទ្ធរួមមាន លក្ខណៈរូប (ឧ. ការបំបែកអង្គធាតុរាវរឹង) លក្ខណៈគីមី (ឧ. ការដកយកភាគល្អិត ឬសមាសធាតុរឹងពីសារធាតុរាវ (flocculation) និងការធ្វើរំហួតកម្ម (precipitation)) និងវិធីសាស្រ្តជីវសាស្រ្ត(ឧ. ការធ្វើជីកំប៉ុស)។ ដំណើរការកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន អាចជាផ្នែកឬពេញលេញដោយការបំបែកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នទៅជាសារធាតុជាតិសរសៃរឹង ការប្រមូលផ្តុំជី និងទឹកសុទ្ធ (Seadi et al. 2012)។ ជំហានដំបូងនៃនីតិវិធីនៃការបន្សុទ្ធកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននីមួយៗ គឺជាការបំបែកលក្ខណៈរូបនៃអង្គធាតុរឹង-រាវ។ ដំណើរការផ្នែកខ្លះប្រើបច្ចេកវិទ្យាសាមញ្ញនិងថោកគួរសម ឧទាហរណ៍ screw-press separators ឬ decanter centrifuges ដើម្បីទទួលបានអង្គធាតុរឹងខ្ពស់ (២០ - ២៥%) ពីលាមកសត្វរឹង និងអង្គធាតុរឹងទាប (៥ - ៧%) ពីលាមកសត្វរាវ។ សមាសធាតុនៃការញែកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នរឹង អាចបំបែកបានខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំងដូចដែលបានចែងនៅក្នុងការសិក្សាមុន (Möller and Müller 2012)។

Decanter centrifuges ត្រូវបានប្រើដើម្បីបំបែកផូស្វ័រភាគច្រើននៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នទៅជាប្រភាគជាតិសរសៃ (Seadi et al. 2008)។ ការបំបែកផូស្វ័រធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវការគ្រប់គ្រងម៉ាក្រូសារធាតុចិញ្ចឹម ពីព្រោះវាអាចអនុញ្ញាតិអោយមានការប្រើប្រាស់ផូស្វ័រ និងអាសូតដាច់ដោយឡែកពីគ្នា។ ការដកចេញនូវភាគល្អិតអាសូត អាចត្រូវបានអនុវត្តដោយការបំបែកអង្គធាតុរឹង-រាវ ខណៈដែលការដកចេញនូវអាម៉ូញាក់អាចទទួលបានតាមរយៈការប្រើប្រាស់គីមីរូប និងដំណើរការជីវសាស្ត្រ (Mucha et al. 2019)។



រូបភាពទី១១ ដំណើរការ ការបន្សុទ្ធ និងការអនុវត្តលើការសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (Möller and Müller 2012)។

សមាសភាគរឹងអាចត្រូវបានប្រើដោយផ្ទាល់ដូចជាជីនៅក្នុងកសិកម្ម ឬក៏ត្រូវបានសម្ងួតសម្រាប់ការស្តុកទុកកំរិតមធ្យមដើម្បីការដឹកជញ្ជូនកាន់តែប្រសើរ។ សមាសភាគរឹងនេះក៏អាចត្រូវបានលក់ជាជីខនិជដែលមាន P ដោយមិនបាច់ធ្វើការបន្សុទ្ធបន្ថែមទៀត។ សមាសភាគរាវដែលមានផ្ទុកផ្នែកសំខាន់ដូចជា N និង K អាចត្រូវបានគេប្រើជាជីរាវ។ ការបន្សុទ្ធបន្ថែមទៀតដូចជា ការសម្ងួតនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នរឹង ឬការយកទឹកចេញពីលាមករាវដោយបច្ចេកវិទ្យាភ្នាស (membrane technologies) ដើម្បីផលិតកំហាប់រឹងខ្ពស់ គឺមិនត្រូវបានប្រើទូលំទូលាយនោះទេ (Möller and Müller) ។

៦.៥ បទដ្ឋាននិងបទបញ្ញានៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន

ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នក្នុងកសិកម្មជាជី ឬការអនុវត្តលើដីវាល ដើម្បីបំពេញបន្ថែមជីជាតិអោយដីមានគុណសម្បត្តិសំខាន់ៗដូចជា ការកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកទៅលើជីគីមីនិងគីមីសំលាប់សត្វល្អិត និងវដ្តនៃសារធាតុចិញ្ចឹម។ ការគ្រប់គ្រងបានល្អក្នុងទិសដៅចុងក្រោយនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននឹងជួយកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់នៃការប្រែប្រួលអាកាសធាតុពីកាកសំណល់ដែលធ្លាប់តែបោះបង់ចោល។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការព្រួយបារម្ភអំពីសុខភាព និងបរិស្ថានទៅលើចំនួននិងសមាសធាតុនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នឆ្ពោះទៅទិសដៅចុងក្រោយដែលបានជ្រើសរើសត្រូវបានកំណត់អត្តសញ្ញាណ (Theng et al. 2014)។ ការប្រើប្រាស់ស្តង់ដាគុណភាពសម្រាប់រូបធាតុដើមសរីរាង្គនៅក្នុងដីកសិកម្ម ត្រូវតែអនុវត្តតាមបទប្បញ្ញត្តិដើម្បីការពារផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានដែលអាចកើតមានលើដី បន្លែ និងសុខភាពសត្វនិងមនុស្ស។ ទោះបីជាក្របខ័ណ្ឌយុទ្ធសាស្រ្តនិងគោលនយោបាយស្តីពីការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីលើកកម្ពស់និងគាំទ្រកាកសំណល់ដល់ថាមពលតាមរយៈបច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា បទដ្ឋានស្តង់ដា (គុណភាពនិងការប្រើប្រាស់) និងប្រព័ន្ធបទប្បញ្ញត្តិលើផលិតផលកាកសំណល់ឡពីឡជីវឧស្ម័ននៅមិនទាន់ច្បាស់នៅឡើយ។ លើសពីនេះទៅទៀត ការខ្វះខាតនូវឧបករណ៍ដែលត្រូវការដើម្បីធ្វើតេស្តគីមីដើម្បីធានាការត្រួតពិនិត្យគុណភាពជីឱ្យបានហ្មត់ចត់ គឺជាកត្តាមួយផ្សេងទៀតដែលជះឥទ្ធិពលដល់ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើប្រាស់ជី។ សមត្ថភាពនៃការត្រួតពិនិត្យនិងវិញ្ញាបនប័ត្រមានកំរិតរបស់នាយកដ្ឋាននីតិកម្មកសិកម្ម (DAL) និង អ្នកត្រួតពិនិត្យពី MAFF គឺជាបញ្ហាដែលត្រូវដោះស្រាយជាបន្ទាន់ដើម្បីគ្រប់គ្រងគុណភាពជីនិងទីផ្សាររបស់វា។

បទពិសោធន៍ដែលទទួលបានពីសហគមន៍អឺរ៉ុប៖ នៅឆ្នាំ២០០២ បទប្បញ្ញត្តិដែលគ្រប់គ្រងការបន្សុទ្ធលិតកម្មសត្វរួមទាំងតម្រូវការសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីឆ្លីប្រកបដោយសុវត្ថិភាពរបស់ពួកគេ ត្រូវបានណែនាំបន្ទាប់ពីមានការផ្ទុះឡើងនៃជំងឺ Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) នៅអឺរ៉ុប។ បទប្បញ្ញត្តិលេខ ១៧៧៤/២០០២ ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាបទប្បញ្ញត្តិស្តីពីផលិតផលសត្វ និងជំនួសដោយបទប្បញ្ញត្តិក្រុមប្រឹក្សាបច្ចុប្បន្នលេខ ១០៦៩/២០០៩ ចែងអំពីប្រភេទផលិតផលអនុផលសត្វ និងលក្ខខណ្ឌដែលអាចប្រើជាកាកសំណល់សម្រាប់ AD (Seadi et al. 2012)។ នៅពេលកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើជាជី បទប្បញ្ញត្តិនៃទិសដៅចុងក្រោយនេះមានបីវិធីសាស្រ្ត។ បទប្បញ្ញត្តិទីមួយពិពណ៌នាអំពីតម្រូវការសម្រាប់កាកសំណល់ដើម្បីក្លាយជាផលិតផលយោងទៅតាមច្បាប់កាកសំណល់ ឬបទបញ្ញាបរិស្ថាន។ វិធីសាស្រ្តមួយទៀតគឺពឹងផ្អែកលើការវាយតម្លៃនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងទិសដៅចុងក្រោយដែលពិចារណាលើលក្ខណៈនៃដី និងអត្រានៃការប្រើប្រាស់ក្នុងចំណោមអញ្ញតផ្សេងទៀតដោយយោងទៅតាមពិធីការ និងស្តង់ដាដែលបានទទួលស្គាល់។ វិធីសាស្រ្តចុងក្រោយ គឺការប្រើប្រាស់នៅក្នុងវិស័យកសិកម្មតម្រូវឱ្យមានការចុះឈ្មោះជីជាមុនដោយយោងទៅតាមបទបញ្ញាជី។ បទបញ្ញាផលិតផលសត្វ ក៏អនុវត្តជាគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់

ផលិតផលកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និងទិសដៅចុងក្រោយ ពីព្រោះផលិតផលទាំងនេះជាកាកសំណល់សម្រាប់ឡជីវឧស្ម័នដែលមានសក្តានុពល និងមានឥទ្ធិពលលើសមាសធាតុកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (Mucha et al. 2019)។

ទិដ្ឋភាពសំខាន់មួយទាក់ទងនឹងការកែច្នៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នឡើងវិញ គឺជាបន្ទុកនៃសារធាតុចិញ្ចឹមនៅលើដីកសិកម្ម។ ការផ្ទុកលើសជាតិនីត្រាតឬផូស្វ័រ អាចកើតឡើងដោយសារតែការដោះស្រាយមិនសមរម្យ ការស្តុកទុក និងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ។ នៅទ្វីបអឺរ៉ុប សេចក្តីណែនាំនៃការប្រើប្រាស់នីត្រាតលេខ 91/676/EEC រឹតបន្តឹងការបញ្ចូលអាសូតលើដីស្រែ ក្នុងគោលបំណងការពារដីនិងទឹកលើដី ពីការបំពុលនីត្រាតដោយអនុញ្ញាតឱ្យមានកំរិតអតិបរិមានៃអាសូតត្រឹមតែ ១៧០ គីឡូក្រាមក្នុងមួយហិចតាក្នុងមួយឆ្នាំ។ ការផ្ទុកសារធាតុចិញ្ចឹមនៅលើដីកសិកម្ម ត្រូវបានកំណត់ដោយច្បាប់ជាតិនៅក្នុងបណ្តាប្រទេសអឺរ៉ុបភាគច្រើន (Seadi et al. 2008)។

៦.៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ

ជីសរីរាង្គ គឺជាធាតុផ្សំនៃកសិកម្មប្រកបដោយនិរន្តរភាពក្រៅពីការផ្តល់ជីរ៉ែ ដែលរួមចំណែកផ្តល់គុណភាពដីតាមរយៈការកែលំអរចនាសម្ព័ន្ធដី សារធាតុគីមី និងកំរិតជីវសាស្ត្រនៃដី។ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គអាចធ្វើអោយជីជាតិដីកាន់តែប្រសើរឡើង និងផលិតដំណាំកាន់តែមានសុខភាពល្អជាមួយនឹងទិន្នផលខ្ពស់។ ជីសរីរាង្គជួយធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង និងរៀបចំឱ្យមានសុខភាពទូទៅនៃដីកសិកម្ម (Jaja and Barber 2017)។ សារធាតុសរីរាង្គពីកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ជួយធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវការជ្រាបចូលក្នុងដីនិងការជ្រៀតចូលទឹក ហើយវាក៏ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវសមត្ថភាពផ្ទុកទឹកនិងសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់ដីផងដែរ។ វាជួយបង្កើនការរក្សាទឹកនៅក្នុងដី (water retention) និងមានសារៈសំខាន់ក្នុងការរក្សាដីសមស្របសម្រាប់សាបព្រោះ។ ជីសរីរាង្គទទួលខុសត្រូវចំពោះការបង្កើតដីដែលមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការថែរក្សាជីជាតិដី។ ទាំងនេះគឺចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ មិនត្រឹមតែដំណាំដែលត្រូវបានដាំដុះនៅឆ្នាំនោះទេ ប៉ុន្តែនឹងបន្តជះឥទ្ធិពលដល់ដំណាំក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានឆ្នាំបន្តទៀត ពីព្រោះការរលួយសរីរាង្គមិនត្រូវបានបញ្ចប់ក្នុងរយៈពេលមួយឆ្នាំទេ។ ការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គ ផ្តល់នូវសារធាតុដែលគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ និងធ្វើអោយមានភាពប្រសើរឡើងនូវលក្ខណៈរូប សារធាតុគីមី និងអតិសុខុមប្រាណនៃដី (Jaja and Barber 2017)។

ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ការអនុវត្តជីសរីរាង្គត្រូវតែធ្វើដោយផ្អែកលើផែនការដាក់ជីឲ្យបានត្រឹមត្រូវ ដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍នៃទិន្នផលដំណាំកាន់តែច្រើន មានប្រសិទ្ធភាពនិងចំណាយទាប និងទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន។ ផែនការដាក់ជីត្រូវបានគេពន្យល់លម្អិតសម្រាប់វិស័យកសិកម្មនីមួយៗ យោងទៅតាមប្រភេទដំណាំទិន្នផលដំណាំដែលបានគ្រោងទុក ភាគរយនៃការប្រើប្រាស់ដែលរំពឹងទុកនៃសារធាតុចិញ្ចឹមក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន ប្រភេទដី (texture, structure, quality, pH) ម៉ាក្រូនិងមីក្រូសារធាតុចិញ្ចឹមដែលមានស្រាប់នៅ

ក្នុងដី ដំណាំរដូវកាលមុន លក្ខខណ្ឌប្រព័ន្ធធារាសាស្រ្ត និងភូមិសាស្រ្តដី។ បទពិសោធន៍ពីសហគមន៍អឺរ៉ុប បង្ហាញថា យុទ្ធសាស្រ្តសេដ្ឋកិច្ចនិងបរិស្ថាននៃការអនុវត្តកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជី គឺតាមរយៈការបំពេញនូវតម្រូវការផូស្វ័រនៃដំណាំជាមួយផូស្វ័រពីកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។ ការប្រើកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដើម្បីបំពេញតំរូវការសារធាតុផូស្វ័រ ក៏អាចបំពេញដោយផ្នែកនៃតម្រូវការអាសូតនៃដំណាំ។ តំរូវការអាសូតដែលនៅសល់អាចត្រូវបានបំពេញដោយការប្រើជីរ៉ែ (Seadi et al. 2008)។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ បរិមាណជាក់លាក់នៃជីសរីរាង្គទាំងនោះ ពឹងផ្អែកយ៉ាងខ្លាំងទៅលើសារធាតុចិញ្ចឹមដីនៅតាមទីតាំង និងប្រទេសផ្សេងៗគ្នា។ សារធាតុចិញ្ចឹមដីនៅកន្លែងផ្សេងៗគ្នា និងតម្រូវការអាហារូបត្ថម្ភសម្រាប់កសិកម្មនៅកម្ពុជាត្រូវបានពិភាក្សានៅក្នុងផ្នែកទី៦.៧.១។

ក្រៅពីតម្រូវការនៃសារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់ប្រភេទដី និងប្រភេទដំណាំជាក់លាក់សម្រាប់ការប្រើប្រាស់ល្អបំផុតនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ គោលការណ៍ណែនាំនៃការអនុវត្តកសិកម្មល្អតម្រូវឲ្យមានការអនុវត្តអោយបានខ្ជាប់ខ្ជួនផងដែរ។ សមត្ថភាពផ្ទុកសម្រាប់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គួរតែមានរយៈពេលយ៉ាងហោចណាស់ ៦ ខែ ដែលជាវិធីសាស្រ្តអនុវត្តន៍ដើម្បីកាត់បន្ថយការបាត់បង់អាសូត។ ឧទាហរណ៍លក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុល្អបំផុតសម្រាប់ការអនុវត្តនៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គឺរដូវវស្សា លក្ខខណ្ឌសំណើមខ្ពស់ និងគ្មានខ្យល់។ ការដាក់ជីពីលើដំណាំបន្លែពេញលេញ ផ្តល់នូវការព្រួយបារម្ភតិចតួចអំពីការបាត់បង់នៃអាសូត។ ចំណែកឯដាក់ពីលើផ្ទៃដីវិញ ជីអាចជ្រាបចូលក្នុងដីភ្លាមៗបន្ទាប់ពីចាក់ឬ បង្ហូរចេញពីធុងផ្ទុក ឬបំពង់ (Seadi et al. 2008)។

ដូចទៅនឹងជីដទៃទៀតដែរ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវតែអនុវត្តក្នុងរដូវដាំដុះ ដើម្បីធានាបាននូវការស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិល្អបំផុត និងជៀសវាងការបំពុលទឹកក្រោមដី។ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវតែបញ្ចូលទៅក្នុងរោងចក្រជីនៃកសិដ្ឋានតាមរបៀបដូចជីរ៉ែដែរ ហើយវាត្រូវតែអនុវត្តតាមអត្រាត្រឹមត្រូវ ជាមួយនឹងឧបករណ៍ដែលធានាបាននូវការអនុវត្តទូទាំងតំបន់ដែលមានជីជាតិទាំងមូល។ វិធីសាស្រ្តអនុវត្តន៍សមស្រប គឺដូចគ្នាទៅនឹងវិធីសាស្រ្តដែលត្រូវបានអនុវត្តសម្រាប់កាកសំណល់ដើម លើកលែងតែការបាចសាចទៅលើទីវាល (splash plate spreading) ដែលបណ្តាលឱ្យមានការបំពុល និងការបាត់បង់សារធាតុចិញ្ចឹមដ៏មានតម្លៃ។ ដោយសារតែមានការបំពុលដ៏ធ្ងន់ធ្ងរដែលបណ្តាលមកពីការបាចសាចទៅលើទីវាល វិធីសាស្រ្តនេះត្រូវបានហាមឃាត់នៅក្នុងប្រទេសដែលមានច្បាប់កសិកម្មទំនើប ដើម្បីការពារការបំពុលបរិស្ថាន។ ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់សម្រាប់អនុវត្តន៍កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គួរតែបង្រួមផ្ទៃដែលប៉ះនឹងខ្យល់ក្នុងកំរិតអប្បបរមា និងដើម្បីធានាឱ្យមានការបញ្ចូលយ៉ាងលឿននៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នទៅក្នុងដី។ ដោយសារតែហេតុផលទាំងនេះ កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានអនុវត្តយ៉ាងល្អបំផុតជាមួយនឹង trailing hoses, trailing shoes ឬក៏ចាក់ដោយផ្ទាល់ទៅក្នុងដីផ្នែកខាងលើ។ វិធីសាស្រ្តអនុវត្តន៍ទាំងនេះ ជួយកាត់បន្ថយការប្រែប្រួលអាម៉ូញាក់ (Lukehurst et al. 2010)។

៦.៧ ការប្រើប្រាស់ជីនិងសក្តានុពលនៃការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជា

វិស័យកសិកម្មនៅតែជាផ្នែកសំខាន់មួយនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ច និងការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រនៅកម្ពុជា។ ដំណាំរួមចំណែកយ៉ាងសំខាន់ដល់កំណើនកសិកម្ម និងលើកកម្ពស់សន្តិសុខស្បៀង។ ការបង្កើនផលិតកម្មដំណាំតាមរយៈការពង្រីកតំបន់ដាំដុះមិនអាចធ្វើទៅបានទេដោយសារតែកំណើនប្រជាជន។ ដូច្នេះ ការបង្កើនផលិតភាពកសិកម្មនាពេលអនាគតត្រូវបានរំពឹងថានឹងទទួលបានភាគច្រើនពីការពង្រឹងវិស័យកសិកម្ម ហើយជីនឹងដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការបង្កើនទិន្នផលដំណាំ និងការទ្រទ្រង់ធនធានធម្មជាតិនៃដីកសិកម្ម។ ឧស្សាហកម្មជីនៅកម្ពុជាបានវិវត្តយ៉ាងឆាប់រហ័សដើម្បីឆ្លើយតបតម្រូវការកសិកម្ម ហើយភាគច្រើន ស្រូវនិងបន្លែប្រើជីច្រើនលើសលុបនៅក្នុងប្រទេសនេះ។ នេះបង្ហាញពីការអភិវឌ្ឍជាវិជ្ជមាននៃឧស្សាហកម្មជី និងការទទួលយកការប្រើប្រាស់ជីនៅក្នុងប្រទេសនេះផងដែរ។ ឧបសគ្គសំខាន់ៗដែលប៉ះពាល់ដល់តម្រូវការជីនិងការផ្គត់ផ្គង់ជីគួរតែត្រូវបានដោះស្រាយដើម្បីពង្រឹងការប្រកួតប្រជែងពាណិជ្ជកម្ម និងពង្រីកប្រតិបត្តិការទីផ្សារ ដើម្បីធ្វើឱ្យតម្លៃជីធ្លាក់ចុះ និងបង្កើនគុណភាពផលិតផលដំណាំដល់កសិករ។

ចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០១៣មក ប្រទេសកម្ពុជាបង្កើតរោងចក្រលាយជីគីមី (ជីអសរីរាង្គ) នៅខេត្តកណ្តាល។ វាគឺជាការបណ្តាក់ទុនរួមគ្នារវាងក្រុមហ៊ុនអន្តរជាតិផ្កាយប្រាំអន្តរជាតិរបស់វៀតណាម (Vietnam’s Five Star International) ជាមួយក្រុមហ៊ុនវិនិយោគនិងអភិវឌ្ឍកម្ពុជា (Cambodia's Investment and Development Company)។ រោងចក្រនេះមិនទាន់ដំណើរការពេញលេញនៅឡើយទេ ដូច្នេះជីគីមីនៅតែត្រូវបាននាំចូលពីប្រទេសវៀតណាមនិងប្រទេសថៃ និងពីសហគមន៍អឺរ៉ុប ឬសហរដ្ឋអាមេរិក។ ការផ្គត់ផ្គង់ជីបានកើនឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័សដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងកំណើនកសិកម្ម។ ក្នុងចំណោមអ្នកផ្គត់ផ្គង់ទាំងនោះ ក្រុមហ៊ុនចំនួន ១១ បាននាំចូលជីសរីរាង្គ។ ជីសរីរាង្គជារឿយៗមានតម្លៃថ្លៃជាងជីគីមី ក៏ប៉ុន្តែវាបានផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ឱ្យលើសពីតម្លៃរបស់វានៅពេលបន្តបន្ទាប់ ដោយសារជីសរីរាង្គធ្វើឱ្យដីប្រសើរឡើងបានយូរ បន្ទាប់ពីរុក្ខជាតិបានទទួលសារធាតុចិញ្ចឹមដែលពួកគេត្រូវការ។ ដីរបស់អ្នកប្រើជាមួយនឹងជីសរីរាង្គ កាន់តែប្រើបានយូរ កាន់តែធ្វើអោយសមាសភាព និងវាយនភាព (texture) របស់ដីកាន់តែល្អ។ ផ្ទុយទៅវិញ ខណៈពេលដែលជីគីមីអសរីរាង្គមានតម្លៃថោកក្នុងរយៈពេលខ្លី តែវាបន្ថែមសារធាតុចិញ្ចឹមបានតិចទៅក្នុងដីដោយប្រើរយៈពេលវែង។

លើសពីនេះទៅទៀត កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា មានសក្តានុពលខ្ពស់ក្នុងការផលិតជីសរីរាង្គ។ ផ្អែកលើការសិក្សារបស់ BTIC ក្នុងមួយតោននៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នពីលាមកជ្រូករាវ ៤% TS មានផ្ទុក N, P_2O_5 និង K_2O ចំនួន ៦.៧, ២.៨ និង ១,៩ គីឡូក្រាម រៀងៗខ្លួន។ ដោយសារតែម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងកាន់តែច្រើន បានបង្ហាញចំណាប់អារម្មណ៍លើការវិនិយោគឡជីវឧស្ម័ន ដូចនេះការបង្កើនការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គដែលផលិតតាមរយៈកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន អាចត្រូវបានសិក្សា និងធ្វើលក្ខណៈពាណិជ្ជកម្ម ដើម្បីប្រើប្រាស់នៅទូទាំងប្រទេសនាពេលអនាគត។ ការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គនឹង

ជួយធ្វើឱ្យការធ្វើកសិកម្មកាន់តែសន្សំសំចៃ ដោយកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ជីរ៉ែ ការពារបរិស្ថាន (បង្កើត GHG តិចជាងជីអសរីរាង្គ) និងលើកកម្ពស់មុខមាត់សាធារណៈក្នុងវិស័យកសិកម្ម និងឧស្សាហកម្មជីនៅកម្ពុជា។ វាក៏នឹងផ្តល់ផលប្រយោជន៍ដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន សហគម និងប្រទេសជាតិផងដែរ (Möller and Müller 2012)។

៦.៧.១ តម្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់វិស័យកសិកម្មនៅកម្ពុជា

ប្រទេសកម្ពុជាមានដីកសិកម្មមានជីជាតិច្រើន ដែលមានចំនួនប្រហែល ៤ លានហិកតាក្នុងឆ្នាំ ២០១២ ដែលក្នុងនោះមាន ៣ លានហិកតាស្ថិតនៅក្រោមផលិតកម្មដំណាំស្រូវ។ ស្រូវរដូវវស្សាកាន់កាប់ប្រហែល ៨៣% ស្មើរនឹង ២.៥ លានហិកតា នៃផ្ទៃដីដាំដុះស្រូវសរុប (MAFF 2013)។ ដីដែលប្រើសម្រាប់ផលិតផលស្រូវនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាមានលក្ខណៈខុសគ្នាច្រើនទាំងលក្ខណៈរូបនិងគីមី។ នៅតំបន់ទំនាបដែលមានភ្លៀងធ្លាក់ភាគច្រើននៃប្រទេសកម្ពុជា ដីត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការដាំដុះស្រូវ គឺមានបរិមាណ NPK និងសារធាតុសរីរាង្គទាប។ ស្រូវមានភាពប្រែប្រួលខ្ពស់ក្នុងការឆ្លើយតបទៅនឹងការប្រើជី អាស្រ័យលើប្រភេទដី។ ដូច្នេះ ការប្រើជីមិនត្រឹមត្រូវអាចនាំឱ្យមានការបាត់បង់ហិរញ្ញវត្ថុ ឬការខូចខាតចំពោះដំណាំនិងបរិស្ថាន។ ការពិចារណាឱ្យបានហ្មត់ចត់ទៅលើកត្តាជាច្រើន ត្រូវតែត្រូវបានកំណត់នៅពេលដែលមានការសំរេចចិត្តលើអត្រា និងពេលវេលានៃជី។ កសិករគួរគប្បីពិចារណាអោយបានហ្មត់ចត់នូវកត្តាមួយចំនួនដូចជា ហានិភ័យទាក់ទងនឹងរបបទឹកភ្លៀងខុសប្រក្រតីមុនពេលសម្រេចចិត្តប្រើប្រាស់ជី (Seng et al. 2001)។ អត្រាជីដែលត្រូវបានណែនាំ សម្រាប់ស្រូវខុសគ្នាចំពោះសារធាតុចិញ្ចឹមផ្សេងៗគ្នា៖ ២០ - ១២០ សម្រាប់ N, ៤ - ១៥ សម្រាប់ P និង ០ - ៣៣ ក្នុងគ.ក្រក្នុងមួយហិចតា សម្រាប់ K។ ឧទាហរណ៍ NPK ត្រូវការសម្រាប់ដំណាំស្រូវនៅបាកាន ខេត្តសៀមរាប មាន ៧៥ គីឡូក្រាម ១៣ គីឡូក្រាម និង ២៥ គីឡូក្រាម ក្នុងមួយហិកតា រៀងៗខ្លួន (Seng et al. 2001)។ អនុសាសន៍ ត្រូវបានធ្វើសម្រាប់ប្រភេទដីនីមួយៗដែលបានកំណត់នៅក្នុងប្រព័ន្ធបែងចែកដីកសិកម្មរបស់កម្ពុជា។ ផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចនៃការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គសម្រាប់ដំណាំស្រូវត្រូវបានគូសបញ្ជាក់ (Theng et al. 2014)។

ឯកសារយោង

Bagge E, Sahlström L, Albihn A (2005) The effect of hygienic treatment on the microbial flora of biowaste at biogas plants. Water Res 39:4879–4886.

Chambers BJ, Taylor M (2013) Bioenergy Production by Anaerobic Digestion: Using agricultural biomass and organic wastes. Taylor & Francis, New York

Holm-Nielsen JB, Al Seadi T, Oleskowicz-Popiel P (2009) The future of anaerobic digestion and biogas utilization. Bioresour Technol 100:5478–5484.

Jaja ET, Barber LI (2017) Organic and Inorganic Fertilizers in Food Production System in Nigeria. J Biol Agric Healthc 7:51–55.

Laureni M, Palatsi J, Llovera M, Bonmatí A (2013) Influence of pig slurry characteristics on

ammonia stripping efficiencies and quality of the recovered ammonium-sulfate solution. J Chem Technol Biotechnol 88:1654–1662.

Lukehurst C, Frost P, Seadi T AL (2010) Utilisation of digestate from biogas plants as biofertilser.

Möller K, Müller T (2012) Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. Eng Life Sci 12:242–257.

Mucha AP, Dragisa S, Dror I, et al (2019) Re-use of digestate and reconvery techniques. In: Fermoso FG, Hullebusch E van, Collins G, et al. (eds) Trace Elements in Anaerobic Biotechnologies. IWA Publishing,

Seadi T Al (2001) Good Practice in Quality Management of AD residues from biogas production.

Seadi T Al, Lukehurst C, Saedi T Al, et al (2012) Quality management of digestate from biogas plants used as fertiliser. IEA Bioenergy 40.

Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark

Seng Y, Ros C, Beil RW, et al (2001) Nutrient Requirements of Rainfed Lowland Rice in Cambodia. In: Fukai S, Basnayake J (eds) Increased Lowland Rice Production in The Mekong Regiong. Vientiane, Laos, pp 169–178

Theng V, Khiev P, Phon D (2014) Development of the Fertiliser Industry in Cambodia: Structure of the Market, Challenges in the Demand and Supply Sides, and the Way Forward. CDRI Work Pap Ser 1–56.

ជំពូកទី ៧ ទិដ្ឋភាពសេដ្ឋកិច្ច

ដូចទៅនឹងការសាងសង់ និងការវិនិយោគឧស្សាហកម្មដែរ ការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ច និងការវិភាគប្រាក់ចំណេញពីការវិនិយោគឡជីវឧស្ម័ន គួរតែត្រូវបានសិក្សាដើម្បីធានាវាមានការសន្សំសំចៃ និងទទួលបានប្រាក់ចំនេញ។ ជំពូកនេះ រៀបរាប់អំពីផែនទីបង្ហាញផ្លូវនៃគម្រោងអភិវឌ្ឍទូទៅលើការវិភាគលទ្ធផលសេដ្ឋកិច្ច និងការចំណាយគម្រោងសំខាន់ (តម្លៃវិនិយោគនិងប្រតិបត្តិការ)។ ការវាយតម្លៃលើផលប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ ប្រាក់ចំណូល រយៈពេលនៃអត្រាសងត្រលប់មកវិញ (IRR) និងភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃលំហូរសាច់ប្រាក់និងលំហូរសាច់ប្រាក់ក្នុងរយៈពេលមួយ (Net present value; NPV) ត្រូវបានចង្អុលបង្ហាញ។

៧.១ អត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ

ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ អាចបង្កើតឱកាសសេដ្ឋកិច្ចនៅក្នុងទីផ្សារដែលមានតម្លៃថាមពលថ្លៃ (បណ្តាញអគ្គិសនីឬម៉ាស៊ូត) និងការចំណាយលើការចោលសំរាមមានតម្លៃខ្ពស់។ គោលបំណងនៃការបង្កើតឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំអាចប្រែប្រួលពីការការពារបរិស្ថាន និងការកាត់បន្ថយកាកសំណល់ ទៅផលិតកម្មថាមពលកកើតឡើងវិញ និងអាចរួមបញ្ចូលការលើកទឹកចិត្តទាំងផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុ និងផ្នែកដ៏ទៃទៀត។ វាក្លាយជាការចាប់អារម្មណ៍ខាងសេដ្ឋកិច្ច ដើម្បីបង្វែរសមាសធាតុសរីរាង្គដែលមាននៅក្នុងសំរាមទៅជាប្រភពនៃ AD ដើម្បីផលិតថាមពលកកើតឡើងវិញដែលមានតំលៃសមរម្យ។ កសិករក្នុងតំបន់និងអង្គការកសិករ អ្នកផលិតកាកសំណល់សរីរាង្គនិងអ្នកប្រមូលសំរាមទីក្រុង អ្នកផលិតថាមពល និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដទៃទៀត គឺជាអ្នកផ្តួចផ្តើមគំនិតនៃគម្រោងឡជីវឧស្ម័ន។ នេះគឺជាឱកាសដើម្បីជំរុញការអភិវឌ្ឍគម្រោងជីវឧស្ម័ន ពីកាកសំណល់ដែលមាននៅក្នុងកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ ឬកសិឧស្សាហកម្ម។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ បរិមាណរបស់កាកសំណល់ទាំងនោះ និងសមាសធាតុរបស់វាត្រូវតែស្ថិតនៅក្រោមការគ្រប់គ្រងរបស់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងដើម្បីធានាថាវាមានការសន្សំសំចៃ (Camirand 2019)។ វាតម្រូវឱ្យមានផែនការត្រឹមត្រូវមុនពេលចាប់ផ្តើមគម្រោងជីវឧស្ម័ន ដូចដែលបានចង្អុលបង្ហាញនៅក្នុងជំពូកទី៤។ ទិដ្ឋភាពសំខាន់ៗរួមមាន៖ (១)ការកំណត់និងវាយតម្លៃផែនការអាជីវកម្ម និងយុទ្ធសាស្រ្តហិរញ្ញប្បទាន និង(២) ពាក់ព័ន្ធនឹងក្រុមហ៊ុនផ្តល់ហិរញ្ញប្បទាន ឬហិរញ្ញប្បទានគាំទ្រពីរដ្ឋាភិបាលនៅក្នុងដំណាក់កាលដំបូងនៃគម្រោង។ ទិដ្ឋភាពសំខាន់ៗទាំងនេះ គឺដើម្បីធានាបាននូវភាពជោគជ័យរយៈពេលវែងនៃគម្រោង នៅពេលដែលស្ថាប័នធនាគារ ឬមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុផ្តល់ប្រាក់កម្ចីសម្រាប់គម្រោងឡជីវឧស្ម័ន។

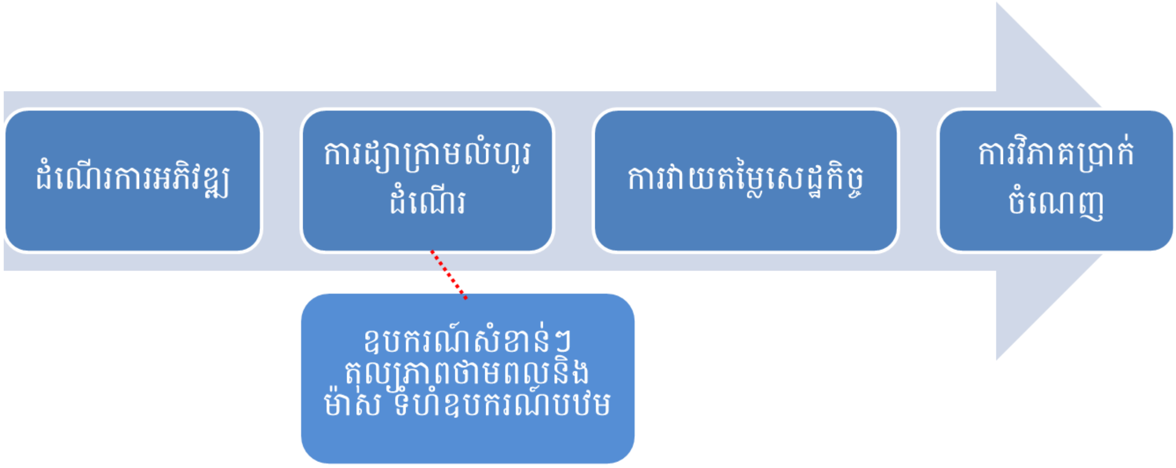
វាមានគំរូជោគជ័យផ្សេងៗគ្នានៃការរៀបចំគម្រោងឡជីវឧស្ម័ន អាស្រ័យលើភាពអាចរកបាននៃចំនួនកាកសំណល់ដែលមាន និងសមត្ថភាពគ្រប់គ្រងផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុរបស់វិនិយោគិន។ Seadi et al. (2008) បានផ្តល់ឧទាហរណ៍នៃដ្យាក្រាមប្លុក ដែលបង្ហាញពីជំហានសំខាន់ៗនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ការវាយតំលៃខាងផ្នែកបច្ចេកទេសត្រូវធ្វើឡើងដើម្បីប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននិងថាមពលអគ្គីសនី ដូច្នេះហើយ ប្រាក់ចំណូលអាចគណនាដោយផ្អែកលើតម្លៃជាក់ស្តែងពីបណ្តាញអគ្គិសនីឬម៉ាស៊ូត។ លើសពីនេះទៀត ការវាយតម្លៃ

ហិរញ្ញវត្ថុអនុញ្ញាតឱ្យប៉ាន់ស្មានរយៈពេលសងត្រលប់វិញ និង IRR ដោយផ្អែកលើចំណាយវិនិយោគសំខាន់ៗ (ការសាងសង់សំណង់ ឧ. ប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ និងចំណាយផ្សេងៗទៀត) ចំណាយប្រតិបត្តិការ និងប្រាក់ចំណូល។ ឧទាហរណ៍ ប្រសិនបើអត្រា IRR ខ្ពស់ជាង ១៥% វាត្រូវបានចាត់ទុកថា គឺជាការវិនិយោគដ៏ល្អមួយ ហើយវាសមនឹងបន្តគម្រោងដើម្បីឈានទៅដំណាក់កាលនៃផែនការបន្ទាប់។ នៅជំហានបន្ទាប់ វាចាំបាច់ក្នុងការប្រៀបធៀបការសន្មត់ជាមួយនឹងតម្រូវការសម្ភារៈ ដែលជួយឱ្យមានគំនិតជាក់លាក់នៃឡជីវឧស្ម័ន ទំហំដែលត្រូវការ ចរន្តសាច់ប្រាក់ និងថ្លៃដើមសាងសង់ពិតប្រាកដ។ ចុងបញ្ចប់ ចំណាយវិនិយោគ និងការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុសំខាន់ៗនឹងត្រូវបានប៉ាន់ស្មាន (Camirand 2019)។

៧.២ ការវាយតំលៃខាងផ្នែកបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច

ការវិភាគបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច គឺជាការព្រៀងគំនិតនៃដំណើរការដែលពាក់ព័ន្ធនឹងផលិតកម្មឡជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍ ការកំណត់នៃឧបករណ៍ដែលត្រូវការតាមលំដាប់របស់វា និងព័ត៌មានលំអិតជាច្រើនផ្សេងទៀតអំពីដំណើរការពាក់ព័ន្ធ ដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១២។ ការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច និងការវិភាគផលចំណេញក៏នឹងត្រូវចូលរួមផងដែរ (Tao et al. 2013)។

ជំហានបន្ទាប់ គឺការសិក្សាលទ្ធភាពដែលអនុញ្ញាតឱ្យប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មអគ្គិសនីនៅក្នុងកសិដ្ឋានតាមរយៈបរិមាណសំណល់ដែលមាន។ ការប្រាក់ប៉ាន់ស្មានប្រាក់ចំណូល គឺត្រូវបានគណនា ដោយយកផលិតកម្មអគ្គិសនីគុណនឹងថ្លៃដើមនៃបណ្តាញអគ្គិសនីក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់។ ចំនួនសរុបនៃសំណល់រាវ (effluent) អាចគណនាបានពីការប្រើប្រាស់ទឹកលាងកាកសំណល់សរុប ទឹកនោម និងលាមកក្នុងមួយថ្ងៃនៅក្នុងកសិដ្ឋាន ឬកាកសំណល់សរីរាង្គនៅក្នុងទឹកកង្វក់ពីកសិឧស្សាហកម្ម។ អត្រានៃការហួតនៃកាកសំណល់ទឹកស្អុយត្រូវបានគេគិតនៅក្នុងការគណនានៃកាកសំណល់ចុងក្រោយ ទោះបីជាអត្រានេះតូចបើប្រៀបធៀបទៅនឹងទឹកសរុបដែលបានប្រើក៏ដោយ។ ដោយពិចារណាលើបច្ចេកវិទ្យាដែលបានជ្រើសរើស (ឡគ្របតង់ជីវឧស្ម័នដែលមានលក្ខណៈសន្សំសំចៃ) ទំហំស្រះសម្រាប់តង់និងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានគណនាពីសំណល់ទឹកស្អុយសរុបក្នុងមួយថ្ងៃ និង HRT (លំអិតនៅផ្នែក ៤.៣.១)។ HRT អប្បបរមាសម្រាប់ឡសើម គឺ ៣០ ថ្ងៃ ដូច្នេះទំហំអាងស្តុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយអប្បបរមាមានទំហំ ៣០ ដងនៃទឹកស្អុយផលិតក្នុងមួយថ្ងៃ។ ការចំណាយលើការសាងសង់តង់អាស្រ័យលើវត្ថុធាតុដើមដែលបានប្រើ (ឧទាហរណ៍ វត្ថុធាតុប៉ូលីអេទីឡែនដង់ស៊ីតេខ្ពស់ (HDPE)) និងប្រភេទនៃបច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់។ ចំពោះបច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់ទំនើប (improved lagoon) តម្រូវឱ្យមានស្រទាប់បាតឡដោយប្រើវត្ថុធាតុដើមដូចគ្នានឹងគំរបតង់ផ្លាស្ទិចខាងលើដែរ ដូច្នេះវានឹងបន្ថែមការចំណាយបន្ថែមទៀតខណៈពេលដែលឡគ្របតង់សាមញ្ញ អាចសាងសង់ដោយគ្មានស្រទាប់បាតឡ។ អាយុកាលនៃឡគ្របតង់ទំនើប គឺយ៉ាងហោចណាស់ ២០ ឆ្នាំ ខណៈដែលឡគ្របតង់សាមញ្ញ មានអាយុកាលចន្លោះពី ៥ ទៅ ១០ឆ្នាំក្នុងការប្រើប្រាស់ អាស្រ័យលើគុណភាពដី ទំនប់ និងការបង្ហាប់ដី។



រូបភាពទី១២ ដំណើរទូទៅសំរាប់ការវិភាគបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច។

តារាងទី១២ ចង្អុលបង្ហាញពីការវាយតម្លៃបច្ចេកទេស នៃកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូក (ក) នៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានធ្វើឡើងដោយអ្នកជំនាញនៃមជ្ឈមណ្ឌលជីវឧស្ម័ន BTIC។ ការផលិតអគ្គិសនី អាចឆ្លើយតបបានប្រមាណ ៧០% នៃតម្រូវការថាមពលប្រចាំឆ្នាំសរុបសម្រាប់ប្រពន្ធ័ត្រជាក់-ហួត ឬឧបករណ៍ផ្សេងៗដូចជាម៉ាស៊ីនបូមទឹក ភ្លើងបំភ្លឺ និងឧបករណ៍ផ្សេងៗទៀតនៅក្នុងកសិដ្ឋាន។ ផ្អែកលើការផលិតអគ្គិសនីក្នុងមួយថ្ងៃ និងថ្លៃអគ្គិសនីតាមបណ្តាញអគ្គិសនីចំនួន ០,១៨៥ ដុល្លារក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់ម៉ោង ការប៉ាន់ស្មានប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំ គឺប្រហែល ៤២.០០០ ដុល្លារ។ ទំហំអាងកាកសំណល់ទឹកស្អុយអប្បបរមាមានប្រហែល ៩.១៥០ ម៣ ហើយការប៉ាន់ប្រមាណថ្លៃដើមនៃអាងនេះ គឺ ៧៩,០០០ ដុល្លារ ដែលផ្អែកលើតារាងតម្លៃពីអ្នកផ្គត់ផ្គង់ជីវឧស្ម័ន (ថ្លៃដើមនៃសំភារៈប្រើប្រាស់) និងអ្នកម៉ៅការ (ថ្លៃដើមនៃការសាងសង់) ។

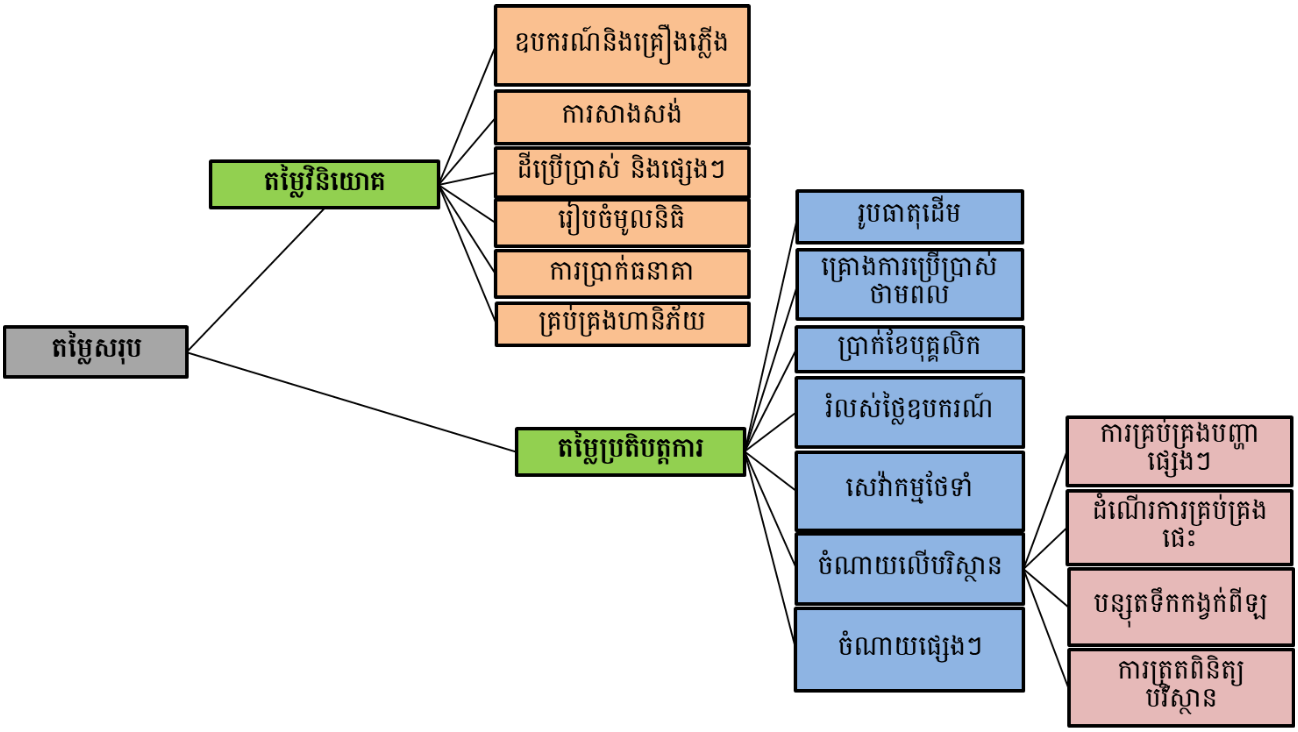
តារាងទី១២ ការប៉ាន់ប្រមាណផលិតកម្មអគ្គិសនី និងទំហំអាងផ្ទុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយពីទឹកសំណល់សរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋាន *(ក)* ក្នុងខេត្តកំពង់ស្ពឺ ប្រទេសកម្ពុជា។

ប្រភព	ឯកតា	តម្លៃមធ្យម
ទឹក	តោន/ថ្ងៃ	២១៦
លាមកដើម	តោន/ថ្ងៃ	១០.៨
ទឹកនោម	តោន/ថ្ងៃ	១៨.៨
រំហួតទឹក	តោន/ថ្ងៃ	៤.៥
ទឹកស្អុយសរុម	តោន/ថ្ងៃ	២៤០
បរិមាណសមាសធាតុស្ងួត	%	០.៩
សមាសធាតុស្ងួតសរុប	តោន/ថ្ងៃ	២.១៦

ជីវឧស្ម័ន	ម³/ថ្ងៃ	៧១៣
ផលិតកម្មអគ្គិសនី	គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង/ថ្ងៃ	១០៦៩
តំរូវការអគ្គិសនី	គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង/ថ្ងៃ	១១២៥
ទំហំឡគ្របតង់	ម³	៩១៥០

៧.៣ ការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ

ការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ ត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីគណនាថវិកាសរុបសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ម័ន រយៈពេលសងត្រលប់ និង IRR ក្នុងការវិនិយោគ។ IRR គឺជាផលចំណេញនៃសក្តានុពលវិនិយោគ។ រយៈពេលសងត្រលប់ គឺជាពេលវេលាដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ពីគម្រោងជីវឧស្ម័ន ដោយផ្អែកលើតម្លៃវិនិយោគសរុប និងលំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធ (net cash flow)។ លំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធ គឺសមាមាត្រទៅនឹងចំនួនសាច់ប្រាក់សរុប (ប្រាក់ចំណូល និងតម្លៃឧបករណ៍នៅសល់) ដកចំណាយសាច់ប្រាក់សរុប (ការចំណាយលើឧបករណ៍ និង O&M)។ ចំនួនថវិកាចំណាយសរុបអាស្រ័យលើការចំណាយផ្នែកវិនិយោគ និងការចំណាយផ្នែកប្រតិបត្តិការ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៣។ ការចំណាយលើការវិនិយោគ គ្រឿងបរិក្ខារសំណង់ និងឧបករណ៍ផ្សេងៗ ត្រូវការចំណាយក្នុងឆ្នាំវិនិយោគជីវឧស្ម័ន ចំណែកឯការចំណាយលើប្រាក់ខែបុគ្គលិក និងថ្លៃថែទាំ (គិតថ្លៃ ២ - ៣០% ប្រចាំឆ្នាំ) អាចបង់ប្រចាំខែ ប្រចាំឆ្នាំ និងពីរបីឆ្នាំម្តង (អាស្រ័យលើអាយុកាលឧបករណ៍) រៀងៗខ្លួន។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ រាល់មុខទំនិញដែលមាននៅក្នុងបញ្ជី មិនត្រូវបានអនុវត្តចំពោះកសិដ្ឋានទាំងអស់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជានោះទេ។ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងគួរតែពិគ្រោះយោបល់ជាមួយអ្នកជំនាញជីវឧស្ម័ន និងក្រុមហ៊ុនដែលមានបទពិសោធន៍ខាងជីវឧស្ម័ន ដើម្បីអនុវត្តលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ និងគណនាការវិនិយោគផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុ (Karellas et al. 2010)។ លើសពីនេះទៀត ស្ថានភាពហិរញ្ញវត្ថុជាក់ស្តែងដូចជា ការវាយតំលៃផែនការអាជីវកម្ម និងយុទ្ធសាស្ត្រហិរញ្ញប្បទាន ក៏ដូចជាគុណសម្បត្តិ និងហានិភ័យនៃការវិនិយោគត្រូវតែយកមកពិចារណា។ ម្ចាស់កសិដ្ឋានគួរស្វែងរកជំនួយហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់ការបង្កើតឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ក្នុងករណីដែលពួកគេមិនមានហិរញ្ញវត្ថុគ្រប់គ្រាន់ដោយខ្លួនឯងបាន ធនាគារ ឬប្រភពហិរញ្ញវត្ថុពីខាងក្រៅត្រូវតែចូលរួម។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅតែមិនមានស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុណាមួយផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដល់គម្រោងជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជានៅឡើយទេ។ ការពិភាក្សានៅតែបន្តធ្វើឡើងរវាង BTIC, NBP និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដើម្បីផ្តល់ទំហំទីផ្សារជីវឧស្ម័នពាណិជ្ជកម្មនៅកម្ពុជា ដើម្បីទាក់ទាញធនាគារ និងស្ថាប័នមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុក្នុងការអភិវឌ្ឍប្រាក់កម្ចីសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ឧទាហរណ៍ វិនិយោគិនគួរតែផ្តល់ព័ត៌មានអំពីលក្ខណៈពិសេសនៃគម្រោង (សក្តានុពលនៃការផលិតជីវឧស្ម័ន និងប្រាក់ចំណេញ) ឬផែនការអាជីវកម្មឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំដើម្បីធានាថា អ្នកខ្ចីអាចសងប្រាក់កម្ចីវិញ។



រូបភាពទី១៣ តម្លៃវិនិយោគ និងប្រតិបត្តការឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ (Zhao et al. 2016)។

៧.៣.១ លទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ

ជាទូទៅ ការវិនិយោគឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំត្រូវបានប្រើប្រាស់ហិរញ្ញប្បទានពីធនធានរបស់វិនិយោគិន ឥណទាន និងពីការផ្សព្វផ្សាយជាសាធារណៈ។ កសិដ្ឋានខ្លះបានតំឡើងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ដោយមានការជួយឧបត្ថមពីអង្គការ UNIDO ក្រោមគំរោង GEF-5 ។ ម្ចាស់កសិដ្ឋានអាចទទួលបានជំនួយរហូតដល់ ២០ ទៅ ២៥% នៃការវិនិយោគសរុប ឬអតិបរមា ៤៥,០០០ ដុល្លារក្នុងមួយគម្រោងដោយផ្អែកលើកិច្ចព្រមព្រៀង។ ទោះយ៉ាងណា ជំនួយឧបត្ថម្ភថវិកានេះមានកំណត់ ហើយការតំឡើងប្រព័ន្ធនេះនឹងត្រូវបានគាំទ្រសម្រាប់តែសំណើរណាដែលមានការសិក្សាអំពីលទ្ធភាពវិជ្ជមានប៉ុណ្ណោះ និងអាចបំពេញតាមលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដែលមានលក្ខណៈសម្បត្តិគ្រប់គ្រាន់នៅពេលបិទកិច្ចសន្យាជាមួយអង្គការ UNIDO។

ការសិក្សាអំពីលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ គឺដើម្បីបញ្ចុះបញ្ចូលវិនិយោគិន និងម្ចាស់បំណុលពីលទ្ធភាពបច្ចេកទេស សេដ្ឋកិច្ច ភាពឆបគ្នានឹងបរិស្ថាន និងទំនុកចិត្តទូទៅ (Deublein and Steinhauser 2010)។ ភាពជោគជ័យនៃគម្រោង អាស្រ័យលើកត្តាមួយចំនួនដែលអាចគ្រប់គ្រង និងទទួលឥទ្ធិពលពីការសម្រេចចិត្តជាយុទ្ធសាស្ត្រស្ត្រទាក់ទងនឹងការវិនិយោគ និងចំណាយប្រតិបត្តិការ ដូចមានចែងក្នុងរូបភាពទី១៣ (Zhao et al. 2016)។ ដូច្នេះ សំណួរខាងក្រោមត្រូវតែឆ្លើយ៖

- តើឡជីវឧស្ម័ននេះនឹងដំណើរការបែបសេដ្ឋកិច្ចដោយពឹងផ្អែកលើចំណូល និងការព្យាករប្រាក់ចំណេញតាមរយៈការគណនាលើការចំណាយនិងចំណេញដែរឬទេ?

- តើមានផែនការលម្អិតសម្រាប់ហិរញ្ញប្បទាន (ធនធានផ្ទាល់ខ្លួន ការធានា និងវត្ថុបញ្ចាំ) ដែរឬទេ?

- តើធ្វើដូចម្តេចដើម្បីទទួលបានប្រាក់កម្ចីជាមួយនឹងការប្រាក់ទាបពីធនាគារ ឬស្ថាប័នមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់គម្រោងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ?

- តើប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំពីការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន អាចគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ថ្លៃដើមប្រតិបត្តិការ និងប្រាក់កម្ចី (ក្នុងករណីប្រាក់ម្ចាស់កសិដ្ឋានកម្ចីពីធនាគារ) ដែរឬទេ?

- តើហានិភ័យទូទៅចំពោះគម្រោងជីវឧស្ម័នដែលចែកចាយអាចត្រូវបានវាយតម្លៃដែរឬទេ?

លទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុត្រូវតែធ្វើឡើង ដើម្បីស្វែងរកលំហូរសាច់ប្រាក់លម្អិតនៅក្នុងគម្រោង។ វាគឺជាជំហានសំខាន់ក្នុងការវាយតម្លៃភាពជាក់ស្តែងនៃគម្រោងដែលបានស្នើឡើង។ ជម្រើសហិរញ្ញប្បទាន អាស្រ័យលើវិសាលភាពធំធេងលើលក្ខខណ្ឌមូលដ្ឋាន និងស្ថានភាពរបស់អ្នកផ្តួចផ្តើមគម្រោង ដូច្នេះមិនមានគោលការណ៍ណែនាំជាសកលណាមួយសម្រាប់បញ្ហានេះទេ (Seadi et al. 2008)។ លើសពីនេះទៀត លទ្ធភាពសេដ្ឋកិច្ចនិងប្រសិទ្ធភាពគួរតែត្រូវបានស៊ើបអង្កេតដើម្បីរកចំណុចចំបងនៃគណនេយ្យចំណាយ។ លំហូរសាច់ប្រាក់សម្រាប់ចំណាយលើការសាងសង់ដំបូង និងការតំឡើង រួមទាំងតម្លៃតំហែទាំ ក៏ដូចជាថ្លៃដើមប្រតិបត្តិការផ្សេងៗទៀតគួរត្រូវយកមកពិចារណា។ លើសពីនេះទៅទៀត ទាំងលំហូរសាច់ប្រាក់ជាក់ស្តែងនិងលំហូរសាច់ប្រាក់មានសក្តានុពលសម្រាប់ជំនួសអត្ថប្រយោជន៍នៃផលិតផលជីវឧស្ម័ន គួរតែត្រូវបានចុះបញ្ជី។ វាចាំបាច់ណាស់ក្នុងការកសាងក្របខ័ណ្ឌសេដ្ឋកិច្ចដើម្បីយល់ដឹងនូវលំហូរសាច់ប្រាក់ និងដើម្បីរកគន្លឹះបង្កើនលទ្ធភាពសេដ្ឋកិច្ច (Chen et al. 2017)។

ក្នុងករណីធ្វើការវិភាគ កម្មវិធី (software) មួយចំនួនត្រូវបានបង្កើតឡើងដែលក្នុងចំណោមនោះ គំរូកុំព្យូទ័រសម្រាប់ការវិភាគនិងរាយការណ៍អំពីលទ្ធភាព (COMFAR III EXPERT) គឺជាកម្មវិធីមួយក្នុងចំណោមកម្មវិធីដ៏ទៃដែលទទួលបានភាពជោគជ័យបំផុត។ អង្គការ UNIDO បានបង្កើតកម្មវិធីនេះដោយផ្អែកលើបទពិសោធន៍ ការយល់ឃើញ ការអោយជាយោបល់ និងតម្រូវការរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ជាង ៧០០០ នាក់នៅក្នុងចំណោម ១៦០ ប្រទេស។ ចាប់តាំងពីការចេញផ្សាយ កម្មវិធីនេះត្រូវបានធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងជារៀងរាល់ឆ្នាំដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងការអភិវឌ្ឍបច្ចេកទេស ក៏ដូចជាការស្នើសុំរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ផងដែរ (Ghodrat et al. 2018)។

ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅប្រទេសកម្ពុជា មជ្ឈមណ្ឌល BTIC ជាអ្នកផ្តល់សេវាប្រឹក្សាយោបល់ស្តីពីលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ និងថ្លៃដើមវិនិយោគដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋាននិងវិនិយោគិន ហើយ BTIC ក៏អាចឆ្លើយសំណួរទាំងអស់ដែលបានរៀបរាប់ពីខាងលើ។ BTIC ក៏ជួយលើ (១) ការវាយតំលៃបច្ចេកទេស និងការកែលម្អការអនុវត្តប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន; (២) ការអភិវឌ្ឍនៃសំណើរសុំធនាគារ និងលទ្ធភាពទទួលបានឥណទាន; (៣) ការជួយ

ដល់វិនិយោគិនលើការរៀបចំសំណើរសុំជំនួយប្រសិនបើមាន; (៤) ការគាំទ្រផ្នែកវិស្វកម្ម លទ្ធកម្ម សំណង់និងការគ្រប់គ្រង (EPCM) និង (៥) បណ្តុះបណ្តាលជីវឧស្ម័នពាណិជ្ជកម្មសម្រាប់អ្នកពាក់ព័ន្ធដូចជា សុវត្ថិភាពប្រតិបត្តិការ និងការថែរក្សាប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នពាណិជ្ជកម្មសំណង់ (http://btic-rua.org/)។ ដូចដែលបានរៀបរាប់នៅក្នុងផ្នែកទី២.៤ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងរិទ្ធី បានដំណើរការយ៉ាងជោគជ័យនូវឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំដំបូងគេនៅកម្ពុជា ដោយទទួលបានការគាំទ្រផ្នែកបច្ចេកទេស និងការប្រឹក្សាយោបល់ពី BTIC ។ លើសពីនេះទៀត ការវាយតម្លៃលើលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ ត្រូវបានធ្វើឡើងនៅកសិដ្ឋានជាង ៣០កន្លែង និងកសិឧស្សាហកម្មដែលបានបង្ហាញចំណាប់អារម្មណ៍របស់ពួកគេ ក្នុងការវិនិយោគលើគម្រោងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ផ្នែកខាងក្រោមនឹងពិភាក្សាអំពីការគណនាតម្លៃវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ លំហូរសាច់ប្រាក់ និងសូចនករផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុរបស់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកដែលដឹកនាំដោយ BTIC។

៧.៣.២ ការគណនាចំណាយវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ

ការគណនានៅក្នុងផ្នែកនេះ ត្រូវបានរៀបចំឡើងដោយផ្អែកលើបទពិសោធន៍ពីអ្នកជំនាញជីវឧស្ម័នមកពី BTIC នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ចំណាយនៃការវិនិយោគនេះទាក់ទងលើគ្រឿងបរិក្ខារដូចជាអាងស្តុកទឹកស្អុយ (រួមទាំងតម្លៃសំភារៈនិងសាងសង់) ម៉ាស៊ីនបម្លែងជីវឧស្ម័នទៅជាអគ្គិសនី (genset) ឧបករណ៍បន្សុទ្ធឧស្ម័ន បំពង់បង្ហូរឧស្ម័ននិងប្រព័ន្ធដុតឧស្ម័ន បំពង់និងខ្សែ ការដឹកជញ្ជូន និងការតំឡើងគ្រឿងបរិក្ខារ កំរៃជើងសារ និងការបណ្តុះបណ្តាលប្រតិបត្តិករ។ ថ្លៃដើមសម្រាប់ឧបករណ៍និងការតំឡើង គឺជាពឹងផ្អែកលើតម្លៃពីអ្នកផ្គត់ផ្គង់គ្រឿងបរិក្ខារ ហើយថ្លៃដើមសម្រាប់ឧបករណ៍គេហដ្ឋាន ត្រូវបានប៉ាន់ស្មានផងដែរ។ លើសពីនេះទៀត ការប៉ាន់ប្រមាណលើចំណាយទាក់ទងនឹងឧបករណ៍ដូចជា O&M និងការបង់រំលស់ឧបករណ៍ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាងទី១៣។ ការចំណាយលើឡគ្របតង់ មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការចំណាយដើមទុនសរុប។ ដោយសារជាទូទៅអាងស្តុកទឹកស្អុយ គឺជាផ្នែកមួយនៃដំណើរការកសិដ្ឋាន ដូច្នេះការចំណាយវិនិយោគសរុបអាចត្រូវបានកាត់បន្ថយជាង ៣០% ចំពោះកសិដ្ឋានដែលមានស្រះស្តុកទឹកស្អុយរួចស្រេច។

តារាង១៣ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការចំណាយលើការវិនិយោគនៃកសិដ្ឋាន *(ក)* នៅកម្ពុជា។

តម្លៃវិនិយោគ	តម្លៃ (ដុល្លារ)	ប្រតិបត្តិការ& ថែទាំ (%)	អាយុកាល (ឆ្នាំ)	បង់រំលោះ (ដុល្លារ)
ឡគ្របតង់	៧៩,០០០	២	២០	៣,៩៥០
ផ្ទះម៉ាស៊ីនភ្លើង	១០,០០០	២	២០	៥០០
ឧបករណ៍បន្សុទ្ធឧស្ម័ន	៥,០០០	៣០	១០	៦០០
ម៉ាស៊ីនភ្លើងមួយទឹក	៣២,០០០	១៥	៤	៨,០០០
នាឡិការវាស់លំហូរឧស្ម័ន	៩៨០	៥	៥	១៩៦
ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន	៤៥០	៥	៥	៩០
បំពង់និងខ្សែ	១,០០០	៥	១០	១០០
ដឹកជញ្ជូន	១,៥០០			
ថ្លៃតម្លើង	៥,០០០		១០	៥០០
ថវិកាសរុបរង	១៣៤,៩៣០			១៣,៨៣៦
ថវិកាគម្រោងសរុប	១៤៨,៤២៣			១៥,១៨៥

៧.៣.៣ លំហូរសាច់ប្រាក់និងសូចនករហិរញ្ញវត្ថុ

តារាងទី១៤ បង្ហាញពីលំហូរសាច់ប្រាក់របស់គម្រោងឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់រយៈពេល ១០ ឆ្នាំ នៅក្នុងគោលការណ៍ផលិតកម្មពេញលេញ។ ចំណាយចំនួន ១៤៨,៤២៣ ដុល្លារក្នុងឆ្នាំដំបូង (ឆ្នាំសូន្យ) គឺជាចំណាយវិនិយោគសរុប។ វាជាជំហានដ៏វែងមួយពីអាយុកាលរហូតដល់ការវិនិយោគឡើងវិញទៅជាលំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធដូចគ្នា។ ប្រាក់សន្សំប្រចាំឆ្នាំដែលបានគណនា (ចំណូល និងចំណាយ O&M ប្រចាំឆ្នាំ) មានប្រមាណ ៣៥,៨៥៧ ដុល្លារ។ សមតុល្យសាច់ប្រាក់ដែលសន្សំបានបន្ទាប់ពី ១០ ឆ្នាំ គឺមានចំនួន ១៨៩,២១២ ដុល្លារ ដែលត្រូវបានគណនាពីលំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធប្រចាំឆ្នាំ និងនៅសល់ចំនួន ៤៤,៥០០ ដុល្លារពីតម្លៃឧបករណ៍។ ជាមួយនឹងអត្រាបញ្ចុះតម្លៃ ១៤% តម្លៃ NPV គឺ ១៥,៩៩២ ដុល្លារ។

សូចនាករហិរញ្ញវត្ថុ អាចត្រូវបានគណនាពីលំហូរសាច់ប្រាក់ប្រចាំឆ្នាំ។ IRR គឺ ១៦,៩% ដែលខ្ពស់ជាងអត្រារំលស់ដែលបានជ្រើសរើសដែលមានចំនួនត្រឹមតែ ១៤%ប៉ុណ្ណោះ។ រយៈពេលសងត្រលប់វិញគឺ ៤ ឆ្នាំដែលមានរយៈពេលយូរសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ទោះយ៉ាងណា ដោយសារម្ចាស់កសិដ្ឋានទទួលបានហិរញ្ញប្បទានចំនួន ២៤,០០០ ដុល្លារពីអង្គការ UNIDO ដើម្បីគាំទ្រដល់ការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន ដូចនេះរ

យៈពេលសងត្រលប់វិញបានធ្លាក់ចុះមកត្រឹម ៣.៤ ឆ្នាំហើយ IRR និង NPV មានចំនួន ២១,៩% និង ៣៧,០៤៥ ដុល្លារ រៀងៗខ្លួន។

តារាងទី១៤ លំហូរសាច់ប្រាក់នៃការវិនិយោគ។

	រយៈពេល (ឆ្នាំ)				
	០	១	៤	៥	៨
សាច់ប្រាក់ចេញ					
ទុនវិនិយោគ	១៤៨,៤២៣		៣២,០០០	១,៤៣០	៣២,០០០
តម្លៃ O&M		៦,១០១	៦,១០១	៦,១០១	៦,១០១
តម្លៃសរុប-សាច់ប្រាក់ចេញ	១៤៨,៤២៣	៦,១០១	៣៨,១០១	៧,៤៣១	៣៨,១០១
សាច់ប្រាក់ចូល					
ការសន្សំថ្លៃអគ្គិសនី		៤១,៩៥៨	៤១,៩៥៨	៤១,៩៥៨	៤១,៩៥៨
តម្លៃសរុប សាច់ប្រាក់ចូល	-	៤១,៩៥៨	៤១,៩៥៨	៤១,៩៥៨	៤១,៩៥៨
លំហូរសាច់ប្រាក់	- ១៤៨,៤២៣	៣៥,៨៥៦	៣,៨៥៦	៣៤,៤២៦	៣,៨៥៦

ឯកសារយោង

Camirand E (2019) Biogas Plant Development Handbook.

Chen B, Hayat T, Alsaedi A (2017) Biogas systems in China. Springer Nature

Deublein D, Steinhauser A (2010) Biogas from waste and renewable sources: an introduction. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany

Ghodrat AG, Tabatabaei M, Aghbashlo M, Mussatto SI (2018) Waste Management Strategies; the State of the Art. In: Tabatabaei M, Ganavati H (eds) Biogas Fundamentals, Process, and Operation. Springer Publishing AG, Cham, pp 1–34

Karellas S, Boukis I, Kontopoulos G (2010) Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste. Renew Sustain Energy Rev 14:1273–1282.

Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark

Zhao X, Jiang G, Li A, Wang L (2016) Economic analysis of waste to energy industry in China. Waste Manag 48:604–618.

ជំពូកទី៨ ការវាយតំលៃហានិភ័យនិងសុវត្ថិភាពនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន

ជំពូកនេះ ពិពណ៌នាអំពីទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការវិភាគហានិភ័យគុណភាព និងវាយតម្លៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់មួយចំនួនលើផលិតកម្មនិងការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន និងការប៉ាន់ស្មានហានិភ័យត្រូវបានពិភាក្សា។ សុវត្ថិភាពនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន ដូចជាប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពនិងគោលការណ៍ណែនាំសុវត្ថិភាព និងឯកសារសម្រាប់ការពារហានិភ័យនិងគ្រោះថ្នាក់ក៏ត្រូវបានពិភាក្សាផងដែរ។

៨.១ សេចក្តីណែនាំអំពីការវាយតម្លៃហានិភ័យ

ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គួរតែត្រូវឆ្លងកាត់ការវាយតម្លៃហានិភ័យជាផ្លូវការរួមមាន ការកំណត់អត្តសញ្ញាណនៃហានិភ័យជាប្រព័ន្ធ និងការពិពណ៌នាអំពីបច្ចេកទេសនិងវិធានការផ្សេងទៀតដែលត្រូវបានអនុវត្តដើម្បីគ្រប់គ្រងហានិភ័យដែលបានកំណត់។ ដំណើរការ AD អាចត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាដំណើរការគីមីមួយដែលមានហានិភ័យប្រសិនបើការគ្រប់គ្រងមិនបានត្រឹមត្រូវ ឧទាហរណ៍ដូចជា ការទាក់ទងជាមួយអ្នកប្រតិបត្តិការ ឬអ្នកម៉ៅការផ្សេងៗ តំបន់ដែលមានគ្រោះថ្នាក់ ឧស្ម័នងាយឆេះ អគ្គិភ័យនិងការផ្ទុះ សារធាតុគ្រោះថ្នាក់ ប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងឧស្ម័ននិងការផ្ទុកឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នដែលគ្មានការអនុញ្ញាត។ លើសពីនេះទៀត កំហុសឆ្គងរបស់មនុស្សក្នុងដំណើរការប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន គឺជាកត្តាកំណត់សំខាន់ក្នុងការគ្រប់គ្រងហានិភ័យ ទៅលើដំណើរការ និងបញ្ហាថែទាំ (Inspectorate 2018)។

ការវាយតំលៃហានិភ័យអនុញ្ញាតឱ្យគ្រប់គ្រងបញ្ហាបណ្តាលពីគ្រោះថ្នាក់ និងហានិភ័យនៃឡជីវឧស្ម័ន ដូចជា (១) តើគ្រោះថ្នាក់អ្វីខ្លះដែលអាចកើតមាន? (២) តើសក្តានុពល និងផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះដែលអាចបណ្តាលមកពីគ្រោះថ្នាក់ទាំងនោះ? (៣) តើផលប៉ះពាល់មានទំហំប៉ុនណា? (៤) តើផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះអាចកើតចេញពីគ្រោះថ្នាក់ទាំងនេះ? (៥) តើអ្វីទៅជាហានិភ័យ ដែលអាចកើតមាននៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគុណភាពក្នុងចំណោមនៃអ្នកទទួលហានិភ័យដូចជា មនុស្ស រោងចក្រខ្លួនឯងផ្ទាល់ ឬបរិស្ថាន? និង (៧) តើគោលការណ៍ណែនាំនៃការរចនាមានសក្តានុពលអ្វីខ្លះ ហើយការគ្រប់គ្រងប្រព័ន្ធដែលត្រូវការដើម្បីរក្សាហានិភ័យឱ្យទាបតាមដែលអាចធ្វើទៅបានមានអ្វីខ្លះ? ដូច្នេះ ការវាយតំលៃសុវត្ថិភាពអោយបានហ្មត់ចត់ ត្រូវតែអនុវត្តទៅតាមដំណាក់កាលនីមួយៗនៃគម្រោង ចាប់ផ្តើមពីការរចនារហូតដល់ការតំឡើង ការអនុវត្ត និងប្រតិបត្តិការ។ ដំណើរការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់ស្តង់ដា ត្រូវបានចងក្រងជាឯកសារអំពីគ្រោះថ្នាក់ និងសក្តានុពលរបស់វាដែលអាចបង្កអន្តរាយដល់មនុស្ស ឡជីវឧស្ម័ន និងបរិស្ថាន។ ការប្រុងប្រយ័ត្ននិងវាស់វែងសុវត្ថិភាពឱ្យបានត្រឹមត្រូវរួមចំណែកដល់ការធានានូវប្រតិបត្តិការប្រកបដោយសុវត្ថិភាពរបស់ឡជីវឧស្ម័ន។ ការអនុវត្តដោយហ្មត់ចត់នៃការរចនាដែលមានសុវត្ថិភាពដែលអាចជួយនាំមកនូវហានិភ័យកំរិតទាប តាមការអនុវត្តសមរម្យតាមរយៈការលុបបំបាត់ចោលទាំងស្រុងនូវគ្រោះថ្នាក់។ ទាំងនេះជាគោលបំណងនៃការរចនា និងការពិចារណាលើប្រតិបត្តិការទាំងអស់ជុំវិញការផលិត និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (Seadi et al. 2008)។

៨.១.១ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការវិភាគនិងវាយតម្លៃហានិភ័យគុណភាព

ការវាយតម្លៃគុណភាពត្រូវបានធ្វើឡើងទៅលើផលប៉ះពាល់នៃជីវឧស្ម័ន ហានិភ័យទាំងអស់ និងផលប៉ះពាល់គ្រោះថ្នាក់នៃទីតាំងផលិតជីវឧស្ម័ន ដោយពិចារណាលើគ្រោះថ្នាក់ដែលបានកំណត់អត្តសញ្ញាណដែលកើតឡើងពីការបញ្ចេញជីវឧស្ម័នចេញពីវត្ថុផ្ទុក អាចជាគំរបតង់ ឬនៅក្នុងប្រព័ន្ធបញ្ជូនឧស្ម័ន ឬមួយផ្នែកចុងក្រោយនៃគ្រឿងបរិក្ខារប្រើប្រាស់។ ទាំងអស់នេះវាបានផ្តល់នូវការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់ និងការវិភាគផលវិបាកពីផលប៉ះពាល់ ដែលអាចអោយយើងកំណត់បាននូវចំងាយសុវត្ថភាពពីទីតាំងប្រតិបត្តិការ។ ព្រឹត្តិការណ៍ជាច្រើនកើតចេញពីការបញ្ចេញឧស្ម័ន បង្កើតជាអគ្គិភ័យដែលមានផលប៉ះពាល់ដល់មូលដ្ឋាន។ អត្រាបរាជ័យដែលបណ្តាលឱ្យបាត់បង់នូវប្រព័ន្ធបញ្ជូនឧស្ម័ន មានកម្រិតទាបខ្លាំង ជាពិសេសបំពង់បង្ហូរ និងឧបករណ៍ពាណិជ្ជកម្មដូចជា សន្ទះបិទបើក (valves) និងបំពង់ផ្លុំ (blowers)។ ទោះយ៉ាងណា ឥទ្ធិពលនៃកំហុសឆ្គងរបស់មនុស្សអាចចូលរួមចំណែកចំពោះការបាត់បង់ការគ្រប់គ្រងទាំងនៅក្នុងដំណាក់កាលរចនាប្រព័ន្ធ ឬតាមរយៈការបណ្តុះបណ្តាលមិនល្អ និងការអនុវត្តនីតិវិធីមិនបានល្អ។ កត្តាមនុស្សទាំងនេះ ត្រូវតែគិតពិចារណា និងគ្រប់គ្រងអោយបានច្បាស់លាស់ ដើម្បីកាត់បន្ថយសក្តានុពលនៃការគ្រោះថ្នាក់ (Dow 1994)។

ស្ថិតនៅក្រោមកាលៈទេសៈរឹតត្បិតជាក់លាក់មួយ ការលេចចេញជីវឧស្ម័នធំមួយចំនួនពីគម្របតង់អាចមានប៉ះពាល់ចម្ងាយរហូតដល់ ៥០ម៉ែត្រ។ ព្រឹត្តិការណ៍ប្រភេទនេះអាចមានផលប៉ះពាល់ខ្លះសម្រាប់ទីតាំងឡដែលមានទីតាំងជិតនឹងប្រតិបត្តិការផ្សេងទៀត ឬការប្រើប្រាស់ដីធ្លី។ ចំពោះទីតាំងរោងចក្រជាក់លាក់និងជុំវិញការប្រើប្រាស់ដីដែលងាយរងគ្រោះ ការប៉ាន់ប្រមាណបរិមាណហានិភ័យ នឹងត្រូវបានវាយតម្លៃហានិភ័យដែលបានកំណត់ និងភាពគ្រប់គ្រាន់នៃការរចនា និងប្រតិបត្តិការដែលបានស្នើសុំ (AMPC 2016)។

ម៉្យាងវិញទៀត ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ដែលកំពុងកើនឡើងសម្រាប់ការផលិតអគ្គិសនីនៅនឹងកន្លែងបាននាំឱ្យមានការតម្លើងម៉ាស៊ីនភ្លើង (Generators) ដែលជាធម្មតាត្រូវបានតំឡើងនៅក្នុងរចនាសម្ព័ន្ធរុំព័ទ្ធមួយ ដើម្បីការគ្រប់គ្រងសំលេងរំខាន និងសុវត្ថិភាព។ បញ្ហានេះបណ្តាលឱ្យមានហានិភ័យនៃការផ្ទុះនៃឧស្ម័នដែលបានបញ្ចេញជាមួយនឹងការពង្រីកសម្ពាធនៃការផ្ទុះបើប្រៀបធៀបទៅនឹងរចនាសម្ព័ន្ធបើកចំហ។ វាមានផលប៉ះពាល់ធ្ងន់ធ្ងរនៅនឹងកន្លែងក្នុងករណីមានការបញ្ចេញឧស្ម័នយ៉ាងច្រើនពីគម្របឡ និងផលប៉ះពាល់នៃការផ្ទុះចេញពីចន្លោះដែលព័ទ្ធជុំវិញនៃជីវឧស្ម័ននៅក្នុងការតំឡើងសំណុំម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ការបរាជ័យជាច្រើនអាចកើតឡើងនៅក្នុងប្រព័ន្ធរាវរកឧស្ម័ន (gas detection) និងប្រព័ន្ធខ្យល់ ដែលអនុញ្ញាតឱ្យបរិយាកាសផ្ទុះបានកើតឡើងនៅក្នុងគ្រឿងបរិក្ខារទាំងនេះ។ ទីតាំងជាក់ស្តែងនៃគ្រឿងបរិក្ខារ មានសារៈសំខាន់ណាស់ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ដែលអាចកើតមានពីការផ្ទុះ។ បើសិនទីតាំងឡអំណោយផលល្អ ការប្រើប្រាស់តំបន់បើកចំហរ គឺជាជម្រើសរចនាដែលមានសុវត្ថិភាពជាងរចនាបិទជិត។ ក្រៅពីនេះ ការប្រើប្រាស់ប្រពន្ធ័បញ្ចេញខ្យល់ចេញចូល និងប្រព័ន្ធរាវរកឧស្ម័ន គឺដើម្បីទប់ស្កាត់ព្រឹត្តិការណ៍ដំបូងមិនអោយរាលដាលដល់ស្ថានការណ៍ផ្ទុះបានទេ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ វាពិតជាមានតម្លៃពិចារណាលើការប្រើប្រាស់រចនាសម្ព័ន្ធចំហរដើម្បី

ជៀសវាងការផ្ទុះឡើងខ្លាំងពេកប្រសិនបើប្រព័ន្ធមិនដំណើរការ។ព្រឹត្តិការណ៍តូចៗផ្សេងទៀត អាចកើតមានឡើង ប៉ុន្តែផលប៉ះពាល់គឺមានកំរិតតិចតួចចំពោះប្រតិបត្តិការ។ វាចាំបាច់ណាស់ដែលការរីករាលដាលនៃព្រឹត្តិការណ៍នានាត្រូវបានដោះស្រាយភ្លាមៗ ព្រោះការកើនឡើងនូវព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនោះអាចបង្កើតលទ្ធផលធ្ងន់ធ្ងរនៅនឹងកន្លែង (Hughes 200)។

៨.១.២ ការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់និងការប៉ាន់ស្មានហានិភ័យ

ផ្នែកនេះ វិភាគអំពីផលប៉ះពាល់ខាងផ្នែករូបរាងកាយឡដែលអាចកើតមាននៃព្រឹត្តិការណ៍កើតឡើង ដើម្បីផ្តល់ព័ត៌មានក្នុងតំបន់ទាំងនេះអំពីតំបន់ដែលប៉ះពាល់ដល់ប្រជាជន បរិស្ថាន និងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ហានិភ័យទាក់ទងនឹងមនុស្សនៅនឹងកន្លែង ត្រូវបានចាត់ទុកថាជាការប៉ះពាល់មនុស្សទៅនឹងព្រឹត្តិការណ៍ដែលមានគ្រោះថ្នាក់ ក៏ដូចជាការបញ្ចេះឧស្ម័ននៅពេលមានការបញ្ចេញឧស្ម័នដែលអាចឆេះបាន។ ផលប៉ះពាល់ទាំងនៅក្នុង និងក្រៅកន្លែងប្រតិបត្តិការ គឺទាក់ទងជាចំបងទៅនឹងលក្ខណៈគ្រោះថ្នាក់នៃជីវឧស្ម័ន និងទីតាំងលេចចេញឧស្ម័ន។ សមាសធាតុចំបងពីជីវឧស្ម័នដូចជា CH_4, CO_2, H_2S និងសមាសធាតុដានផ្សេងទៀត វាងាយឆេះនិងងាយផ្ទុះណាស់។ ប្រភេទនៃព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនេះនៅក្នុងប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន ត្រូវការការគ្រប់គ្រងដោយប្រើទាំងប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពដែលបានតំឡើង ក៏ដូចជាការបំបែកធាតុនៃឡជីវឧស្ម័នពីប្រភពងាយរងគ្រោះ។ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នច្រើនតែផ្សំឡើងដោយ (១) ប្រព័ន្ធដែលមានឥទ្ធិពលលើរូបធាតុដើមជីវឧស្ម័ន, (២) CALs, (៣) ប្រព័ន្ធផ្ទេរជីវឧស្ម័ន, (៤) ប្រព័ន្ធដុតជីវឧស្ម័ន និង(៥) ប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន។ ហានិភ័យនៅក្រៅបណ្តាញ ឬក្រៅទីកន្លែងនីមួយៗ ជាធម្មតានឹងមានការប៉ះពាល់ជាប្រចាំទៅនឹងហានិភ័យដែលបានមកពីប្រតិបត្តិការជីវឧស្ម័ន។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ដោយសារទីតាំងទូទៅនៃគ្រឿងបរិក្ខារជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់នៃការចែកចំងាយពីគ្នារវាងគ្រឿងបរិក្ខារជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់ដីដែលងាយរងគ្រោះ ហានិភ័យដល់សាធារណជនទំនងជាទាប។ ការប៉ាន់ប្រមាណនៃផលប៉ះពាល់នៃប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នខាងលើទៅលើគ្រោះថ្នាក់ មូលហេតុដែលអាចកើតមាន ផលវិបាកដែលអាចកើតមាន ការវាស់វែង ការការពារ និងហានិភ័យដែលនៅសេសសល់ចំពោះប្រជាជន បរិស្ថាន និងទ្រព្យសម្បត្តិត្រូវបានចុះបញ្ជីនៅក្នុងឯកសារយោង (AMPC 2016)។

គ្រោះថ្នាក់សំខាន់ៗដែលទាក់ទងនឹងការលេចធ្លាយឧស្ម័ន អគ្គិភ័យដែលអាចកើតមាន និងការផ្ទុះត្រូវបានពិចារណាដោយអនុវត្តការវិភាគផលវិបាក ខណៈគំរូព្យាករណ៍ត្រូវបានប្រើដើម្បីប៉ាន់ស្មានផលប៉ះពាល់នៃព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនោះ។ ឧទាហរណ៍ ការវិភាគផលវិបាក ដោយពិចារណាលើបាតុភូតគ្រោះថ្នាក់ ដូចជាអគ្គីភ័យដែលទាក់ទងនឹងតំបន់គ្របដណ្តប់ពីភាពបរាជ័យ និងការបាត់បង់ព្រឹត្តិការណ៍ទប់ស្កាត់ផ្សេងទៀតពីរបស់ឧបករណ៍។ វាក៏គ្របដណ្តប់លើសក្តានុពលដុំចំហេះភ្លើង និង/ឬការផ្ទុះដោយការបញ្ចេញជីវឧស្ម័នពី (១) គម្របឡឧស្ម័ន ដែលបង្ករអោយមានអគ្គិភ័យនិងភ្លើងឆេះជាបន្តបន្ទាប់ (Jet fires (JF) and Flash fires (FF)) (២) ប្រព័ន្ធបញ្ជូន (JF and FF) (៣) កន្លែងម៉ាស៊ីនភ្លើង ដែលអាចបង្ករពីការផ្ទុះនៃចំហាយទឹក (Vapor cloud explosion; VCE) and JF និង (៤) ការលេចធ្លាយជីវឧស្ម័ន និងផលប៉ះពាល់នៃ H_2S។ តម្លៃចាប់ផ្តើម

សម្រាប់ការវាយតម្លៃចម្ងាយនៃការខូចខាត អាចរកឃើញនៅក្នុងឯកសារយោងនេះ (Tugnoli and Cozzani 2007)។

ការវិភាគលើការសាយភាយ H_2S បង្ហាញថាផលប៉ះពាល់នៅនឹងកន្លែងនិងក្រៅកន្លែងអាចកើតឡើងស្ថិតលើកំរិតសាយភាយ។ ឧទាហរណ៍ ការបាត់បង់ជីវឧស្ម័នដែលផ្ទុកបរិមាណ H_2S លើសពី ០,២% (២០០០ ppm) អាចមានសារៈសំខាន់ ជាពិសេសនៅពេលយប់ដែលចម្ងាយឆ្ងាយអាចមានច្រើនជាង ៥០០ ម៉ែត្រពីចំណុចចេញ។ ហេតុដូច្នេះ វិធានការទាំងនេះតម្រូវឱ្យមានការអនុវត្តគោលការណ៍រចនាដែលមានសុវត្ថិភាពកាន់តែប្រសើរ ហើយនៅពេលដែលការអនុវត្តចាំបាច់នៃស្រទាប់ការពារ រួមទាំងនីតិវិធីឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ដែលត្រូវមានដើម្បីលុបបំបាត់ ឬកាត់បន្ថយការផលប៉ះពាល់ទាំងនោះ។ ការប៉ាន់ស្មានតាមលំដាប់លំដោយបង្ហាញថា មានសក្តានុពលតិចតួចសម្រាប់ផលប៉ះពាល់នៅខាងក្រៅកន្លែងពីអគ្គីភ័យ និងការផ្ទុះ។ ដូច្នេះ ហានិភ័យក្រៅបន្ទាត់ព្រំដែនពីព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនេះគឺមានកំរិតទាប។ នេះជាករណីពិសេសមួយដែលត្រូវបានផ្តល់ឱ្យជាទូទៅនៃប្រតិបត្តិការទាំងនេះនៅឆ្ងាយពីតំបន់លំនៅដ្ឋាន។ ការសន្មតជាមូលដ្ឋានដែលត្រូវបានប្រើក្នុងការទស្សន៍ទាយកំហាប់ H_2S ត្រូវបានចង្អុលបង្ហាញនៅក្នុងអត្ថបទនេះ (AMPC 2016)។

៨.១.៣ ការវាយតម្លៃហានិភ័យលើផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននិងការធ្វើឲ្យប្រសើរឡើង

ហានិភ័យដែលទាក់ទងនឹងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននិងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនៃជីវមេតាន (biomethane) ត្រូវបានស៊ើបអង្កេតជាជំហានៗ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៤។ ជំហានដំបូងពាក់ព័ន្ធនឹងការកំណត់អត្តសញ្ញាណនៃឧបករណ៍ដែលមាននៅក្នុងដំណើរការ និងលក្ខខណ្ឌប្រតិបត្តិការដែលទាក់ទងដូចជា សម្ពាធ សីតុណ្ហភាព សារធាតុដែលពាក់ព័ន្ធ និងប្រតិបត្តិការផ្សេងទៀត។ បន្ទាប់ពីនោះ សំណុំនៃព្រឹត្តិការណ៍សំខាន់គួរឱ្យទុកចិត្ត ដែលត្រូវបានគេហៅថាការបាត់បង់នៃការស្តុកទុក (Losses of Containment; LOCs) ដូចជាការលេចធ្លាយតូចៗ ការលេចធ្លាយតាមបំពង់ និងការដាច់រហែក ត្រូវបានប្រគល់ឱ្យអង្គភាពដំណើរការនីមួយៗ។ សំណុំនៃ LOCs សម្រាប់អង្គភាពឧបករណ៍នីមួយៗ អាចមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងដូចជា ការឆេះនិងការផ្ទុះឧស្ម័ន។

ផលប៉ះពាល់នៃបាតុភូតបែបនេះ ត្រូវបានវាយតម្លៃតាមលក្ខខណ្ឌនៃចម្ងាយខូចខាតនិងសន្ទស្សន៍គ្រោះថ្នាក់។ ចម្ងាយខូចខាតត្រូវបានកំណត់ថា ជាចម្ងាយអតិបរិមាដែលជាកន្លែងដែលផលប៉ះពាល់រូបរាងនៃវិធានការដូចជា វិទ្យុសកម្មកម្តៅ ការលើសសំពាធ ឬកំហាប់ពុលឈានដល់តម្លៃកំណត់។ ចម្ងាយខូចខាតអាចត្រូវបានគណនា ដោយប្រើគំរូវិភាគលទ្ធផលដោយផ្អែកលើលក្ខណៈ LOC។ គំរូខ្លះៗ និងឧបករណ៍កម្មវិធី (software) ពាណិជ្ជកម្មមួយចំនួនសម្រាប់វិភាគលទ្ធផល អាចរកបាននៅក្នុងឯកសារយោងទាំងនេះ (Haimes 2009) និង (Aven 2011)។ ការគណនាសន្ទស្សន៍គ្រោះថ្នាក់នៃឧបករណ៍ តម្រូវឱ្យមានការប៉ាន់ស្មាននៃអញ្ញតដែលបង្ហាញពីភាពធ្ងន់ធ្ងរនៃវិធានការនីមួយៗ ដែលអាចបង្កឡើងដោយព្រឹត្តិការណ៍របស់ LOC ដែលបានកំណត់។ ដើម្បីទទួលបានអញ្ញតនៃភាពធ្ងន់ធ្ងរដែលដូចគ្នាទៅនឹងវិធានការនីមួយៗ ចម្ងាយ

ការខូចខាតដែលត្រូវគ្នាទៅនឹងកម្រិតប្រសិទ្ធិភាពដែលបានផ្តល់ដោយការគណនា ហើយនិងប្រភេទផ្សេងគ្នានៃផលប៉ះពាល់រូបរាង ត្រូវបានប្រៀបធៀបនៅក្នុងការវិភាគ (Scarponi et al. 2015)។

រូបភាពទី១៤ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃជំហាននៃវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការវាយតម្លៃហានិភ័យ (Scarponi et al. 2015)។

៨.២ បញ្ហាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព

គោលដៅសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន គឺដើម្បីធានាបាននូវកម្រិតសុវត្ថិភាពខ្ពស់បំផុតសម្រាប់មនុស្ស និងបរិស្ថាន។ បទប្បញ្ញត្តិសុវត្ថិភាពចាំបាច់ត្រូវតែយល់ដឹង ដោយអ្នកត្រូវបានរំពឹងទុកថានឹងសង្កេតមើលលើបទប្បញ្ញត្តិទាំងនោះ ហើយពួកគេអាចត្រូវបានអនុវត្តនៅក្នុងក្របខ័ណ្ឌសេដ្ឋកិច្ចមួយដែលអាចអនុវត្តបាន។ គ្រោះថ្នាក់មួយចំនួនអាចកើតឡើងទាក់ទងនឹងប្រតិបត្តិការមេកានិចនៃឡជីវឧស្ម័ន ឬកង្វះការគ្រប់គ្រងជីវឧស្ម័ន។ បទប្បញ្ញត្តិដែលអាចអនុវត្តបានសម្រាប់សុវត្ថិភាពឧបករណ៍ និងផលិតផល ក៏ដូចជាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាពដែលត្រូវបានគេសង្កេតឃើញក្នុងអំឡុងពេលសាងសង់ និងដំណើរការឡជីវឧស្ម័ន (Wellinger et al. 2013)។ សម្រាប់ហេតុផលសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព រាល់ហានិភ័យនិងគ្រោះថ្នាក់នៃជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានគេយកមកពិចារណានៅគ្រប់ដំណាក់កាលនៃការអភិវឌ្ឍគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ការសាងសង់ និងប្រតិបត្តិការឡជីវឧស្ម័ន រួមទាំងផលិតផលនិងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងជីវឧស្ម័ន ប្រឈមនឹងបញ្ហាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាពដោយសារគ្រោះថ្នាក់ និងហានិភ័យមួយចំនួនដូចជា ការឆេះនិងការផ្ទុះឧស្ម័ន, LOCs ទៅក្នុងបរិយាកាស និងគ្រោះថ្នាក់ផ្សេងទៀតដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៥។ សុវត្ថិភាពសំខាន់បំផុត និងបញ្ហាមេកានិច គឺការឆេះនិងការផ្ទុះ ការពុលនៃ H_2S និង NH_3 ការស្រូបផ្សេងពុល និងជំងឺផ្សេងៗ (Peters et al. 2003)។

រូបភាពទី១៥ គ្រោះថ្នាក់ផ្សេងៗពីឡជីវឧស្ម័ន។

៨.២.១ គ្រោះថ្នាក់នៃអគ្គិភ័យនិងការផ្ទុះ

ឧស្ម័នចំហេះរួមផ្សំជាមួយខ្យល់ (អុកស៊ីសែន) និងប្រភពបញ្ឆេះរួមផ្សំជាល្បាយឧស្ម័ន អាចក្លាយជាឧស្ម័នផ្ទុះក្រោមលក្ខខណ្ឌជាក់លាក់ អាស្រ័យលើបរិមាណមេតាន។ ក្រៅពីនេះ H_2S, NH_3, និង CO_2 គឺមានសក្តានុពលបំផ្ទុះខ្លាំង។ ហានិភ័យនៃការឆេះនិងការផ្ទុះ គឺមានកំរិតខ្ពស់ជាពិសេសនៅជិតឡ និងអាងស្តុកទុកឧស្ម័ន។ បាតុភូតទាំងនេះ ក៏អាចកើតមានផងដែរដោយសារតែការលេចធ្លាយឧស្ម័ន ការបង្កើតតំបន់ផ្ទុះ ការផ្សារ ការស្ទះ ឬបំពង់ឡើងកក ឬបញ្ហាផ្សេងៗទៀត។ ហេតុដូច្នេះហើយ ជុំវិញឡជីវឧស្ម័ន បំពង់ឧស្ម័ន ទីតាំងបន្លែងថាមពលនិងកម្តៅរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន និងធុងផ្ទុកឧស្ម័ន ត្រូវបានគេហៅថាជាតបន់គ្រោះថ្នាក់ (Ex-Zones)។ វិធានការសុវត្ថិភាពគ្រប់ប្រភេទទាក់ទងនឹងការផ្ទុះ គួរតែត្រូវបានពិចារណា រាប់បញ្ចូលទាំងការតំឡើងនិងការប្រើប្រាស់ឧបករណ៍ដែលអាចទទួលយកបាន (Westenbroek and Martin 2019)។

៨.២.២ ហានិភ័យនៃការស្ទះផ្លូវដង្ហើមនិងគីមី និងគ្រោះថ្នាក់នៃជំងឺ

ការផលិតជីវឧស្ម័ន ការដឹកជញ្ជូន និងការឆាបឆេះ អាចនាំឱ្យបរិយាកាសខ្វះអុកស៊ីសែន។ ការប្រមូលផ្តុំជីវឧស្ម័ននៅក្នុងកន្លែងបង្ខាំង ឬតំបន់មានកំហិត (confined space) អាចកាត់បន្ថយកម្រិតអុកស៊ីសែន (anoxia) យ៉ាងខ្លាំង និងបណ្តាលឱ្យមានរោគសញ្ញានៃការពុល ឬការស្ទះដង្ហើមរហូតដល់ស្លាប់ក៏មាន។ បទប្បញ្ញត្តិកំរិតអប្បបរមាអុកស៊ីសែន គឺ ១៩%។ សមាសធាតុគីមីដែលជាធាតុផ្សំធម្មតានៃជីវឧស្ម័នដែលបង្ករអោយមានការស្ទះផ្លូវដង្ហើម គឺ CO_2 និង CH_4។ ដោយសារតែលក្ខណៈពុលរបស់ NH_3, H_2S, ឬ CO_2 វាអាចបណ្តាលឱ្យប្រតិបត្តិករមានគ្រោះថ្នាក់ចំពោះសុវត្ថិភាព។ អ្នកណាដែលត្រូវបានប៉ះពាល់នឹងកំហាប់ H_2S លើសពី ៥០ ppm អាចរងរបួសធ្ងន់ធ្ងរ ឬខ្ពស់ជាង ១០០០ ppm បណ្តាលឱ្យស្លាប់ភ្លាមៗ។ កំហាប់ដ៏ខ្ពស់បែបនេះ

ក៏បណ្ដាលឱ្យបំពង់ឬធុងដែកច្រេះ ឬខូចម៉ាស៊ីនជីវឧស្ម័នតែម្ដង។ រូបធាតុដើមជីវឧស្ម័ននៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ អាចមានធាតុបង្កជម្ងឺដូចជា បាក់តេរី វីរុស និងប៉ារ៉ាស៊ីតដែលអាចបង្កឱ្យមានជម្ងឺចំពោះមនុស្ស សត្វ ឬរុក្ខជាតិ។ ការភ័យខ្លាចនៃជម្ងឺទាំងនេះមិនត្រូវបានមើលឃើញទាល់តែសោះនៅពេលដំបូង។ សាធារណជនទូទៅតែងតែពិភាក្សាអំពីហានិភ័យនៃមេរោគបង្ករោគ ដែលរីករាលដាលជាមួយនឹងសំណល់ឡជីវឧស្ម័ននៅតាមវាលស្រែ (Wellinger et al. 2013)។

ដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យនិងគ្រោះថ្នាក់ វាចាំបាច់ក្នុងការត្រួតពិនិត្យឧស្ម័នជាប្រចាំ ឧទាហរណ៍ ការវាស់កំរិតជីវឧស្ម័ន ការលេចធ្លាយឧស្ម័ន ការត្រួតពិនិត្យបំពង់ និង O&M ឧបករណ៍នៅទីតាំងផ្សេងៗគ្នាអោយដំណើរការប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពនិងត្រឹមត្រូវ។ លើសពីនេះទៀត វាចាំបាច់ក្នុងការតំឡើងប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាព និងផ្ដល់នូវគោលការណ៍ណែនាំ និងឯកសារសុវត្ថិភាពនៅកន្លែងឡជីវឧស្ម័ន (Hofmann 2016)។

៨.៣ ប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាព

យោងទៅតាមការបែងចែកពី ATEX លើប្រភេទផលិតផលដែលមានសុវត្ថិភាពផ្ទុះ ឧបករណ៍ការពារការផ្ទុះ សេវាកម្មអគ្គិសនី និងឧបករណ៍ដែលមិនឆេះ គួរត្រូវបានតំឡើងនៅជុំវិញឡជីវឧស្ម័ន និងកន្លែងស្តុកជីវឧស្ម័ន។ ការជក់បារីនៅជិតឡជីវឧស្ម័ន ឬខ្សែចង្វាក់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានហាមឃាត់។ គ្រឿងបរិក្ខារដូចជាម៉ាស៊ីនធន់ធំ និងម៉ាស៊ីនភ្លើងត្រូវតែសមស្របទៅនឹងបរិស្ថាន ដូច្នេះផ្កាភ្លើងនឹងមិនឆាបឆេះឧស្ម័នទេ (Westenbroek and Martin 2019)។ ប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពសំខាន់ៗត្រូវបានដាក់ពង្រាយសម្រាប់ការផលិត និងប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នមានដូចជា៖

១. ការបន្ទូរសម្ពាធលើគម្របឡតាមរយៈប្រព័ន្ធដូចជា ជើងទម្រធារាសាស្ត្រដោយដែករឹងមាំឬសន្ទះបិតបើកដែលមានទំងន់។

២. ជើងដែលមានសំណើមដើម្បីធានាថាមិនមានវត្ថុរាវចូលក្នុងប្រព័ន្ធដឹកជញ្ជូនជីវឧស្ម័នឡើយ។

៣. ការវិភាគ និងតាមដានមេតានក្នុងចង្វាក់ផលិតកម្មឧស្ម័នដោយបំពាក់ប្រព័ន្ធអំណានបរិមាណមេតាន។

៤. ការដាក់ពង្រាយឧបករណ៍ចាប់ឧស្ម័នមេតានដែលជាផ្នែកមួយនៃប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពដែលត្រូវការសម្រាប់ការបង្កើតថាមពល។

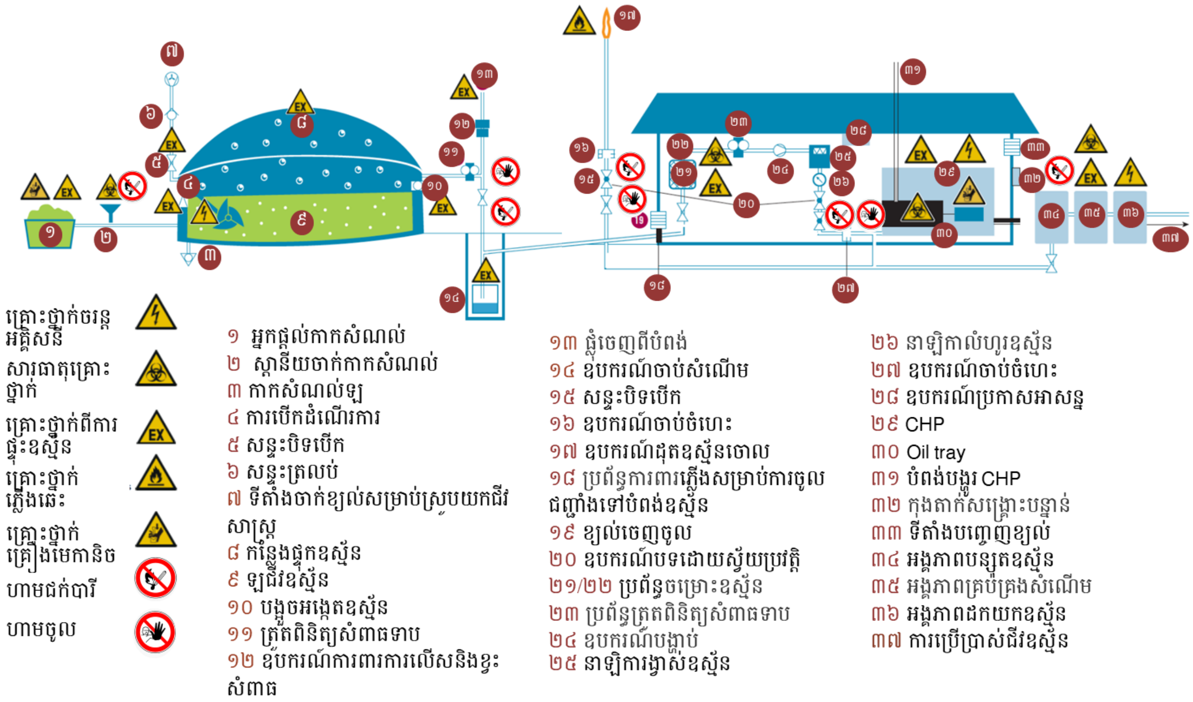
៥. ប្រព័ន្ធខ្យល់ចេញចូលជុំវិញម៉ាស៊ីនភ្លើង។

៦. ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធដុតជីវឧស្ម័នដើម្បីដុតជីវឧស្ម័នដែលមិនចង់បាន និងសម្រាប់បន្ថយការលើសសំពាធនៃប្រព័ន្ធដឹកជញ្ជូន។

៧. ប្រព័ន្ធភ្លើងជីវឧស្ម័ន៖ ការគ្រប់គ្រងឧបករណ៍ដុតដោយប្រើឧបករណ៍ភ្ជាប់សុវត្ថិភាព (AMPC 2016)។

៨.៤ គោលការណ៍ណែនាំ និងឯកសារសុវត្ថិភាព

បុគ្គលិកប្រតិបត្តិការនិងម្ចាស់ឡ ត្រូវការជំនាញវិជ្ជាជីវៈដោយទទួលការបណ្តុះបណ្តាលត្រឹមត្រូវពីអ្នកជំនាញជីវឧស្ម័ន ដើម្បីធានាថាពួកគេអាចយល់អំពីការណែនាំប្រតិបត្តិការសម្រាប់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នក្នុងប្រតិបត្តិការធម្មតា និងយល់ដឹងពីគ្រោះថ្នាក់ និងសុវត្ថិភាពនៅក្នុងប្រព័ន្ធឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ពួកគេត្រូវតែកំណត់ វាយតម្លៃ និងកាត់បន្ថយគ្រោះថ្នាក់តាមតែអាចធ្វើបាន។ លើសពីនេះ ពួកគេត្រូវតែពិចារណាអំពីចំណេះដឹងដែលចាំបាច់ដើម្បីកំណត់ពិធីការដែលពិពណ៌នាអំពីការឆ្លើយតបក្នុងករណីមានគ្រោះថ្នាក់ និងផ្តល់ការបណ្តុះបណ្តាលសុវត្ថិភាពដល់ប្រតិបត្តិករនិងម្ចាស់ឡជីវឧស្ម័ន។ ម៉្យាងវិញទៀត ប្រតិបត្តិករចាំបាច់ត្រូវត្រួតពិនិត្យតាមដានប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន៖ (១)ជារៀងរាល់ថ្ងៃ (ត្រួតពិនិត្យសីតុណ្ហភាពឡ កត់ត្រាអំណានបរិមាណឧស្ម័ន ពិនិត្យកម្រិតប្រេងម៉ូទ័រ និងលំហូរខ្យល់ដែលចាក់បញ្ចូលទៅក្នុងឧបករណ៍បន្សុទ្ធ H_2S (desulfurization) ជាដើម) (២) ប្រចាំសប្តាហ៍ (ពិនិត្យឧបករណ៍ការពារកម្រិតបំពេញលើសសំពាធ ឬក្រោមសំពាធ និងពិនិត្យម៉ូទ័រនិងខ្សែ និងពិនិត្យក្បាលបិទបើកម៉ាញេទិកទៅលើដំណើរការ និងភាពមិនស្អាត ឬការបំពុល); (៣) ប្រចាំខែ (ប្រើប្រាស់ឧបករណ៍លាងសំអាតតាមរបៀបជាក់លាក់ធ្វើឱ្យម៉ាស៊ីនដំណើរការ ដើម្បីធានាថាមិនមានការស្ទះ និងការអស់ប្រេងនៅក្នុង CHP) (៤) ពីរដងក្នុងមួយឆ្នាំ (ពិនិត្យមើលប្រព័ន្ធខ្យល់ចេញចូល ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីជៀសវាសមានការខូចខាត និងពិនិត្យមើលមុខងាររបស់ឧបករណ៍ឧស្ម័ននិងឧបករណ៍សម្រាប់ចាប់ភ្លើងឆេះ); (៥) ត្រួតពិនិត្យផ្នែកប្រព័ន្ធដឹកឧស្ម័នជារៀងរាល់ឆ្នាំ ទៅលើការខូចខាតនិងច្រេះ ក៏ដូចជាកែតម្រូវឡើងវិញនូវបករណ៍ចាប់ឧស្ម័នអោយត្រូវតាមបទដ្ឋាន) និង (៦) ត្រួតពិនិត្យឧបករណ៍ពន្លត់អគ្គីភ័យរៀងរាល់ ២ឆ្នាំម្តង។ ព័ត៌មានលំអិតនៃគោលការណ៍ណែនាំសុវត្ថិភាពអាចរកបាននៅក្នុងរបាយការណ៍នេះ (Findeisen 2015)។ ម៉្យាងវិញទៀត វាតម្រូវអោយរក្សាឯកសារដូចជា សៀវភៅណែនាំ និង O&M អោយមាននៅកន្លែងណាមួយក្នុងទីតាំងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ និងដាក់ស្លាកគ្រោះថ្នាក់ជីវឧស្ម័ន សុវត្ថិភាព និងការការពារដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៦ (Westenbroek and Martin 2019)។



រូបភាពទី១៦ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃប្រព័ន្ធគ្រោះថ្នាក់និងសុវត្ថិភាពក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (Westenbroek and Martin 2019)។

ឯកសារយោង

AMPC (2016) Appendix 2 : Hazard and Risk Assessment - Biogas Systems.

Aven T (2011) Quantitative risk assessment. Cambridge University Press, New York

Dow CC (1994) Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide, Seventh. American Institute of Chemical Engineers

Findeisen C (2015) The importance of safety standards, risk assessment and operators training for a successful biogas market development Content.

Haimes YY (2009) Risk modeling, assessment, and management, third. A John Wiley and Sons, Ltd., New Jersey

Hofmann F (2016) FvB Biogas Safety Guidelines – Deep Dive Session on Crucial points. Germany

Hughes G (2006) The safe isolation of plant and equipment. Health and Safety Executive

Inspectorate P and G (2018) Guideline for operating plant - Biogas.

Peters M, Timmerhaus K, West R (2003) Plant design and economics for chemical engineers, 5th edn. McGraw-Hill Education

Scarponi GE, Guglielmi D, Casson Moreno V, Cozzani V (2015) Risk assessment of a biogas

production and upgrading plant. Chem Eng Trans 43:1921–1926.
Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark
Tugnoli A, Cozzani V (2007) A consequence based approach to the quantitative assessment of inherent safety. AIChE J 53:215–228.
Wellinger A, Murphy J, Baxter D (2013) Biogas utilisation: international experience and best practice. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp 327–460
Westenbroek PA, Martin J (2019) Anaerobic Digesters and Biogas Safety.

ជំពូកទី៩ ការធ្វើសម្បទានផ្នែកបរិស្ថាន និងសង្គមនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន

ជំពូកនេះពិពណ៌នាអំពីតម្រូវការផ្នែកច្បាប់ និងឯកសារដែលវិនិយោគិនត្រូវការសម្រាប់ការវិនិយោគរបស់ពួកគេនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់និងគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជាត្រូវបានពិភាក្សា។ ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាននិងសង្គមនៃគម្រោងជីវឧស្ម័នក៏ត្រូវបានពិភាក្សាផងដែរ។

៩.១ លក្ខខណ្ឌច្បាប់ទូទៅ និងតម្រូវការសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ម័ន

នីតិវិធីលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យ និងឯកសារដែលត្រូវការដើម្បីទទួលបានការអនុញ្ញាតសម្រាប់សាងសង់ឡជីវឧស្ម័នគឺខុសគ្នាពីប្រទេសមួយទៅប្រទេសមួយ។ វិនិយោគិន ត្រូវតែចងក្រងឯកសារនៃការអនុលោមតាមគម្រោងជាមួយនឹងច្បាប់ជាតិទាក់ទងនឹងបញ្ហាដូចជាការដោះស្រាយ និងការកែច្នៃឡើងវិញនូវលាមកសត្វ និងកាកសំណល់សរីរាង្គតាមបទប្បញ្ញត្តិនៃការបំភាយ (ផ្សែង សំឡេងរំខាន និងការបំភាយក្លិន) ផលប៉ះពាល់ទឹកក្រោមដី ការការពារសម្រស់ធម្មជាតិ សុវត្ថិភាពការងារនិងអគារ ។ល។ វាមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការទាក់ទងទៅអាជ្ញាធរដែនដីក្នុងដំណាក់កាលដំបូងនៃគម្រោងដើម្បីផ្តល់ព័ត៌មានផ្ទាល់ខ្លួន និងត្រូវការជំនួយក្នុងដំណើរការអនុញ្ញាតិ និងការអនុវត្តគម្រោង (Wellinger et al. 2013)។ ការបំពេញនូវបញ្ហាសុវត្ថិភាពសំខាន់ៗ និងការកំណត់ការការពារ និងវិធានការពារការខូចខាត ជាលក្ខខណ្ឌសម្រាប់ទទួលបានលិខិតអនុញ្ញាតសាងសង់ (Seadi et al. 2008)។ នៅពេលទទួលបានការអនុញ្ញាតសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ន វាចាំបាច់ត្រូវធានាថាអ្នកស្នើសុំការអនុញ្ញាតមានផ្ទៃដីគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់បោះចោលកាកសំណល់ជីវឧស្ម័នដែលសំបូរទៅដោយសារធាតុចិញ្ចឹម។ តម្រូវការធ្វើការជាមួយក្រុមហ៊ុនរៀបចំផែនការដែលមានបទពិសោធន៍ក្នុងការទទួលបានលិខិតអនុញ្ញាតសាងសង់ គឺមានសារៈសំខាន់ ឬមួយវាជាការចាំបាច់ អាស្រ័យលើស្ថានភាពក្នុងតំបន់ឧទាហរណ៍ ពួកគេអាចដឹងថាតើត្រូវការរយៈពេលប៉ុន្មានសម្រាប់ការអនុញ្ញាតនីតិវិធីដើម្បីសាងសង់ និងដំណើរការឡជីវឧស្ម័ន (Camirand 2019)។ លើសពីនេះទៀត ច្បាប់ (បទប្បញ្ញត្តិនិងការអនុញ្ញាត) និងគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់គម្រោងឡជីវឧស្ម័ន (មុននិងក្នុងកំឡុងពេលប្រតិបត្តិការ) ខាងក្រោម វិនិយោគិនទាំងនោះចាំបាច់ត្រូវអនុវត្តតាម៖

- បទប្បញ្ញត្តិក្នុងស្រុកទាក់ទងនឹងឡជីវឧស្ម័ន។
- ការផ្តល់សិទ្ធិអំណាចពីភ្នាក់ងារការពារបរិស្ថាន និងសុខភាព។
- សុវត្ថិភាពនៃផលិតផលសេវាកម្ម និងសកម្មភាពឧស្សាហកម្ម។
- លិខិតអនុញ្ញាតសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នពីអាជ្ញាធរ។
- ផែនការអាជីវកម្ម និងការវាយតម្លៃហានិភ័យ។
- អ្នកជំនាញខាងបច្ចេកទេសជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ។

- ការរឹតត្បិតនៅក្នុងស្រុកក្នុងការលក់អគ្គិសនីទៅបណ្តាញអគ្គិសនី ឬសហគមន៍នៅពេលផលិតកម្មអគ្គិសនីខ្ពស់ជាងតម្រូវការ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នដែលមានស្រាប់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាអាចផ្គត់ផ្គង់ប្រហែល ៨០% នៃតម្រូវការអគ្គិសនីសរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋានរបស់ពួកគេ។
- ការពិពណ៌នានិងសេចក្តីប្រកាសព័ត៌មានស្តីពីរូបធាតុដើមជីវឧស្ម័ន (ឯកសារផ្លូវការដែលគួរតែរក្សាទុកក្នុងឡជីវឧស្ម័ន)។
- គ្រប់រូបធាតុដើមជីវឧស្ម័នគួរតែត្រូវបានវិភាគ និងសាកល្បងជាប្រចាំដើម្បីរក្សាស្តង់ដាគុណភាពនិងប្រកាន់ខ្ជាប់នូវតម្រូវការស្របច្បាប់សម្រាប់គុណភាពរូបធាតុដើមទាំងនោះ។
- ច្បាប់និងការផ្តល់សិទ្ធិដើម្បីធានាថាសារធាតុចិញ្ចឹមនៅក្នុងជីវឧស្ម័នដែលបោះបង់ចោលលើដីដាំដុះត្រូវបានត្រួតពិនិត្យយ៉ាងពេញលេញ។
- ការកាត់បន្ថយកាកសំណល់ និងបទបញ្ញត្តិនៃការកែឆ្នៃឡើងវិញ។
- ការការពារសុខភាពនិងសុវត្ថិភាពការងារ។

៩.១.១ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ និងគោលនយោបាយសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា

ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់៖ ខុសពីប្រទេសដទៃទៀតដែលមានច្បាប់សម្រាប់ការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ នៅកម្ពុជានៅមានកង្វះខាតនៃលក្ខខណ្ឌច្បាប់និងក្របខ័ណ្ឌស្តីពីនីតិវិធី និងតម្រូវការស្តង់ដាសម្រាប់ការចុះឈ្មោះវិនិយោគលើបច្ចេកវិទ្យានេះនៅឡើយ។ បច្ចុប្បន្ននេះ ប្រសិនបើវិនិយោគិន ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងកំពុងរៀបចំគម្រោងលើអាជីវកម្មឡជីវឧស្ម័ន វាត្រូវបានគេណែនាំឱ្យទាក់ទង BTIC ឬ NBP ដើម្បីជួយលើនីតិវិធីទាំងអស់នោះដូចជា ការវាយតំលៃសេដ្ឋកិច្ច វិស្វកម្ម លទ្ធកម្ម សំណង់ និងការគ្រប់គ្រង ហៅកាត់ថា (EPCM) ដើម្បីជាជំនួយការក្នុងការដាក់ពាក្យស្នើសុំជំនួយពីរដ្ឋាភិបាល អង្គការក្រៅរដ្ឋាភិបាល ឬពីដៃគូអភិវឌ្ឍ (ប្រសិនបើមាន)។ ពួកគេក៏អាចជួយពិគ្រោះយោបល់ខាងបច្ចេកទេស និងឯកសារស្តីពីបទប្បញ្ញត្តិជីវឧស្ម័ន និងគោលការណ៍ណែនាំអំពីសុវត្ថិភាពជីវឧស្ម័ន និងប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅតែមានតម្រូវការច្បាប់សម្រាប់ជីវឧស្ម័ននិងគោលការណ៍ណែនាំ និងផែនទីបង្ហាញផ្លូវដើម្បីគាំទ្របន្ថែមដើម្បីអនុវត្តប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពនៃការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជានាពេលអនាគត។ ក្នុងន័យនេះ រដ្ឋាភិបាលអាចគាំទ្រក្នុងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នដោយបង្កើតបទប្បញ្ញត្តិដែលអនុគ្រោះដល់និរន្តភាពនៃជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនេះ។ បន្ថែមពីនេះទៀត មូលនិធិឡជីវឧស្ម័នពីដៃគូអភិវឌ្ឍ និងរដ្ឋាភិបាលគឺជាធនធានដ៏សំខាន់សម្រាប់គាំទ្រដល់ NBP និង BTIC ដើម្បីនិរន្តរភាពយូរអង្វែងនៃការអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័ននៅក្នុងប្រទេស។ ការបង្កើតបរិយាកាសអំណោយផលសម្រាប់ការផ្សព្វផ្សាយជីវឧស្ម័ន អាស្រ័យលេ ើអ្នកធ្វើការពាក់ព័ន្ធទាំងអស់លេ ើការវិនិយោគជីវឧស្ម័ននេះ (MAFF 2016)។

គោលនយោបាយឡជីវឧស្ម័នលើឡជីវឧស្ម័ន៖ ថ្មីៗនេះ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ បានបង្កើតក្រុមការងារបច្ចេកទេសជីវឧស្ម័នជាតិដើម្បីកែសម្រួលឯកសារស្តីពីគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័ន និងក្របខ័ណ្ឌច្បាប់និងការគាំទ្របច្ចេកទេស លើគម្រោងជីវឧស្ម័នសម្រាប់ទិសដៅឆ្នាំ២០២១ ដល់ឆ្នាំ២០៣០។ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទនឹងបង្កើតគណៈកម្មាធិការប្រឹក្សាជាតិសម្រាប់យន្តការសម្របសម្រួលប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព សម្រាប់ការអនុវត្តគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍឡជីវឧស្ម័ន។ លើសពីនេះ ក្រុមការងារបច្ចេកទេសខេត្តក្រុងនឹងត្រូវបានបង្កើតឡើងសម្រាប់សម្របសម្រួល និងអនុវត្តសកម្មភាពនៅថ្នាក់មូលដ្ឋាន ដើម្បីរួមចំណែកដល់ការអនុវត្តគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍន៍ឡជីវឧស្ម័ន (MAFF 2016)។ ម៉្យាងវិញទៀត កម្មវិធីជីវឧស្ម័នគួរតែព្យាយាមទាក់ទាញឡជីវឧស្ម័ននៅតាមប្រព័ន្ធរដ្ឋាភិបាលក្នុងពេលដំណាលគ្នា ដើម្បីធ្វើកិច្ចសហប្រតិបត្តិការរវាងក្រសួងនានា។ ឧទាហរណ៍:

១) ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ៖ ការសម្រេចចិត្តលើការឧបត្ថម្ភធន និងការលើកលែងពន្ធសម្រាប់វិនិយោគិននិងអ្នកប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន។

២) ក្រសួងបរិស្ថាន៖ ស្នើច្បាប់ទាក់ទងនឹងការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលអគ្គិសនីដែលផលិតដោយជីវឧស្ម័នទៅក្នុងកសិដ្ឋាន ឬសហគមន៍។

៣) ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ៖ រៀបចំកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលផ្នែកជីវឧស្ម័នដល់មន្ត្រីផ្សព្វផ្សាយ មហាវិទ្យាល័យកសិកម្ម និងវិនិយោគិនកសិកម្ម និងបសុសត្វ។

គម្រោងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវបច្ចេកវិទ្យាថាមពលកកើតឡើងវិញ ហៅកាត់ថា S-RET បាននឹងកំពុងលើកកម្ពស់ថាមពលកកើតឡើងវិញនេះ (ជីវឧស្ម័ន និងថាមពលព្រះអាទិត្យ) សម្រាប់អនុវត្តក្នុងផលិតកម្មកសិកម្ម ដូចជាថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យជាដើម។ តែទោះយ៉ាងណា ដំណាក់កាលនៃគម្រោងត្រូវបានបិទបញ្ចប់ ហើយដំណាក់កាលទី២នៃគម្រោងកំពុងពិចារណាដោយម្ចាស់ជំនួយមូលនិធិអន្តរជាតិសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍកសិកម្មហៅកាត់ថា IFAD។

៩.២ ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន

ជីវឧស្ម័ន គឺជាថាមពលកកើតឡើងវិញដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាដំណោះស្រាយក្នុងការផ្លាស់ប្តូរសំណល់សរីរាង្គ និងកាកសំណល់ទៅជាផលិតផលមានតម្លៃដូចជា អគ្គិសនី កម្តៅ ជីវឥន្ធនៈ និងជីសរីរាង្គ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រសិនបើឡជីវឧស្ម័នមិនមានទីតាំងល្អ ការរចនាប្លង់ និងការប្រតិបត្តិការ វាអាចបង្កអន្តរាយដល់បរិស្ថាន និងសហគមន៍ផងដែរ។ យោងតាមបទបញ្ញាបរិស្ថាននិងគោលការណ៍ណែនាំ ឧទាហរណ៍ដូចជា កន្លែងគួរដាក់ឡជីវឧស្ម័ន និងការផ្តល់អនុសាសន៍សម្រាប់ចំងាយពីកន្លែងសាងសង់ដែលនៅជិតបំផុតក្នុងតំបន់ទីក្រុង ឬសហគមន៍ក្នុងតំបន់ជនបទ ក៏ដូចជាកន្លែងស្តុកជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់ជីជីវឧស្ម័ន ដើម្បីអាចចៀសវាងបញ្ហាបរិស្ថានបាន (Hus 2020)។

៩.២.១ បទបញ្ញាបរិស្ថាន

បទប្បញ្ញត្តិស្តីពីបរិស្ថានសម្រាប់ឡត្រូវបានផ្តល់ជូនតាមរយៈសេចក្តីណែនាំលេខ ៨៧ ស្តីពីការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់រោងចក្រសហគ្រាស ដោយរាប់បញ្ចូលទាំងបទដ្ឋានដូចជាៈ (១) កន្លែងញែកកាកសំណល់និងស្តុកទុកសំរាម; (២) ការហាមឃាត់ការចោលសំរាមរោងចក្រ និងកាកសំណល់តាមគ្រួសារ; (៣) ការហាមឃាត់មិនឱ្យបង្ហូរទឹកកង្វក់ដែលមិនបានឆ្លងកាត់ប្រព័ន្ធចម្រោះមុនបង្ហូរចូលទៅក្នុងទឹក; (៤) តម្រូវការសម្រាប់ការអនុញ្ញាតដឹកជញ្ជូនកាកសំណល់នានា; (៥) ការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ដែលគ្រោះថ្នាក់ និងសារធាតុដែលបំពុលបរិស្ថាន ដោយការត្រួតពិនិត្យជាប់លាប់នៃគុណភាពបរិស្ថាន និងស្តង់ដាបញ្ចេញចោលសារធាតុរាវ និង(៦) ស្តង់ដាការបំភាយទឹកដែលត្រូវបញ្ចេញទៅក្នុងបរិស្ថាន រួមទាំងតម្រូវការប្រព័ន្ធចម្រោះ ឬប្រព័ន្ធញែកផលិតផលកាកសំណល់ អោយត្រូវតាមបទដ្ឋាននៃការបំភាយឧស្ម័ន (Lord and Leang 2021)។ យោងតាមប្រកាសលេខ ៣៨៧ ប្រ.ក.ប ក្រសួងបរិស្ថានបានដាក់ចេញនូវបទដ្ឋាននៃចំនួនសារធាតុគីមីពុល ឬសារធាតុគ្រោះថ្នាក់ដែលមាននៅក្នុងកាកសំណល់គ្រោះថ្នាក់ មុននឹងត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យបោះចោលនៅក្នុងកន្លែងចាក់សំរាមនិងក្នុងដី (MOE 2015)។ បទដ្ឋាននៃការបំពុលខ្យល់ និងសំលេងរំខានត្រូវបានផ្តល់ជូនដោយអនុក្រឹត្យលេខ ៤២ និងប្រកាសលេខ ៨៣ (Government 1999)។ យោងតាមប្រកាសលេខ ៥៤៩ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ ត្រូវបានណែនាំអោយគ្រប់គ្រងកាកសំណល់របស់ខ្លួនអោយបានត្រឹមត្រូវដោយបំលែងវាទៅជាជីវឧស្ម័ន ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់បរិស្ថានពីកាកសំណល់សត្វ (MAFF 2018)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ បទប្បញ្ញត្តិបរិស្ថាននិងគោលនយោបាយសម្រាប់ឧស្សាហកម្មជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជាក្នុងពេលបច្ចុប្បន្ន មិនត្រូវបានកំណត់នៅឡើយទេ។ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ ក្រសួងបរិស្ថាន និងក្រសួងឧស្សាហកម្មរ៉ែនិងថាមពល គួរតែធ្វើការរួមគ្នាដើម្បីអនុវត្តបទប្បញ្ញត្តិដែលមានស្រាប់ និងរៀបចំបទប្បញ្ញត្តិថ្មីស្តីពីការគ្រប់គ្រងការបំពុលបរិស្ថានដូចជា ទឹក ខ្យល់ និងដីជាដើម ក៏ដូចជាប្រភេទរូបធាតុដើមជីវឧស្ម័ន និងការវាយតំលៃផលប៉ះពាល់បរិស្ថាន ហៅកាត់ថា EIA ទៅលើជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ជាពិសេស បទប្បញ្ញត្តិក៏គួរតែអនុវត្តចំពោះការប្រើប្រាស់ដីជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គផងដែរ។

បទពិសោធន៏ដែលទទួលបានពីសហភាពអឺរ៉ុបៈ បទប្បញ្ញត្តិបរិស្ថានស្តីពីការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នពីប្រទេសផ្សេងៗ ជាពិសេសប្រទេសនៅអឺរ៉ុបដែលមានឡជីវឧស្ម័នជាច្រើនទសវត្សមកហើយ អ្នកវិនិយោគជីវឧស្ម័នត្រូវតែដាក់ពាក្យសុំលិខិតអនុញ្ញាតយោងទៅតាមបទប្បញ្ញត្តិទាំងនោះ។ ការអនុញ្ញាតផ្នែកបរិស្ថានលើជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គឺពឹងផ្អែកលើច្បាប់ការពារបរិស្ថាន។ ការដោះស្រាយប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈនៃការដោះស្រាយបញ្ហាសំរាមត្រូវការជាចាំបាច់នូវតម្រូវការលិខិតអនុញ្ញាតបរិស្ថាននៃឡជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍ដូចជា ការចិញ្ចឹមសត្វខ្នាតធំតម្រូវអោយមានលិខិតអនុញ្ញាតបរិស្ថាន ប៉ុន្តែនៅពេលដែលកាកសំណល់ជីវម៉ាស់នៃកសិដ្ឋានផ្ទាល់ខ្លួនត្រូវបានប្រើប្រាស់ ការអនុញ្ញាតអាចត្រូវបានរាប់បញ្ចូលទៅក្នុងលិខិតអនុញ្ញាតបរិស្ថានរបស់កសិដ្ឋាន។

ស្រដៀងគ្នានេះដែរ ម្ចាស់កសិដ្ឋានត្រូវដាក់ឯកសារដែលមានផែនការសាងសង់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន ដើម្បីទទួលបានអាជ្ញាប័ណ្ណសម្រាប់ការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន។

តម្រូវការស្តង់ដាផ្សេងទៀត រួមមានការរក្សាទុកលាមកសត្វ និងប្រភេទជីវម៉ាសប្រភេទផ្សេងៗ ដំណើរការឡជីវឧស្ម័ន ការញែក និងការធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃជីជីវឧស្ម័ន និងការផ្ទុកជីវឧស្ម័ន។ បញ្ហាបរិស្ថានដែលបានកំណត់រួមមានការសាយភាយខ្យល់ដូចជា ក្លិន H_2S ធូលី និងអាម៉ូញ៉ាក់ សំលេងរំខាន និងការបំពុលដីនិងទឹកក្រោមដី ឬទឹកលើដី។ ការផ្តល់សិទ្ធិអនុញ្ញាត ត្រូវប្រើទៅតាមតម្រូវការស្តង់ដាជាមូលដ្ឋានសម្រាប់ការអនុញ្ញាត ប៉ុន្តែគេអាចកំណត់តម្រូវការផ្សេងទៀត ប្រសិនបើតម្រូវការនោះមិនមានតុល្យភាពរវាងផលប៉ះពាល់បរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ច (European Parliament and Council 2009)។ ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈនៃរូបធាតុដើមសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន ការផលិត និងប្រតិបត្តិការរោងចក្រស្តង់ដាផ្សេងៗគ្នា អាចអនុវត្តសម្រាប់ការសាងសង់ឡជីវឧស្ម័នក៏ដូចជាសម្រាប់វត្ថុធាតុដើម និងផលិតផលផ្សេងៗ។ ខាងក្រោមនេះពិពណ៌នាអំពីតម្រូវការមួយចំនួនសម្រាប់ចំណីសត្វផ្សេងៗគ្នា និងការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ។

កាកសំណល់លាមកសត្វ៖ បទប្បញ្ញត្តិស្តីពីកាកសំណល់លាមកសត្វ ជាទូទៅបានចែងលក្ខខណ្ឌសម្រាប់ការពារការរីករាលដាលនៃជំងឺនានា នៅក្នុងដំណើរការនៃការផ្លាស់ប្តូរសារធាតុដើមនៃវត្ថុធាតុដើមដែលមិនមានក្នុងគោលបំណងសម្រាប់ការប្រើប្រាស់របស់មនុស្ស។ វាបញ្ជាក់ថា ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់លាមកសត្វទៅក្នុងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំអាចសមស្របសម្រាប់ផលិតផលបែបនេះ។

ជីសរីរាង្គ៖ ការផ្ទុកស្តុកកាកសំណល់ជីវឧស្ម័នត្រូវបានហាមឃាត់ ដើម្បីទប់ស្កាត់ការបំភាយឧស្ម័នមេតាន និងកំណត់ការសាយភាយមេតានរាលដាលលើដី និងដើម្បីកាត់បន្ថយការបំភាយអាម៉ូញាក់និងផលប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាន (Fusi et al. 2016)។ ផលិតផលជីសរីរាង្គដែលដាក់នៅតាមទីផ្សារ ត្រូវតែធ្វើការស៊ើបអង្កេត ដើម្បីធានាថាវាមានសុវត្ថិភាពនិងគុណភាពល្អ ក៏ដូចជាការវេចខ្ចប់ ការដឹកជញ្ជូន ការស្តុកទុក ការប្រើប្រាស់ និងមានលក្ខខណ្ឌសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មដំណាំផ្សេងៗ (European Parliament and Council 2009)។

៩.២.២ ផលប៉ះពាល់បរិស្ថាននៃផលិតកម្ម និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

ការប្រើប្រាស់កម្តៅនិងថាមពលអគ្គីសនពីឡជីវឧស្ម័នអាចធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវនិរន្តរភាពបរិស្ថានជាពិសេសការកាត់បន្ថយនៃការឡើងកម្តៅផែនដី និងការថយចុះស្រទាប់អូហ្សូន។ យោងតាម Grope et al. (2019) បានបង្ហាញថាឡជីវឧស្ម័ន ១ មេហ្គាវ៉ាត់អាចកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នកាបូនិចក្នុងបរិមាណប្រមាណ ៧០០០ តោនក្នុងមួយឆ្នាំ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងការប្រើប្រាស់អគ្គិសនីពីឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការទទួលយកជីវឧស្ម័នក្នុងសង្គម ជារឿយៗត្រូវបានរារាំងដោយសារការព្រួយបារម្ភអំពីបរិស្ថាននិងសុខភាព។ ជីវឧស្ម័នអាចចូលរួមចំណែកយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការលុបបំបាត់ការបំភាយឧស្ម័នដូចជា CO_2, CH_4, NH_3 និង N_2O ដែលត្រូវបានបង្កើតចេញពីគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ផលប៉ះពាល់ផ្នែកបរិស្ថានបណ្តា

លមកពីកាកសំណល់ផ្សេងៗ ការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន ការស្តុកទុក និងការបន្សុទ្ធនិងការប្រើប្រាស់ជីជីវឧស្ម័នទៅលើដីត្រូវបានពិភាក្សាយ៉ាងយកចិត្តទុកដាក់។ ការបំភាយឧស្ម័ន CH_4 និង N_2O ទៅក្នុងបរិយាកាសត្រូវតែមានការយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់។ ក្នុងចំណោមការបំពុលបរិស្ថានទាំងអស់ដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាការបំភាយដោយប្រយោលពីចំហេះជីវឧស្ម័ន កម្រិតអុកស៊ីដអាសូត (NO_x) គឺជាការព្រួយបារម្ភបំផុតនៃបរិស្ថាន (Paolini et al. 2018)។

ផលប៉ះពាល់នៃកាកសំណល់ និងការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន៖ ផលប៉ះពាល់នៃជីវឧស្ម័នខ្ចាតធំលើការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG ត្រូវបានជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការស្តុកទុករូបធាតុដើមសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន។ N_2O ភាគច្រើន អាចត្រូវបានលុបបំបាត់ចោលកំឡុងពេលស្តុកទុកកាកសំណល់បិទជិតត្រូវក្នុងករណីការប្រេី ប្រាស់លាមកសត្វសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន។ ការបំភាយចេញពីការស្តុកទុកជីវម៉ាសដែលមិនមានគម្របបិទជិត ក៏ត្រូវបានគេកំណត់ថាជាប្រភពនៃការបំភាយឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់នៅតាមបណ្តាញផលិតកម្មជីវឧស្ម័នទាំងមូល (Sommer 1997)។ ម្យ៉ាងវិញទៀត កាកសំណល់រឹងទីក្រុង មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើផលប៉ះពាល់នៃវដ្តជាតិ ឬដំណាំទាំងមូលដូចជា៖ (១) លក្ខណៈពិសេសនៃការរលាយនៃសមាសធាតុដែលអាចរំលាយបាន; (២) ប្រសិទ្ធភាពនៃការប្រមូលចរន្តឧស្ម័នដែលបានបញ្ចេញដោយប្រតិបត្តិការជីវសាស្ត្រ; (៣) ប្រសិទ្ធភាពនៃការលុបបំបាត់សារធាតុបំពុលដែលប្រមូលបាន និង(៤) អត្រាបំភាយ NO_x ពីចំហេះជីវឧស្ម័ន (Beylot et al. 2015)។

ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នជំនួសឥន្ធនៈហ្វូស៊ីលធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវគុណភាពខ្យល់ និងកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការបាត់បង់មេតាន អាចប៉ះពាល់ដល់និរន្តរភាពនៃដំណើរការទាំងមូល។ ការសន្សំសមតុល្យ CO_2 កើនឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ប្រសិនបើមេតាន ត្រូវបានកំណត់ត្រឹម ០.០៥% ប៉ុន្តែដំណើរការនេះលែងមាននិរន្តរភាពនៅពេលដែលការបាត់បង់មេតានឈានដល់ ៤% (Paolini et al. 2018)។

ផលប៉ះពាល់នៃការស្តុកទុក និងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន៖ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គអាចបញ្ចេញការបំភាយអាសូត និងអាម៉ូញាក់ទៅក្នុងបរិយាកាស និងទឹកក្រោមដីដែលមានឥទ្ធិពលយូរអង្វែងទៅលើនិរន្តរភាពទាក់ទងនឹងជីជាតិដី និងផលប៉ះពាល់បរិស្ថាន។ កន្លែងស្តុកទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលមិនមានគំរបគ្របត្រឹមត្រូវ ត្រូវបានគេកំណត់ថាជាប្រភពបំភាយអាម៉ូញាក់។ ការគ្រប់គ្រងឱ្យបានត្រឹមត្រូវនៃការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់បរិស្ថានដោយកាត់បន្ថយអត្រាបំភាយអាម៉ូញាក់។ សារសំខាន់នៃធុងឧស្ម័នសម្រាប់ផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នអាចកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG រហូតដល់ទៅ ៣៦.៥% (Battini et al. 2014)។ បញ្ហាសំខាន់ចំបងក្នុងការប្រើប្រាស់នៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គឺការបញ្ចេញអាសូតទៅក្នុងបរិស្ថាន ប៉ុន្តែវាអាចត្រូវបានកាត់

បន្ថយដោយការអនុវត្តល្អបំផុតសម្រាប់ការថែរក្សាគុណភាពដី។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការគ្រប់គ្រងកំរិតអាសូត គឺពិបាកដោយសារតែភាពប្រែប្រួលនៃរូបធាតុដើមសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន (Paolini et al. 2018)។

ការបំភាយ N_2O និងមេតានពីការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន នៅតែមានភាពល្អប្រសើរ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងជីវម៉ាស់និងជីលាមកសត្វដែលមិនបានប្រើប្រាស់ទាល់តែសោះ។ ជាពិសេស ការបន្ថែមកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដល់ស្រូវបង្កើនអត្រាការបំភាយមេតាន ពី១៧ ទៅ ៣០ ក្រាមក្នុងម² ក៏ប៉ុន្តែគ្មានផលប៉ះពាល់អ្វីគួរអោយកត់សំគាល់ចំពោះបរិមាណ N_2O ទេ (Win et al. 2014)។ ទាក់ទងនឹងថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិត លោហៈធាតុ និងមីក្រូសរីរាង្គមាននៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នដែលអាចបង្កអន្តរាយ ជាទូទៅត្រូវបានគេចាត់ទុកថាវាមានហានិភ័យទាបក្នុងការចម្លងមេរោគនៅក្នុងខ្សែសង្វាក់ចំណីអាហារ។ ប៉ុន្តែ បន្ទុកដីនៃការបំពុលដោយសារធាតុសរីរាង្គដែលបណ្តាលមកពីការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន គួរតែត្រូវវាយតម្លៃពីផលប៉ះពាល់យ៉ាងពេញលេញ (Suominen et al. 2014)។ ជាទូទៅ ការបំភាយឧស្ម័នពីការស្តុកទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នមានសារៈសំខាន់ជាងការបញ្ចេញដោយការប្រើប្រាស់របស់វាទៅក្នុងដី (Buratti et al. 2013)។

៩.៣ ទិដ្ឋភាពសង្គម

ដូចគ្នាទៅនឹងទិដ្ឋភាពច្បាប់ និងបរិស្ថានដែរ បទប្បញ្ញត្តិសង្គម និងផលប៉ះពាល់នៃទីតាំងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ត្រូវតែរួមបញ្ចូលជាមួយវិធីសាស្រ្តគម្រោងនៅពេលគ្រោងដំឡើងឡជីវឧស្ម័ន។ វាមានទំនាក់ទំនងយ៉ាងខ្លាំងជាមួយនឹងការប្រើប្រាស់ដីធ្លី និងស្ថានភាពសង្គមទាក់ទងនឹងការផ្តល់សិទ្ធិអំណាចដល់សហគមន៍។ វាចាំបាច់ក្នុងការកំណត់លក្ខខណ្ឌសង្គមសមស្របសម្រាប់ការអនុវត្តគម្រោងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ព័ត៌មានខាងក្រោមគួរតែត្រូវបានពិចារណា៖ (១) តម្រូវការសង្គម ដូចជាកម្តៅ អគ្គិសនី និងជីសរីរាង្គ និងការព្រួយបារម្ភអំពីក្លិន ក៏ដូចជាបញ្ហាការចោលសំរាមជាដើម និង(២) ទីតាំងឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ការកំណត់នូវតម្រូវការកម្តៅ អគ្គិសនី និងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័នត្រូវការជាចាំបាច់ ដើម្បីប្រមើលមើលការប្រកួតប្រជែងជាមួយនឹងជម្រើសងាយស្រួល ឬថោកជាងនេះ (Pandyaswargo et al. 2019)។ ក្រៅពីនេះ ប្រជាជនមានការព្រួយបារម្ភយ៉ាងខ្លាំងអំពីផលប៉ះពាល់ដូចជាក្លិន សំឡេងរំខាន និងការផ្លាស់ប្តូរទេសភាព ក៏ដូចជាការលេចចេញនៅរូបរាងនៃគំរូអាក្រក់នៅក្នុងប្រព័ន្ធផ្សព្វផ្សាយដែលធ្វើអោយមានការភ័យខ្លាចកាន់តែខ្លាំងឡើង។ ការកំណត់ថាតើទីតាំងនៅជនបទ ឬទីប្រជុំជនមានសារៈសំខាន់ក្នុងការប៉ាន់ប្រមាណទំហំ និងបច្ចេកវិទ្យាសមស្របសម្រាប់គម្រោងឡជីវឧស្ម័ន។ ជាពិសេស ការអនុលោមតាមតំបន់សុវត្ថិភាព និងចម្ងាយទៅអាគារ ព្រៃឈើ ទន្លេ បឹង ឬប្រភពនានា ត្រូវតែគោរពដើម្បីការពារហានិភ័យនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ ហេតុដូច្នេះ ការទាក់ទងឱ្យបានឆាប់ជាមួយសាលាក្រុង និងការអនុញ្ញាតពីអាជ្ញាធរនៅក្នុងតំបន់ អាចមានប្រយោជន៍ក្នុងការទប់ស្កាត់ជម្លោះជាមួយសហគមន៍ និងអាជីវកម្មក្នុងស្រុក ឧទាហរណ៍ដូចជា ជំលោះជាមួយអ្នកចែកចាយអគ្គិសនីជាដើម (Wellinger et al. 2013)។

៩.៣.១ លក្ខខណ្ឌសង្គម និងការពិចារណាលើយេនឌ័រ

លក្ខខណ្ឌសង្គមគួរតែត្រូវបានគេកំណត់ ហើយអាជ្ញាធរគួរតែខិតខំដោះស្រាយរាល់បទបញ្ញត្តិទាក់ទងនឹងឡជីវឧស្ម័នដល់វិនិយោគិន។ ទាក់ទងនឹងកត្តាសង្គម កម្រិតអប់រំរបស់កសិករដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការទទួលយកបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ ដើម្បីអោយពួកគាត់មានសមត្ថភាពក្នុងការគិតពិចារណាពីអត្ថប្រយោជន៍និងដំណើរការឡជីវឧស្ម័ន។ ទោះយ៉ាងណា ចំណេះដឹងកសិករ និងការទទួលព័ត៌មានអំពីឡជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជានៅមានកំរិតនៅឡើយ។ ដូច្នេះ អភិបាលកិច្ចមូលដ្ឋានត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាកត្តាសំខាន់ក្នុងការផ្សព្វផ្សាយ បណ្តុះបណ្តាល និងការអនុវត្តគោលនយោបាយថាមពលជីវឧស្ម័ននៅថ្នាក់មូលដ្ឋាន (Yang et al. 2021)។

ម៉្យាងវិញទៀត បញ្ហាប្រឈមក្នុងសង្គម គឺការប្រើប្រាស់កម្លាំងពលកម្មក្នុងមូលដ្ឋានដើម្បីធានាសុវត្ថិភាព ភាពងាយស្រួលក្នុងការប្រតិបត្តិការ និងការពិចារណាលើឧបសគ្គខាងសីលធម៌។ លក្ខខណ្ឌការងារគួរតែត្រូវបានធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ដោយពង្រឹងបទប្បញ្ញត្តិទាក់ទងនឹងជីវភាពកម្មករប្រចាំថ្ងៃដូចជា ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវប្រាក់ឈ្នួលនិងអត្ថប្រយោជន៍ផ្សេងៗ ក៏ដូចជាបទដ្ឋានសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព និងសិទ្ធិសម្រាប់ប្រតិបត្តិករឡជីវឧស្ម័នក្នុងការចរចាជាសមូហភាព។ ការធានាសុវត្ថិភាពតែងតែជាកង្វល់នៅពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាថ្មីត្រូវបានអនុវត្ត។ តាមរយៈការបំពាក់នូវប្រតិបត្តិករដែលមានសមត្ថភាពខាងតំហែទាំ និងបច្ចេកទេសអាចត្រូវបានដោះស្រាយចំពោះការព្រួយបារម្ភនេះ ហើយវត្តមាននៃកន្លែងស្រដៀងគ្នានៅក្នុងតំបន់នីមួយៗអាចធ្វើឱ្យកាន់តែប្រសើរឡើងសម្រាប់សម្របខ្លួនដើម្បីទទួលយកបច្ចេកវិទ្យានេះ (Chingono and Mbohwa 2016)។

ការចូលរួមកម្លាំងពលកម្មក្នុងស្រុកធ្វើឱ្យមានការកើនឡើងនូវជំនួយផ្នែកបច្ចេកទេស ដែលអាចចូលដំណើរការបានកាន់តែច្រើន និងសេវាកម្មមានតំលៃសមរម្យ។ បទប្បញ្ញត្តិសង្គមសម្រាប់ការបែងចែកការងារគួរតែអនុវត្តតាមការពិចារណាយេនឌ័រ ដោយការបែងចែកពលកម្មរវាងភេទ។ យុទ្ធសាស្ត្រជីវភាពរួមមាន ការត្រួតពិនិត្យ វាយតម្លៃ និងលើកកម្ពស់សមភាពយេនឌ័រ និងការផ្តល់សិទ្ធិអំណាចដល់ស្ត្រីហៅកាត់ថា GEEW ក្នុងការចូលរួមការបណ្តុះបណ្តាលជីវឧស្ម័ន (Mohanty 2017)។ បទប្បញ្ញត្តិសង្គមដែលមានស្រាប់ស្តីពីការបែងចែកការងារតំណាងឱ្យក្របខ័ណ្ឌមួយ វាពិតជាពិបាកកំណត់ណាស់។ គំរូផ្សេងៗគ្នាគួរតែត្រូវបានពិចារណាអោយស្របទៅតាមជំហរការងាររបស់ស្ត្រីនៅក្នុងសង្គម។ ស្ត្រីគួរតែត្រូវបានចូលរួមនៅក្នុងគណៈកម្មាធិការក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តណាមួយ។ ឧទាហរណ៍ នៅពេលមានបញ្ហាជាមួយឡ ស្ត្រីជាអ្នកដែលអាចដោះស្រាយប្រកបដោយស្មេរភាព។ ប៉ុន្តែ នៅពេលទាក់ទងទៅនឹងផលប៉ះពាល់ដោយដំណើរការខុសប្រក្រតីរបស់ឡជីវឧស្ម័ន វាចាំបាច់ត្រូវការបុរសនៅក្នុងសេវាកម្មជួសជុលអោយមានដំណើរការល្អឡើងវិញ។ នេះបង្ហាញថា GEEW មានឥទ្ធិពលវិជ្ជមានគួរឱ្យកត់សម្គាល់លើកំណើនសេដ្ឋកិច្ច និងការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្ម

ប្រកបដោយចីរភាព ដែលជាកត្តាជំរុញនៃការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រក្នុងការធ្វើសមាហរណកម្មសង្គម និងនិរន្តរភាពបរិស្ថាន (UNIDO 2015)។

៩.៣.២ ផលប៉ះពាល់សង្គម

ការអភិវឌ្ឍបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន គឺជាធាតុផ្សំដ៏សំខាន់នៃកម្មវិធីថាមពលតាមជនបទ ប៉ុន្តែសក្តានុពលរបស់វាមិនទាន់ត្រូវបានធ្វើអាជីវកម្មនៅឡើយ។ ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំផ្តល់នូវផលវិជ្ជមានជាច្រើនដល់សង្គមតាមរយៈការបង្កើតការងារដល់និស្សិតដែលទទួលបានការបណ្តុះបណ្តាលត្រឹមត្រូវ យុវជនគ្មានការងារធ្វើ និងសហគ្រិនតាមរយៈសេវាកម្មថែទាំជាប្រចាំ ក៏ដូចជាតំហែទាំនិងការជួសជុលឡជីវឧស្ម័ន។ ការសម្របសម្រួលផលិតកម្មនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ននិងជីជីវឧស្ម័ន និងការគ្រប់គ្រងការបំពុល អាចបង្កើនប្រសិទ្ធភាពលើកកម្ពស់ និងអភិវឌ្ឍកសិកម្ម និងការចិញ្ចឹមសត្វនៅតាមតំបន់ជនបទ។ បច្ចេកវិទ្យានេះបង្កើតកន្លែងធ្វើការ និងការងារថ្មីៗសម្រាប់សហគមន៍ផងដែរ។ ជាទូទៅ មានតំរូវការការងារសម្រាប់មនុស្សដែលមានជំនាញ ពាក់កណ្តាលជំនាញ ឬគ្មានជំនាញក្នុងការកសាង និងសាងសង់ឡជីវឧស្ម័ន។ ប្រការនេះ ធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវកន្លែងរស់នៅក្នុងភូមិ ដូច្នេះការធ្វើចំណាកស្រុកទៅកាន់ទីក្រុងត្រូវបានកាត់បន្ថយ។ ការវិនិយោគលើឡជីវឧស្ម័នផ្តល់នូវសកម្មភាពរកប្រាក់ចំណូលបន្ថែមពីលើទិន្នផលផលិតផលកសិកម្ម ដោយប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គពីឡជីវឧស្ម័ន និងការផ្តល់ថាមពលអគ្គិសនីដល់កសិដ្ឋាន ឬសហគមន៍មូលដ្ឋាន (Omer 2015)។

ទោះបីជាជីវឧស្ម័នខ្នាតធំបំពេញនូវដំណោះស្រាយថ្មីៗជាច្រើន សម្រាប់បច្ចេកវិទ្យានៃថាមពលកកើតឡើងវិញនៅលើទីផ្សារជាមួយនឹងការការពារបរិស្ថាននិងអាកាសធាតុល្អក៏ដោយ ក៏វាមានគុណវិបត្តិមួយចំនួនដែរ។ ទាក់ទងនឹងផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានទៅលើសុខុមាលភាពសហគមន៍មូលដ្ឋាន រដ្ឋាភិបាលត្រូវមានវិធានការជាក់លាក់ណាមួយដើម្បីការពារសិទ្ធិសហគមន៍នៅមូលដ្ឋាន ដែលអាចរងការគំរាមកំហែងដោយការពង្រីកផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងគ្រោះថ្នាក់បរិស្ថាន និងផលប៉ះពាល់នានា (Chingono and Mbohwa 2016)។ ម៉្យាងវិញទៀត បញ្ហាក្លិននិងការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ផ្សេងៗទាក់ទងនឹងបញ្ហាសង្គមត្រូវតែចាត់វិធានការជាចាំបាច់។ វិធីសាស្ត្របង្ការក្លិន អាចត្រូវបានណែនាំនៅពេលមានបញ្ហាត្រូវបានគេរំពឹងទុក ឬមាននៅក្នុងតំបន់នីមួយៗ។ បុគ្គលដែលគ្រប់គ្រង និងទទួលខុសត្រូវកាកសំណល់គួរតែត្រូវបានគេកំណត់ផងដែរ ថាតើអ្នកពាក់ព័ន្ធណាខ្លះដែលត្រូវកំណត់គោលដៅសម្រាប់ប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងសំរាម (Pandyaswargo et al. 2019)។

ឯកសារយោង

Battini F, Agostini A, Boulamanti AK, et al (2014) Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: Case study of a dairy farm in the Po Valley. Sci Total Environ 481:196–208.

Beylot A, Vaxelaire S, Zdanevitch I, et al (2015) Life Cycle Assessment of mechanical biological pre-treatment of Municipal Solid Waste: A case study. Waste Manag 39:287–

294.
Buratti C, Barbanera M, Fantozzi F (2013) Assessment of GHG emissions of biomethane from energy cereal crops in Umbria, Italy. Appl Energy 108:128–136.
Camirand E (2019) Biogas Plant Development Handbook.
Chingono T, Mbohwa C (2016) Social and environmental impact for sustainable bio-gas production by the city of johannesburg. Proc Int Conf Ind Eng Oper Manag 1047–1050.
European Parliament and Council (2009) Regulation (EC) No 1069/2009. Off J Eur Union 300:1–33.
Fusi A, Bacenetti J, Fiala M, Azapagic A (2016) Life cycle environmental impacts of electricity from biogas produced by anaerobic digestion. Front Bioeng Biotechnol. doi: 10.3389/fbioe.2016.00026
Government R (1999) SUB-DECREE on Solid Waste Management. Phnom Penh
Grope J, Scholwin F, Hofmann F (2019) Provision of services: Analysis of alternative uses for biogas in Cambodia.
Hus N (2020) BAT in smaller biogas plants in the nordic countries. Copenhagen
Lord F, Leang S (2021) Sustainable Consumption and Production roadmap in Cambodia. Phnom Penh
MAFF (2016) Policy on Biodigester Development in Cambodia 2016 - 2025.
MOE (2015) Prakas (Declaration) 387 on the Launch of Standards of the Quantity of Toxins or Hazardous Substances Allowed to be Disposed.
Mohanty B (2017) Establishment of Biogas Technology & Information Center (BTIC) in Cambodia. Final Report.
Omer AM (2015) Biogas Technology for Sustainable Energy Generation : Development and Perspectives Abstract : 1:22–40.
Pandyaswargo AH, Gamaralalage PJD, Liu C, et al (2019) Challenges and an implementation framework for sustainable municipal organic waste management using biogas technology in Emerging Asian Countries. Sustain. doi: 10.3390/su11226331
Paolini V, Petracchini F, Segreto M, et al (2018) Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge. J Environ Sci Heal - Part A Toxic/Hazardous Subst Environ Eng 53:899–906.
Seadi T Al, Rutz D, Prassl H, et al (2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark
Sommer SG (1997) Ammonia volatilization from farm tanks containing anaerobically digested animal slurry. Atmos Environ 31:863–868.

Suominen K, Verta M, Marttinen S (2014) Hazardous organic compounds in biogas plant end products-Soil burden and risk to food safety. Sci Total Environ 491–492:192–199.

UNIDO (2015) Policy on gender equality and the empowerment of women.

Wellinger A, Murphy J, Baxter D (2013) Biogas utilisation: international experience and best practice. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D (eds) The biogas handbook: Science, production and applications. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp 327–460

Win AT, Toyota K, Win KT, et al (2014) Effect of biogas slurry application on CH4 and N2O emissions, Cu and Zn uptakes by whole crop rice in a paddy field in Japan. Soil Sci Plant Nutr 60:411–422.

Yang X, Liu Y, Thrän D, et al (2021) Effects of the German Renewable Energy Sources Act and environmental, social and economic factors on biogas plant adoption and agricultural land use change. Energy Sustain Soc 11:1–22.