



សៀវភៅអនុវត្តការអភិវឌ្ឍដីច ឧស្ម័នខ្លាតដំ

ធនធានដីឧស្ម័នដែលមានសក្តានុពល ការត្រួតពិនិត្យ
ផ្នែកច្បាប់ និងការអនុវត្តគំរូនៃការសាងសង់ដីឧស្ម័ន
នៅកម្ពុជា



រៀបរៀងដោយ៖



**សៀវភៅអនុវត្តការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ៖
ធនធានជីវឧស្ម័នដែលមានសក្តានុពល ការត្រួតពិនិត្យផ្នែក
ច្បាប់ និងការអនុវត្តកិច្ចការសាងសង់ជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា**

- អ្នកនិពន្ធ៖** បណ្ឌិត ឡាយ មករា
លោក ឡោ លីតូ
លោក មាន ចន្ទមករា
- កាលបរិច្ឆេទ៖** ថ្ងៃទី៦ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០២១
- ត្រួតពិនិត្យដោយ៖** លោក Bart Frederiks
អ្នកស្រី គង់ រចនា
- រៀបរៀងដោយ៖** មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា (BTIC)
- គាំទ្រដោយ៖** អង្គការសហប្រជាជាតិដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ឧស្សាហកម្ម (UNDIO)
ក្រោមក្របខណ្ឌគម្រោង “ការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តាមរយៈ
ការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ”
- ហិរញ្ញប្បទានដោយ៖** មូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក (GEF)

បញ្ជីពាក្យកាត់ និងគុណនិយម និងខ្នាត

ABP	Anaerobic bio-gasification potential: សក្តានុពលនៃការបម្លែងជីវឧស្ម័ន
AD	ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានវត្តមានអុកស៊ីសែន
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: រួមបញ្ចូលថាមពលនិងកម្ដៅ
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: សមភាពយេនឌ័រនិងការលើកកម្ពស់សិទ្ធិអំណាចដល់ស្ត្រី
GEF	មូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក
GHG	ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់
HDPE	ផ្លាស្ទិចប្រភេទប៉ូលីអេទីឡែនដែលមានដងស៊ីតេខ្ពស់
HRT	Hydraulic retention time: ពេលវេលារក្សាសមាសធាតុ

IFAD	International Fund for agricultural Development: មូលនិធិអន្តរជាតិសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍវិស័យកសិកម្ម
IRR	Internal rate of return: អត្រានៃការបានត្រលប់មកវិញ
KEPCO	Korean Electric Power Corporation: សាធារណៈកម្មអគ្គិសនីកូរ៉េ
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: កម្មវិធីឡូជីវឧស្ម័នជាតិ
NPV	Net present value: ភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃលំហូរសាច់ប្រាក់និងតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃលំហូរសាច់ប្រាក់ក្នុងរយៈពេលមួយ
LCA	Life cycle assessment: ការវាយតម្លៃជីវិត
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: ថាមពលកើតឡើងវិញ
RETs	Renewable Energy Technologies: បច្ចេកវិទ្យាថាមពលកើតឡើងវិញ
RUA	Royal University of Agriculture: សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
S-RET	Scaling-up of Renewable Energy Technologies: ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវបច្ចេកវិទ្យាថាមពលកើតឡើងវិញ
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: សមាសធាតុរឹងនៅសល់បូមិនរលាយ
Wh/y	Watt hour per year: វ៉ាត់ម៉ោងក្នុងមួយឆ្នាំ
Ag ₂ SO ₄	កត្តាលីករប្រាក់ស៊ុលផាត
CH ₄	មេតាន
CO ₂	ឧស្ម័នកាបូនិច
Fe ₂ O ₃	ដែកអុកស៊ីត
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂	ដែកអាម៉ូញាក់ស៊ុលផាត
H ₂	អ៊ីដ្រូសែន
H ₂ S	Hydrogen sulfide: អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលកើត ឬ អាស៊ីតស៊ុលផួរ
H ₂ SO ₄	អាស៊ីតស៊ុលផួរិច
Hg ₂ (NO ₃) ₂	បារ៉ាតនីត្រាត
K ₂ Cr ₂ O ₇	Potassium dichromate: ប៊ូតាស្យូមឌីក្រូម
N	Nitrogen: នីត្រូសែន
Na ₂ CO ₃	Sodium carbonate: សូដ្យូមកាបូណាត
NaOH	Sodium hydroxide: សូដ្យូមអ៊ីដ្រូសែន
NH ₃	Ammonia: អាម៉ូញាក់
SO ₂	Sulfur dioxide: ស៊ុលផួរឌីអុកស៊ីត

បញ្ជីវិចិត្រសម្រប

រូបភាពទី១ ជំហាននៃការរំលាយសារធាតុសរីរាង្គសម្រាប់ដំណើរការ AD។.....	5
រូបភាពទី២ ការការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលនៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ ២០១៨ តាមប្រភព៖ ប្រេង ស៊ូឡា វា វិអគ្គិសនី ជីវឥន្ធនៈ និងធូលីថ្ម។	13
រូបភាពទី៣ ការប្រើប្រាស់ថាមពលអគ្គិសនីនៅកម្ពុជា ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ២០១៨។	14
រូបភាពទី៤ ផលិតកម្មដំណាំ៖ ស្រូវ ដំឡូងមី ពោត អំពៅ និងកៅស៊ូ ដែលមានសក្តានុពលនៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ២០០០ ដល់ឆ្នាំ ២០១៨ ។.....	23
រូបភាពទី៥ ផែនទីសក្តានុពលនៃដីមានជីជាតិរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (<i>Vang 2015</i>)។.....	24
រូបភាពទី៦ (ក) បច្ចេកវិទ្យាឡូត្របតង់ និង(ខ) ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័នរបស់ឡ។	62
រូបភាពទី៧ ឧបករណ៍ដកឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរនៅឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំម៉ុងវិទ្យុ។.....	70
រូបភាពទី៨ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃគ្រោងការណ៍ស្តីពីផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាតាមទំហំ ឧស្សាហកម្ម៖ (១)កាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នា (២)ឧបករណ៍សុវត្ថិភាព (៣)ឡជីវឧស្ម័ន (៤)ឧបករណ៍ផ្ទុកឧស្ម័ន (៥)អនាម័យ (៦)ប្រព័ន្ធសំអាតឧស្ម័នដោយការដក H ₂ S (៧)កម្ដៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) (៨) ប្រព័ន្ធបន្សុទ្ធផលិតសម្រាប់ការកែលម្អគុណភាពជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រើជាឥន្ធនៈ និង CNG (៩)កន្លែងផ្ទុកកាក សំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និង (១០)ការធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។.....	71
រូបភាពទី៩ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័នបិទជិតពី CAMDA។	76
រូបភាពទី១០ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃវដ្តបិទនៃ AD កាកសំណល់ជីវសាស្ត្រ, AD និងការគ្រប់គ្រងគុណភាព នៃកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។.....	81
រូបភាពទី១១ ដំណើរការការបន្សុទ្ធ និងការអនុវត្តលើការសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (<i>Möller and Müller 2012</i>)។	84
រូបភាពទី១២ ដំណើរទូទៅសំរាប់ការវិភាគបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច។	93
រូបភាពទី១៣ តម្លៃវិនិយោគ និងប្រតិបត្តិការឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ (<i>Zhao et al. 2016</i>)។.....	95

រូបភាពទី១៤ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃជំហាននៃវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការវាយតម្លៃហានិភ័យ
(Scarponi et al. 2015) ។ 105

រូបភាពទី១៥ គ្រោះថ្នាក់ផ្សេងៗពីឡដីវឌ្ឍន៍។ 106

រូបភាពទី១៦ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃប្រព័ន្ធគ្រោះថ្នាក់និងសុវត្ថិភាពក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់ដីវឌ្ឍន៍
(Westenbroek and Martin 2019) ។ 109

បញ្ជីតារាង

តារាងទី១ ចំនួននៃការដំឡើងឡដីវឌ្ឍន៍ (Langeveld et al. 2016) ។ 3

តារាងទី២ តម្លៃសាងសង់ឡដីវឌ្ឍន៍លក្ខណៈគ្រួសារនៅកម្ពុជា (NBP 2019) ។ 17

តារាងទី៣ កសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្ម និងចំនួនផលិតកម្មសត្វរបស់ពួកគេនៅឆ្នាំ២០១៦ (Borany 2016) ។ 121

តារាងទី៤ ចំណាត់ថ្នាក់នៃទំហំកសិដ្ឋានពីប្រភេទសត្វផ្សេងៗគ្នា (NBP 2019) ។ 21

តារាងទី៥ ការវិភាគតារាង SWOT សម្រាប់ដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅកម្ពុជា។ 24

តារាងទី៦ ទិន្នផលដីវឌ្ឍន៍ និងមេតានដែលមានសក្តានុពលនៃវត្ថុធាតុសរីរាង្គផ្សេងៗ (Langeveld and Peterson 2018) ។ 31

តារាងទី៧ ទិន្នផលឧស្ម័នអតិបរមា និងអត្រានៃបរិមាណមេតានតាមទ្រីស្ត្រី (Weiland 2010) ។ 45

តារាងទី៨ ការប្រៀបធៀបនៃដំណើរការ AD ពីកាកសំណល់ទឹកស្អុយ (Deublein and Steinhauser 2010)
..... 56

តារាងទី៩ តម្លៃប្រតិបត្តិការល្អសម្រាប់ការបំប្លែងមេតាន (Bowman and Dahab 2002) ។ 61

តារាងទី១០ គុណភាពដីវឌ្ឍន៍មុន និងក្រោយការដកឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ីលីនដ្យូរដោយប្រើគ្រាប់ដែកអុកស៊ីត។
..... 70

តារាងទី១១ សមាសធាតុដីវឌ្ឍន៍ធៀបនឹងដីមេតាន។ 75

តារាងទី១២ ការប៉ាន់ប្រមាណផលិតកម្មអគ្គិសនី និងទំហំអាងផ្ទុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយពីទឹកសំណល់សរុប
នៅក្នុងកសិដ្ឋាន (ក) ក្នុងខេត្តកំពង់ស្ពឺ ប្រទេសកម្ពុជា។ 93

តារាង១៣ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការចំណាយលើការវិនិយោគនៃកសិដ្ឋាន (ក) នៅកម្ពុជា។.....98

តារាងទី១៤ លំហូរសាច់ប្រាក់នៃការវិនិយោគ។.....99

និរេនណកថា

ឆ្លៀតឱកាសនេះ យើងសូមថ្លែងអំណរគុណដល់អ្នកសហការ និងអ្នករួមចំណែកផ្សេងទៀតដូចជាសមាគមជីវឧស្សន្ទអាណ្លីម៉ង់ (FvB) វិទ្យាស្ថានជីវឧស្សន្ទនៃក្រសួងកសិកម្ម និងកិច្ចការជនបទ (BIOMA) នៃប្រទេសចិន វិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ថាមពល (ERDI) នៃសាកលវិទ្យាល័យឈៀងម៉ៃប្រទេសថៃ សាកលវិទ្យាល័យបច្ចេកទេស (TU) នៃទីក្រុងវីយែនប្រទេសអូទ្រីស ក្រសួងបរិស្ថាន (MoE) នៃប្រទេសកម្ពុជា ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ (MAFF) អគ្គលេខាធិការដ្ឋាននៃក្រុមប្រឹក្សាជាតិដើម្បីការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាព អគ្គនាយកដ្ឋានសុខភាព និងផលិតកម្មសត្វ (DAHP) និងរដ្ឋបាលថ្នាក់ខេត្តនៅក្នុងនាយកដ្ឋានផលិតកម្មសត្វ សម្រាប់កិច្ចសហការ និងការគាំទ្ររបស់ពួកគេក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលសេវាកម្មបច្ចេកទេស និងប្រឹក្សាពិគ្រោះយោបល់ ប្រមូលទិន្នន័យ និងផ្តល់ប្រាក់កម្ចីដល់កសិករចិញ្ចឹមសត្វ ដើម្បីសាងសង់ឡជីវឧស្សន្ទនៅកម្ពុជា។

ជាពិសេស សូមថ្លែងអំណរគុណដល់អង្គការសហប្រជាជាតិដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ឧស្សាហកម្ម (UNIDO) សម្រាប់ការគាំទ្រផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុក្រោមការអនុវត្តគម្រោង "ការកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តាមរយៈការលើកកម្ពស់ឡជីវឧស្សន្ទខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម" ដែលផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដោយមូលនិធិបរិស្ថានពិភពលោក (GEF)។ តាមរយៈគម្រោងនេះ សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម (RUA) និង UNIDO បានចុះហត្ថលេខាលើកិច្ចព្រមព្រៀងមួយ ដើម្បីដំណើរការមជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានជីវឧស្សន្ទខ្នាតធំ (BTIC) នៅថ្ងៃទី២៨ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៧ ដោយមានការគាំទ្រពីគម្រោងដែលគ្របដណ្តប់លើលទ្ធផលរំពឹងទុកចំនួនពីរ គឺ ១.) ការប្រែប្រួលអាកាសធាតុសកល និង ២.) មនុស្ស និងស្ថាប័នសហការជាមួយក្រុមប្រឹក្សាជាតិអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយចីរភាព និងនាយកដ្ឋានពាក់ព័ន្ធដទៃទៀតដែលមានតួនាទីបង្កើតការយល់ដឹងអំពីបញ្ហាប្រែប្រួលអាកាសធាតុនិងការផ្សព្វផ្សាយជីវឧស្សន្ទពាណិជ្ជកម្ម។

យើងសូមថ្លែងអំណរគុណដល់អ្នកនិពន្ធ៖ ១.) បណ្ឌិត ឡាយ មករា សម្រាប់ការសរសេរ (ជំពូកទី ១ ដល់ទី ៤ និង ជំពូកទី៦ ដល់ទី៨) ២.) លោក មាន ច័ន្ទមករា (ជំពូកទី៥) និង ៣.) លោក ឡាយ ឡឺតូ (ជំពូកទី៩) និងចំពោះការខិតខំប្រឹងប្រែង និងការចែករំលែករបស់ពួកគេសម្រាប់ការសរសេរសៀវភៅនេះ ក៏ដូចជាសមាជិក BTIC សម្រាប់ការគាំទ្រ។ យើងក៏សូមថ្លែងអំណរគុណចំពោះអ្នកត្រួតពិនិត្យ លោក Bart Frederiks អ្នកជំនាញជីវឧស្សន្ទអន្តរជាតិជាន់ខ្ពស់ និងលោកស្រី គង់ រចនា អ្នកសម្របសម្រួលគម្រោងជាតិ ដែលទោះបីជាពួកគេរស់នៅឯកទេសក៏ដោយ ក៏ពួកគេខិតខំជួយយើងក្នុងការបង្កើតមាតិកាទាំងមូល ក៏ដូចជាការផ្តល់នូវមតិវិះគន់ដើម្បីកែលម្អសៀវភៅណែនាំនេះ។

ប្រយោជន៍

ប្រទេសកម្ពុជាកំពុងធ្វើការលើយុទ្ធសាស្ត្រថាមពលកើតឡើងវិញ (RE) ដែលដាក់ចេញនូវគោលនយោបាយ គោលបំណង និងគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធចាំបាច់សម្រាប់ការផ្តល់សេវាកម្ម អគ្គិសនីកើតឡើងវិញនៅតំបន់ជនបទ។ ការអភិវឌ្ឍថាមពលជីវសាស្ត្រផ្តល់នូវលទ្ធភាពធំៗ សម្រាប់ការកាត់ បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ និងការពឹងផ្អែកលើឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល។ បទប្បញ្ញត្តិថ្មីសម្រាប់ការពារបរិស្ថាន ត្រូវបានលើកកម្ពស់ឡើងដោយប្រើបច្ចេកទេស AD ពីកាកសំណល់សរីរាង្គ ដូចជាលាមកសត្វ សំណល់ដំណាំ សំណល់សរីរាង្គពីអាហារ និងសំណល់ពីកសិឧស្សាហកម្ម ដើម្បីបង្កើតថាមពលកើតឡើង វិញព្រមទាំងគ្រប់គ្រងការប្រើប្រាស់ដីនៃលាមកសត្វ។ នៅពេលដែលកាកសំណល់ទាំងនោះក្លាយជាប្រភព បង្កើតជីវឧស្ម័ន ការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ថាមពល និងការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់នឹងផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ ដល់មនុស្សគ្រប់រូប ជាពិសេសសម្រាប់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន អ្នកអភិវឌ្ឍ និងសហគមន៍ទាំងមូល។

អង្គការ SNV របស់ប្រទេសហូឡង់ បាននិងកំពុងធ្វើការផ្សព្វផ្សាយអំពីឡើងវិញឧស្ម័នលក្ខណៈគ្រួសារសម្រាប់ តែចម្អិនអាហារដោយមានការគាំទ្រពីកម្មវិធីឡើងវិញឧស្ម័នជាតិ (NBP) សម្រាប់ឡើងវិញឧស្ម័នជាង ១០.០០០ នៅ ទូទាំងប្រទេស។ យោងតាមរបាយការណ៍ពី UNIDO កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូក និងកសិឧស្សាហកម្មទាំងអស់នៅ កម្ពុជាអាចផលិតថាមពលអគ្គិសនីបានប្រមាណ ៦០ តោនវ៉ាត់ម៉ោងក្នុងមួយឆ្នាំ (Twh/y) ទៅ ២០៧០ Twh/h តាមរយៈគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ថ្មីៗនេះ កសិដ្ឋានខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម និងកសិឧស្សាហកម្មត្រូវបានកើន ឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ហើយ UNIDO គាំទ្រដល់កសិដ្ឋានដែលមានគម្រោងសាងសង់ឡើងវិញឧស្ម័នខ្នាត ពាណិជ្ជកម្ម ឬខ្នាតធំ តាមរយៈគម្រោង “កាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តាមរយៈការលើកកម្ពស់ឡើងវិញ ឧស្ម័នខ្នាតពាណិជ្ជកម្មនៅកម្ពុជា” ដែលទទួលបានការគាំទ្រផ្នែកហិរញ្ញប្បទានពី GEF។ ផ្នែកលើការសិក្សា របស់ NBP និង BTIC មានកសិដ្ឋាន និងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មដែលមានសក្តានុពលជាច្រើនដែលអាច ផលិតជីវឧស្ម័ននិងអគ្គិសនីតាមរយៈឡើងវិញឧស្ម័នខ្នាតធំ។ គេរំពឹងថាបរិមាណនៃជីវឧស្ម័នបច្ចុប្បន្ននឹងជួយដល់ សហគមន៍វិទ្យាសាស្ត្រ និងឧស្សាហកម្មក្នុងការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនេះនៅទូទាំងប្រទេស។

សៀវភៅណែនាំអំពីជីវឧស្ម័ននេះផ្តោតសំខាន់ទៅលើឡើងវិញឧស្ម័នជាក់ស្តែងសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍនៃឡ ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកម្ពុជា។ ធនធានដល់មានសក្តានុពល បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន ការពិនិត្យឡើងវិញផ្នែកច្បាប់ និងការអនុវត្តល្អនៃការសាងសង់ជីវឧស្ម័នត្រូវបានពិពណ៌នា។ សៀវភៅណែនាំនេះត្រូវបានបែងចែកជា៩ ជំពូក ដែលមានបំណងតំរូវអ្នកអានពីក្រុមគោលដៅផ្សេងៗគ្នា ដូចជាអ្នកស្រាវជ្រាវ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន អ្នកវិនិ យោគ អ្នកអភិវឌ្ឍ អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ និងស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុ។ ជំពូកទី១ ផ្តោតទៅលើទិដ្ឋភាពទូទៅនៃ ការផលិតជីវឧស្ម័ន និងការផលិតជីវឧស្ម័ន ក៏ដូចជាអត្ថប្រយោជន៍ និងដែនកំណត់នៃឡើងវិញឧស្ម័ន។ ជំពូកទី២ និយាយអំពីស្ថានភាពជីវឧស្ម័ន និងព័ត៌មានទូទៅអំពីប្រព័ន្ធនិងបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នដែលបានប្រើប្រាស់នៅក្នុង ប្រទេសកម្ពុជា។ ការវិភាគភាពខ្លាំង ភាពខ្សោយ ឱកាស និងការគំរាមកំហែង (SWOT) នៃជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅ

កម្ពុជាត្រូវបានពិភាក្សា។ ជំពូកទី៣ ពិពណ៌នាអំពីរបៀបដែលប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍ដំណើរការ (ពីចំណីសត្វរហូតដល់ការបង្កើតដីវឌ្ឍន៍ និងការបម្លែងអគ្គិសនី)។ ប្រភេទដីវឌ្ឍន៍៣ ប្រភេទសំខាន់ៗ (កាកសំណល់ពីកសិកម្ម សំណល់ក្នុងទីក្រុង និងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មកែច្នៃ) និងសមាសភាព គុណភាព និងភាពអាចរកបានត្រូវបានបង្ហាញ។ ជំពូកទី៤ ផ្ដោតលើការរៀបចំផែនការ ការរចនា និងបច្ចេកវិទ្យាសមស្រប និងការជ្រើសរើសទំហំនៃឧបករណ៍សមស្របទៅនឹងធនធានដីវឌ្ឍន៍ដើម្បីកាត់បន្ថយការវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ ដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចកាន់តែច្រើនពីគម្រោងដីវឌ្ឍន៍។ ជំពូកទី៥ ពិភាក្សាអំពីការប្រើប្រាស់ដីវឌ្ឍន៍ក្នុងទំរង់ជាអគ្គិសនីកម្ដៅ និងឥន្ធនៈដីវឌ្ឍន៍ ចំណែកឯការប្រើប្រាស់អនុផលនៃកាកសំណល់ឡដីវឌ្ឍន៍ជាជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជាត្រូវបានគូសបញ្ជាក់នៅក្នុងជំពូកទី៦។ ឧទាហរណ៍នៃការផលិតអគ្គិសនីពីឡដីវឌ្ឍន៍ដែលមានស្រាប់នៅកម្ពុជា ត្រូវបានផ្តល់ឱ្យ។ ជំពូកទី៧ បង្ហាញពីការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ច និងការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុនៃគម្រោងដីវឌ្ឍន៍ដូចជាថ្លៃដើមវិនិយោគសរុប ចំណូល អត្រាខាងក្នុងនៃការបានត្រលប់មកវិញ (IRR) និងរយៈពេលសងត្រលប់ ការសិក្សាអំពីលទ្ធភាពពីBTIC ស្តីពីការវាយតម្លៃបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុនៃកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកមួយត្រូវបានពិភាក្សាផងដែរ។ ជំពូកទី៨ ពិពណ៌នាអំពីចំនួនហានិភ័យ ការវាយតម្លៃហានិភ័យ និងសុវត្ថិភាពនៃការផលិតដីវឌ្ឍន៍។ បញ្ហាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព ព្រមទាំងប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពការណែនាំ និងឯកសារត្រូវបានរួមបញ្ចូលផងដែរ។ ចុងបញ្ចប់ ជំពូកទី៩ គូសបញ្ជាក់ពីទិដ្ឋភាពច្បាប់ (ក្របខ័ណ្ឌ និងគោលនយោបាយ) ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន (បទបញ្ជា និងផលប៉ះពាល់) និងទិដ្ឋភាពសង្គម។

រាជធានីភ្នំពេញ

បណ្ឌិត ឡាយ មករា
 អ្នកស្រាវជ្រាវនៃមជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យានិង
 ព័ត៌មានដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ នៅកម្ពុជា

មាតិកា

បញ្ជីពាក្យកាត់ និងមិត្តសញ្ញាគីមី និងខ្នាត	i
បញ្ជីវិចិត្ររូប	iv
បញ្ជីតារាង	v
និរទេសកថា	vi
បារម្ភកថា	viii
បញ្ជីមាតិកា	x
ជំពូកទី១ សេចក្តីណែនាំអំពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃឡដីវឌ្ឍន៍	1
១.១ សេចក្តីផ្តើម	1
១.២ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការខ្យល់	4
១.៣ ប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍	5
១.៤ គុណសម្បត្តិនៃដីវឌ្ឍន៍	6
១.៤.១ អត្ថប្រយោជន៍ក្នុងការការពារបរិស្ថាន	7
១.៤.២ អត្ថប្រយោជន៍ហិរញ្ញវត្ថុ និងសេដ្ឋកិច្ច	7
១.៤.៣ អត្ថប្រយោជន៍សម្រាប់កសិករ និងសង្គម	7
១.៥ ដែនកំណត់នៃដីវឌ្ឍន៍	8
ឯកសារយោង	9
ជំពូកទី២ ស្ថិតិដីវសាស្ត្រនៅកម្ពុជា	12
២.១ បញ្ហាប្រឈមសំខាន់ៗ និងយុទ្ធសាស្ត្រប្រកបដោយចីរភាពក្នុងវិស័យថាមពលនៅកម្ពុជា ...	12
២.២ ព័ត៌មានទូទៅអំពីឡដីវឌ្ឍន៍នៅកម្ពុជា	14
២.៣ ដីវឌ្ឍន៍លក្ខណៈគ្រួសារ	16
២.៤ ឡដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ	18
២.៥ កាកសំណល់ដែលមានសក្តានុពលនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា	19
២.៥.១ លាមកសត្វ	20
២.៥.២ កាកសំណល់កសិកម្ម	21

២.៥.៣ ឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិកម្ម	22
២.៣.២ ការវិភាគ <i>SWOT</i> សម្រាប់ដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅកម្ពុជា	24
ឯកសារយោង	25
ជំពូកទី៣ ដំណើរការផលិតដីវឌ្ឍន៍ និងផលិតកម្ម	28
៣.១ ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន (AD)	28
៣.២ វត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតដីវឌ្ឍន៍	30
៣.២.១ ទិដ្ឋភាពរួមនៃប្រភពដីវឌ្ឍន៍	30
៣.២.២ ប្រភេទនៃវត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍	32
៣.២.៣ របាំងនៃវត្ថុធាតុដើមដីវឌ្ឍន៍	34
៣.៣ លក្ខណៈ និងការវិភាគលើវត្ថុធាតុដើមដីវឌ្ឍន៍	36
៣.៣.១ ការរៀបចំនៃការយកសំណាក	36
៣.៣.២ ការវិភាគនៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍នៃវត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍	37
៣.៣.៣ សក្តានុពលនៃដីវេសាន	41
៣.៤ ធាតុបង្កផលប៉ះពាល់ដល់ដំណើរការផលិតដីវឌ្ឍន៍	42
៣.៤.១ សីតុណ្ហភាព និងកម្រិត <i>pH</i>	42
៣.៤.២ សំណើម	44
៣.៤.៣ សមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម	44
៣.៤.៤ បរិមាណអង្គធាតុរឹងសរុប និងអង្គធាតុសរីរាង្គរឹង	45
៣.៤.៥ តម្រូវការដីវសាស្ត្រ និងគីមីសាស្ត្រ	45
៣.៤.៦ អត្រាផលធៀបកាបូន និងអាសូត	46
ឯកសារយោង	47
ជំពូកទី៤ ការធ្វើផែនការ ការរចនា និងបច្ចេកវិទ្យានៃដីវឌ្ឍន៍	51
៤.១ ជំហានជាមូលដ្ឋានក្នុងការរៀបចំផែនការ និងគម្រោងដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ	51
៤.១.១ ការសិក្សាលទ្ធភាព	52
៤.២ ការរចនាឡដីវឌ្ឍន៍	52

៤.៣ ទំហំវ៉ែរាក់ទ័រ	53
៤.៣.១ ពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់រាវ.....	53
៤.៣.២ អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ.....	54
៤.៤ ប្រភេទឡដីវឌ្ឍន៍	55
៤.៤.១ វ៉ែរាក់ទ័រ <i>CSTR</i>	57
៤.៤.២ <i>Anaerobic Sludge Blanket</i>	58
២.៤.៣ <i>In up-flow anaerobic filter (UFA)</i>	58
២.៤.៤ <i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR)</i>	59
៤.៥ ឡគ្របតង់	60
៤.៥.១ ឡគ្របតង់សាមញ្ញ.....	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 ការផលិតនិងការប្រើប្រាស់ជីវឌ្ឍន៍	67
៥.១ លក្ខណៈនៃជីវឌ្ឍន៍.....	67
៥.២ ការដកឌ្ឍន៍អុីដ្រូសែនស៊ុលផួរពីជីវឌ្ឍន៍	68
៥.២.១ គ្រាប់ដៃកអុកស៊ីត.....	68
៥.២.២ ករណីសិក្សាអំពីប្រព័ន្ធ <i>Pre-treatment</i> ជីវឌ្ឍន៍នៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងវិទ្ធីនៅកម្ពុជា	69
៥.៣ ការប្រើប្រាស់ជីវឌ្ឍន៍	70
៥.៣.១ ផលិតកម្មអគ្គិសនី.....	71
៥.៣.២ កម្ដៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា	72
៥.៣.៣ ការប្រើប្រាស់កម្ដៅ.....	73

៥.៣.៤ ផលិតកម្មជីវមេតាន និងឧស្ម័នធម្មជាតិ	73
៥.៤ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន	75
៥.៤.១ ប្រតិបត្តិការ ការប្រុងប្រយ័ត្ន ការត្រួតពិនិត្យ និងការថែទាំ.....	76
ឯកសារយោង	77
ជំពូកទី៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍.....	79
៦.១ លក្ខណៈនៃសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍	79
៦.២ គុណភាព និងការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍.....	79
៦.៣ ការរក្សាទុកកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងការកំណត់លក្ខខណ្ឌលក្ខណៈ.....	82
៦.៤ ការបន្សុទ្ធ និងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍	83
៦.៥ បទដ្ឋាន និងបទបញ្ជានៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍	85
៦.៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាជីសរីរាង្គ	86
៦.៧ ការប្រើប្រាស់ជី និងសក្តានុពលនៃការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជា	88
៦.៧.១ តម្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់វិស័យកសិកម្មនៅកម្ពុជា.....	89
ឯកសារយោង	89
ជំពូកទី ៧ ទិដ្ឋភាពសេដ្ឋកិច្ច	91
៧.១ អត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ.....	91
៧.២ ការវាយតម្លៃខាងផ្នែកបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច	92
៧.៣ ការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ.....	94
៧.៣.១ លទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ	95
៧.៣.២ ការគណនាចំណាយវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ	97
៧.៣.៣ លំហូរសាច់ប្រាក់ និងសូចនាករហិរញ្ញវត្ថុ.....	98
ឯកសារយោង	100
ជំពូកទី៨ ការវាយតម្លៃហានិភ័យ និងសុវត្ថិភាពនៃគម្រោងជីវឌ្ឍន៍	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 ហានិភ័យនៃការស្ទុះផ្លូវដង្ហើមនិងគីមី 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 បទបញ្ជាបរិស្ថាន	114
៩.២.២ ផលប៉ះពាល់បរិស្ថាននៃផលិតកម្មនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន.....	115
៩.៣ ទិដ្ឋភាពសង្គម.....	117
៩.៣.១ លក្ខខណ្ឌសង្គម និងការពិចារណាលើយេនឌ័រ	118
៩.៣.២ ផលប៉ះពាល់សង្គម.....	119
ឯកសារយោង	119

ជំពូកទី១ សេចក្តីណែនាំអំពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃឧស្ម័ន

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

១.១ សេចក្តីផ្តើម

ជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយធម្មជាតិពីរូបធាតុជីវសាស្ត្រស្ថិតក្រោមលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់។ នៅក្នុងធម្មជាតិ ជីវឧស្ម័នដែលកើតឡើងនេះ បានបំភាយទៅក្នុងបរិយាកាសដែលធាតុផ្សំសំខាន់របស់វាគឺ មេតានដែលជាសមាសភាគយ៉ាងសំខាន់ចូលរួមចំណែកក្នុងកំណើនកម្ដៅផែនដី។ តាំងពីទសវត្សឆ្នាំ១៩៣០មកម៉្លោះ ដំណើរការស្តង់ដារនៃឧស្ម័នដោយប្រើប្រាស់កាកសំណល់លូទឹកស្អុយ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ក្នុងការប្រើប្រាស់តាមលក្ខណៈគ្រួសារ និងកសិដ្ឋាន។

ចាប់តាំងពីដើមសតវត្សរ៍ទី២០ អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ បានទទួលស្គាល់ការពិតដែលថាការផលិតជីវឧស្ម័នអាចឆ្លើយតបនូវបញ្ហាប្រឈមមួយចំនួនក្នុងការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG ដូចជាមេតានពីកាកសំណល់ និងផលប៉ះពាល់នៃការបំពុលដោយការចោលកាកសំណល់ និងជាពិសេសអាចជាផ្តល់ប្រភពថាមពលកើតឡើងវិញ។ ការទទួលស្គាល់នេះបានធ្វើឱ្យវិស័យជីវឧស្ម័នមានការរីកចម្រើនយ៉ាងឆាប់រហ័ស និងត្រូវបានលើកកម្ពស់តាមរយៈច្បាប់ដែលមានគោលដៅផ្សេងៗគ្នានៅលើពិភពលោកសម្រាប់ថាមពលកើតឡើងវិញ និងកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG (Gomez and Costa 2013)។ ទោះបីជាជីវឧស្ម័នក្លាយជាសមាសធាតុថាមពលដ៏សំខាន់សម្រាប់ការផ្លាស់ប្តូរនិរន្តរភាពក៏ដោយ ក៏បរិមាណផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននៅមានកម្រិតទាបបើប្រៀបធៀបទៅនឹងថាមពលកើតឡើងវិញផ្សេងទៀត ដូចជាថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យ និងថាមពលខ្យល់។ ប្រទេសអភិវឌ្ឍន៍ និងប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍កំពុងប្រឈមនឹងឧបសគ្គមួយចំនួនដូចជា បច្ចេកទេស សេដ្ឋកិច្ច ទីផ្សារ ស្ថាប័ន វប្បធម៌សង្គម និងបរិស្ថានដែលរារាំងពីការរីករាលដាលឲ្យទូលំទូលាយនៃការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នជាប្រភពថាមពល ។ ការវិភាគទៅលើឧបសគ្គទាំងនោះតាមរយៈបរិបទផ្សេងៗ ឧបសគ្គដែលកើតមានជាញឹកញាប់ និងការរារាំងសំខាន់បំផុតដែលឧស្សាហកម្មជីវឧស្ម័នកំពុងប្រឈមមុខនាពេលបច្ចុប្បន្នត្រូវបានកំណត់ និងបញ្ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់ (Nevzorova and Kutcherov 2019)។

ដោយមើលឃើញពីសក្តានុពល និងទស្សនវិស័យអំណោយផលសម្រាប់ការបម្លែងសំណល់ជីវម៉ាស និងសរីរាង្គដទៃទៀតទៅជាថាមពលជីវសាស្ត្រ នោះវាគ្មានអ្វីគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើលទេដែលការផលិតជីវឧស្ម័នកំពុងកើនឡើង។ ចំនួននៃការដំឡើងប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នដែលកំពុងប្រើប្រាស់ ត្រូវបានគេប៉ាន់ប្រមាណថាមានចំនួនជាង៣៥ លានដែលភាគច្រើនជាការតំឡើងបែបលក្ខណៈគ្រួសារ នៅប្រទេសចិននិងឥណ្ឌា ខណៈប្រព័ន្ធឡើង

វឌ្ឍនភាព និងការកែច្នៃប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍បែបឧស្សាហកម្មដែលមានសមត្ថភាពធំ ភាគច្រើនត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅអឺរ៉ុប និងអាមេរិកខាងជើង (Langeveld et al. 2016)។ វាត្រូវបានគេប៉ាន់ស្មានថាផលិតកម្មមេតានដីវឌ្ឍន៍នៅឆ្នាំ២០២០ អាចផលិតបានចំនួន ២៥០ ពាន់លានស្តង់ដារម៉ែត្រគូប (ម^៣) (Matheri et al. 2017)។ ដូច្នេះ មេតានបានក្លាយជាផ្នែកមួយនៃជីវឌ្ឍន៍ដែលត្រូវបានគេប្រើច្រើនបំផុតសម្រាប់គោលបំណងបង្កើតថាមពល និងកម្ដៅដើម្បីប្រើប្រាស់នៅក្នុងសង្គមសព្វថ្ងៃ ហើយមេតានភាគច្រើនមានទំរង់ជាឧស្ម័នធម្មជាតិ។

ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការអុកស៊ីសែន (Anaerobic digestion ឬ AD) បានលេចចេញឡើងជាបច្ចេកវិទ្យាស្អាត ដែលជាថាមពលស្អាត និងថាមពលកើតឡើងវិញ សម្រាប់ការផលិតដីវឌ្ឍន៍ដែលមានបរិមាណមេតានខ្ពស់ (Rana et al. 2020)។ កន្លែងផលិតដីវឌ្ឍន៍ដែលបានរៀបចំត្រឹមត្រូវ គឺជាទីកន្លែងដែលដំណើរការដីវឌ្ឍន៍អាចត្រូវបានគ្រប់គ្រងបានពេញលេញ និងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ហើយឧស្សាហកម្ម និងពាណិជ្ជកម្មអាចនឹងត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីផលិតថាមពលកើតឡើងវិញ និងដីវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាពបរិស្ថាន។

ដីវឌ្ឍន៍គឺជាផលិតផលនៃការរំលាយជីវគីមីនៃវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គ។ ដីវឌ្ឍន៍ផ្ទុកនូវវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គដែលភាគច្រើនរួមមាន មេតាន (៥០ ទៅ ៧៥%) កាបូនឌីអុកស៊ីត (២៥ ទៅ ៥០%) និងចំហាយទឹក។ វាក៏អាចមានបរិមាណតិចតួចដូចជា នីត្រូស្យែន (N₂) អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ (H₂S) អាម៉ូញាក់ (NH₃) និងឧស្ម័នផ្សេងទៀត។ ធាតុដូចជា Nota Bene (NB; សមាសធាតុដែលមានលក្ខណៈស្មុគស្មាញ), N₂ និង អុកស៊ីសែន (O₂) មាននៅទីនោះលុះត្រាតែខ្យល់ត្រូវបានណែនាំនៅក្នុងធុងឧស្ម័នវាមិនត្រូវបានផលិតតាមរយៈ AD ទេ។ ស្ថាន់ដ័រ (S₂) អាចត្រូវបានគេរកឃើញនៅក្នុងដីល្បាប់ប៉ុន្តែមិនមាននៅក្នុងដីវឌ្ឍន៍ទេ។ អ៊ីដ្រូសែន គឺជាផលិតផលអន្តរការីនៅក្នុងដំណើរការ AD តែមិនមែនជាផលិតផលចុងក្រោយឡើយ។ ចំពោះឧស្ម័នជាក់លាក់ (ឧទាហរណ៍ឧស្ម័នពីវាលចាក់សំរាម) អាចមានសារធាតុស៊ីឡូកសាន និងធ្នូលី។ សមាសធាតុដូចជា កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO), Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs; សារធាតុគីមីដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិនៅក្នុងធូលី ប្រេងឆៅ និងប្រេងសាំង) និង ហាឡូសែន (Halogens) ជាធម្មតាត្រូវបានរកឃើញនៅក្នុងបរិណាមា (Ullah Khan et al. 2017)។ អត្រាផលិតភាពនៃដីវឌ្ឍន៍គឺពឹងផ្អែកទៅលើលក្ខណៈនៃកាកសំណល់វត្ថុធាតុដើមដូចជា កាកសំណល់កសិកម្ម (ជីវម៉ាស់) កាកសំណល់អាហារ កាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម និងកាកសំណល់ទឹកស្អុយ (wastewater) ដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាវត្ថុធាតុដើមដើម្បីផលិតដីវឌ្ឍន៍។

តារាងទី១ ចំនួននៃការដំឡើងឡដីវឌ្ឍន៍ (Langeveld et al. 2016)¹

តំបន់	ចំនួននៃការដំឡើង (ឆ្នាំ)	តំបន់	ចំនួននៃការដំឡើង (ឆ្នាំ)
អឺរ៉ុប		អាស៊ី	
អូទ្រីស	៣៣៧ (២០១៣)	ចិន	៣០លាន (២០១០)
ដាណឺម៉ាក	១៥៤ ២០១២	ឥណ្ឌា	៤,២លាន (២០១១)
អាណ្លឺម៉ង់	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)	អាហ្វ្រិក	
ចក្រភពអង់គ្លេស	៦៣៤ (២០១៣)	ប៊ីគីណាហ្វាសូ	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)		

ទោះបីយ៉ាងណាក៏ដោយ មិនមែនរាល់ផលិតផល និងកាកសំណល់ទាំងអស់សុទ្ធតែសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មដីវឌ្ឍន៍ទេ ហើយក្នុងករណីខ្លះផលិតកម្មដីវឌ្ឍន៍ប្រហែលជាមិនមានផលចំណេញផងដែរ។ ដូចនេះ ដើម្បីវាយតម្លៃវត្ថុធាតុដើមដែលមានភាពសមស្រប លក្ខណៈវិនិច្ឆ័យ និងការវិភាគ គឺត្រូវការជាចាំបាច់។ ការវាយតម្លៃបឋមនៃវត្ថុធាតុដើមអាចអនុវត្តទៅបានដោយប្រើទិន្នន័យមានស្រាប់នៅក្នុងសំយោគអត្ថបទ ទិន្នន័យនៃដំណើរការផលិត និងទិន្នន័យពីការផលិត ។ ចំពោះបញ្ហាច្បាប់ គប្បីត្រូវតែត្រូវបានពិចារណាផងដែរ ដូចជាច្បាប់ស្តីពីបរិស្ថាន និងសុវត្ថិភាពទៅលើការគ្រប់គ្រងការប្រើប្រាស់ផលិតផលសំរាម។ ប្រសិនបើការវាយតម្លៃបឋមបង្ហាញថា កាកសំណល់ណាមួយមានភាពសមស្រប នោះការវិភាគលម្អិតក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍គួរត្រូវបានអនុវត្ត (Drosg et al. 2013)។

ការសង្ខេបព័ត៌មានគឺត្រូវតែធ្វើឡើង ដើម្បីស្វែងយល់វិធីសាស្ត្រវិភាគផ្សេងៗគ្នាដូចជា សារធាតុរឹងសរុប (total solids ឬ TS) សារធាតុសរីរាង្គស្លុត (volatile solids ឬ VS) នីត្រូហ្សែន (Nitrogen ឬ N) តម្រូវការគីមីអុកស៊ីសែន (chemical oxygen demand ឬ COD) តម្រូវការជីវសាស្ត្រអុកស៊ីសែន (biological oxygen demand ឬ BOD) សមាមាត្របតិភាគ កាបូន និងនីត្រូហ្សែន (C:N ratio) និងវត្ថុមាននៃសារធាតុទប់ស្កាត់ (inhibitory substance)។ លក្ខណៈមួយចំនួននៃឡដីវឌ្ឍន៍ដូចជា ការរចនាអែកាក់ទ័រ និងលក្ខខណ្ឌប្រតិបត្តិការរបស់វា ត្រូវការការរចនាដោយផ្អែកលើកាកសំណល់ដែលមានស្រាប់។ សក្តានុពលនៃផលិតកម្មដីវឌ្ឍន៍

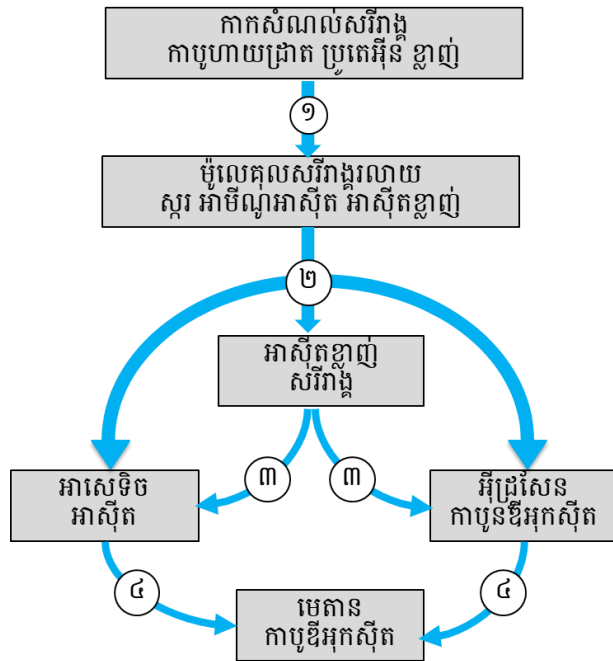
ក៏គួរតែត្រូវបានអង្កេតតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមួយ ឬមួយចំនួនផ្សេងទៀតដែលជាជំហានដ៏សំខាន់ក្នុងការធ្វើ ផែនការអំពីឡធីវឌ្ឍន៍ (Jingura and Kamusoko 2017)។

១.២ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការខ្យល់

ជីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានផលិតកំឡុងពេលបំបែកសារធាតុសរីរាង្គក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានអុកស៊ីសែន (គ្មាន ខ្យល់)។ ជីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានផលិតឡើងនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ ដោយសារធាតុមេមេតានូល (methanogen) ឬមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការអុកស៊ីសែនដែលអាចរំលាយកាកសំណល់សរីរាង្គ នៅក្នុងប្រព័ន្ធបិទជិត ឬការរំលាយវត្ថុធាតុដើមដែលអាចរំលាយបាន។ ប្រព័ន្ធបិទជិតនេះត្រូវបានគេហៅថាឡ ជីវឌ្ឍន៍ ឬ anaerobic digester ឬ biogas digester។ ជីវឌ្ឍន៍អាចត្រូវបានផលិតតាមរយៈ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម បំបែកធាតុនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការខ្យល់ (AD) ដោយសម្ព័ន្ធនៃបាក់តេរី និង archaeobacteria (Ghodrat et al. 2018)។

ដំណើរការនៃការរំលាយក្នុងលក្ខខណ្ឌអត់អុកស៊ីសែន គឺទាក់ទងនឹងបណ្តុំប្រតិកម្មមេតាបូលីស ដែល ពាក់ព័ន្ធនឹង hydrolysis acidogenesis acetogenesis និង methanogenesis (រូបភាពទី១)។ ដំណាក់កាលដំបូង នៃអ៊ីដ្រូលីស (hydrolysis) និងដំណាក់កាលផលិតអាស៊ីត ត្រូវបានបំបែកចេញពី methanogenesis ។ ការរិច រិលនៃសារធាតុសរីរាង្គ (degradation of organic matter) កើតឡើងនៅក្នុងជំហាននីមួយៗដែលប្រព្រឹត្តទៅ ដោយមីក្រូសរីរាង្គផ្សេងៗគ្នា នៅក្នុងតម្រូវការផ្សេងៗគ្នាក្នុងបរិស្ថានដែលអាចបំបែកធាតុគីមីដោយពេញលេញ បាក់តេរី (Demirel and Yenigün 2002)។ ដំណាក់កាលដំបូងតម្រូវឱ្យមានលក្ខខណ្ឌប្រតិបត្តិការអាស៊ីត ខណៈ ពេលដែលមេតានូលផលិតនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌអព្យាក្រឹតក្នុងពេលបន្ទាប់ (Jingura and Kamusoko 2017)។ នៅ ដំណាក់កាលដំបូង ជីវប្លង់មែរ (កាបូអ៊ីដ្រាត និងប្រូតេអ៊ីន) និងម៉ូលេគុលធំៗដទៃទៀត (ខ្លាញ់) ត្រូវបានបំបែក ទៅជាម៉ូលេគុលសាមញ្ញ (ស្ករ អាស៊ីត ខ្លាញ់ និងអាស៊ីតអាមីណូ) ក្នុងជំហាន hydrolysis។ បាក់តេរីដែលត្រូវ បានគេស្គាល់ថា acidogenic នៅក្នុងជំហាន acidogenesis ក្នុងការផលិតអាស៊ីតខ្លាញ់សរីរាង្គ (volatile fatty acids ឬ VFA) អាល់កុល ព្រមទាំងផលិតផលដទៃទៀតដូចជា ស៊ុលហ្វីត កាបូនឌីអុកស៊ីត និងអាម៉ូញាក់។ Methanogenesis គឺជាជំហានដ៏សំខាន់មួយនៅក្នុងដំណើរការ AD ទាំងមូលព្រោះវាជាប្រតិកម្មជីវគីមីយឺតបំផុ ត។ នៅក្នុងដំណាក់កាលចុងក្រោយ methanogens ប្រើប្រាស់ H₂, CO₂ និងអាសេតាត ដែលបានផលិតក្នុង ដំណាក់កាល acidogenesis និង acetogenesis ដើម្បីផលិតមេតានូលតាមពីរវិធី៖ ការបញ្ចូលគ្នានៃពីរម៉ូលេគុល អាស៊ីតអាសេទិច ដើម្បីបង្កើត CH₄ និង CO₂ ឬដោយកាត់បន្ថយ CO₂ ដោយពង្រាយជាមួយអ៊ីដ្រូសែន (Monnet 2003) ។ នៅក្នុង AD ការបង្កើតអាស៊ីត និងអតិសុខុប្រាណដែលបង្កើតជាមេតានូលមានលក្ខណៈ ខុសគ្នាយ៉ាងច្រើនទាក់ទងនឹងសរីរវិទ្យា តម្រូវការអាហារូបត្ថម្ភ ការលូតលាស់ និងភាពប្រែប្រួលទៅនឹង លក្ខខណ្ឌបរិស្ថាន (Chen et al. 2008)។ ការបរាជ័យក្នុងការរក្សាគុណភាព រវាងមីក្រូសរីរាង្គទាំងពីរក្រុមនេះ គឺជាបុព្វហេតុចម្បងនៃអស្ថេរភាពអាក់ទ័រ (Demirel and Yenigün 2002)។ សារធាតុរាំងខ្ជាប់ (inhibitory)

ក្នុងកាកសំណល់បូកស្អុយ ត្រូវបានគេរកឃើញថាជាបុព្វហេតុឈានមុខគេនៃបរាជ័យនៃវេជ្ជសាស្ត្រ។ គេបានរកឃើញថា មានសារធាតុជាច្រើនទៀតដែលជាការរាំងស្ទះដល់ដំណើរការ AD (Mudhoo and Kumar 2013)។ រូបធាតុដែលអាចវិនិច្ឆ័យលើ inhibitory នៅពេលវាបណ្តាលឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរអវិជ្ជមានចំពោះក្រុប ឬរារាំងការលូតលាស់របស់បាក់តេរី។ ការរារាំងនេះ ជាធម្មតាត្រូវបានបង្ហាញដោយការថយចុះនៃអត្រាស្ថិតភាពនៃការផលិតឧស្ម័នមេតាន និងការប្រមូលផ្តុំអាស៊ីតសរីរាង្គ (Jingura and Kamusoko 2017)។



រូបភាពទី១ ជំហាននៃការរំលាយសារធាតុសរីរាង្គសម្រាប់ដំណើរការ AD។

១.៣ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន

ឡធីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបែងចែកជាឡឧតតូច និងឡឧតធំ។ ឡធីវឧស្ម័នខ្លាតតូចត្រូវបានគេដាក់ឈ្មោះជាច្រើនដូចជា៖ ក្នុងស្រុក (domestic) គ្រួសារ (household) វិមជ្ឈការ (decentralized) កសិដ្ឋាន ឬឡបែបសហគមន៍។ ឡធីវឧស្ម័នខ្លាតតូចទាំងនេះត្រូវបានគេយកមកប្រើប្រាស់នៅតំបន់ជនបទ ហើយវាចំណាយដើមទុនតិចក្នុងការតម្លើង។ ប្រព័ន្ធឡធីវឧស្ម័នជាលក្ខណៈគ្រួសារមានបីប្រភេទសំខាន់ៗគឺ ឡប្រភេទកប់ចូលក្នុងដី (fixed dome) ឡប្រភេទពាក់កណ្តាលកប់ចូលក្នុងដីដែលបំប៉ោងឧស្ម័នបណ្តែតទឹក (ឡប្រភេទអណ្តែតលើទឹក) floating drum និងឡប្រភេទបំប៉ោងផ្លាស្ទិចបំប៉ោង (balloon/bag digester) (Huber 2019)។ ប្រព័ន្ធផលិតកម្មធីវឧស្ម័នខ្លាតតូច មានរចនាបទយ៉ាងសាមញ្ញ និងមានភាពជោគជ័យក្នុងដំណើរប្រតិបត្តិការណ៍ ទោះបីជាឧបករណ៍បច្ចេកទេសនៅមានកម្រិតទាប ឬសមត្ថភាពមានដែនកំណត់ក៏ដោយ។ ឡប្រភេទនេះអាចតំឡើងសម្រាប់គ្រួសារដែលមានលទ្ធភាពក្នុងការផ្គត់ផ្គង់កាកសំណល់លាមកសត្វដូចជា

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

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

១.៤ គុណសម្បត្តិនៃជីវឧស្ម័ន

ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នប្រក្លាយថ្លៃដើមនៃការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ទៅជាឱកាសរកប្រាក់ចំណូលសម្រាប់កសិដ្ឋាន និងឧស្សាហកម្ម។ ការបំលែងកាកសំណល់ទៅជាថាមពលអគ្គិសនី កម្ដៅ ឬឥន្ធនៈសម្រាប់យានយន្តផ្តល់នូវប្រភពថាមពលកើតឡើងវិញដែលអាចកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើការនាំចូលប្រេងបរទេស ក៏ដូចជាកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ បង្កើនគុណភាពបរិស្ថាន និងបង្កើនការងារក្នុងស្រុក។ ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នក៏ផ្តល់ឱកាសក្នុងការកែច្នៃសារធាតុចិញ្ចឹម សម្រាប់ប្រព័ន្ធផ្គត់ផ្គង់អាហារ កាត់បន្ថយតម្រូវការទាំងជីគីមី និងវី

ផងដែរ។ ជីវឧស្ម័នបន្ថែមតម្លៃដល់កាកសំណល់សរីរាង្គ និងអនុផល ហើយថែមទាំងរួមចំណែកដល់ការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលនៅក្នុងប្រទេស ផ្តល់ឱកាសសម្រាប់វិស័យកសិកម្ម និងវិស័យផ្គត់ផ្គង់បច្ចេកវិទ្យា។ ឡូជីស្ទិកមានអត្ថប្រយោជន៍ជាច្រើនដល់អ្នកប្រើប្រាស់ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន វិនិយោគិន និងសង្គមទាំងមូល។

១.៤.១ អត្ថប្រយោជន៍ក្នុងការការពារបរិស្ថាន

ជីវឧស្ម័នចូលរួមការពារបរិស្ថានយ៉ាងច្រើនដូចជា ការកាត់បន្ថយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ ការចៀសវាងការបញ្ចេញឧស្ម័នមេតាន ការជំនួសថាមពលហ្វូស៊ីល ការកែច្នៃសារធាតុចិញ្ចឹមឡើងវិញ និងការកាត់បន្ថយគ្លិនស្តុយជាដើម។ ឧស្ម័នដែលបង្កើតតាមរយៈ AD មិនមានការបំពុលទេ តែវាជួយកាត់បន្ថយការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់។ ថ្វីបើឧស្ម័នកាបូនិកត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយចំហេះជីវឧស្ម័នក៏ដោយ ប៉ុន្តែចំនួននេះស្មើនឹងបរិមាណកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការផលិតរូបធាតុសរីរាង្គ ដែលត្រូវបានបម្លែងក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការ AD។ ដោយសារមិនមានការបំពុលឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ទៅបរិយាកាសទេ ដូច្នេះការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នពីកាកសំណល់ជាទម្រង់ថាមពល គឺជាវិធីដ៏ល្អដើម្បីប្រយុទ្ធប្រឆាំងនឹងការឡើងកម្ដៅផែនដី។ ការព្រួយបារម្ភចំពោះបរិស្ថាន គឺជាមូលហេតុចម្បងដែលធ្វើឱ្យការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នកាន់តែច្រើនឡើងៗ។ ជីវឧស្ម័នទប់ស្កាត់យ៉ាងខ្លាំងនូវឥទ្ធិពលផ្ទះកញ្ចក់៖ ជីវឧស្ម័នកាត់បន្ថយការបញ្ចេញមេតានដោយចាប់យកឧស្ម័នដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់នេះហើយប្រើវាជាឥន្ធនៈ។ ការបង្កើតជីវឧស្ម័នជួយកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើការប្រើប្រាស់ឥន្ធនៈហ្វូស៊ីលដូចជា ប្រេង និងធុរ្យងថ្ម (Seadi et al. 2008)។ ការប្រើប្រាស់ការផលិតជីវឧស្ម័ន គឺជាគោលដៅការពារអាកាសធាតុដោយការកាត់បន្ថយការបំពុលឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ និងការឡើងកម្ដៅផែនដីប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព (Deublein and Steinhauser 2010)។

១.៤.២ អត្ថប្រយោជន៍ហិរញ្ញវត្ថុ និងសេដ្ឋកិច្ច

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

១.៤.៣ អត្ថប្រយោជន៍សម្រាប់កសិករ និងសង្គម

ជីវឧស្ម័នពីជីវម៉ាស និងកាកសំណល់លាមកសត្វត្រូវបានប្រើជាអគ្គិសនី និងកម្ដៅសម្រាប់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬសហគមន៍នៅតាមតំបន់ជនបទដែលមិនមានលទ្ធភាពចូលប្រើបណ្តាញអគ្គិសនី (Gomiero 2016)។ ការប្រមូលកាកសំណល់ និងការគ្រប់គ្រងមានភាពប្រសើរឡើងយ៉ាងខ្លាំងនៅក្នុងតំបន់ដែលមានជីវឧស្ម័ន

ដូច្នោះធ្វើអោយកាន់តែប្រសើរឡើងនូវលក្ខខណ្ឌអនាម័យ ពីព្រោះ AD អសកម្មធាតុបង្កជំងឺប៉ារ៉ាស៊ីត ដង្កូវ ពងមាន់និងរុយ ដូច្នោះកាត់បន្ថយអត្រាកើតជំងឺតាមទឹក។ តំបន់ចាក់សំរាមអាចត្រូវបានកាត់បន្ថយដោយសារ តែការកាត់បន្ថយកន្លែងចាក់សំរាមដែលហៀរចេញដែលតែងតែសាយភាយក្លិនមិនល្អ និងអនុញ្ញាតឱ្យសារ ធាតុរាវពុលហូរចូលទៅក្នុងប្រភពទឹកក្រោមដី។ អនុផលនៃដំណើរការបង្កើតជីវឧស្ម័ន គឺសំបូរសារធាតុសរីរាង្គ (កាកសំណល់ឡធីវឧស្ម័ន) ដែលអាចប្រើជំនួសជីគីមីបានយ៉ាងល្អឥតខ្ចោះ។ ការបញ្ចេញជីវឧស្ម័ន អាចពន្លឿនការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ និងភាពធន់នឹងជំងឺ។ ចំណែកឯជីពាណិជ្ជកម្មមានផ្ទុកសារធាតុគីមី ដែលមានសារធាតុពុលនឹងអាចបណ្តាលឱ្យពុលអាហារ ក្នុងចំណោមផលប៉ះពាល់ផ្សេងទៀត (Baredar et al. 2020)។ ជាពិសេស ជីសរីរាង្គពីកាកសំណល់ឡធីវឧស្ម័នពីលាមកសត្វ បានធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវប្រសិទ្ធ ភាពដីជាងលាមកសត្វដើម ដោយសារតែសំបូរទៅដោយសារធាតុដូចគ្នា និងមានសារធាតុចិញ្ចឹមខ្ពស់។ ជីសរី រាង្គនេះ គឺជាជីដីដ៏មានតម្លៃសំបូរទៅដោយអាសូត ផូស្វ័រ ប៉ូតាស្យូម (NPK) និងសារធាតុចិញ្ចឹមមីក្រូដែលអាច ដាក់លើដីដោយប្រើឧបករណ៍ធម្មតាសម្រាប់ប្រើដីរាវ។ ប្រសិនបើរុក្ខជាតិត្រូវបានប្រើជាស្រទាប់ខាងក្រោម សម្រាប់ផលិតជីវឧស្ម័ន ហើយសំណល់ទាំងនោះត្រូវបានកែច្នៃឡើងវិញក្នុងវិស័យកសិកម្មដោយមិនចាំបាច់ ទិញជីវឧស្ម័នឡើយ។ ជីសរីរាង្គនេះអាចជាវដ្តនៃសារធាតុចិញ្ចឹម ហើយការបញ្ចេញជាតិនីត្រាតក៏ត្រូវបានកាត់ បន្ថយផងដែរ។ ភាពស្របគ្នារបស់រុក្ខជាតិ និងសុខភាពរុក្ខជាតិមានភាពប្រសើរឡើង ដូច្នោះការផលិតជីវឧស្ម័ន ត្រូវបានឧបត្ថម្ភធននៅក្នុងប្រទេសជាច្រើន ដោយផ្តល់ឱ្យកសិករនូវប្រាក់ចំណូលបន្ថែម (Deublein and Steinhauser 2010)។

១.៥ ដែនកំណត់នៃជីវឧស្ម័ន

បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នប្រឈមនឹងដៃគូប្រកួតប្រជែងជាច្រើនដូចជា មីក្រូ-វារីអគ្គិសនី ប្រព័ន្ធថាមពល ពន្លឺព្រះអាទិត្យ(សូឡា) និងថាមពលកកើតឡើងវិញផ្សេងទៀត ដោយសារវាខ្វះបច្ចេកវិទ្យាទំនើប និងត្រូវការ ចំណាយដើមទុនទៅលើបច្ចេកវិទ្យានេះ។ សព្វថ្ងៃនេះ បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័នមិនមែនជាបច្ចេកវិទ្យាដែលត្រូវបាន ទទួលយកជាសកលនៅឡើយ ដូច្នោះវាជួបបញ្ហាប្រឈមក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ នទៅក្នុងទីប្រជុំជនដែលមានមនុស្សរស់នៅច្រើន។ ប្រភេទជីវឧស្ម័នមួយចំនួន ឧទាហរណ៍ប្រព័ន្ធឡ្យគ្របត ង់គឺជាប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នប្រភេទមួយដែលត្រូវការទំហំដីធំដើម្បីសាងសង់។ មិនមែនគ្រប់កាកសំណល់សរីរាង្គ សុទ្ធតែមានលក្ខណៈសមស្រប សម្រាប់ការផលិតជីវឧស្ម័ននោះទេ ហើយក្នុងករណីខ្លះទៀតការផលិតជីវឧស្ម័ នអាចមិនទទួលបានផលចំណេញឡើយ។ ប្រភេទកាកសំណល់សរីរាង្គតិចតួចប៉ុណ្ណោះដែលមានតម្លៃទាប ក្នុងការបំលែងទៅជាប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន។ ចំពោះប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នដែលប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសខ្ពស់ គឺមានភាពស្មុត ស្មាញ និងមានតម្លៃវិនិយោគខ្ពស់។

លើសពីនេះទៅទៀត ការចំណាយលើការវិនិយោគគឺមានតម្លៃខ្ពស់បើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រេងម៉ាស៊ូត ពីឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល។ ជាពិសេស ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័នកាន់តែតូច ត្រូវការរយៈពេលវែងក្នុងការទទួលបានការផល

ចំណេញត្រលប់វិញ ដែលធ្វើឱ្យកសិករ ឬអ្នកវិនិយោគស្នាក់ស្នើរក្នុងការវិនិយោគទៅលើប្រព័ន្ធឡូជីវឧស្ម័ននេះ។ ប្រតិបត្តិការនិងការថែទាំទៅលើប្រព័ន្ធនេះ មានតម្លៃខ្ពស់និងអាយុកាលខ្លីទៀតផង។ អាស្រ័យលើលក្ខខណ្ឌក្នុងស្រុក និងប្រភពវត្ថុធាតុដើម ជីវឧស្ម័នមិនអាចផលិតបានថាមពលអគ្គិសនីអោយបានគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីបានទេ។ 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 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

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 (UASB) 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.

- Sedi 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 ស្ថិតិវិស័យសាស្ត្រនៅកម្ពុជា

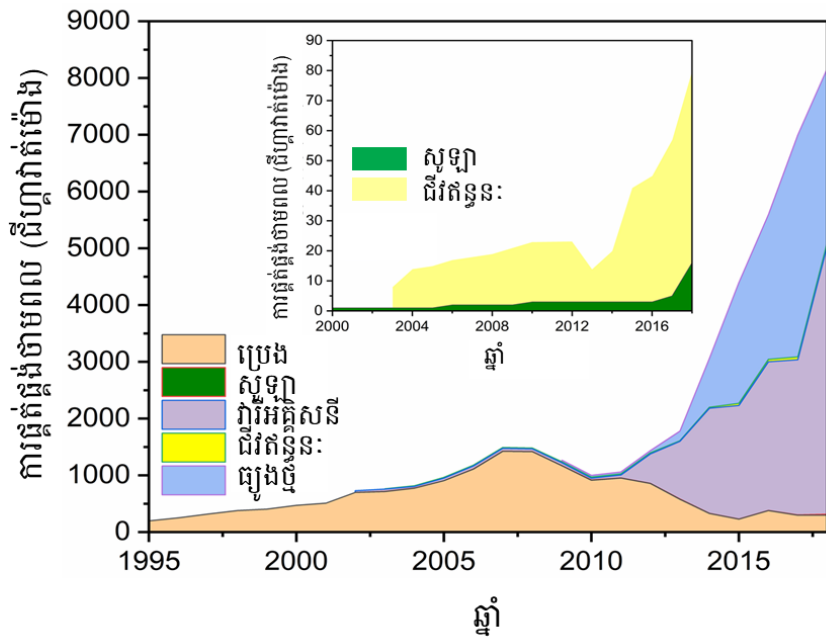
ជំពូកនេះបង្ហាញពីបញ្ហាប្រឈមសំខាន់ៗក្នុងការផលិតថាមពល និងព័ត៌មានទូទៅអំពីការបង្កើតប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍នៅកម្ពុជា។ ប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍ពីរប្រភេទដែលមានស្រាប់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា គឺឡូដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតត្រួតសារ និងឡូដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ ឬខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម។ ជំពូកនេះសង្កត់ធ្ងន់ទៅលើស្ថានភាពដីវឌ្ឍន៍ និងទស្សនវិស័យលើដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅតាមតំបន់ជនបទ ហើយនិងបង្ហាញពីការវិភាគ SWOT សម្រាប់ដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។

២.១ បញ្ហាប្រឈមសំខាន់ៗ និងយុទ្ធសាស្ត្រប្រកបដោយចីរភាពក្នុងវិស័យថាមពលនៅកម្ពុជា

ប្រទេសកម្ពុជាបានឆ្លងកាត់ការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ចយ៉ាងឆាប់រហ័សក្នុងប៉ុន្មានទសវត្សរ៍ចុងៗនេះ តែទោះយ៉ាងណា ប្រទេសនៅតែខ្វះហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធដែលត្រូវការសម្រាប់វិស័យថាមពលអោយទាន់នឹងល្បឿននៃការអភិវឌ្ឍនេះណាស់។ ផលិតកម្មថាមពលនៅកម្ពុជា ពឹងផ្អែកយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការនាំចូលឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល និងនាំចូលអគ្គិសនីពីបណ្តាប្រទេសជិតខាង ដូចជា ប្រទេសវៀតណាម ថៃ និងឡាវ និងបានមកពីប្រភពថាមពលអគ្គិសនីផ្សេងទៀត ដូចជា វារីអគ្គិសនី ថាមពលព្រះអាទិត្យ និងដីឥន្ធនៈពីដីរ៉ែម៉ាស និងដីវឌ្ឍន៍ (រូបភាពទី២)។ តម្លៃអគ្គិសនីមានតម្លៃខ្ពស់ បើប្រៀបធៀបនឹងតំបន់ ជាពិសេស នៅតំបន់ជនបទដែលម៉ាស៊ីនភ្លើងប្រើម៉ាស៊ូត ត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាប្រភពថាមពល។ អគ្គិសនីជនបទនៅកម្ពុជា កំពុងកើនឡើងក្នុងអត្រាមួយគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើលនៅតាមបណ្តាស្រុក និងខេត្តដែលផ្តល់សេវាកម្មដោយរដ្ឋាភិបាលសម្របសម្រួលកម្មវិធីអគ្គិសនី។ មូលដ្ឋានសម្រាប់វឌ្ឍនភាពនេះ គឺជាទីផ្សារត្រៀមខ្លួនសម្រាប់ការលក់អគ្គិសនីដោយសហគ្រិនក្នុងស្រុក ប៉ុន្តែក្រុមហ៊ុនអគ្គិសនីរដ្ឋតែមួយមុខមិនអាចឆ្លើយតបនឹងតម្រូវការអគ្គិសនីដែលកំពុងកើនឡើងបានទេ (Mika et al. 2021)។

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

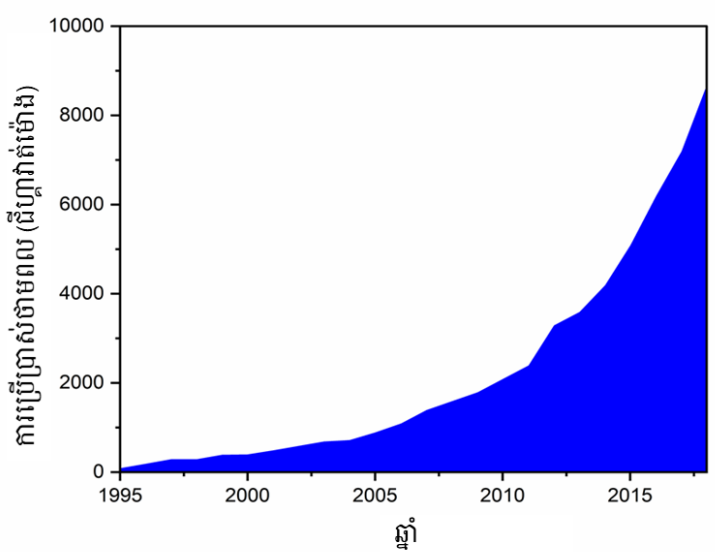
ឡើងវិញពីជីវឧស្ម័ន គីស្មាត និងទប់ស្កាត់ផលប៉ះពាល់ពី GHG (ការបំភាយឧស្ម័នមេតាន់)។ ដូច្នេះ ការអភិវឌ្ឍន៍នៃជីវថាមពល ផ្តល់នូវលទ្ធភាពសំខាន់ៗសម្រាប់ការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG និងការពឹងផ្អែកលើឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល (Kumar 2019)។



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

ច្បាប់និងគោលនយោបាយស្តីពីការអភិវឌ្ឍវិស័យថាមពល ត្រូវបានសម្របខ្លួនទៅនឹងតម្រូវការថាមពល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត កិច្ចសហប្រតិបត្តិការ និងការចូលរួមពីភាគីពាក់ព័ន្ធ រួមមានក្រសួង និងទីភ្នាក់ងាររដ្ឋាភិបាលផ្សេងទៀត ដៃគូអភិវឌ្ឍ និងវិនិយោគិនឯកជនក៏មានតួនាទីសំខាន់ផងដែរ។ យុទ្ធសាស្ត្រនេះឆ្លៀតយកឱកាសថ្មី ដែលជំរុញដោយនគរូបនីយកម្មយ៉ាងឆាប់រហ័ស និងការរីកចម្រើនថ្នាក់កណ្តាលដែលមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ ការអភិវឌ្ឍ និងធ្វើទំនើបកម្មវិស័យកសិកម្ម។ បទប្បញ្ញត្តិថ្មីសម្រាប់ការការពារបរិស្ថាន ត្រូវបានលើកកម្ពស់ឡើងវិញខ្ពស់ជាងមុនដោយប្រើប្រាស់ AD នៃកាកសំណល់សរីរាង្គពីកសិដ្ឋានដូចជា លាមកសំណល់ដំណាំនិងសំណល់សរីរាង្គពីអាហារ និងកសិឧស្សាហកម្មដើម្បីបង្កើតថាមពលកើតឡើងវិញ និងគ្រប់គ្រងដីប្រើប្រាស់សម្រាប់ផ្ទុកលាមកសត្វផងដែរ។ សំណល់លាមកត្រូវបានគេកំណត់ជាយូរមកហើយថាជាប្រភពដ៏សំខាន់នៃការបំពុលបរិស្ថាន។ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វបញ្ចេញក្លិនមិនល្អដែលប៉ះពាល់ដល់កសិករជិតខាង និងបំពុលបរិស្ថាន។ កាកសំណល់ទាំងនេះ ជាទម្លាប់ត្រូវបានគេបោះចោលដោយផ្ទាល់ ឬក្រោយពេលធ្វើដីកំប៉ុស ដែលជាការរីកចម្រើននៅក្នុងកសិកម្ម។ ដំណើរការ AD អាចកាត់បន្ថយការបំពុលបរិស្ថានដោយ

ដំណើរការរវាងការបញ្ចេញមេតានូលក្នុងបរិយាកាស ខណៈពេលដែលការដុតមេតាន និងការបញ្ចេញកាបូនឌីអុកស៊ីត (គ្មានផលប៉ះពាល់សុទ្ធតទៅលើកាបូនឌីអុកស៊ីតឌីអុកស៊ីត និង GHG ផ្សេងទៀត)។ នៅពេលដែលកាកសំណល់ក្លាយជាប្រភពបង្កើតជីវឧស្ម័នដ៏លេចធ្លោក្នុងរយៈពេលជាច្រើនទសវត្ស ការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ថាមពល និងការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG នឹងផ្តល់ផលប្រយោជន៍ដល់មនុស្សគ្រប់គ្នាជាពិសេសម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងប្រជាជននៅតាមសហគមន៍ជនបទនានា។ កសិករអាចសន្សំប្រាក់បាន ពីរាប់រយទៅរាប់ពាន់ដុល្លារជារៀងរាល់ឆ្នាំ ពីការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ថាមពល តាមរយៈការដំឡើងឡូជីវឧស្ម័នខ្នាតធំនៅកសិដ្ឋានរបស់ពួកគេ (NBP 2019)។



រូបភាពទី៣ ការប្រើប្រាស់ថាមពលអគ្គិសនីនៅកម្ពុជា ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ឆ្នាំ២០១៨។

២.២ ព័ត៌មានទូទៅអំពីឡូជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា

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

ក្នុងប្រតិបត្តិការ និងថែរក្សាឧបករណ៍។ ចាប់តាំងពីឆ្នាំ១៩៨៦ ដល់ ឆ្នាំ២០០៥ ឡធីវឌ្ឍន៍ក្នុងស្រុកសរុប ចំនួន ៤០០ ត្រូវបានសាងសង់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាដោយទីភ្នាក់ងារជំនួយអន្តរជាតិ។ ភាគច្រើននៃឡធីវឌ្ឍន៍ទាំងនេះ គឺជាប្រភេទថង់ប្លាស្ទិច ដែលត្រូវបានការទំនុកបំរុង ឬចំណាយទាំងស្រុងដោយអ្នកចូលរួម វិភាគទាន ឬទីភ្នាក់ងារបរទេស (McIntroh 2004)។ ប្រភេទនៃឡធីវឌ្ឍន៍ទាំងនេះ មានអាយុកាលខ្លីណាស់ ហើយដោយសារកង្វះការគាំទ្រផ្នែកបច្ចេកទេស និងគំរូជាក់ស្តែងសម្រាប់ទីផ្សារ ដូច្នេះហើយ ភាគច្រើននៃឡធីវឌ្ឍន៍ទាំងនេះមិនបានដំណើរការទេ។

ដោយហេតុផលនេះ ក្នុងឆ្នាំ២០០៦ កម្មវិធីឡធីវឌ្ឍន៍ជាតិកម្ពុជា ហៅកាត់ថា NBP ដែលជាគម្រោង ធីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំដំបូងបង្អស់ត្រូវបានអនុវត្តបំពេញកង្វះខាត និងគាំទ្រដល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលមិនទទួលបាន ជោគជ័យនាពេលកន្លងមក។ កម្មវិធីនេះត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយអង្គការអភិវឌ្ឍន៍ ក្រសួង MAFF និងអង្គការ SNV នៃប្រទេសហុល្លង់ និងប្រតិបត្តិដោយនាយកដ្ឋានផលិតកម្មសត្វ និងសុខភាព (Patinvoh and Taherzadeh 2019)។ គម្រោងវិនិយោគក្នុងការតំឡើងឡធីវឌ្ឍន៍នេះ គឺក្នុងគោលបំណងបង្កើនការទទួលបាន ថាមពលស្អាតរបស់ប្រជាជននៅតាមជនបទក្នុងនៃកម្ពុជា។ គោលដៅដើមរបស់ NBP គឺបង្កើតទីផ្សារ ហិរញ្ញប្បទានឡធីវឌ្ឍន៍ដោយខ្លួនឯងនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ចំណែកគោលដៅរយៈពេលវែង គឺដើម្បីក សាងសមត្ថភាពជាតិដល់អ្នកបច្ចេកទេស និងអ្នកអនុវត្តគម្រោងហិរញ្ញវត្ថុឆ្ពោះទៅមុខដោយអវត្តមាននៃ SNV (Buysman 2015)។

យោងតាមការអភិវឌ្ឍការចិញ្ចឹមសត្វ ការគ្រប់គ្រងលើកាកសំណល់ត្រូវបានគេគិតគូរខ្ពស់តាមរយៈការ ពង្រីកការចិញ្ចឹមសត្វ និងការកសាងឡធីវឌ្ឍន៍នៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ និងការចិញ្ចឹមសត្វលក្ខណៈគ្រួសារ។ អ្នកពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ត្រូវបានលើកទឹកចិត្តឱ្យចូលរួម ក្នុងការអនុវត្តគោលនយោបាយស្តីពីការអភិវឌ្ឍឡធីវឌ្ឍន៍ ដើម្បីធ្វើឱ្យកសិករ និងសហគមន៍ជនបទទទួលបានសុខភាពល្អ ជីវភាពរស់នៅប្រសើរជាងមុន និងមាន និរន្តរភាពបរិស្ថាន តាមរយៈការបង្កើនផលិតកម្មសត្វ និងការប្រើប្រាស់ឡធីវឌ្ឍន៍នៅកម្ពុជា (Hyman and Bailis 2018)។ វឌ្ឍនភាពនៃការអភិវឌ្ឍន៍ឡធីវឌ្ឍន៍ បានឆ្លងកាត់ដំណាក់កាលអភិវឌ្ឍន៍ជាច្រើន។ អង្គ ការក្រៅរដ្ឋាភិបាលជាតិ មជ្ឈមណ្ឌលសិក្សាកម្ពុជា និងអង្គការអភិវឌ្ឍន៍កសិកម្មហៅកាត់ថា CEDAC បាន រៀបចំការិយាល័យខេត្តចំនួន ៤ បន្ថែមទៀត ដោយបានបង្កើតការិយាល័យកម្មវិធីឡធីវឌ្ឍន៍ ហៅកាត់ថា PBPO នៅខេត្តចំនួន ១៤ នៅទូទាំងប្រទេស ដែលទទួលខុសត្រូវក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលភ្នាក់ងារសាងសង់ឡ ធីវឌ្ឍន៍ និងភ្ជាប់ស្ថាប័នមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុដើម្បីទទួលបានប្រាក់កម្ចីដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន (Hyman and Bailis 2018)។

នៅឆ្នាំ២០១៥ MAFF បានកំណត់ក្រុមការងារបច្ចេកទេសរៀបចំក្របខ័ណ្ឌយុទ្ធសាស្ត្រ និងគោល នយោបាយអភិវឌ្ឍន៍ឡធីវឌ្ឍន៍ដើម្បីជំរុញការសាងសង់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាមួយផលិតកម្មសត្វ និងលើកកម្ពស់ ការពង្រីកបន្ថែមផ្នែកបច្ចេកវិទ្យាឡធីវឌ្ឍន៍ និងប្រតិបត្តិការឡធីវឌ្ឍន៍។ គោលនយោបាយ និងយុទ្ធសាស្ត្រ

មានគោលបំណងឆ្លើយតបទៅនឹងបរិបទនៃវឌ្ឍនភាព និងតម្រូវការការដាក់ស្តែងទាក់ទងនឹងការជំរុញការអភិវឌ្ឍឡឌីជីថលប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព និងការប្រើប្រាស់ឡឌីជីថលប្រកបដោយនិរន្តរភាព។ វិធានការយុទ្ធសាស្ត្រចំនួន ៤ ត្រូវបានដាក់បញ្ចូលរួមមាន (១) បង្កើនការអប់រំ និងផ្សព្វផ្សាយដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វទាំងអស់អំពីអត្ថប្រយោជន៍នៃឡឌីជីថលលើសុខុមាលភាពសេដ្ឋកិច្ច និងបរិស្ថាន; (២) លើកទឹកចិត្តម្ចាស់កសិដ្ឋានដើម្បីសាងសង់ឡឌីជីថលស្តង់ដារ; (៣) ជម្រុញម្ចាស់កសិដ្ឋានឱ្យអនុវត្តវិធីសាស្ត្រអភិវឌ្ឍន៍ “ការភ្ជាប់កសិដ្ឋានសត្វជាមួយប្រព័ន្ធកសិកម្មចម្រុះ” ដើម្បីកែលម្អផលិតកម្មសត្វ និងផលិតកម្មកសិកម្មសរីរាង្គ និង (៤) បង្កើនការលើកទឹកចិត្តដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋានតាមរយៈ ការផ្តល់វិញ្ញាបនបត្រនៃការកោតសរសើរអាស្រ័យលើស្តង់ដារនៃឡឌីជីថលដែលបានអនុវត្ត។ ការលើកកម្ពស់ឡឌីជីថលខ្នាតធំនឹងជួយប្រទេសកម្ពុជាក្នុងការប្រើប្រាស់ឌីជីថលប្រកបដោយភាពឆ្លាតវៃដើម្បីផលិតអគ្គិសនី និងកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG ដើម្បីគាំទ្រដល់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាពរបស់ប្រទេស (MAFF 2016)។

២.៣ ឌីជីថលលក្ខណៈគ្រួសារ

ប្រជាជនកម្ពុជានៅតាមតំបន់ជនបទប្រហែល ៨០% នៃប្រជាជនសរុប មិនទាន់មានប្រភពថាមពលទំនើប ដូចជាឧស្ម័ន និងអគ្គិសនី។ ប្រេងឥន្ធនៈសំខាន់ៗ ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ចម្អិនអាហារ និងភ្លើងបំភ្លឺនៅក្នុងគ្រួសារគឺ អុស (៨៣,៦%), ធ្យូង (៧,៥%) និងឧស្ម័ន LPG ។ ស្ត្រីនិងកុមារទទួលរងផលប៉ះពាល់យ៉ាងខ្លាំងពីការបំពុលខ្យល់ក្នុងផ្ទះ ដែលបង្កឱ្យមានជំងឺជាច្រើនដោយសារតែការប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសធ្វើម្ហូបបែបបុរាណនេះ។ ដូច្នេះ កិច្ចពិភាក្សាសម្រាប់ការលើកកម្ពស់កម្មវិធីឡឌីជីថលត្រូវបានគេរំពឹងថា នឹងកាត់បន្ថយបន្ទុកការងាររបស់ស្ត្រី (SNV 2006) និង (MAFF 2016)។ ប្រព័ន្ធគ្រួសារនៅជនបទ គឺជាប្រព័ន្ធជាំដុះនិងចិញ្ចឹមសត្វរួមបញ្ចូលគ្នា ដែលផលិតកម្មស្រូវពីងផ្នែកលើកំលាំងសត្វគោឬក្របី។ គ្រួសារភាគច្រើនយ៉ាងហោចណាស់ក៏មានមាន់ពីរបីក្បាល និងជ្រូកឬគោ ហើយគេប៉ាន់ស្មានថាមានសក្តានុពលយ៉ាងខ្លាំងចំពោះឌីជីថលប្រហែល ១លានឡឌីជីថល (Kooijman 2014)។ ឡឌីជីថលលក្ខណៈគ្រួសារ គឺជាសំណង់ដ៏សាមញ្ញមួយដែលអាចគ្របដណ្តប់បានទាំងលាមកមនុស្ស ជីវម៉ាស់ ឬលាមកសត្វ ក្នុងបរិមាណតូច ប៉ុន្តែឌីជីថលមានតម្លៃ។ ក្នុងចំណោមឡឌីជីថលតាមស្រុក ឬលក្ខណៈគ្រួសារ ឡប្រភេទកប់ចូលក្នុងដី (fixed dome digesters) គឺជាការរចនាដែលមានប្រជាប្រិយបំផុតនៅកម្ពុជា ដោយសារតែតម្រូវការថែទាំទាប ភាពធនជាប់បានយូរ និងភាពងាយស្រួលនៃការសាងសង់ដោយប្រើប្រាស់ថ្ម ឥដ្ឋ ដីឥដ្ឋ និងស៊ីម៉ង់ត៍ជាដើម។ អាយុកាល គឺច្រើនជាង ២០ឆ្នាំ ដោយសារសំណង់ក្រោមដីអាចការពារពីការខូចខាតខាងរាងកាយឬសំណឹក (Hessen 2014)។

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

បានហិរញ្ញវត្ថុ។ ប្រាក់កម្ចីជីវឌ្ឍន៍អាចត្រូវបានធ្វើឡើងតាមរយៈកិច្ចព្រមព្រៀងពិសេសពីធនាគារក្នុងស្រុក និងសហជីពឥណទាន។ ចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០១០មក ជាង៧០% នៃគ្រួសារបានប្រើប្រាស់ប្រាក់កម្ចីជីវឌ្ឍន៍ ដើម្បីផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដល់ឡជីវឌ្ឍន៍របស់ពួកគេ ក្នុងរយៈពេលពីរឆ្នាំនៃរយៈពេលសងត្រលប់។

លើសពីនេះទៅទៀត គម្រោង NBP បានផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានចំនួន ១៥% នៃការសាងសង់ឡជីវឌ្ឍន៍សរុប ដល់ ៣៥០០ គ្រួសារជាង។ ដូច្នេះ ការចំណាយរបស់កសិករសម្រាប់សាងសង់ឡជីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានកាត់បន្ថយ។ តម្លៃសាងសង់សរុប និងផលិតកម្មជីវឌ្ឍន៍ គឺផ្អែកលើទំហំឡជីវឌ្ឍន៍ (តារាងទី៣)។ ដៃគូអភិវឌ្ឍផ្សេងទៀតបានយកចិត្តទុកដាក់ចំពោះការអនុវត្តរបស់ NBP ដោយបង្កើនធនធានទាំងការគាំទ្រទាំងបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុ។ ឡជីវឌ្ឍន៍អន្តរជាតិ ATEC ដែលត្រូវបានគាំទ្រដោយបណ្តាញប្រឹក្សាហិរញ្ញប្បទានឯកជន PFAN នៅឆ្នាំ២០១៧ គឺជាសហគ្រាសសង្គមដែលមានមូលដ្ឋាននៅប្រទេសកម្ពុជាបានផ្តល់នូវឡជីវឌ្ឍន៍ ដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និងមានសាងសង់ឡជីវឌ្ឍន៍ត្រៀមរួចជាស្រេចសម្រាប់គ្រួសារនៅជនបទ។ ឡជីវឌ្ឍន៍ទំហំ ៤ម^៣ អាចផ្ទុកកាកសំណល់ពីសត្វគោចំនួន ២ ទៅ ៣ ក្បាល ឬជ្រូក ៤ ទៅ ៦ ក្បាល ហើយវាអាចផ្តល់ឧស្ម័នគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់បំពេញរាល់តម្រូវការធ្វើម្ហូបប្រចាំថ្ងៃ និងផលិតជីសរីរាង្គដែលមានគុណភាពខ្ពស់ ប្រហែល ២០ តោន ក្នុងមួយឆ្នាំ។ ឡជីវឌ្ឍន៍ទាំងនេះជួយកសិករសន្សំថវិការហូតដល់ ៥២១ ដុល្លារក្នុងមួយឆ្នាំ លើឧស្ម័ន និងជី ខណៈដែលវាក៏ជួយកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើអុស និងការពារការកាប់បំផ្លាញព្រៃឈើ។

តារាងទី២ តម្លៃសាងសង់ឡជីវឌ្ឍន៍លក្ខណៈគ្រួសារនៅកម្ពុជា (NBP 2019)។

ទំហំឡ (ម ^៣)	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 ឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់

ឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ត្រូវបានគេរំពឹងថានឹងត្រូវបានតំឡើងនៅទូទាំងប្រទេស ដើម្បីផ្គត់ផ្គង់អគ្គិសនីនៅ តាមជនបទ ដែលមិនមានចរន្តអគ្គិសនីជាតិទៅដល់។ NBP បានរាយការណ៍ថា មានឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ចំនួន ៤៤ កន្លែងនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ហើយភាគច្រើនឡទាំងនោះបានប្រើប្រាស់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វកសាច់ និង ជ្រូកមេចម្រុះ និងដីម៉ាស់ពីរោងចក្រម្សៅមីសម្រាប់ជាប្រភពនៃដីវឌ្ឍន៍ (NBP 2019)។ បច្ចេកវិទ្យាដីវឌ្ឍន៍ ដែលត្រូវបានប្រើ គឺមានលក្ខណៈឡគ្របតង់សាមញ្ញ (simple improved lagoon) និងឡគ្របតង់ទំនើប (improved lagoon) ដោយសារការចំណាយ និងថ្លៃថែទាំទាប។ ទោះបីជាយ៉ាងនេះក្តី ចំនួននេះមានកំរិតទាប នៅឡើយ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងកសិដ្ឋានដែលមានសក្តានុពល និងធនធានដីវឌ្ឍន៍ផ្សេងទៀតនៅក្នុង ប្រទេសកម្ពុជា។ វឌ្ឍនភាពក្នុងការអនុវត្តឡដីវឌ្ឍន៍កំពុងត្រូវបានរារាំងដោយបញ្ហាប្រឈមថ្មីៗដូចជា កង្វះ ទិន្នន័យបច្ចេកទេស និងការវាយតម្លៃបច្ចេកទេស អ្នកផ្គត់ផ្គង់ក្នុងស្រុកនិងអន្តរជាតិ ហើយចំណេះដឹងជាក់ស្តែង នៃប្រតិបត្តិការនិងការថែទាំស្របតាមស្តង់ដារ គឺជាឧបសគ្គក្នុងការអនុវត្តប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍ក្នុងប្រទេស។

តម្រូវការសម្រាប់ពិធីការឡដីវឌ្ឍន៍ស្តង់ដារ ការអនុវត្តគំរូថ្មី និងវិធីផ្សព្វផ្សាយ ត្រូវការជាចាំបាច់ដើម្បី បញ្ចូលឡដីវឌ្ឍន៍ចូលក្នុងទីផ្សារ។ ក្នុងបរិបទនេះ យុទ្ធសាស្ត្រស្តីពីការអភិវឌ្ឍឡដីវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរ ភាព គឺទាមទារឱ្យមានការរួមបញ្ចូលគោលនយោបាយជាតិ និងកសាងសមត្ថភាពជាតិដើម្បីផ្តល់សេវា បច្ចេកទេស អ្នកពិគ្រោះយោបល់ សេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងដើម្បីគាំទ្រម្ចាស់កសិដ្ឋាន (MAFF 2016)។ ថ្មីៗ នេះ កម្មវិធីជាច្រើនទទួលបានការគាំទ្រពីរដ្ឋាភិបាល និងការចូលរួមផ្តល់នូវសេវាកម្មពេញលេញដល់ម្ចាស់ គម្រោង លើការបង្កើតការវិនិយោគដីវឌ្ឍន៍ (Hyman and Bailis 2018)។ នៅឆ្នាំ២០១៥ មូលនិធិបរិស្ថាន ពិភពលោក ក្រោមការអនុវត្តគម្រោងការកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG តាមរយៈការលើកកម្ពស់នៃឡដីវ ឌ្ឍន៍ខ្ពស់នៅកម្ពុជា ថវិកាជាង១.៥ លានដុល្លារ ត្រូវបានផ្តល់ដើម្បីលើកកម្ពស់ការវិនិយោគក្នុងសហគ្រាស ផលិតថាមពលអគ្គិសនីពីឡដីវឌ្ឍន៍នៅតាមជនបទ ជាពិសេសសម្រាប់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វក្រូក។ អង្គការ UNIDO បានជួយការលើកកម្ពស់ឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ តាមរយៈលទ្ធភាពផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុដែលអាចជឿទុកចិត្ត បាន ប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព និងយន្តការប្រកបដោយនិរន្តរភាព ដើម្បីសម្រេចបាននូវប្រព័ន្ធអគ្គិសនីជនបទ។ ដើម្បីលើកកម្ពស់ការវិនិយោគលើឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ គម្រោងធ្វើការជាមួយវិស័យឯកជនដើម្បីបង្ហាញគម្រោង ឡដីវឌ្ឍន៍សម្រាប់ការដំឡើងយ៉ាងតិច ១មេហ្គាវ៉ាត់ នៅប្រទេសកម្ពុជា (UNIDO 2020)។

ជាមួយនឹងគម្រោង GEF នេះ មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់នៅកម្ពុជា (BTIC) ត្រូវបានបង្កើតឡើងក្នុងឆ្នាំ ២០១៦ ក្រោមកិច្ចសហការរវាងអង្គការ UNIDO និងសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទ កសិកម្ម (RUA) ដើម្បីផ្តល់បច្ចេកទេស និងទីប្រឹក្សាផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុដល់កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វដែល មានសក្តានុពល និងរោងចក្រកែច្នៃកសិផល ដើម្បីចូលរួមជាមួយពួកគេក្នុងគម្រោងដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ (UNIDO 2015a)។ BTIC មានបណ្តាញទំនាក់ទំនងយ៉ាងរឹងមាំ ជាមួយមជ្ឈមណ្ឌលដីវឌ្ឍន៍ផ្សេងទៀត, អ្នក

ស្រាវជ្រាវ, អ្នកអភិវឌ្ឍន៍គម្រោង និងអ្នកផ្គត់ផ្គង់ប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍នៅក្នុងនិងក្រៅប្រទេស។ មជ្ឈមណ្ឌលបានផ្តល់ការបណ្តុះបណ្តាលបច្ចេកទេស និងការកសាងសមត្ថភាពទាក់ទងនឹងការអភិវឌ្ឍគម្រោងឡដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំដល់អ្នកចូលរួមជាង ៥០០នាក់ ដូចជាកសិករចិញ្ចឹមជ្រូក, អ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងនិងវិនិយោគិន, អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ, ស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុ, អ្នកស្រាវជ្រាវ និងក្រុមហ៊ុនវិស្វកម្មក្នុងស្រុក។ មជ្ឈមណ្ឌលនេះ បានចាប់ដៃគូជាមួយអ្នកផ្គត់ផ្គង់ដីវឌ្ឍន៍ច្រើនជាង ៣៥ ដែលភាគច្រើនមកពីប្រទេសចិននិងម៉ាឡេស៊ី និងបណ្តាប្រទេសដទៃទៀត ដូចជាឥណ្ឌា សិង្ហបុរី និងថៃ (<http://btic-rua.org/>)។

BTIC អាចផ្តល់នូវការប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មដីវឌ្ឍន៍ដីត្រឹមត្រូវ និងការផលិតថាមពលអគ្គិសនីដោយផ្អែកលើសមាសធាតុនៃកាកសំណល់ដែលអាចរកបាន និងទំហំកសិដ្ឋាន និងប៉ាន់ស្មានការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុលើថ្លៃដើមវិនិយោគ និងការទទួលបានមកវិញពីការវិនិយោគ។ ការវាយតម្លៃនេះនឹងជួយម្ចាស់កសិដ្ឋានក្នុងការសម្រេចចិត្តលើការវិនិយោគឡដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ។ មជ្ឈមណ្ឌលនេះជួយកំណត់ឧបករណ៍ដែលសមស្រប ដូចជាទំហំបំពង់ខ្សែ និងសមត្ថភាពម៉ាស៊ីនភ្លើងត្រឹមត្រូវពីអ្នកផ្គត់ផ្គង់ដែលត្រូវប្រើសម្រាប់ឡដីវឌ្ឍន៍ និងបំពង់អគ្គិសនី។ ទាំងនេះគឺជាធាតុសំខាន់ដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ពីឡដីវឌ្ឍន៍ជាអតិបរមា ដោយកាត់បន្ថយថ្លៃសាងសង់ និងបង្កើនគុណភាពឡដីវឌ្ឍន៍។ ឧទាហរណ៍ ដោយសហការជាមួយ BTIC កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូករបស់ម៉ុងវិទ្ធី អាចសន្សំបានប្រមាណ ២៤,០០០ ដុល្លារក្នុងមួយឆ្នាំ ពីការវិនិយោគដីវឌ្ឍន៍ ហើយផលិតកម្មអគ្គិសនីអាចឆ្លើយតបបានប្រហែល ៧០% នៃតម្រូវការអគ្គិសនីប្រចាំឆ្នាំសរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋានទាំងមូល (UNIDO 2020)។ ដោយមានការគាំទ្រផ្នែកបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដទៃទៀត បានបង្ហាញចំណាប់អារម្មណ៍របស់ពួកគេចំពោះការវិនិយោគដីវឌ្ឍន៍។ ថ្មីៗនេះមានការកើនឡើងនូវចំនួនគម្រោងឡដីវឌ្ឍន៍ទាំងកសិដ្ឋាន និងរោងចក្រសហគ្រាស។ សម្រាប់រយៈពេលវែង BTIC មានគម្រោងបង្កើនការលើកកម្ពស់សមត្ថភាពមនុស្ស និងស្ថាប័នសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍជាបន្តបន្ទាប់ និងប្រតិបត្តិការប្រកបដោយនិរន្តរភាព និងការថែរក្សាគម្រោងឡដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ ដោយបង្កើនការយល់ដឹង និងការអភិវឌ្ឍសមត្ថភាពរបស់អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយ អ្នកអភិវឌ្ឍន៍គម្រោង និងស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុលើបញ្ហាដែលទាក់ទងនឹងការលើកកម្ពស់ប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅក្នុងកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ។ ជាមួយនឹងចំណេះដឹងនិងជំនាញ ដែលទទួលបាន BTIC នឹងបម្រើជាមជ្ឈមណ្ឌលដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅក្នុងប្រទេស។

២.៥ កាកសំណល់ដែលមានសក្តានុពលនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា

ប្រព័ន្ធផលិតកម្មឡដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ ជាទូទៅប្រើប្រាស់ពីកាកសំណល់លាមកសត្វ។ ចំណែកកាកសំណល់ដែលមានសក្តានុពលផ្សេងទៀតបានមកពីទឹកស្អុយ កាកសំណល់កសិកម្ម និងកាកសំណល់កសិ-ឧស្សាហកម្ម ដូចជាកៅស៊ូ និងដំឡូងមី អាចត្រូវបានប្រើសម្រាប់ផលិតកម្មដីវឌ្ឍន៍ផងដែរ។

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 និងការផ្លាស់ប្តូរទំលាប់របស់ប្រជាជនក្នុងការបរិភោគ សាច់ ឧស្សាហកម្មផលិតកម្មបសុបក្សី គឺមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការផ្តល់ចំណីអាហារប្រកបដោយសុវត្ថិភាព ដល់ប្រទេសជាតិ។ កសិដ្ឋានខ្លះប្តូរពីខ្នាតធម្មតា ទៅជាខ្នាតពាណិជ្ជកម្ម។ ផលិតកម្មសត្វជាពិសេសជ្រូក និង មាន់មានការកើនឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ ដែលត្រូវនឹងតម្រូវការក្នុងស្រុក និងការនាំចេញ។ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹម ជ្រូកមានចំនួន ៥៩៩,៣៤១ ក្បាលនៅឆ្នាំ២០១៦ និងកើនឡើង ៣០% ក្នុងឆ្នាំ២០១៨ (MAFF 2018)។ ក សិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្មផ្សេងទៀត ត្រូវបានចុះបញ្ជីក្នុងតារាងទី៣ ហើយទំហំកសិដ្ឋានត្រូវបានចាត់ថ្នាក់តាមចំនួន សត្វ ដូចមានបង្ហាញក្នុងតារាងទី៤។ យ៉ាងហោចណាស់មានកសិដ្ឋានចំនួន ៤៣ ត្រូវបានគេរាយការណ៍ថាជា កសិដ្ឋានមានសក្តានុពលសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន (MAFF 2018)។ ចំនួននេះនឹងកើនឡើងនៅពេល ចំនួនកសិដ្ឋាននៅតែកើនឡើងជារៀងរាល់ឆ្នាំ។ យោងតាមការសិក្សាពី BTIC លទ្ធភាពកសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្ម ដែលមានជ្រូកលើសពី ៣០០០ក្បាល មានសក្តានុពលខ្ពស់ក្នុងការផលិតជីវឧស្ម័ន ដែលមានរយៈពេលសង ត្រលប់តិចជាង ៥ ឆ្នាំ។ ក្រៅពីនេះ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមគោក្របី ដែលមានក្បាលច្រើនជាង ១០០០ក្បាល ក៏មាន សក្តានុពលសម្រាប់ឡើយជីវឧស្ម័នខ្ពស់ផងដែរ។ ការប៉ាន់ស្មាននៃការផលិតជីវឧស្ម័ន និងការផលិតអគ្គិសនីពីប ណ្តាញអគ្គិសនីផ្សេងៗគ្នានៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាមាននៅលើគេហទំព័ររបស់ BTIC (http://btic-rua.org/pages/cal_bio)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ កសិដ្ឋាននីមួយៗមានលក្ខណៈដោយឡែកពីគ្នា ហើយ ការផលិតជីវឧស្ម័នប្រាកដជាអាចប្រែប្រួល។ សក្តានុពលផលិតកម្មជីវឧស្ម័នសម្រាប់កសិដ្ឋានជាក់លាក់មួយ គួរតែត្រូវបានកំណត់ដោយផ្អែកលើភាពអាចរកបានពិតប្រាកដ និងលក្ខណៈសម្បត្តិរបស់កាកសំណល់ទាំង នោះ។ លក្ខណៈ និងការវិភាគនៃកាកសំណល់ជីវឧស្ម័ននឹងត្រូវបានរៀបរាប់លម្អិតនៅក្នុងជំពូកទី៣។

លើសពីនេះទៅទៀត កាកសំណល់សត្វយាតពីសត្វទាំងនោះ ក៏មានសក្តានុពលដ៏ធំធេងសម្រាប់ ផលិតកម្មមេតានផងដែរ ដោយសារតែបរិមាណដ៏ច្រើននៃកាកសំណល់រឹង។ គួរកត់សម្គាល់ផងដែរថា កាក សំណល់ទាំងនេះ មិនទាន់ត្រូវបានគ្រប់គ្រងឱ្យបានត្រឹមត្រូវដែលនាំឱ្យមានការបំពុលបរិស្ថានជុំវិញ។ ការ គ្រប់គ្រងកាកសំណល់បែបនេះ ទាមទារអោយមានការយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់ពីម្ចាស់សត្វយាត។ ដូច្នេះហើយ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ បានដាក់ចេញនូវវិធានការសំខាន់ៗចំនួន៣ រួមមាន៖ ១) បង្កើនការ ផ្សព្វផ្សាយអំពីអត្ថប្រយោជន៍ និងការប្រើប្រាស់ឡើយជីវឧស្ម័ន ដល់ម្ចាស់សត្វយាតទូទាំងប្រទេស; ២) ជំរុញការ សាងសង់ឡើយជីវឧស្ម័នក្នុងទីសត្វយាត ដោយយោងទៅតាមស្តង់ដារកំណត់ និង ៣) បង្កើនការគាំទ្រ និងការ លើកទឹកចិត្តដល់ម្ចាស់សត្វយាត តាមរយៈការផ្តល់លិខិតបញ្ជាក់ការកោតសរសើរអាស្រ័យលើស្តង់ដារឡើយជីវ

ឧស្ម័នដែលបានអនុវត្ត (MAFF 2019)។ នេះគឺជាឱកាសដ៏ល្អសម្រាប់ក្រុមហ៊ុនដែលចង់វិនិយោគផលិតកម្ម ជីវឧស្ម័នពីកន្លែងសត្វឃាត។

តារាងទី៣ កសិដ្ឋានពាណិជ្ជកម្ម និងចំនួនផលិតកម្មសត្វរបស់ពួកគេនៅឆ្នាំ២០១៦ (Borany 2016)។

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

តារាងទី៤ ចំណាត់ថ្នាក់នៃទំហំកសិដ្ឋានពីប្រភេទសត្វផ្សេងៗគ្នា (NBP 2019)។

ប្រភេទសត្វ	ទំហំតូច (ក្ប)	ទំហំមធ្យម (ក្ប)	ទំហំធំ (ក្ប)
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 – ៥0,000	>៥0,000
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– ៥0,000	>៥0,000

២.៥.២ ភាគសំណល់កសិកម្ម

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។ ក្នុងស្រូវ កិនមួយគីឡូក្រាមបង្កើតបានជាចំបើងប្រហែល ០.៧-១.៤ គីឡូក្រាម វាអាស្រ័យលើពូជ ការលូតលាស់ និងកំរិតសំណើមក្នុងកំឡុងពេលប្រមូលផល។ ការគ្រប់គ្រងចំបើង នៅតែជាបញ្ហាប្រឈម។ ជាធម្មតាចំបើង នៅតែ មានដដែលនៅក្នុងវាលស្រែបន្ទាប់ពីប្រមូលផល ដោយសារតែការត្រូវចំណាយលើការប្រមូល។ ការដុតចំបើង នៅតាមទីវាល គឺជាការចូលរួមចំណែកដ៏សំខាន់ក្នុងការបំបាត់ឧស្ម័ន GHG និងការបំពុលបរិយាកាសខ្ពស់ (Gummert et al. 2020)។ ជាមួយនឹងការអភិវឌ្ឍបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗ ចំបើងអាចត្រូវបានកែច្នៃ និងគ្រប់គ្រងការ ប្រើប្រាស់និងការអនុវត្តបានល្អប្រសើរជាងមុន។ ចំបើងស្រូវត្រូវបានរមូលជាដុំនៅតាមបណ្តាខេត្តមួយចំនួន ក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ដូចជាខេត្តស្វាយរៀង កំពង់ធំ និងខេត្តតាកែវ។ ការប្រមូលចំបើងពីស្រែ នឹងជួយកសិករ ទាញយកផលប្រយោជន៍ពីការប្រើប្រាស់វា ដូចជា ដាំធុរិត រងសម្រាប់ដាំដំណាំផ្សេងៗ និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ដូចជា អេតាណុល ចំហេះ និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ ការប្រើប្រាស់ផ្សេងទៀតរបស់ចំបើង នឹងផ្តល់ផល ប្រយោជន៍ដល់ប្រជាជននៅតាមជនបទ។ ប្រសិនបើតម្លៃទីផ្សារចំបើងឡើងថ្លៃ តំបន់ផ្សេងទៀតក្នុងប្រទេស កម្ពុជានឹងបង្កើតជាដុំចំបើងដើម្បីបំពេញតំរូវការទីផ្សារសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។

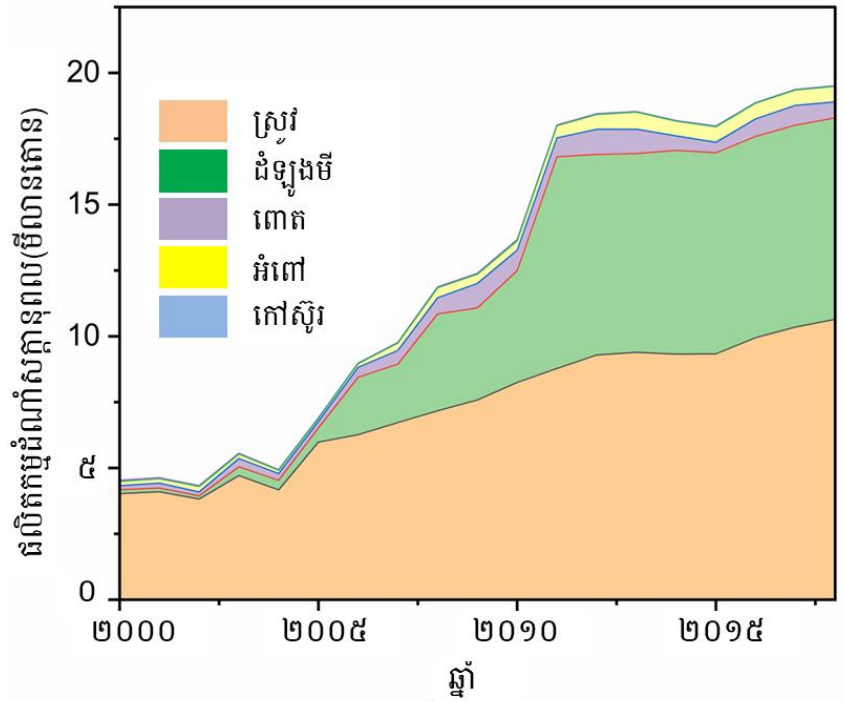
ទោះយ៉ាងណា ការផលិតជីវឧស្ម័នពីកាកសំណល់ចំបើងប្រឈមនឹងបញ្ហាខ្លះបើប្រៀបធៀបនឹងកាក សំណល់កសិកម្មផ្សេងទៀត។ ដើម្បីបង្កើនស្ថេរភាពបន្តិចនៃអង្គធាតុសរសៃរ (Lignocellulosic) ជីវម៉ាស វា ចាំបាច់ត្រូវកាត់បន្ថយបរិមាណ Lignin និង សរសៃសែលលុយឡូសត្រីស្ទាល់ (Cellulosic crystallinity) ដោយការបន្សុទ្ធជាមួយសារធាតុគីមី NaOH ឬអង់ស៊ីម ដោយប្រើវិធីចំហាយទឹក រឺមួយប្រើឡ CSTR (Zhou et al. 2017) ជាពិសេស ការរួមបញ្ចូលគ្នារវាងចំបើងកសិកម្ម ជាមួយលាមកសត្វ បានបង្ហាញយ៉ាងច្បាស់ពីការ បង្កើនផលិតកម្មមេតាន (Tsapekos et al. 2017)។

២.៥.៣ ឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិកម្ម

ដោយមើលឃើញពីភាពជឿនលឿនខាងបច្ចេកវិទ្យារបស់កសិកម្ម និងការរួមបញ្ចូលទៅក្នុងសង្វាក់ ផលិតកម្ម និងបណ្តាញ ភាពអាស្រ័យទាក់ទងគ្នានៃឧស្សាហកម្ម កសិ-ឧស្សាហកម្ម និងឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិ ផល ត្រូវបានគេពិចារណាដើម្បីធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវគុណភាពនៃផលិតផលកសិកម្ម។ មានឧស្សាហកម្មកែច្នៃ កសិ-ឧស្សាហកម្មធំៗ ចំនួន៤ នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា គឺរោងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវ ដំឡូងមី ស្ករ និងរោងចក្រកៅស៊ូ។ រោងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវខ្នាតធំមានចំនួនតិចជាង១០០០ ក្នុងចំណោមរោងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវសរុប ២៤,០៤៨ ក្នុងឆ្នាំ ២០០៨ (Pode et al. 2015)។ ដំឡូងមីជាដំណាំកសិកម្មលំដាប់លេខ២ បន្ទាប់ពីស្រូវ ដែលអាចទទួលបាន ផលចំណេញផ្នែកសង្គម និងសេដ្ឋកិច្ចយ៉ាងខ្លាំង ប្រសិនបើប្រទេសនេះទទួលបានកម្រិតនៃការប្តេជ្ញាចិត្ត និង ការវិនិយោគសាធារណៈ។ នៅឆមាសទី២ ឆ្នាំ២០១៨ រដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបានដាក់ចេញជាផ្លូវការនូវយុទ្ធសា ស្ត្រថ្មីសម្រាប់ផលិតកម្មដំឡូងមី និងឧស្សាហកម្មកែច្នៃផលិតកម្មដំឡូងមី ជាពិសេសគឺម្សៅដំឡូងមី ម្សៅ ដំឡូង និងនំដំឡូង ហើយនាំចេញទៅប្រទេសវៀតណាម និងចិន។ ទឹកស្អុយពីឧស្សាហកម្មកែច្នៃទាំងនោះ

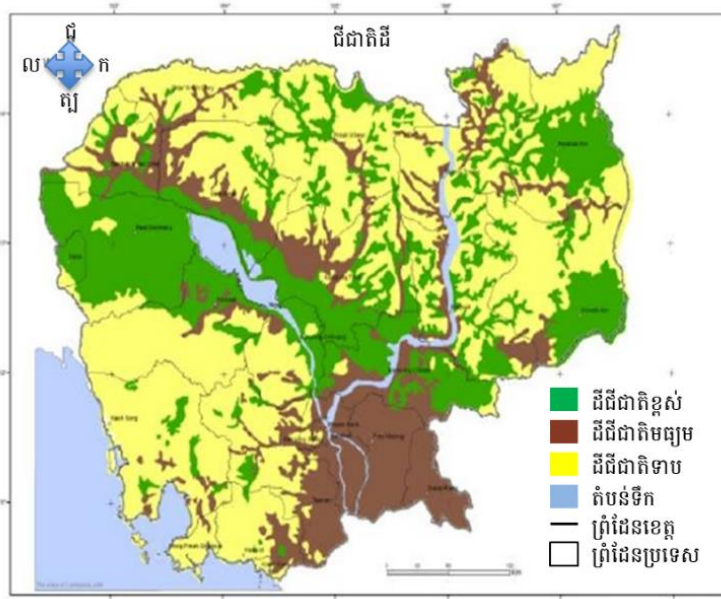
មានផ្ទុកនូវជាតិកាបូអ៊ីដ្រាត ប្រូតេអ៊ីន ខ្លាញ់ សែលុយឡូស និងលីណូសែលុយឡូស ដែលអាចបំបែកទៅជាជី វឌ្ឍន៍តាមរយៈដំណើរការ AD។

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



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

បរិមាណទាបនៃ Lignin វាអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីរួមផ្សំជាមួយលាមកសត្វសម្រាប់ឡើងវិញវឌ្ឍន៍។ ផ្ទុយទៅវិញ ទឹកស្អុយពីរោងចក្រជីវកៅស៊ូ មានផលិតកម្មមេតានទាបដែលជីវកៅស៊ូ ១តោនអាចផលិតបានប្រហែល ៧០ ម^៣ មេតាន (Chaiyaprat et al. 2014)។ ទឹកស្អុយទាំងនេះ នៅតែកំពុងធ្វើការស្រាវជ្រាវមន្ទីរពិសោធន៍នៅឡើយ។ ក្រៅពីនេះ ដំឡូងមីប្រមាណ ៦០,០០០លីត្រនៃសំណល់រាវ (effluent) ត្រូវបានផលិតចេញពីម៉េមដំឡូងមី ហើយការផលិតមេតាន គឺ ១៥ ម^៣/តោននៃសំណល់រាវ (Zeolite and Additives 2020)។ ក្រុមហ៊ុន SOMA ថាមពល (SOMA Energy) ផលិតជីវឌ្ឍន៍ប្រមាណ ៣៧,៩០៥ ម^៣/ថ្ងៃ ដោយប្រើប្រាស់ទឹកស្អុយពីរោងចក្រម្សៅដំឡូងមី ដែលមានទីតាំងនៅស្រុកកំរៀង ក្នុងខេត្តបាត់ដំបង។



រូបភាពទី៥ ផែនទីសក្តានុពលនៃដីមានដីជាតិរបស់ប្រទេសកម្ពុជា
(Vang 2015)។

២.៣.២ ការវិភាគ SWOT សម្រាប់ដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់នៅកម្ពុជា

តារាងទី៥ បង្ហាញពីការវិភាគជាយុទ្ធសាស្ត្រទាក់ទងនឹងភាពខ្លាំង ភាពខ្សោយ ឱកាស និងការគំរាមកំហែងនានានៃដីវឌ្ឍន៍ក្រោមលក្ខខណ្ឌបច្ចុប្បន្នភាពនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។

តារាងទី៥ ការវិភាគតារាង SWOT សម្រាប់ដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់នៅកម្ពុជា។

ភាពខ្លាំង៖	ភាពខ្សោយ៖
<ul style="list-style-type: none"> - សក្តានុពលក្នុងការបំប្លែងកាកសំណល់ទៅជាដីវឌ្ឍន៍អគ្គិសនី និងដីវឌ្ឍន៍ - អាចប្រើបានសម្រាប់ផលិតផលកាកសំណល់ជាច្រើនប្រភេទ៖ លាមកសត្វ, សត្តយាត និងទឹកស្អុយពីឧស្សាហកម្មកន្លង 	<ul style="list-style-type: none"> - ចំណាយវិនិយោគខ្ពស់សម្រាប់ការសាងសង់ឡដីវឌ្ឍន៍ - ចំណាយខ្ពស់លើប្រតិបត្តិការ និងតំហែទាំ (O&M) - រយៈពេលសងត្រលប់វែង (long payback period)

<p>មក ដូចជាម្សៅដំឡូង, ផលិតកម្មអេតាណុល, ផលិតកម្មម្សៅអង្ករ</p> <ul style="list-style-type: none"> - លក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន - ថ្លៃដើមផលិតកម្មអគ្គិសនីទាប - បច្ចេកវិទ្យារុក្ខជាតិជីវឧស្ម័នដែលមានស្រាប់ - អ្នកផ្គត់ផ្គង់ឧបករណ៍ជីវឧស្ម័នដែលមាន 	<ul style="list-style-type: none"> - បច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័ននៅមានកម្រិត - ការផ្គត់ផ្គង់បច្ចេកវិទ្យាមិនទាន់ទូលំទូលាយ - ការប្រកួតប្រជែងជីវម៉ាស (ប្រើសម្រាប់គោលបំណងផ្សេងទៀតជំនួសជីវឧស្ម័ន) - កង្វះបច្ចេកវិទ្យានៃថាមពលករកើតឡើងវិញ និងគំរូអាជីវកម្ម - កង្វះទិន្នន័យពីធនធានជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀតដូចជាកាកសំណល់ក្រុង សត្តុយាត និងធនធានជីវឧស្ម័ន - ប្រាក់កម្ចីមិនទាន់មានឡើយសម្រាប់ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ
<p>ឱកាស៖</p> <ul style="list-style-type: none"> - កំណើនតម្រូវការថាមពល - ការចិញ្ចឹមសត្វកំពុងកើនឡើង ដូច្នេះបង្កើនកសិដ្ឋានដែលមានសក្តានុពលសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន - គោលនយោបាយស្តីពីឡជីវឧស្ម័ន ដែលគាំទ្រពីរដ្ឋាភិបាល, គំរោង GEF និង អង្គការ UNIDO - អ្នកជំនាញជីវឧស្ម័នមកពី BTIC អាចជួយរៀបចំបច្ចេកវិទ្យាឡជីវឧស្ម័ន និងជីវឧស្ម័ន និងការប៉ាន់ស្មានចំណាយវិនិយោគនិងរយៈពេលសងត្រលប់វិញ។ - បង្កើតការងារនៅតំបន់ជនបទ - កាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័ន GHG 	<p>ការគំរាមកំហែង៖</p> <ul style="list-style-type: none"> - កង្វះការគ្រប់គ្រងសំរាម ឧទាហរណ៍សំរាមទីក្រុង និងកាកសំណល់គ្រួសារ - រចនាសម្ព័ន្ធរបស់អង្គការដើម្បីបង្កើតអង្គភាព ឬវិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ឡជីវឧស្ម័ន នៅមានកំរិត - សមត្ថភាពស្ថាប័ន និងការអប់រំ នៅមានកង្វះខាតនៅឡើយ - កង្វះការយល់ដឹងជាសាធារណៈចំពោះប្រសិទ្ធភាពថាមពល និងថាមពលកកើតឡើងវិញ

ឯកសារយោង

ATEC (2021) ATEC of Cambodia raises ៨1.6 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

Buyzman 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, Loykulant 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-Carbon 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 រួមទាំងស្តង់ដារគុណភាព និងដែនកំណត់របស់វា។ ការវាយតម្លៃជាបឋមទៅលើរូបធាតុដើមនឹងត្រូវបានផ្តល់អោយដោយប្រើប្រាស់ទិន្នន័យដែលមានស្រាប់នៅក្នុងឯកសារសំយោគវិទ្យាសាស្ត្រនានា ដោយរួមបញ្ចូលគ្នាជាមួយនឹងទិន្នន័យនៃដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ដើម្បីវាយតម្លៃអំពីភាពសមស្រប និងផលចំណេញចេញពីការប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន។ សមាសធាតុនានានៃវត្ថុធាតុ គឺមានសារៈប្រយោជន៍ សម្រាប់ការកំណត់ សក្តានុពលនៃផលិតកម្ម គីមី-ជីវៈមេតាន (BMP)។ ដូច្នោះ វិធីសាស្ត្រនៃការវិភាគសំណាកក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍សម្រាប់កំណត់ឲ្យបានជាក់លាក់នូវវត្ថុមាន ឬបរិមាណ TS, VS, COD, N, C:N និង BMP គឺត្រូវបានលើកយកពិភាក្សានៅក្នុងជំពូកនេះផងដែរ។

៣.១ ការបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន (AD)

AD គឺជាដំណើរការបម្លែងសារធាតុមីក្រូ-បាក់តេរី នៃសារធាតុសរីរាង្គ ដោយគ្មានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន។ AD គឺត្រូវបានអនុវត្ត និងដំណើរការ សម្រាប់ទាំងប្រភេទនៃការឌីស្សាញឡូជីវឧស្ម័នខ្នាតតូច និង ខ្នាតធំ ដោយប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុជីវឧស្ម័នជាច្រើន ដូចជា សំណល់ទឹកក្រុង សំណល់កសិកម្ម សំណល់ឧស្សាហកម្ម សំណល់រុក្ខជាតិ និងសំណល់លាមកសត្វជាដើម (Khalid et al. 2011)។ AD គឺជាដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្មគីមី-ជីវៈ ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងជំហានជាច្រើន ជាមួយនឹងក្រុមខុសគ្នា នៃមីក្រូសរីរាង្គដែលបែងចែកតាមការបំបែកធាតុ រហូតដល់ចំណុចសមមូលមួយរបស់សារធាតុសរីរាង្គ នាំអោយមានការបង្កើតនូវជីវឧស្ម័ន (ការលាយផ្សំគ្នារវាង CO₂ និង CH₄ និងមីក្រូ-ជីវម៉ាស (Chen et al. 2008)។

លើសមួយទសវត្សរ៍ចុងក្រោយនេះ ដំណើរការ AD ត្រូវបានគេអង្កេតយ៉ាងល្អិតល្អន់ទៅលើដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្មទឹកស្អុយ/កាកសំណល់ទាំងពីរនេះ និងផលិតកម្មថាមពលកើតឡើងវិញ នៅក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្ម និងកសិកម្ម (Lindmark et al. 2014)។ ការរីកលូតលាស់ និងសកម្មភាពនៃមីក្រូសរីរាង្គ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន ដែលជាធាតុនៃការបង្កាក់ដំណើរការ AD និងជាលទ្ធផល ក៏ដូចជាប្រសិទ្ធភាពលើដំណើរការ ត្រូវបានជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំង ដោយអញ្ញតចំបងមួយចំនួន។ ដូច្នោះ វាមានសារៈសំខាន់ដើម្បីធានាថា រាល់អញ្ញតទាំងនេះ គឺត្រូវធ្វើអោយប្រសើរឡើងតាមតែអាចធ្វើទៅបាន។ អញ្ញតទាំងនេះ រាប់បញ្ចូលរួមមាន កម្រិតសីតុណ្ហភាពចេរ ដែលជម្រុញដល់ការលូតលាស់របស់ពួកមីក្រូសរីរាង្គ, តម្លៃ pH, ការផ្គត់ផ្គង់សារធាតុ

ចិញ្ចឹមចម្បង (សមាសធាតុខាងក្នុងរបស់វត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍ និងកម្រិតផលធៀប កាបូននិងអាសូត C:N) កម្រិត គុណភាពនៃល្បាយលាមក ពេលវេលានៃការបំបែកធាតុ ព្រមទាំងវត្ថុមាន និងចំនួននៃសារធាតុបង្កាក់ ឬរាំង ស្ទះប្រព្រឹត្តកម្ម (ដូចជា ពពួកអាម៉ូញាក់ និង លោហៈធន់ធ្ងន់) (Seadi et al. 2008)។

នៅក្នុងដំណើរការ AD រូបធាតុសរីរាង្គ គឺត្រូវបានបម្លែងទៅជាដីវឌ្ឍន៍ តាមរយៈអំបូលនៃពពួកក្រុម បាក់តេរី បំបែកធាតុ និងបម្លែងទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត។ ភាគច្រើននៃប្រតិបត្តិការឡដីវឌ្ឍន៍ខ្នាត ធំ គឺដំណើរការតាមប្រភេទប្រើប្រាស់ម៉ូទ័រកូរលាយវត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍ ដើម្បីអោយងាយបំបែកធាតុនៅក្នុង មជ្ឈដ្ឋានសីតុណ្ហភាពមីសូហ្វីលីក (mesophilic temperature)។ ប្រភេទនៃឡដីវឌ្ឍន៍ បានប្រើប្រាស់ផ្នែក លើ តុល្យភាពនៃការប្រព្រឹត្តកម្ម និងបរិមាណអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គនៅក្នុងវត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍ ជាមួយនឹងកត្តាទុន សម្រាប់វិនិយោគ និងគោលបំណងសំខាន់នៃការបំបែកធាតុផងដែរ។ លាមកសត្វស្រស់ គឺត្រូវបានគេយកទៅ ទុកនៅក្នុងអាងឬធុងស្តុកទុក មុននឹងដំណើរការ។ អាងប្រព្រឹត្តកម្ម ដែលបំពាក់ជាមួយនឹងឧករណ៍សម្រាប់ លាយត្រូវបានប្រើសម្រាប់សម្រួលដល់ការបំបែកធាតុ ឬរំលាយអោយស្មើសាច់ល្អនៃកាកសំណល់រាវ។ កាក សំណល់រាវដែលបានលាយយ៉ាងរៀបរយនឹងត្រូវឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនកិន ឬតម្រងវា ដើម្បីអោយវាប្រែក្លាយជាភាគ ល្អិតឯកសណ្ឋានមួយ មានទំហំពី ៥ ទៅ ១០ ម.ម បន្ទាប់មកបូមបញ្ចូលក្នុងឡដីវឌ្ឍន៍ដ៏សមស្របតាមវិមាត្រ ដើម្បីអោយមានតុល្យភាពកាកសំណល់សរីរាង្គ។

ដើម្បីធ្វើអោយដំណើរការ AD ល្អប្រសើរ វាមានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងការយល់ដឹងអំពីសក្តានុពល នៃការផលិតដីវឌ្ឍន៍ លើវត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍ដែលបានផ្តល់ឲ្យវា។ វាមានភាពខុសគ្នាច្រើនដែរ ទៅលើសមាស ធាតុខាងក្នុង និងគុណភាពនៃវត្ថុធាតុដីវឌ្ឍន៍ ដែលផ្តល់អោយដោយអ្នកគ្រប់គ្រង និងម្ចាស់ឡដីវឌ្ឍន៍។ រឿងនេះ ក៏អាចជារាំងមួយដ៏សំខាន់ដែរ សម្រាប់អ្នកគ្រប់គ្រង ដែលត្រូវធ្វើការគាំទ្រការពិចារណា ដើម្បីប្រក ត់ថា ការតំឡើងដីវឌ្ឍន៍ គឺត្រូវសមស្របតាម ប្រភេទ និងគុណភាពជាក់លាក់របស់វត្ថុធាតុដើម (Langeveld et al. 2010)។ លទ្ធភាពនៃការប៉ាន់ស្មាននៃទិន្នផលដីវឌ្ឍន៍ដែលផ្អែកលើគុណភាពនៃវត្ថុធាតុដើម ត្រូវបាន គេដឹងយ៉ាងច្បាស់ថាមានសារៈសំខាន់។ សក្តានុពលនៃការបម្លែងដីវឌ្ឍន៍ (ABP) ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមាន វត្ថុមានអុកស៊ីសែន និង សក្តានុពលដីវឌ្ឍន៍-មេតាន (BMP) គឺជាអញ្ញតដែលប្រើប្រាស់នៅក្នុងការវាយតម្លៃសក្តា នុពលនៃដីវឌ្ឍន៍ និងមេតាននៃអង្គធាតុសរីរាង្គ។ វាមានទំនាក់ទំនងយ៉ាងជិតស្និទ្ធរវាង VS និង (ABP&BMP) (Mayer et al. 2014)។ ABP គឺជាម៉ូឌុលទំនាក់ទំនងមួយ ដែលអាចប៉ាន់ស្មានអោយដឹង អំពីសក្តានុពលនៃដីវឌ្ឍន៍ តាមរយៈសមាសធាតុគីមីខាងក្នុងវត្ថុធាតុដើម ឬការវិភាគលក្ខណៈដីវសាស្ត្រ ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រនេះមិនត្រូវបានប្រើប្រាស់ញឹកញាប់នោះទេ (Schievano et al. 2009)។ ដោយឡែក BMP ជា ការធ្វើពិសោធន៍សំខាន់មួយ នៃលក្ខណៈបំបែកធាតុ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន និងលក្ខណៈ ទទួលយកបាននៃវត្ថុធាតុដើម។ Jingura and Kamusoko (2017) បានសង្ខេបវិធីសាស្ត្រអាចទៅរួច ទាំងការ ពិសោធន៍ និងទ្រឹស្តីនាំអោយមានការកំណត់អំពីដំណើរការ BMP និងបញ្ជាក់ការពិតលើប្រសិទ្ធភាពនៃ

ដំណើរការ AD និងលក្ខណៈបំបែកធាតុរបស់វត្ថុធាតុសរីរាង្គ។ វិធីសាស្ត្រទាំងនេះ ប្រើប្រាស់នៅក្នុងគោលការណ៍ប្រតិបត្តិដូចគ្នា ប៉ុន្តែការរៀបចំការពិសោធន៍ និងពាក់ព័ន្ធនឹងបច្ចេកទេស ប្រហែលមានភាពខុសគ្នា។ ការធ្វើតេស្តលើ BMP មានភាពប្រែប្រួលច្រើន។ ការសាកល្បងជាច្រើនបានកំណត់ពិធីការស្តង់ដារសម្រាប់ការធ្វើតេស្ត BMP ចុងក្រោយដើម្បីសម្រេចបាននូវលទ្ធផលអាចទទួលយកបាន។ ទោះបីជាវិធីសាស្ត្រនេះបានប្រើប្រាស់ទូលំទូលាយ ប៉ុន្តែអត់ទាន់ត្រូវបានទទួលយកជាផ្លូវការ ដូចវិធីសាស្ត្រពិសោធន៍ដែលមានស្រាប់នៅឡើយទេ។ រឿងនេះអាចដោយសារតែដំណើរ AD គឺវាមានភាពស្មុគស្មាញ និងប្រព័ន្ធនិចលភាព ដែលលក្ខណៈមីក្រូជីវ លក្ខណៈជីវគីមី និងលក្ខណៈរូបគីមី របស់វត្ថុធាតុដើម (Angelidaki et al. 2009)។ បើទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ វិធីសាស្ត្រដែលប្រើប្រាស់ធម្មតា ចំនួន៣ រួមមាន វិធីសាស្ត្រស្តង់ដារអាឡឺម៉ង់ (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, បរិមាណម៉ាសស្លុត, pH , C:N និងបរិមាណនៃសារធាតុម៉ាក្រូ និងមីក្រូសរីរាង្គ ជាដើម។ លក្ខណៈងាយស្រួល ចង់មានន័យថាវត្ថុធាតុដើម និងដំណើរការនៃវត្ថុធាតុដើម សម្រាប់ប្រតិបត្តិការណ៍នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន យ៉ាងងាយស្រួល និងអាចត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ ក្នុងបរិមាណជាក់លាក់ លើគោលការណ៍ថាមពលកើតឡើងវិញ (Drosg et al. 2013)។

៣.២.១ ទិដ្ឋភាពរួមនៃប្រភពជីវឧស្ម័ន

ប្រភពសំខាន់ៗនៃវត្ថុធាតុជីវឧស្ម័ន គឺត្រូវបានគេរកឃើញនៅក្នុងការអនុវត្តការងារកសិកម្ម (លាមកសត្វ និងល្បាយកាកសំណល់រាវ កាកសំណល់បន្លែ និងកាកសំណល់រុក្ខជាតិ ដំណាំផ្តល់ថាមពលជាដើម), ឧស្សាហកម្ម (កាកសំណល់សរីរាង្គ កាកសំណល់កែច្នៃ និងសំណល់ពីរោងចក្រកែច្នៃកសិកម្ម, រោងចក្រកែច្នៃអាហារ ចំបើង និងរោងចក្រកែច្នៃភេសជ្ជៈ សំណល់រាវសរីរាង្គ និងទឹកស្អុយចេញពីរោងចក្រកែច្នៃ សំណល់សរីរាង្គពីផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន 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។ ដូចដែលបានបរិយាយពីខាងដើម ទិន្នផល គឺជាញឹកញាប់ត្រូវបានគេបញ្ជាក់ជាជីវឧស្ម័នឬមេតានសុទ្ធ ដែលផលិតចេញក្នុងមួយខ្នាត នៃ VS, TS ឬលាមកស្រស់ៗ (FM) ដែលបានដាក់ចូលក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ ដូច្នោះ 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 ធៀបក្នុង១តោននៃ 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 (សំណល់រាវមន្ទីរសត្វយាត 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
សំណល់រាវមន្ទីរសត្វយាត	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 / តោន VS	ម ^៣ CH ₄ / តោន VS	ម ^៣ CH ₄ /ម ^៣

	តោន VS	តោន VS	នៃសំណល់រាវ
វត្តធាតុសរសៃស្លក់ Bagasse (កាកអំពៅជាដើម)	១២២	១១៩	១១២
វត្តធាតុសរសៃស្លក់ Bagasse ចម្រាញ់រួច	១៧៧	១៧២	១៦២
កាកសំណល់ព្រៃឈើ	២១៤	១៣៧	១០៣
សំណល់ព្រៃឈើកែច្នៃរួច	២៦៦	១៧០	១២៨
សំណល់ដើមចេក	៣៤៧	១៣	០.១
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 ប្រភេទនៃវត្តធាតុជីវឧស្ម័ន

ក. កាកសំណល់កសិកម្ម

ប្រភពជីវម៉ាសដែលសមស្រប ដូចជា វត្តធាតុជីវឧស្ម័នរាប់បញ្ចូលរួមមានក្រុមមួយចំនួននៃសារធាតុសរសៃដែលមានដើមកំណើតចេញពីព្រៃឈើ (កាកសំណល់ព្រៃឈើដែលនូវសេសសល់បន្ទាប់ពីការកាប់ឬអារ ដូចជា មែក ធាង និងផ្នែកផ្សេងៗទៀតនៃដើមឈើ) ព្រមទាំងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម និងកាកសំណល់សំរាមទីក្រុង។ ជីវម៉ាស គឺជាលក្ខខណ្ឌទូទៅ នៅក្នុងការប្រើប្រាស់ដើម្បី បរិយាយអំពីអង្គធាតុដែលផលិតឡើងដោយជីវសាស្ត្រឬធម្មជាតិ ដូច្នេះហើយ រួមមានគ្រប់ប្រភេទនៃអង្គធាតុ និងសារធាតុទាំងអស់ត្រូវបានចេញពីសារពាង្គកាយមានជីវិត។ ដឹកសិកម្ម បានអនុវត្តប្រមាណជាង ៣៧% នៃផ្ទៃដីផែនដីទាំងមូលហើយ ការបំបាយឧស្ម័នមេតាន និងអាសូត ទៅកាន់បរិយាយជាសកលចំនួន ៥២% និង ៨៤%។ ចំនួននេះមានរហូតដល់១៨% កើតចេញពីសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ។ ភាគច្រើននៃការបំបាយទាំងនេះ កើតចេញពីលាមកសត្វចិញ្ចឹមប្រមាណ ១៣ បីលានតោន នៃល្បាយលាមក និងលាមកសត្វសរុប ដែលត្រូវបានគេ ប៉ាន់ស្មានថា ត្រូវបានផលិតចេញប្រចាំឆ្នាំជុំវិញពិភពលោក។ ការអនុវត្តកសិកម្មភាគច្រើន ដូចជា ការគ្រប់គ្រងទឹក និងស្រូវ

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

លាមកសត្វ គឺវត្ថុធាតុមួយនៅក្នុងចំណោមវត្ថុធាតុទូទៅសម្រាប់ផលិតកម្មដីឧស្ម័ន នៅក្នុងដំណើរការ AD បើទោះបីជា ត្រឹមតែមួយភាគតូចប៉ុណ្ណោះនៃផលិតកម្មសកលនាពេលបច្ចុប្បន្នត្រូវបានគេយកទៅធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មនៅការតំឡើងដីឧស្ម័ន។ ការព្យាករណ៍ជាសកល សម្រាប់លទ្ធភាពរបស់លាមក គឺអាចនឹងមានប្រមាណជាជាង ២៨ បីលានតោន នៅឆ្នាំ២០៥០ ដែលត្រូវបានគេប៉ាន់ស្មានប្រហែល៥០% អាចត្រូវបានគេនាំត្រលប់មកវិញ។ លាមកគឺលាយបញ្ចូលគ្នារវាង លាមកស្រស់ និងទឹកនោម ហើយសមាសធាតុគីមីរបស់វាប្រែប្រួលគួរកត់សម្គាល់ អាស្រ័យលើពូជ និងគុណភាពនៃចំណីរបស់វា។ លាមកសត្វ មានបរិមាណច្រើននៃជាតិសរសៃសែលុយឡូស ពពួកស្ករហ្វីលីសាក់កូរាយ ប្រូតេអ៊ីន និងសារធាតុដីសរីរាង្គដ៏ទៃផ្សេងទៀត (Jingura and Kamusoko 2017)។ ម៉ាសស្នូត ឬបរិមាណសារធាតុរឹងសរុប នៃលាមកសត្វ គឺមានចន្លោះពី ១០ ទៅ ៣០% ចំណែកល្បាយជាតិទឹក គឺស្ថិតនៅក្រោម១០%។ លាមក និងល្បាយលាមកចេញពីសត្វ ខុសៗគ្នា ដូចជា ជ្រូក គោ មាន់ ទា សេះ និងប្រភេទដ៏ទៃទៀត គឺអាចប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មដីឧស្ម័ន។ លាមកគោ និងជ្រូក គឺជាវត្ថុធាតុដែលងាយទទួលបានផលចេញពីឡដីឧស្ម័នសម្រាប់ AD ដោយសារតែសំបូរនូវសារធាតុចិញ្ចឹមយ៉ាងសំបើមចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ។ ពួកវាក៏មានកម្រិតបាសខ្ពស់ផងដែរ ដែលអាចជួយផ្តល់តុល្យភាពនៅក្នុងដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្មនៅឡឧស្ម័ន នៅក្នុងករណីដែលការធ្លាក់ចុះនៃ pH នៅក្នុងឡ។

ខ.សំណល់ទឹកក្រុង

សំណល់ទឹកក្រុងសំដៅលើកាកសំណល់ទាំងឡាយណាដែលចេញពីប្រភពបែងចែកតាមផ្ទះ សំណល់ទឹកកង្វក់ សំណល់រឹងទឹកក្រុង សំណល់អាហារ សំណល់ស្នូនច្បារ និងសំណល់សរីរាង្គស្រដៀងគ្នាផ្សេងៗទៀត។ ចំណែកសរីរាង្គនៃសំណល់ទឹកក្រុង គឺងាយបំបែកធាតុ ហើយកំណត់បានថាជាសំណល់សរីរាង្គឬដីវិកាកាកសំណល់។ នៅក្នុងករណីជាច្រើន សំណល់ទឹកក្រុង គឺជាទីលានចាក់សំរាម ដូច្នោះការបង្កើនការគាំទ្រ គឺត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីផ្តល់តម្លៃលើវត្ថុធាតុប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព ដែលអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាដីកំប៉ុសដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និង/ឬសង្វាក់ផលិតកម្មដីឧស្ម័ន។ នៅដំណាក់កាលនៃការបង្កើតជាដីឧស្ម័នរបស់កាកសំណល់ទឹកក្រុង រយៈពេលសម្រាប់បង្កើតចេញជាឧស្ម័នគឺមិនលើសពី ១៥ថ្ងៃ នៅសីតុណ្ហភាព ៣៥ អង្សាសេ (Deublein and Steinhauser 2011)។ នៅក្នុងអឺរ៉ុប សំណល់ដីសាស្ត្រ គឺត្រូវបានដកចេញឬចំរាញ់ចេញពីទីលានចាក់សំរាម ដោយឈានទៅរកការជ្រើសរើសជាទូទៅ នៃផលិតកម្មដីឧស្ម័នដ៏រិសេសវិសាល

មួយ ដែលត្រូវបានប៉ាន់ស្មានចន្លោះ ៣ ទៅ ៤ % នៃសំណល់ជីវសាស្ត្ររបស់អឺរ៉ុប គឺត្រូវយកទៅផលិតជាជីវឧស្ម័ន។ កាកសំណល់ចេញពីការកែច្នៃអាហារ ប្រែប្រួលចន្លោះ ២៥០-៨០០ គ.ក្រនៃមូបអាហារដើម ចំណែកកាកសំណល់ទីក្រុងដែលអាចបំបែកធាតុបាន អាចមានខ្ពស់បំផុតរហូតទៅដល់ ៧០ គ.ក្រ ក្នុងមនុស្សម្នាក់ក្នុងមួយឆ្នាំ។ នៅលើពិភពលោកទាំងមូល សំណល់ទាំងនេះ ត្រូវបានប៉ាន់ស្មានថា អាចមានរហូតទៅដល់ ៦ ប៊ីលានតោននៅឆ្នាំ២០២៥។ ក្នុងមួយតោន នៃសំណល់អាហារដើម និងសំណល់ទីក្រុង សក្តានុពលនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន មានចំនួនរហូតដល់ ៨៦ លាន ម៉ែត្រគីប (Nm³) ជាមួយនឹងបរិមាណនៃការបម្លែងថាមពលមានរហូតដល់ ១.៨ អ៊ិចសាញ៉ូល (EJ) (Langeveld et al. 2016)។ ការកើនឡើងបរិមាណខ្ពស់នៃកាកសំណល់ផ្ទះបាយក្នុងសង្គម បញ្ជាក់ថា វាកាន់តែកើនឡើងសម្រាប់ផលិតកម្ម AD ផងដែរ។ កាកសំណល់សរីរាង្គទាំងនេះមានសមត្ថភាពបំបែកធាតុខ្ពស់ និងទិន្នផលមេតានខ្ពស់ដែរ ហើយបរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់វា គឺមានតុល្យភាពល្អ និងអំណោយផលសម្រាប់សកម្មភាពមេតាប៊ូលីស នៃពពួកមីក្រូសរីរាង្គនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន (Zhang et al. 2007)។

គ. សំណល់ឧស្សាហកម្ម

អំឡុងពេលដំណើរការកែច្នៃខាងផ្នែកឧស្សាហកម្ម បរិមាណនៃសំណល់សរីរាង្គជាច្រើនចេញពីផលិតកម្មកែច្នៃ និងកាកសំណល់ពីរោងចក្រកែច្នៃកសិកម្ម រោងចក្រអាហារ រោងចក្រកែច្នៃចំណីសត្វនិងភេសជ្ជៈ សំណល់ទឹកកកសរីរាង្គចេញពីផលិតកម្ម និងសំណល់ទឹកកកសរីរាង្គដែលបង្ហូរចេញ ព្រមទាំងកាកសំណល់ចេញពីការកែច្នៃជីវម៉ាស គឺត្រូវបានផលិត និងចាំបាច់ត្រូវតែធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មឬការដកចេញ។ កាកសំណល់សរីរាង្គទាំងនេះផ្តល់អោយនូវ វត្ថុធាតុសរីរាង្គជាច្រើនសន្លឹកសន្លាប់សម្រាប់ ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន ដូចជា សំណល់ចេញពីរោងចក្រកែច្នៃស្រាស្រាបាម ចំណីសត្វ កាកស្រាបៀរ សំណល់ចេញពីរោងចក្រចំរាញ់ស្ករ និងរោងចក្រកែច្នៃផ្លែឈើជាដើម អាចត្រូវបានយកទៅផលិតជាជីវថាមពល (Deublein and Steinhauser 2011)។ នៅក្នុងឧស្សាហកម្មកែច្នៃគ្រាប់ធញ្ញជាតិជីវអេតាណុលសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន: រាល់បរិមាណនៃកាកសំណល់ទាំងអស់ សុទ្ធសឹងតែក្លាយជាសក្តានុពលសំខាន់សម្រាប់រួមបញ្ចូលគ្នាជាមួយនឹង ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័នខ្នាតឧស្សាហកម្ម។ ផលិតកម្មជីវអេតាណុលទូទាំងពិភពលោក គឺមានប្រមាណ ៩៥ លាន ម^m នៅឆ្នាំ២០១០។ បញ្ហាដ៏សំខាន់មួយ គឺថាទំហំនៃជីវអេតាណុលកាន់តែខ្ពស់ នោះមានន័យថា វាបានផលិតសំណល់រាវច្រើនផងដែរ។ បរិមាណដ៏ធំទាំងនេះ នឹងទាមទារអោយមានយុទ្ធសាស្ត្រជាក់លាក់ សម្រាប់ប្រើប្រាស់ និងធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មនៃសំណល់រាវដើម្បីផលិតចេញជាជីវឧស្ម័ន (Drosch et al. 2013)។

៣.២.៣ បញ្ហាប្រឈមនៃវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន

ជីវឧស្ម័នចេញពីសំណល់កសិកម្មទំនងជាបែងចែកតិចតួចប៉ុណ្ណោះទៅកាន់ប្រព័ន្ធថាមពលទាំងមូល។ វិស័យកសិកម្មបានកត់សម្គាល់និន្នាការនេះ និងបានទទួលយកវាដោយផ្អែកតាមស្ថានភាពកើតឡើងជាក់ស្តែង ដោយសារតែរាល់ហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធ ឬបរិក្ខារជីវឧស្ម័នទាំងអស់មិនបានធ្វើការប្រកបដោយផលចំណេញទេ

ពីព្រោះអ្វីដែលសំខាន់គឺនៅក្នុងថា ការចំណាយខ្ពស់លើការសាងសង់នៃបរិក្ខារជីវវិទ្យាទាំងនោះ។ ដូច្នេះ មានតែការសិក្សា និងស្វែងយល់លើការធ្វើការរបស់ពួកគាត់ដោយផ្ទាល់ និងឆ្លងកាត់បទពិសោធន៍ផ្ទាល់ខ្លួន របស់ពួកគាត់ទេ ដែលបានធ្វើឱ្យសាងសង់បរិក្ខារទាំងអស់នោះ ដើម្បីអាចដំណើរការដោយផ្អែកលើ ផល ចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច (Deublein and Steinhauser 2011)។ ល្បាយលាមកសត្វ មានបរិមាណម៉ាសស្នូត DM (៣-៥% នៃល្បាយលាមកជ្រូក និង៦-៩% នៃល្បាយលាមកគោ)។ លាមកសត្វទាំងនេះ នឹងផ្តល់ទិន្ន ផលមេតាន់ទាប ក្នុងមួយខ្នាតមាឌនៃវត្ថុធាតុដើមដែលរលាយក្នុងឡជីវវិទ្យាដែលមានបរិមាណចន្លោះពី ១០ ទៅ ២០ ម^៣ មេតាន់ ក្នុងមួយម៉ែត្រគីបនៃល្បាយលាមក ដែលបានបំបែកធាតុក្នុងឡជីវវិទ្យា ខណៈការ ចំណាយលើការដឹកជញ្ជូនជីវម៉ាស គឺស្ថិតនៅកម្រិតខ្ពស់នៅឡើយ (Angelikaki and Ahring 2000)។

ម៉្យាងវិញទៀត ដែនកំណត់សំខាន់មួយនៃការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ទីក្រុង និងកាកសំណល់សរីរាង្គ សម្រាប់ផលិតកម្មជីវវិទ្យា គឺពាក់ព័ន្ធនឹងសក្តានុពលនៃសារធាតុដែលមិនត្រូវការរបស់វា ដូចជា សារធាតុ បំពុលជីវសាស្ត្រ សារធាតុបំពុលរូបសាស្ត្រ ឬសារធាតុបំពុលគីមីជាដើម។ ឧទាហរណ៍ដូចជា កាកសំណល់ តាមផ្ទះមួយ មានផ្ទុក ប្រភេទសារធាតុមួយចំនួនខុសៗគ្នាដូចជា មេរោគ ផ្សិត និង ប្រភេទសារធាតុ ងាយចម្លង រោគផ្សេងទៀត (ទាំងគីមីសាស្ត្រ និង ជីវសាស្ត្រ)។ ម៉្យាងវិញទៀត សំណល់ឧស្សាហកម្មក៏មានផ្ទុកសារធាតុ មិនសុទ្ធដែលអាចបំពុលដល់រូបរាងកាយ និងមានផ្ទុកនូវមេរោគផ្សេងៗ លោហៈធន់ធ្ងន់ ឬសមាសធាតុសរីរាង្គ អចិន្ត្រៃយ៍នៅក្នុងបរិមាណដែលពួកវាអាចបង្កជាប្រភពបំពុលបរិស្ថាន និងហានិភ័យដល់សុខភាពនៃមនុស្ស និងសត្វ ពេលដែលកាកសំណល់ឡដែលផលិតត្រូវបានយកប្រើប្រាស់ជាដី។ បរិមាណដែលគេអនុញ្ញាត នៃវត្ថុ ធាតុដើមបរទេស គឺមិនអោយលើសពី ០.១ % ដើម្បីបង្ការផលប៉ះពាល់ជាអវិជ្ជមានលើការប្រើប្រាស់កាកឡជីវ វិទ្យាជាដីសរីរាង្គ។ ដូច្នេះហើយ វត្ថុធាតុដើមពិសេសៗ ដូចជា កាកសំណល់អាហារ សំណល់ទីក្រុង សំណល់តាមផ្ទះ និងសំណល់ចេញពីមន្ទីរសត្តយាត ត្រូវតែសម្អាត ឬ បោះជាមុនសិនដើម្បីបង្កាក់នៃដំណើរ ការ របស់ពួកសារធាតុមេរោគប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពមុននឹងអោយឆ្លងកាត់ចូលទៅក្នុងឡជីវវិទ្យា។ វិធី សាស្ត្រដើម្បីវិញកបរិមាណសារធាតុសរីរាង្គដែលប្រមូលផ្តុំពីការសំណល់ទាំងនោះ គឺមានតម្លៃខ្ពស់ខ្លាំងណាស់។ កត្តារាវាំងសំខាន់មួយទៀត គឺសំដៅលើកង្វះបរិមាណវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គនៅប្រទេសដែលមានការ អភិវឌ្ឍខ្ពស់ខាងផលិតកម្ម និងទីផ្សារជីវវិទ្យា។ កាកសំណល់រាវសរីរាង្គឧស្សាហកម្មទាំងអស់នោះ នឹងត្រូវ បានបន្តអោយប្រើប្រាស់នៅពេលណាក៏ដោយឲ្យតែអាចធ្វើទៅបាន ដោយសារតែទិន្នផលមេតាន់របស់វាខ្ពស់ ជាពិសេស ដូចនឹងសារធាតុរាយរងសម្រាប់លាមកសត្វជាដើម។ ផលប្រយោជន៍ផ្នែកបរិស្ថាន ដែលពាក់ព័ន្ធ នឹងឡជីវវិទ្យា និងការចំណាយខ្ពស់លើវិធីសាស្ត្រព្រឹត្តិកម្មនានា គឺជាការលើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតផងដែរលើ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់សរីរាង្គឧស្សាហកម្មឲ្យសមស្រប ដោយចេញជាផលិតផល និង សំណល់ដែលជា វត្ថុធាតុដើមនៅក្នុងការផលិតជីវវិទ្យា (Biosantech et al. 2013)។

៣.៣ លក្ខណៈ និងការវិភាគលើវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន

ការជ្រើសរើសប្រភេទឧស្ម័ន និងទំហំ គឺអាស្រ័យលើលក្ខណៈរបស់វត្ថុធាតុដើមដែលគេយកដាក់ ចូលទៅក្នុងឧស្ម័ន លទ្ធភាពនៃទុនវិនិយោគសរុប និងថាមពលដែលកំណត់ចង់បានជាដើម។ ក្រៅពីនេះ ការជ្រើសរើសវត្ថុធាតុដើម គួរតែត្រូវបានគិតពិចារណាផងដែរ ជាអត្ថន័យមួយ នៃការកំណត់ធាតុដីទេផ្សេងៗ ទៀត នៃដំណើរការប្រតិបត្តិ ដូចជា គុណភាពល្បាយវត្ថុធាតុដើម និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន (Banks and Ven 2013)។ វាមានសារៈសំខាន់ណាស់ដើម្បីដឹងថា វត្ថុធាតុដើមមួយចំនួន គឺមានលក្ខណៈពិបាក ឬមិនសមស្រប សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ដោយសារតែកម្រិតធៀបនៃកាបូននិងអាសូត (C:N) ដែលមិនស៊ីគ្នារបស់ពួកវា ក្នុងវត្ថុធាតុដើម ឬបរិមាណខ្លាំងខ្លះពេក។ វត្ថុធាតុដើមផ្សេងគ្នា អាចត្រូវបានគេយកទៅលាយ និងធ្វើប្រព្រឹត្ត កម្មជាមុនសិន ដើម្បីទទួលបាននូវកម្រិតនៃសមាសធាតុសមស្របសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ តួយ៉ាងដូចជា ការលាយបញ្ចូលគ្នានៃកាកសំណល់មន្ទីរសត្វយាត ជាមួយល្បាយលាមកសត្វឬសំណល់រឹងទីក្រុង (Alvarez and Lidén 2008) ឬការធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្ម ឬបំបែកធាតុនៃលាមកសត្វចិញ្ចឹមជាមួយឈើសជាដើម (Kavacik and Topaloglu 2010) ឬពពួកស្ត្រីសេរ៉ុលជាដើម (Astals et al. 2011) អាចជួយដោះស្រាយភាពអសកម្ម កើតឡើងណាមួយ និងជួយបង្កើននូវផលិតភាពនៃមាឌមេតានក្នុងជីវឧស្ម័ន។ ដូច្នេះហើយ លក្ខណៈជាក់ លាក់នៃសមាសធាតុរូប និងគីមីរបស់វត្ថុធាតុដើម អាចផ្តល់លទ្ធផលនៅក្នុងការកំណត់ការជ្រើសរើសវត្ថុធាតុ ណាមួយសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។

៣.៣.១ ការរៀបចំនៃការយកសំណាក

គុណភាពនៃវត្ថុធាតុដើមអាចមានការខុសគ្នាដោយផ្អែកលើពេលវេលា និងទីតាំងនៃការយកសំណាក។ បទពិសោធន៍នៃអ្នកយកសំណាក និងចំណេះដឹងនៃដំណើរការទូទៅលើរបៀបយកសំណាក របៀបដឹកជញ្ជូន និងរបៀបនៃការស្តុកទុកសំណាក គឺវាមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់។ ដោយយោងតាម VDI 4630 ដើម្បី ទទួលបានលទ្ធផលល្អប្រសើរ មូលហេតុនៃការប្រមូល និងវិធីសាស្ត្រនៃការយកសំណាក ត្រូវការកំណត់ បញ្ជាក់អោយបានច្បាស់លាស់ដើម្បីធ្វើការសន្និដ្ឋាន អំពីគោលបំណងនៃការអង្កេតជារួម ប្រភេទនៃវត្ថុធាតុ ដើម លក្ខណៈសំណាកដែលបានរំពឹងទុក ប្រភេទនៃលក្ខណៈរបស់សំណាកខុសៗគ្នា ផ្អែកតាមពេលវេលា និងទីកន្លែងយកសំណាក និងអញ្ញតដែលត្រូវបានវិភាគ។ សេចក្តីលំអិតលើការយកសំណាកនៃវត្ថុធាតុដើមជី វឧស្ម័នជាទូទៅ គឺត្រូវបានបរិយាយនៅក្នុងស្តង់ដារ VDI 4630 ហើយការយកសំណាកនៃល្បាយលាមក និង សំណល់ទឹកកង្វក់ទៀតសោត គឺត្រូវបានបរិយាយនៅក្នុងស្តង់ដារ ISO 5667-13 ផងដែរ។

យន្តការនៃការជ្រើសរើសសំណាកតំណាងមួយ គឺមានសារៈសំខាន់ដើម្បីទទួលបានទិន្នន័យគួរជាទី ទុកចិត្តបាន ឬភាពលំអៀងតិចតួចបំផុត ខណៈវត្ថុធាតុជាច្រើន គឺមានសណ្ឋានរាយប៉ាយមិនច្បាស់លាស់។ ជាធម្មតា ភាពផ្លាស់ប្តូរនៃលក្ខណៈរូប អាចត្រូវបានគេញែកចេញពីសំណាក ប៉ុន្តែចំនួន និងម៉ាសរបស់វា ត្រូវ បានគេកត់ត្រាទុក។ សំណាកអាចត្រូវបានគេសម្អាតមុននឹងវិភាគ ប៉ុន្តែវាសមស្រប នៅពេលណាដែល សារធាតុ

រឹងមិនរលាយក្នុងទឹក (Non-Volatile) ត្រូវបានគេវាស់វែង។ ដោយសារតែវាអាចបណ្តាលអោយបាត់បង់នៃ ធាតុដែលរលាយក្នុងទឹកមួយចំនួន (Volatile) ដូច្នេះវាធ្វើអោយមានកំហុសឆ្គងលើលទ្ធផល។ សម្រាប់វត្ថុ ធាតុដើមដែលមានសណ្ឋានច្បាស់លាស់ សំណាកមួយគឺជាទូទៅគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការវិភាគតំណាង រីឯ សម្រាប់វត្ថុធាតុដើមជាមួយនឹងទម្រង់មិនច្បាស់លាស់ យ៉ាងហោចណាស់សំណាកចំនួន១ គឺត្រូវបានដកចេញ ពីគ្រប់ទម្រង់នីមួយៗ។ ប្រសិនបើវត្ថុធាតុមិនរៀបរយ និងគ្មានទម្រង់ច្បាស់លាស់ដែលអាចកំណត់ទីតាំងបាន នោះទេ សំណាកគួរតែត្រូវបានដកចេញពីទីតាំង និងជម្រៅខុសគ្នាពីវត្ថុធាតុដើមដែលបានលាយគ្នា។ សម្រាប់ វត្ថុធាតុដើមរាវ គឺចាំបាច់ណាស់នៅក្នុងកូរ ស្តុកទុកក្នុងដប និងច្រមុជចូលក្នុងទឹកសម្រាប់អោយយកសំណាក មុននឹងធ្វើការយកសំណាក។ ប្រសិនបើសន្ទះ ឬឆ្នុករបស់ដបយកសំណាកត្រូវបានប្រើប្រាស់ វត្ថុធាតុដើម ដំបូងដែលសេសសល់នៅក្នុងឆ្នុកនោះ គួរតែត្រូវលែងវាចោលដើម្បីសម្អាតវ៉ានយកសំណាកជាមុនសិន។ ប្រសិនបើសំណាកមួយ ត្រូវបានគេយកពីទុយោ កន្លែងដែលវត្ថុធាតុដើមឆ្លងកាត់នៅក្នុងកម្រិតលំហូរខុសគ្នា និងជាមួយសមាសធាតុខុសគ្នា នោះសំណាកនោះត្រូវសមមូលជាមួយនឹងអត្រាលំហូរ និងមាឌរបស់ទុយោ ដែលអាចអោយគេយកចេញមកវិភាគបាន។ បន្ថែមពីនេះទៀត ការយកសំណាកពីក្នុងទុយោ គឺត្រូវបានគេធ្វើ ឡើងអោយសមស្របតាមទិសបណ្តោយនៃទុយោ ឬទុយោដែលមានលំហូរមិនទៀតទាត់ដើម្បីជៀសវាងបញ្ហា ដែលកើតឡើងដោយសារកករ (Drog et al. 2013)។

បន្ទាប់ពីយកសំណាករួច សម្អាតគម្របសម្រាប់បិទសំណាកអោយបានស្អាតនិងត្រឹមត្រូវ ដោយប្រើ ប្រាស់រូបធាតុដែលធ្វើអំពីជ័រញាស្ទិច កញ្ចក់ ឬលោហៈធាតុនៃផ្ទៃខាងក្នុង រួចហើយត្រូវបានបង់លេខកូដ ឬ កំណត់សម្គាល់ផ្សេងៗលើគំរូបនោះ។ ប្រសិនបើស្ថិតនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌអតុល្យភាពផ្នែកជីវសាស្ត្រ សំណាក ត្រូវតែរក្សាទុកកន្លែងត្រជាក់ក្នុងសីតុណ្ហភាព ៤ អង្សាសេ អំឡុងពេលដឹកជញ្ជូន។ គ្រប់សំណាកទាំងអស់ គឺ ត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងប្រអប់ត្រជាក់ ឬទូរទឹកកក មានសីតុណ្ហភាព ៤ អង្សាសេ រហូតដល់យកទៅវិភាគសំ ណាក។ ជាកន្លែង រយៈពេលរក្សាទុកកាន់តែខ្លីមុនការវិភាគ គឺរឹតតែល្អជាងរក្សាទុកយូរពេក។ ប្រសិនបើការ រក្សាទុកមានរយៈពេលយូរ សំណាកគួរត្រូវបានស្តុកក្នុងសីតុណ្ហភាពត្រឹមតែ ២០ អង្សាសេ ទោះបីជាវាអាចនាំ ឲ្យមានការផ្លាស់ប្តូរនូវសមត្ថភាពនៃការរលាយ ឬបំបែកធាតុរបស់វត្ថុធាតុដើមក៏ដោយ។

៣.៣.២ ការវិភាគនៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍នៃវត្ថុធាតុជីវខ្សែស្មើ

លក្ខណៈនិងសមាសធាតុខាងក្នុង នៃវត្ថុធាតុដើមផលិតជីវខ្សែស្មើមានឥទ្ធិពលដល់ការរៀបចំការ រចនា និងអញ្ញតប្រតិបត្តិការនៃឡជីវខ្សែស្មើ។ វត្ថុធាតុដើមត្រូវបានកំណត់គុណភាព និងបរិមាណនៃជីវខ្សែស្មើ និងកាកឡដែលផលិតចេញមក ដូច្នេះ វាមានផលប៉ះពាល់ដោយផ្ទាល់លើសេដ្ឋកិច្ចនៃឡជីវខ្សែស្មើទាំងមូល។ សមាសធាតុខាងក្នុងនៃវត្ថុធាតុដើម ដែលត្រូវបានបំបែកធាតុ គឺជាធាតុមួយក្នុងចំណោមធាតុសំខាន់បំផុតនៅ ក្នុងការកំណត់ទំហំឡជីវខ្សែស្មើ ក៏ដូចជាចំនាយទុនលើការវិនិយោគលើឡជីវខ្សែស្មើ ខណៈដែលរយៈពេល ប្រព្រឹត្តិកម្មយូរ ដែលតម្រូវសម្រាប់ទំហំឡជីវខ្សែស្មើធំផងដែរ។ វត្ថុធាតុដើម ដែលត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ត្រូវបាន

កំណត់ក្នុងការពង្រីកយ៉ាងធំមួយលើកម្មវត្ថុចម្បងនៃប្រព្រឹត្តកម្មឡធុរៈខ្សែស្នូល។ ការវិភាគក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ គឺ ត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីកំណត់លើលក្ខណៈជីវ-រូបសាស្ត្រ ចំណែកការវាយតម្លៃមួយលើសក្តានុពលនៃការផលិត គីមីមេតាន (BMP) គឺត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីវាស់វែងផលិតផលខ្សែស្នូល នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន AD។ លក្ខណៈជីវ-រូបសាស្ត្រ គឺជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងការវិភាគលើអញ្ញត ដូចជា TS ឬ DM,VS ឬម៉ាសស្នូតសរីរាង្គ (ODM) តម្រូវ ការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមី (COD) បរិមាណអាសូត និងការវិភាគលើសមាមាត្រកាបូន/អាសូត។

ក. អង្គធាតុរឹងសរុប និងអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ

ការធ្វើតេស្តរកអង្គធាតុរឹងសរុប និង អង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ ត្រូវបានធ្វើឡើងដោយកំណត់លើអត្រាភាគរយ នៃបរិមាណអង្គធាតុរឹងស្នូត និងបរិមាណអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមខ្សែស្នូល។ តម្លៃជាភាគរយទាំង នេះ គឺមានសារៈសំខាន់ដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃវត្ថុធាតុដើមដែលត្រូវការជាចាំបាច់នៅក្នុងការតេស្តរក BMP ។ TS គឺសំដៅលើបរិមាណនៃអង្គធាតុរឹងដែលនៅសល់បន្ទាប់ពីដុតសំណាកវត្ថុធាតុដើម ដូច្នោះហើយ ទឹក គឺ ត្រូវបានហូតក្លាយជាចំហាយទឹក។ បរិមាណឬទំហំទូទៅនៃសំណាក គឺត្រូវត្រឹមតែពី 0.២៥ ទៅ ១ក្រាម សម្រាប់សំណាកវត្ថុធាតុដើមរឹង និង១ ទៅ ២.៥ក្រាម សម្រាប់សំណាកល្បាយវត្ថុធាតុដើម និង ៥ មីលីលីត្រ សម្រាប់សំណាកជារត្នុធាតុរាវ។ វាគឺត្រូវបានត្រង់ចម្រោះជាមុនសិន ដោយប្រើប្រាស់តម្រងចម្រោះទំហំអទិ ភាព គឺ 0.២ មីក្រូម៉ែត្រ ដើម្បីវិភាគរក TS (Mahmoodi et al. 2018)។ ប្រសិនបើវត្ថុធាតុដើមមានកម្រិត បរិមាណ TS ខ្ពស់ នោះមានន័យថា ការបន្ថែមនៃទឹក និងវត្ថុធាតុដើមជាល្បាយទឹកដ៏ទៃទៀតទៅកាន់ឡធុរៈ ខ្សែស្នូលគឺវាចាំបាច់ណាស់ដើម្បីបន្ថយកម្រិតបរិមាណ TS អោយទាបនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ ទោះបីយ៉ាងណា វិធីសាស្ត្រនេះមានគុណវិបត្តិមួយដែរលើសំណល់រាវ និងកាកសំណល់កែច្នៃចេញពីរោងចក្រឧស្សាហកម្ម ដោយសារតែសារធាតុអាស៊ីតដែលបំបែកពីមេតាប៊ូលីស និងសារធាតុអាតូល ដែលតំណាងអោយអត្រាភាគ រយនៃថាមពលដែលគួរអោយកត់សម្គាល់នៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម មិនអាចត្រូវកំណត់បាន។ សម្រាប់ការតេស្តលើ TS យ៉ាងហោចណាស់ ៣សំណាកត្រូវយកទៅសម្អាតនៅក្នុងឡដុត (vacuum oven) ស្ថិតនៅក្នុងសីតុណ្ហ ភាព (១០៥ ± ៥) អង្សារសេ ក្នុងរយៈពេលយ៉ាងហោចណាស់ក៏ ៤ ម៉ោង រហូតទទួលបានទម្ងន់ថេរមួយ ដោយយោងទៅតាមស្តង់ដារ SS-EN 12880-20f00 (Murphy and Thamsiroj 2013)។ ម៉ាសថេរ គឺត្រូវ សម្រេចបាននៅអំឡុងពេលនៃដំណើរការសម្អាត ហើយភាពខុសគ្នារវាងការឡើងទម្ងន់សម្រេចទាំងពីរនៃ សំណាក គឺការឡើងពេលដុតដំបូង និងឡើងទម្ងន់បន្ទាប់ពីចុះត្រជាក់នៅសីតុណ្ហភាពក្នុងបន្ទប់ធម្មតា ជាមួយនឹង គន្លាតរយៈពេលរៀងរាល់ ១ ម៉ោងម្តង រវាងទម្ងន់ទាំងពីរនោះ ដោយមិនអោយលើសពី 0.៥% (ម/ម) នៃម៉ាស ចុងក្រោយដែលបានកំណត់។ ភាពខុសគ្នានៃម៉ាសមុន និងក្រោយពេលដំណើរការសម្អាត គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ ដើម្បីគណនាសំណល់ស្នូត និងបរិមាណទឹក។ អត្រាភាគរយមធ្យមនៃTS របស់វត្ថុធាតុដើម គឺត្រូវបានគណនា នៅក្នុងរូបមន្តទី១។

$$\%TS = \frac{\text{ទម្ងន់ម៉ាសស្ងួត}}{\text{ទម្ងន់ម៉ាសសើម}} \times 100\% \quad (9)$$

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

$$\%VS = \frac{\text{ទម្ងន់ម៉ាសស្ងួត} - \text{ទម្ងន់ធ្លុះ}}{\text{ទម្ងន់ម៉ាសស្ងួត}} \times 100\% \quad (10)$$

ទោះបីជារូបមន្តនេះមានប្រយោជន៍សម្រាប់ការវិភាគសំណាកយ៉ាងណាក៏ដោយ វាជារឿងសំខាន់ដើម្បីកំណត់ឲ្យដឹងថា បរិមាណនៃអង្គធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងសំណាកនេះមិនបានផ្តល់ព័ត៌មានជាក់លាក់ដោយផ្ទាល់លើសមត្ថភាពនៃការបំបែកធាតុ និងផលិតផលឧស្ម័នរបស់វត្ថុធាតុដើមទេ។ ដូចអ្វីដែលបានបរិយាយពីខាងដើម សារធាតុរឹងសរីរាង្គខ្លះអាចបាត់បង់ពីសំណាកអំឡុងពេលសម្ងួតលើកដំបូងនៅសីតុណ្ហភាព (១០៥± ៥) អង្សាសេ។

2. តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមី (COD)

ដោយមានការវាស់វែងកម្រិត COD នៃវត្ថុធាតុដើមមួយ វត្ថុធាតុរឹងអុកស៊ីតកម្មគីមី អាចត្រូវបានកំណត់។ COD បង្ហាញអំពីថាមពលគីមីអតិបរមាដែលមានវត្ថុធាតុរឹងនៅវត្ថុធាតុដើម។ ដោយសារពពួកម៉ែក្រុបទាំងឡាយ បង្ហាញថាមពលគីមីទាំងនោះទៅជាមេតាន។ ថាមពលអតិបរមាអាចត្រូវបានបង្ហាញទៅជាជីវឧស្ម័ន បើទោះបីជាការបាត់បង់នៃតម្រូវការថាមពលនៃពពួកម៉ែក្រុបត្រូវបានចម្លងចុះ ជាមួយគ្នានឹងវត្ថុធាតុដែលវាមិនបំបែកធាតុដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្ថុធាតុអុកស៊ីសែន (ឧ. វត្ថុធាតុលីណូសែល លុយឡូស ឬវត្ថុធាតុជាតិសរសៃ)។ ដូច្នេះ បរិមាណនៃថាមពលនេះ គឺជាថាមពលជាក់ស្តែងអតិបរមា ដែលវាអាចបង្ហាញទៅជាជីវឧស្ម័ន។ ថ្វីបើស្ថិតនៅក្រោមលក្ខខណ្ឌគីមីសាស្ត្រ វត្ថុធាតុមួយចំនួនអាចត្រូវបានរងនូវអុកស៊ីតកម្មដែលមិនអាចប្រព្រឹត្តទៅបានក្រោមលក្ខខណ្ឌជីវសាស្ត្រក៏ដោយ វានឹងនៅសេសសល់នៅកាកឡដីវឧស្ម័ន។ ការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រពិសោធន៍សាកល្បងជាបន្តបន្ទាប់លើប្រព្រឹត្តិកម្មបំបែកធាតុសំណល់នៃ COD នៅក្នុងល្បាយវត្ថុធាតុដើមនៃដំណើរការថេរមួយ ត្រូវបានគេវាស់វែង។ ដូច្នេះហើយ ការរលាយនៃបរិមាណ COD ជាក់ស្តែង គឺត្រូវបានកំណត់។ នៅក្នុងការវិភាគនេះ សំណាកត្រូវបានគេយកទៅស្វែងរកដោយលាយបញ្ចូលគ្នាជាមួយសារធាតុអាស៊ីតស៊ុលផួរិច និងសារធាតុដែលគេស្គាល់ស្រាប់សម្រាប់ដំណើរវិភាគ គឺសារធាតុប៊ូតាស្ទ្រូមឌីក្រូម (K₂Cr₂O₇)។ កត្តាលីករប្រាក់ស៊ុលផាត (Ag₂SO₄) អាចត្រូវបានបន្ថែម ដើម្បីជួយជម្រុញល្បឿននៃសកម្មភាពអុកស៊ីតកម្មអោយកាន់តែប្រសើរឡើង។ ជាមួយគ្នានេះដែរធាតុគីមី បារ៉ាតនីត្រាត Hg₂(NO₃)₂ អាចត្រូវបានបន្ថែមដើម្បីទប់ទល់នឹងផលរំខានលើប្រតិបត្តិកម្មរបស់អ៊ីយ៉ុងក្លរូ (-Cl) ដោយ

ការបង្កើតទម្រង់ជាក្រុមម៉ូលេគុលក្នុងកំឡុងពេលនៃដំណើរប្រតិកម្ម។ ដោយជំហានបន្ទាប់មួយទៀត សារធាតុគីមី ប៊ូតាស្យូមក្លរួមដែលនៅសល់ ត្រូវបានប្រតិកម្មគីមីជាមួយសារធាតុគីមីដែកអាម៉ូញាក់ស៊ុលផាត ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$) ដែលអនុញ្ញាតអោយមានការកំណត់អំពីមេគុណបម្លែងនៃបរិមាណអុកស៊ីសែនដែលបានប្រើប្រាស់ ដោយយោងតាមស្តង់ដារ DIN 38 414។ COD អាចត្រូវបានគណនានៅក្នុង រូបមន្តទី៣ ដូចខាងក្រោម៖

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

A និង B (ខ្នាតជា មីលីលីត្រ) គឺជាមាឌរបស់ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ក្នុងលក្ខខណ្ឌទទេរ និងលក្ខខណ្ឌសំណាក រីឯ C តាងអោយមាឌនៃ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ក្នុងលក្ខខណ្ឌធម្មតា។ ដោយឡែក D គឺតម្លៃកែតម្រូវរបស់ក្លរ ចំណែកតម្លៃ ១.២ គឺជាមេគុណគេផ្តល់អោយ ដើម្បីរំលោះលើការពង្រីកនៃអុកស៊ីតកម្មរបស់ក្លរដែលបំបែកចេញពីប្រព័ន្ធដែលមានស្តុកទុកសារធាតុសរីរាង្គ និងសារធាតុអសរីរាង្គ។ ប៉ុន្តែ វិធីសាស្ត្រនេះអាចផ្តល់នូវកម្រិតលំអៀងខ្ពស់ ដោយសារតែលក្ខណៈរាយប៉ាយរបស់សំណាក និងចំនួនច្រើនខ្លាំងនៃដំណាក់កាលនៃប្រតិកម្មរបស់សំណាកដែលបានតម្រូវជាចាំបាច់ (ពង្រាវការកំណត់ទម្ងន់ និងការកំណត់មាឌជាដើម)។ សម្រាប់ វត្ថុធាតុដើមដីខ្ពស់ ដែលមានផ្ទុកនូវអង្គធាតុសរីរាង្គ និងសារធាតុជាម្យៅ (Bulky Material) នៅក្នុងកម្រិតខ្ពស់ ការសម្ងាត់ និងការកិននៃសំណាក អាចជួយបង្កើននូវផលិតភាពឡើងវិញ។ វាបានផ្តល់សារៈសំខាន់ដើម្បីអោយដឹងអំពី សមាសធាតុបំពុលផ្សេងៗដូចជា (ប៊ូតាស្យូមក្លរួម និង បារតនីត្រាតជាដើម) ដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅការវាស់វែង COD អមជាមួយនឹងការដកយកចេញរបស់វាផងដែរ។

គ. បរិមាណអាសូត (N_2)

អាសូត គឺមានសារៈសំខាន់សម្រាប់ដំណើរការផលិតប្រូតេអ៊ីន និងត្រូវតម្រូវការជាចាំបាច់ជាអាទិភាពដូចជា សារធាតុចិញ្ចឹមអោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយនៅក្នុងឡដីខ្ពស់។ បរិមាណអាសូតនៃវត្ថុធាតុ អាចត្រូវបានកំណត់ ដោយការកំណត់បរិមាណអាសូត Kjeldahl (TKN)សរុប។ TKN នៅក្នុងសំណាកមួយ គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីវាយតម្លៃបរិមាណអាសូត ដែលសមស្របសម្រាប់ការលូតលាស់នៃពពួកបាក់តេរីដែលរស់នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្ថុមានអុកស៊ីសែន។ នៅក្នុងការវិភាគនេះ អាសូតសរីរាង្គ គឺត្រូវបានបម្លែងទៅជាសារធាតុអាសូតអាម៉ូញ៉ូម តាមរយៈការស្ទោរសំណាកនៃវត្ថុធាតុដើមនៅក្នុងវត្ថុមាននៃអាស៊ីតស៊ុលផួរិច និងកាតាលីស។ សារធាតុបាស ត្រូវបានបន្ថែម និងអាម៉ូញ៉ាក់ គឺត្រូវបានចំរាញ់ចេញពីល្បាយសូលុយស្យុងអាល់កាឡាំង ទៅជាល្បាយសូលុយស្យុងអាស៊ីតមួយ ខណៈសារធាតុអាម៉ូញ៉ូម ត្រូវស្រូបយកដោយបរិមាណដ៏ច្រើន (Drosg et al. 2013)។ ដោយឡែក បរិមាណនៃអាម៉ូញ៉ាក់ អាចត្រូវបានកំណត់ដោយវិធីសាស្ត្រខុសៗគ្នា តួយ៉ាងដូចជា វិធីសាស្ត្រកំណត់លក្ខណៈអាស៊ីតតាមរយៈការធ្វើទីត្រេដើម្បីកំណត់កម្រិតបំបាយនៃកាតាលីសដែលគេបានស្គាល់ស្រាប់ (potentiometric acid titration) ឬវិធីសាស្ត្រកំណត់ និងញែកអ៊ុយ៉ុងអាមីញ៉ាក់

តាមរយៈអោយវាប្រតិកម្មជាមួយនឹងសារធាតុហ្វីណាត ក្នុងទម្រង់ហ្វូងតូម៉ែត្រទ្រិច (photometric phenate method) (ISO 5663 and 11261)។ នៅក្នុងទម្រង់នៃអាម៉ូញ៉ូម អាសូតរួមចំណែកជួយរក្សាតុល្យភាពនៃតម្លៃ ប៊ូតុងស្យែលអុីដ្រូសែន pH នៅក្នុងអាងប្រព្រឹត្តកម្មជីវៈ អំឡុងពេលដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម ហើយមីក្រូសរីរាង្គ ធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញ៉ូមសម្រាប់ការបង្កើតនៃទម្រង់ម៉ាសកោសិកាថ្មី។

នៅក្នុងករណីជាច្រើន វានឹងមានការលើសនៃវត្ថុមានធាតុអាសូតក្នុងអាងប្រព្រឹត្តកម្ម ឬឡជីវខ្សែ ដែលអាចត្រូវបានគេប៉ាន់ស្មានថាមានប្រមាណ ៦០-៨០% នៃ TKN និងបំបែកធាតុទៅជាទម្រង់អាម៉ូញ៉ាក់ អំឡុងពេលដំណើរការផលិតជីវខ្សែ។ អាម៉ូញ៉ាក់ស្ថិតនៅកម្រិតបំបាយខ្ពស់នៅក្នុងឡជីវខ្សែ នឹងនាំអោយ ភាពការរាំងស្ទះ ឬបង្កក់ដំណើរការកើតឫផលិតមេតាន និងដំណើរការ ជីវសាស្ត្រ (Khalid et al. 2011)។ Sterling et al. (2001) បានរកឃើញថា បរិមាណនៃអាម៉ូញ៉ាក់នៅក្នុងឡអាចប៉ះពាល់ដល់ផលិតកម្មនៃអុីដ្រូ សែន និងដំណើរការដកចេញអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គពីវត្ថុធាតុដើម។ ផលិតកម្មជីវខ្សែសរុប គឺមិនត្រូវបានធ្វើអោយ ប៉ះពាល់ដោយការកើនឡើងតិចតួចនៃបរិមាណអាសូត និងអាម៉ូញ៉ាក់ ខណៈការកើនឡើងនោះវានាំឲ្យមាន ការធ្លាក់ចុះផលិតកម្មជីវខ្សែប្រមាណជា ៥០% នៃអត្រាផលិតកម្មជីវខ្សែដើម។

៣.៣.៣ សក្តានុពលនៃជីវមេតាន

ការធ្វើតេស្តរក BMP គឺត្រូវបានគេប្រើប្រាស់យ៉ាងសំខាន់ ដើម្បីកំណត់ទិន្នផលមេតាននៃវត្ថុធាតុដើមមួយ។ តេស្តទាំងនេះ ផ្តល់នូវព័ត៌មានលើលក្ខណៈបំបែកធាតុរបស់វត្ថុធាតុដើម រួមបញ្ចូលទាំងកម្រិតងាយ បំបែកធាតុ។ ជម្រើសតំណាងទិន្នន័យជាលេខជាច្រើន ត្រូវបានស្នើរដើម្បីប៉ាន់ស្មាននៃដំណើរការ BMP នៃវត្ថុ ធាតុសរីរាង្គ (Hansen et al. 2004)។ វិធីសាស្ត្រនេះ ប្រើប្រាស់ដោយផ្អែកគោលការណ៍ដូចគ្នា លើកលែងតែ លក្ខខណ្ឌបច្ចេកទេស និងការរៀបចំការពិសោធន៍ អាចខុសគ្នា (Rodriguez 2011)។ បច្ចេកទេសពិសោធន៍ ភាគច្រើន គឺជាវិធីសាស្ត្រផ្តោតរួមជាក្រុមតែម្តង។ Jingura and Kamusoko (2017) បានរាយការណ៍អំពី ចំនួននៃវិធីសាស្ត្រពិសោធន៍ ជាមួយនឹងវត្ថុធាតុដើមខុសៗគ្នា ដើម្បីប៉ាន់ស្មានដំណើរការ BMP។ ពួកគេបាន ថ្លែងថា តម្លៃនៃ BMP រងឥទ្ធិពលដោយកត្តាផ្សេងៗនៃសមាសធាតុខាងក្នុងរបស់វត្ថុធាតុដើម បរិមាណសរុប នៃអង្គធាតុរឹង និងអង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ ក៏ដូចជាកម្រិតបំបាយនៃតម្រូវការអុកស៊ីតសែនក្នុងជីវសាស្ត្រ និងគីមីសាស្ត្រ (BOD/COD) អត្រាសមាមាត្រ កាបូន/អាសូត សារធាតុបង្កាក់ប្រតិកម្ម និងការអនុវត្តតាមបែបក្សេត្រសាស្ត្រជាដើម។

ផ្ទុយមកវិញ ដំណើរការភ្ជាប់តាមបែបទិន្នន័យមានស្រាប់ចេញពីឯកសារយោងនានា ដើម្បីកំណត់ BMP គឺតម្រូវការជាចាំបាច់ ដោយសារតែវិធីសាស្ត្រធ្វើពិសោធន៍បច្ចុប្បន្ននេះគឺថ្លៃ និងចំណាយពេលច្រើន (Triolo et al. 2011)។ ដូច្នេះ ពេលវេលា និងការចំណាយ គឺជាអញ្ញាតដែលត្រូវគិតដល់នៅក្នុងជម្រើសនៃវិធី សាស្ត្រ។ ការរៀបចំការពិសោធន៍នៃការតេស្ត BMP យ៉ាងសាមញ្ញ ត្រូវបានរាយការណ៍ដោយ (Drosg et al. 2013)។ ឧបករណ៍វាស់វែងមាឌខ្សែជីវខ្សែ ត្រូវបានយកមកជំនួសវិញដោយត្រីមតែយកដបទឹកសុទ្ធជី

សាមញ្ញ ដែលបង្កើតតេស្តលើការអនុវត្តបន្ថែមទៀត។ លើសពីនេះទៀត ដបមួយដែលផ្ទុកសារធាតុសូលុយ ស្យុងអាល់កាលី គឺត្រូវបានដាក់ជំនួសបន្ទាប់ពីជុងជីវឧស្ម័នស្រូបយកកាបូនឌីអុកស៊ីត ដែលបានផលិតរួច និង យកវាទៅវាស់វែងរកមេតានដោយផ្ទាល់។

៣.៤ ធាតុបង្កផលប៉ះពាល់ដល់ដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន

ការប្រព្រឹត្តកម្មបំបែកធាតុក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនត្រូវការអុកស៊ីតនៃវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គ គឺជាដំណើរដ៏ស្មុគស្មាញ និងជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងជំហាននៃការបំបែកធាតុខុសគ្នា។ ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ដែលចូលរួមនៅក្នុង ដំណើរការ អាចជាភាពជាក់លាក់លើជំហាននៃការបំបែកធាតុនីមួយៗ ដូច្នោះអាចមានតម្រូវការ ផ្នែកបរិស្ថានខុសៗគ្នា។ លក្ខខណ្ឌគ្រឹះជាក់ស្តែងដូចជា អវត្តមានអុកស៊ីសែន (លក្ខខណ្ឌមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែន) សីតុណ្ហភាព កម្រិតសមស្របនៃការផ្គត់ផ្គង់សារធាតុចិញ្ចឹមដែលបានកំណត់ និងមិនប្រែប្រួលនៃ pH ត្រូវតែស៊ីគ្នា ដើម្បីអាចអោយបាក់តេរីអាចបំបែកវត្ថុធាតុដើមយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាព (Gomez and Costa 2013)។ ក្រៅពី នេះ វត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នប្រែប្រួលយ៉ាងគួរឲ្យកត់សម្គាល់ អាស្រ័យលើសមាសធាតុខាង ក្នុងរបស់វត្ថុធាតុដើម លក្ខណៈងាយបំបែកធាតុ សក្តានុពលមេតាន បរិមាណម៉ាសស្នូតនិងបរិមាណនៃសារធាតុចិញ្ចឹម និងលក្ខណៈផ្សេងៗទៀត។ ដើម្បីស្វែងយល់អំពីទំនាក់ទំនងរវាងវត្ថុធាតុដែលដាក់ចូលទៅក្នុងឡ ជីវឧស្ម័ន និងសក្តានុពលទិន្នផលជីវឧស្ម័ន វិធីសាស្ត្រនៃផលិតកម្មជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈ ដោយផ្អែកលើចំនួននៃដំណាក់កាលប្រព្រឹត្តកម្ម កម្រិតសីតុណ្ហភាព pH និងលក្ខណៈរូបគីមី រាប់បញ្ចូលទាំង បរិមាណសំណើម និងអង្គធាតុសរីរាង្គងាយរកបាន ដែលមានភាពចាំបាច់ដើម្បីកំណត់លក្ខណៈរបស់ពួកវា។ ការបរិយាយពីគុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិ នៃវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ ត្រូវបានសង្ខេបដោយ (Ghodrat et al. 2018) និងស្តង់ដារកំណត់លក្ខណៈរបស់វត្ថុធាតុដើមទាំងអស់នេះ គឺត្រូវបានរៀបចំជាតារាងដោយ (Drosg et al. 2013) ។ ដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្ម AD ភាគច្រើន ប្រព្រឹត្តទៅបានយ៉ាងរលូនដោយកំណត់កម្រិតណីតនៃ pH និង សមាមាត្រ C:N នៃការរួមបញ្ចូលគ្នានៃសារធាតុទាំងនោះនៅចន្លោះ ២០:១ និង ៣០:១។ ខណៈដែល ពពួកមី ក្រូសរីរាង្គក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនមានវត្តមានអុកស៊ីសែននៅខាងក្នុងឡជីវឧស្ម័ន ត្រូវការផ្គត់ផ្គង់ពីសារធាតុផ្សំគ្រឹះ មួយចំនួន ដែលចាំបាច់នៅក្នុងសកម្មភាពពន្លឿនលឿនបំបែកធាតុ ឬប្រតិកម្មមេតាបូលីស ហើយវាជាការអនុវត្តទូទៅលើការលាយបញ្ចូលគ្នាបន្ថែមលើវត្ថុធាតុដើម (ការបំបែកធាតុរង) ដើម្បីទទួលបានតុល្យភាពសមាសធាតុខាងក្នុងនៃវត្ថុធាតុដើម និងផលប៉ះពាល់ជាអន្តរអំពីរវាងគ្នា លើតុល្យភាពលើដំណើរការប្រព្រឹត្តកម្មដែល ធ្វើអោយកាន់តែប្រសើរឡើងនិងទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់ (Biosantech et al. 2013)។

៣.៤.១ សីតុណ្ហភាព និងកម្រិត pH

សីតុណ្ហភាព មានផលប៉ះពាល់យ៉ាងគួរអោយកត់សម្គាល់លើសហគមន៍នៃពពួកមីក្រូសរីរាង្គ ដំណើរ ការផ្លាស់ទី និងភាពនៅនឹងថ្កល់របស់វា និងទិន្នផលមេតាន។ អំឡុងពេលប្រព្រឹត្តកម្ម សីតុណ្ហភាពទាបធ្វើអោយ ធ្លាក់ចុះនៃដំណើរលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសរីរាង្គ អត្រាប្រើប្រាស់វត្ថុធាតុដើម និងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

ហើយជាលទ្ធផលនាំអោយមានការថមថយនៃថាមពលកោសិកាតូចៗ និងការលេចធ្លាយនៃសារធាតុសរសៃ ឬពួកផ្ទុកប្រូតេអ៊ីនពេញលេញ។ ផ្ទុយមកវិញ សីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាលទ្ធផលបង្កទិន្នផលជីវឧស្ម័នទាប ដោយសារតែផលិតកម្ម នៃអង្គធាតុរឹងកកនៅបាតឡជីវឧស្ម័នដូចជា អាម៉ូញាក់ដែលបង្កាក់លើសកម្មភាពនៃ ការផលិតមេតានក្នុងជីវឧស្ម័ន (Khalid et al. 2011)។

AD អាចកើតឡើងក្រោមលក្ខខណ្ឌ កម្រិតសីតុណ្ហភាពចំនួនពីរសំខាន់ គឺលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាព ម៉េសូ ហ្វីលីក (mesophilic) ចន្លោះ ២៥-៤០ អង្សារសេ និងលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពទែរម៉ូហ្វីលីក (thermophilic) ចន្លោះ ៤៥-៦៥ អង្សារសេ។ កម្រិតសីតុណ្ហភាពចន្លោះពី ៣៥ -៣៧ អង្សារសេ គឺត្រូវបានចាត់ទុកថាសម ស្របសម្រាប់ផលិតកម្មមេតាន ក្រោមលក្ខខណ្ឌមេសូហ្វីលីក (Moset et al. 2015)។ Castillo et al. (2006) បានរកឃើញថា សីតុណ្ហភាពនៃប្រតិបត្តិការល្អបំផុតរបស់ម៉េសូហ្វីលីក និងទែរម៉ូហ្វីលីក គឺ ៣៥ និង ៥៥ អង្សារសេ អមជាមួយនឹងរយៈពេលនៃការបំបែកធាតុពី ១៥-៣០ ថ្ងៃ និង ១២-១៤ ថ្ងៃ រៀងៗគ្នា។ សីតុណ្ហភាព ត្រឹមត្រូវនៅក្នុងការបំបែកធាតុ អាចមានការខុសគ្នាអាស្រ័យលើសមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម និងប្រភេទឡជីវ ឧស្ម័ន។ ប៉ុន្តែ នៅដំណើរការ AD ភាគច្រើន គួរតែត្រូវបានរក្សាកម្រិតថេរ ដើម្បីផ្តល់អោយនូវអត្រាផលិតជីវ ឧស្ម័នបានរហូត។ សីតុណ្ហភាពថេរ គឺតម្រូវសម្រាប់កំណត់លំដាប់នៃដំណើរអោយបានត្រឹមត្រូវ និងការ ប្រតិបត្តិការលើជីវឧស្ម័ន ប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព ដោយសារតែការឡើងចុះនៃទិន្នផលជីវឧស្ម័ន អាចជាលទ្ធ ផលនៅក្នុងការរាំងស្ទះនៃការដំណើរការ និងផ្លាស់ប្តូរចន្លោះសម្ព័ន្ធគីមីរបស់កពណ្ឌកម្រិតសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងឡជីវ ឧស្ម័ន។ ឡជីវឧស្ម័នភាគច្រើន ត្រូវបានដាក់ដំណើរការនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពម៉េសូហ្វីលីក ដោយ កម្រិតនៃដំណើរការគឺរក្សាលំដាប់បានច្រើន ដោយតម្រូវការចំណាយថាមពលដុតកម្តៅតិចតួច និងមានអត្រា នាំមុខមួយលើសកម្មភាពប្រព្រឹត្តកម្ម និងកាត់បន្ថយហានិភ័យនៃផលរំខានពីសារធាតុអាម៉ូញាក់ និងកាត់ បន្ថយការបរាជ័យលើដំណើរការ AD ជាងដំណើរការនៅក្នុងសីតុណ្ហភាពទែរម៉ូហ្វីលីក។ ទោះបីយ៉ាងណា ឡប្រភេទទែរម៉ូហ្វីលីក មានប្រសិទ្ធភាពជាងដោយផ្អែកលើពេលវេលាបំបែកធាតុ និងផលិតកម្មឧស្ម័នជា ប្រក្រតី (Gao et al. 2011)។ តម្លៃ pH គឺជាការកំណត់លើលក្ខណៈអាស៊ីត និងលក្ខណៈបាសនៃល្បាយសូ លុយស្យុងដែលជាវត្ថុធាតុដើមដាក់ចូលក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ វាអាចត្រូវបានវាស់វែងនៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមរាវ ជាមួយនឹងឧបករណ៍វាស់កម្រិត pH ស្តង់ដារ (ស្តង់ដារ EN 12176) ខណៈដែល នៅក្នុងវត្ថុធាតុដើមពាក់កណ្តាល រឹង និងរឹង សំណាកត្រូវបានគេយកវាទៅលាយជាមួយទឹក បន្ទាប់មកបានយកទៅវិភាគ។ កម្រិត pH ត្រឹម ត្រូវនៃដំណាក់កាលបំបែកជាទឹក និងជាអាស៊ីតនៃវត្ថុធាតុដើមនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន គឺពី ៥.០-៦.០ និងពី ៥.៥- ៦.៥ រៀងៗគ្នា រីឯកម្រិតសមស្របរបស់ pH គឺចន្លោះ ៦.៨-៧.២ នៅក្នុងដំណាក់កាលផលិតបាក់តេរី និងមេ តាន (Ward et al. 2008)។ ស្រដៀងគ្នានេះដែរ កម្រិតដីសុក្រិតនៃតម្លៃ pH ដែលសមស្រប គឺនៅចន្លោះពី ៦.៥ ទៅ ៧.៥ ដើម្បីទទួលបានទិន្នផលជីវឧស្ម័នអតិបរមាចេញពីក្នុងឡជីវឧស្ម័ន (Liu et al. 2008)។ តម្លៃ pH លើការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម AD គឺជាទូទៅលើកម្រិតណីត និងបរិមាណបាស គឺអាស្រ័យសំខាន់លើ ការបំបាយ

នៃឧស្ម័នកាបូនិចនៅក្នុងដំណាក់កាលផលិតឧស្ម័ន និងកម្រិតបំភាយនៃសារធាតុអាម៉ូញាក់នៅក្នុងដំណាក់កាលពង្រាវ និងបរិមាណទឹក។ វា គឺសំដៅទៅដល់ការមានកម្រិតណីតមួយមុននឹងបញ្ចូលទៅឲ្យជីវឧស្ម័នសម្រាប់ល្បាយនៃវត្ថុធាតុដើម។ ប្រសិនបើការកើតនៃលក្ខណៈអាស៊ីតស្រាល កើតឡើងអំឡុងពេលប្រព្រឹត្តកម្ម AD នោះកម្រិត pH អាចនឹងកើនឡើងតាមរយៈការបន្ថែមនៃបាសសម្រាប់អោយមានលំនឹង ដូចជា $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 , និង NaOH ចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន (Drosog et al. 2013) និង (Ghanavati 2018)។

៣.៤.២ សំណើម

ជាទូទៅ អត្រាសំណើមខ្ពស់ជួយសម្រួលដល់ដំណើរឡជីវឧស្ម័ន AD និងវាក៏ទំនងជាអាចនឹងប៉ះពាល់ដល់ដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្ម តាមរយៈការរំលាយនៃសារធាតុរលាយសរីរាង្គល្បឿនផងដែរ។ ទិន្នផលខ្ពស់នៃផលិតកម្មមេតាន កើតឡើងស្ថិតនៅសំណើមបរិយាកាស ចន្លោះ ៦០-៨០% (Bouallagui et al. 2003)។ ទោះបីយ៉ាងណា វាមានផលលំបាកក្នុងការរក្សានូវលទ្ធភាពដូចគ្នានៃបរិមាណទឹកតាមរយៈវដ្តនៃការបំបែកធាតុ ដោយសារតែបរិមាណទឹកដែលត្រូវបានគេបន្ថែមក្នុងអត្រាខ្ពស់ គឺត្រូវបានចម្រុះនៅកម្រិតទាបជាក់ស្តែងនៃដំណើរការបំបែកធាតុក្នុងឡជីវឧស្ម័នចាប់តាំងពីដំណើរការដំបូង។ 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 និងបរិមាណសារធាតុសសៃរ ត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈសម្រាប់បរិមាណមេតានដែលអាចត្រូវបានផលិតបានយ៉ាងមានសក្តានុពលក្រោមលក្ខខណ្ឌ AD (Lesteur et al. 2010)។ កម្រិតបំភាយដំបូងនៃបរិមាណអង្គធាតុរឹងសរុប តម្រូវការអុកស៊ីសែនគីមីនិងជីវៈ និងអត្រាសមាមាត្រ C:N នៃវត្ថុធាតុនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន អាចប៉ះពាល់យ៉ាងគួរឲ្យកត់សម្គាល់ទៅលើប្រតិបត្តិការនៃដំណើរការប្រព្រឹត្តិកម្ម និងបរិមាណមេតានដែលផលិតបានអំឡុងពេលដំណើរការ (Fernández et al. 2008)។

៣.៤.៣ សមាសធាតុនៃវត្ថុធាតុដើម

ទិន្នផលមេតាន ប្រែប្រួលផ្អែកតាមរចនាសម្ព័ន្ធគីមីឧស្ម័ន ឬវត្ថុធាតុដើមម៉ាសដូចគ្នាជាដើម (Mayer et al. 2014)។ Weiland (2010) បានបង្ហាញថា ខ្លាញ់ និងប្រូតេអ៊ីនជួយជម្រុញការផលិតមេតានច្រើនជាងសារ

ធាតុកាបូនអ៊ីដ្រាត និងសារធាតុលីនីនដែលវាមិនមានលក្ខណៈបំបែកធាតុក្រោមលក្ខខណ្ឌ AD (តារាងទី ៧) ។

តារាងទី៧ ទិន្នផលឧស្ម័នអតិបរមា និងអត្រានៃបរិមាណមេតានតាមទ្រីស្តី (Weiland 2010)។

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

៣.៤.៤ បរិមាណអង្កាតុរឹងសរុប និងអង្កាតុសរីរាង្គរឹង

អង្កាតុរឹងសរុប បង្ហាញអំពីអត្រាភាគរយនៃអង្កាតុសរីរាង្គ និងមិនសរីរាង្គ។ បរិមាណ TS នៃវត្ថុធាតុដើម អាចត្រូវបានគេវិភាគដោយសម្បូតសំណាកនៅក្នុងទូសម្បូតនៅសីតុណ្ហភាព ១០៥ អង្សារសេ រហូតដល់ទម្ងន់ថេរ។ បរិមាណ TS នៃវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន មានឥទ្ធិពលដល់ដំណើរការ AD ជាពិសេសប្រសិទ្ធភាពនៃជីវឧស្ម័ន។ ប្រព័ន្ធដែលប្រើប្រាស់ក្នុងដំណើរការ AD គឺត្រូវបានបែងចែកថ្នាក់ដោយយោងទៅតាមភាគរយនៃ TS នៅវត្ថុធាតុដើម។ ប្រភេទនៃបច្ចេកវិទ្យា AD ចំនួនបីសំខាន់ ដែលធ្វើការដោយយោងតាមបរិមាណ TS នៃវត្ថុធាតុដើម គឺ $\leq 90\%$, $90-100\%$ និង $\geq 100\%$ នៃបរិមាណ TS សម្រាប់លក្ខណៈសើមធម្មតា ដំណើរការពាក់កណ្តាលសម្បូត និងដំណើរការសម្បូតបែបទំនើប រៀងៗគ្នា (Yi et al. 2014)។ ជាធម្មតា បរិមាណទិន្នផលជីវឧស្ម័នសរុបចម្រុះជាមួយនឹងកំណើននៃបរិមាណ TS នៅចន្លោះពី ១០% ទៅ ២៥ % ក្នុងក្រុមនៃដំណើរការ AD ក្រោមលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាព ម៉េសូហ្វីលីក (Abbassi-Guendouz et al. 2012)។ វាមានភស្តុតាងបញ្ជាក់ថា ទិន្នផលជីវមេតានត្រូវបានជះឥទ្ធិពលដោយបរិមាណ VS ដូច្នោះ BMP អាចត្រូវបានគេព្យាករណ៍ជាមួយកម្រិតសុក្រិតភាពខ្ពស់ ដោយប្រើប្រាស់ត្រីមតែបរិមាណនៃ VS ប៉ុណ្ណោះ (Schievano et al. 2009)។

៣.៤.៥ តម្រូវការជីវសាស្ត្រ និងគីមីសាស្ត្រ

តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងគីមីសាស្ត្រ (COD) ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ ដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃសារធាតុសីរាវ (OM) នៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ COD គឺជាអង្គធាតុដែលបង្ហាញអំពីវត្ថុធាតុងាយរងអុកស៊ីតកម្មក្នុងគីមីសរុបនៃសំណាកមួយ និងបង្ហាញអំពីថាមពលគីមីអតិបរមានៅក្នុងវត្ថុធាតុដើម។ ដោយសារតែមីក្រូសរីរាង្គ បម្លែង

ថាមពលគីមីទៅជាមេតាន ដូច្នេះ ជីវខ្សែអាចត្រូវបានគណនា។ តាមទ្រឹស្តី ផលិតកម្មមេតាន គឺ 0.៣៥ - 0.៥ ម^៣/ គ.ក្រ COD ដែលដកចេញដូច្នេះ ផលិតកម្មជីវខ្សែនឹងខ្ពស់ជាងអត្រានៃមេតាន ដែលវាគ្រាន់តែជាផ្នែកមួយនៃជីវខ្សែប៉ុណ្ណោះ (Angelidaki et al. 2009)។

តម្រូវការអុកស៊ីសែនក្នុងជីវសាស្ត្រ (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 គឺជាថាមពលអតិបរមាដែលអាចត្រូវបានយកចេញដោយជីវខ្សែ។ បើទោះបីជាក្រោមលក្ខខណ្ឌគីមីយ៉ាងណាក្តី សារធាតុមួយចំនួនអាចត្រូវបានរងនូវអុកស៊ីតកម្ម ប៉ុន្តែពួកវាមិនអាចដំណើរការក្រោមលក្ខខណ្ឌជីវសាស្ត្រឡើយ។ ដូច្នេះ វាមិនមានការសេសសល់នូវកាកឡូជីវខ្សែឡើយ។ ការប្រើប្រាស់សាកល្បងលើប្រព្រឹត្តកម្មសំណល់នៃ COD នៅក្នុងល្បាយរាវនៃដំណើរការចេរមួយ អាចត្រូវបានគេវាស់វែង ដូច្នេះ ការបំបែកធាតុនៃ COD ជាក់ស្តែង គឺអាចត្រូវបានកំណត់។

ទំនាក់ទំនងនៃ BOD និង COD មានលក្ខណៈប្រែប្រួលខុសគ្នាដោយពឹងផ្អែកលើប្រភេទនៃកាកសំណល់រាវពីសកម្មភាពរោងចក្រនានាជាដើម។ សំណល់រាវ មានផ្ទុកសារធាតុកម្រិតខ្ពស់នៃសារធាតុរងអុកស៊ីតកម្មគីមីដែលបំបែកចេញពីសារធាតុសរីរាង្គ។ ជាទូទៅ កម្រិតបំបែកធាតុ ឬសមត្ថភាពនៃការបំបែកធាតុ (BOD/COD ratio) គឺ 0.៣:0.៨ សម្រាប់កាកសំណល់រាវទីក្រុងដែលមិនទាន់ធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម និង 0.៥:១ សម្រាប់កាកសំណល់រាវក្នុងស្រុក (Al-Sulaiman & Khudair 2013)។

៣.៤.៦ អត្រាផលធៀបកាបូននិងអាសូត

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

Dioha et al. (2013) បានផ្តល់ផលធៀបជាទូទៅ នៃ C:N សម្រាប់វត្តធាតុដើមមួយចំនួនដូចជា៖ 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-diwanayah 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, Drog 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.
- Sadi 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 និងបច្ចេកវិទ្យានៃឡដីវឌ្ឍន៍ត្រូវធ្វើដើម្បីធានាថាការចាប់ផ្តើមនៃឡដីវឌ្ឍន៍ អាចផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍ដល់ការវិនិយោគសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុពីឡដីវឌ្ឍន៍ពីវត្តមានដើមដែលមានស្រាប់។ ការធ្វើផែនការរួមមាន ការសិក្សាពីលទ្ធភាពដំបូង និងលទ្ធភាពដែលមានគោលបំណងប៉ាន់ប្រមាណបរិមាណកាកសំណល់ដែលអាចរកបានសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ថាមពល តម្លៃវិនិយោគ និង សេដ្ឋកិច្ចនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ការរចនាឡដីវឌ្ឍន៍រួមមាន ការកំណត់ប្រភេទនិងបរិមាណរ៉ែអាក់ទ័រ និងសមត្ថភាពប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន។ ផ្នែកចុងក្រោយនៃជំពូកនេះបង្ហាញពីបច្ចេកវិទ្យាគ្របដណ្តប់ដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់រួចហើយសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា។

៤.១ ជំហានជាមូលដ្ឋានក្នុងការរៀបចំផែនការ និងគម្រោងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ

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

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

៤.១.១ ការសិក្សាលទ្ធភាព

កសិដ្ឋានភាគច្រើនមានលក្ខណៈខុសប្លែកពីគ្នា ដូច្នេះការពិគ្រោះយោបល់ជាមួយអ្នកជំនាញជីវខស្ម័ន សម្រាប់ការធ្វើទស្សនកិច្ចសិក្សានៅកសិដ្ឋាន គឺចាំបាច់ដើម្បីធានាបាននូវការសាងសង់ប្រព័ន្ធជីវខស្ម័នត្រឹមត្រូវមួយ។ ការសិក្សាអំពីលទ្ធភាព គឺដើម្បីបង្កើតគំរូផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចពីការវិនិយោគឡជីវខស្ម័ន។ ទិន្នន័យទូទៅពីកសិដ្ឋាន ដូចជាចំនួនសត្វ លាមកសត្វក្នុងមួយថ្ងៃ សមាធាតុស្លុត (DM) និងទិន្នន័យពីការវិភាគមន្ទីរពិសោធន៍នៃលាមកសត្វ អនុញ្ញាតឱ្យអ្នកជំនាញជីវខស្ម័នអាចប៉ាន់ប្រមាណផលិតកម្មជីវខស្ម័ន និងការផលិតថាមពលអគ្គីសនី (Langeveld and Peterson 2018)។ ដោយផ្អែកលើបរិមាណវត្ថុធាតុដើមដែលមានសក្តានុពលដែលត្រូវប្រើក្នុងឡជីវខស្ម័ន និងការជ្រើសរើសបច្ចេកវិទ្យា ក៏ដូចជាការប្រើប្រាស់ជីវខស្ម័ន វិមាត្រនិងទំហំរបស់ឡអាចត្រូវបានរចនា និងសាងសង់។ ចុងបញ្ចប់ ការវិនិយោគសរុបនិងរយៈពេលសងត្រលប់ អាចត្រូវបានប៉ាន់ស្មានដោយផ្អែកលើតុល្យភាពតម្រូវការថាមពល ជាមួយនឹងផលិតកម្មជីវខស្ម័ន។ ដំណើរការរៀបចំផែនការសម្រាប់ការសាងសង់ឡជីវខស្ម័នមានភាពស្មុគស្មាញនិងចំណាយពេលច្រើន ហើយបញ្ហាជាច្រើនទាក់ទងនឹងបញ្ហាហិរញ្ញវត្ថុ សេដ្ឋកិច្ច បរិស្ថាន និងសង្គម មុនពេល អំឡុងពេល និងបន្ទាប់ពីការសាងសង់ចាំបាច់ត្រូវសិក្សាអោយបានហ្មត់ចត់ (លម្អិតបន្ថែមនៅក្នុងជំពូកទី៧)។

៤.២ ការរចនាឡជីវខស្ម័ន

សម្រាប់ការរចនាឡសម្រាប់ AD វាចាំបាច់ក្នុងការបង្កើតបច្ចេកវិទ្យាឱ្យបានត្រឹមត្រូវដើម្បីប្រើប្រាស់ និងទំហំឡដែលត្រូវការ។ រាល់ការរចនាឡជីវខស្ម័នចាំបាច់គួរតែចាប់ផ្តើមពីការជ្រើសរើស 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) ការគ្រប់គ្រងទំហំអាក់ទ័រ និង (៤) បច្ចេកវិទ្យា (ឧទាហរណ៍ plug-flow, CSTR, USAB, lagoon ។ល។)។ អញ្ញតពីរដំបូងត្រូវបានពិពណ៌នានៅក្នុងជំពូកទី៣។ ផ្នែកនេះបង្ហាញពីបរិមាណអាក់ទ័រដោយកំណត់តម្លៃនៃ HRT និង OLR និងប្រភេទនៃដំណើរការ AD ដទៃទៀត។ ដូចគ្នានេះផងដែរ ប្រភេទនៃដំណើរការ AD គួរតែត្រូវបានពិចារណាព្រោះវាអាចនាំឱ្យមានការកើនឡើងនូវទំហំផលិតកម្មជីវខស្ម័ន។

៤.៣ ទំហំវេរីអាត់ទ័រ

ទំហំឡសរុបត្រូវបានកំណត់ដោយពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់ក្នុងឡ (HRT) និង អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ (OLR)។ ទំហំវេរីអាត់ទ័រចាំបាច់ត្រូវសម្របខ្លួនទៅនឹងបរិមាណកាកសំណល់ និងអត្រានៃការសឹកវិចល ឬ បំបែកធាតុនៃកាកសំណល់ និងល្បឿននៃការរីករាលដាលនៃពពួកបាក់តេរីវិលាយកាកសំណល់។ មីក្រូសរីរាង្គ ត្រូវតែមានពេលវេលាគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ដំណើរការនៃការបំបែកធាតុ ដែលកំណត់ពេលវេលារក្សាអប្បបរមា ជាក់លាក់។ ការផ្ដោតអារម្មណ៍លើសារធាតុសរីរាង្គ គឺមិនត្រូវអោយហួសកំរិតនៃអតិសុខុមប្រាណ ដែលនាំអោយមានដំណើរការរារាំងដល់កំណត់អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គអតិបរមាជាក់លាក់។ អត្រានៃ HRT និង OLR ត្រូវបានប្រើដើម្បីគណនាទំហំឡជីវខ្សែ (Sarker et al. 2019)។

៤.៣.១ ពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់រាវ

ពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់ គឺជាអញ្ញតសំខាន់មួយដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការរចនា និងបង្កើនប្រសិទ្ធភាពនៃដំណើរការ AD។ រយៈពេលនៃការរក្សាកាកសំណល់ដែលបានផ្តល់ គឺអាស្រ័យលើសីតុណ្ហភាពវិលាយកាកសំណល់ ឬមួយមានការបន្សុទ្ធកាកសំណល់ជាមុន (Talia 2018)។ ភាគច្រើនវាអាស្រ័យលើប្រភេទវេរីអាត់ទ័រដែលត្រូវប្រើនិងប្រភេទនៃកាកសំណល់។ ពេលវេលារក្សាទុក គឺសំដៅទៅលើពេលវេលារក្សាទុកកាកសំណល់រាវក្នុងឡ និងពេលវេលារក្សាទុកសមាសធាតុរឹង (SRT)។ HRT តំណាងឱ្យពេលវេលារក្សាទុកនៃដំណាក់កាលរាវ រីឯ SRT បង្ហាញពីការរក្សានូវអតិសុខុមប្រាណនៅក្នុងឡ។ នៅក្នុងប្រព័ន្ធវេរីអាត់ទ័រដែលមាន(កាកសំណល់អាហារ ផ្ទះបាយ និងកាកសំណល់ពីទីក្រុង) និងប្រព័ន្ធចម្រុះអតិសុខុមប្រាណដែលមានវត្តមានក្នុងដំណាក់កាលតែមួយ, HRT គឺចាំបាច់សម្រាប់ SRT និងប្រាសមកវិញ។ 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 ជីវខ្សែនិងបរិមាណនៃកាកសំណល់បន្ថែមក្នុងមួយថ្ងៃ ដូចដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងរូបមន្តទី៣ (Rosato 2018)។

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

ការជ្រើសរើសតម្លៃ HRT ត្រូវតែអនុញ្ញាតឱ្យមានការបំផ្លាញកាកសំណល់អោយបានគ្រប់គ្រាន់ដោយមិនចាំបាច់បង្កើនទំហំឡអោយធំពេកទេ។ ការលាងសំអាតអតិសុខុមប្រាណត្រូវតែជៀសវាង ដូច្នោះ HRT មិន

ត្រូវនៅក្រោម ១០ ថ្ងៃឡើយ (Gomez and Costa 2013)។ ជម្រើសនៃ HRT មានភាពខុសគ្នាអាស្រ័យលើសមាសភាពកាកសំណល់ ដំណើរការ និងសីតុណ្ហភាព។ HRT នៅក្នុងដំណើរការ methanogenesis ទាក់ទងនឹងសីតុណ្ហភាពប្រតិបត្តិការ។ ផលិតកម្មជីវខ្សាច់និងមេតាននៅក្នុងលក្ខខណ្ឌ thermophilic មានអត្រាផលិតកម្មខ្ពស់ជាងអត្រាផលិតកម្មក្នុងលក្ខខណ្ឌ mesophilic។ Kim et al. (2006) បង្ហាញថា HRT ចន្លោះចាប់ពី ៨ ទៅ ១២ ថ្ងៃនៅសីតុណ្ហភាពពី ៣០ ទៅ ៥៥ អង្សាសេ។ កាកសំណល់ដែលសំបូរទៅដោយជាតិម្សៅនិងស្ករអាចរំលាយបានយ៉ាងងាយ ដែលជាហេតុធ្វើអោយពេលវេលារក្សាទុកខ្លី។ ចំណែកកាកសំណល់ដែលមានជាតិសរសៃនិងសែលុយឡូស ដូចជាដើមពោតក្រៀម និងចំបើងត្រូវការពេលវេលារក្សាទុកយូរជាងនេះ ព្រោះថាការស្រូបយកជាតិអ៊ីដ្រូសែននៃស្រទាប់ទាំងនេះកើតឡើងក្នុងអត្រាយឺត។ ទោះយ៉ាងណា ពេលវេលា HRT ខ្លីអាចមានហានិភ័យក្នុងការកៀរគរចាក់តេរីយ៉ូមមាន ការបង្កើតអាស៊ីតខ្លាញ់សរីរាង្គដែលមានទំងន់ម៉ូលេគុលធ្ងន់ ហើយជាលទ្ធផលភាពតានតឹងកើនឡើងដល់មេតាណូល។

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

៤.៣.២ អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ

អត្រាផ្ទុកសរីរាង្គ (OLR) គឺជាបរិមាណសារធាតុសរីរាង្គដែលបានបន្ថែមទៅប្រព័ន្ធ AD ក្នុងមួយថ្ងៃក្នុងមួយម៉ែត្រក្នុងមួយឯកតានៃទំហំអាក់ទ័រ។ OLR គឺជាវង្វាស់នៃសមត្ថភាពបំបែកជីវសាស្ត្រនៃប្រព័ន្ធ AD។ តម្លៃរបស់វាត្រូវបានប៉ាន់ប្រមាណផ្អែកលើអង្កតជីវសាស្ត្រខុសគ្នា និងតំណាងឱ្យតម្លៃផ្ទុករបស់ឡូ។ វាអាចធ្វើទៅបានដើម្បីបង្កើន OLR ប្រសិនបើកាកសំណល់ងាយរំលាយដោយពពួកអតិសុខុមប្រាណ និងជាលក្ខខណ្ឌល្អប្រសើរបំផុតសម្រាប់ការរំលាយកាកសំណល់។ ខណៈពេលដូចគ្នានេះដែរ វាក៏ត្រូវបានរក្សាទុកនៅកម្រិតទាបប្រសិនបើដំណើរការរំលាយនៃកាកសំណល់ត្រូវបានគេគ្រោងទុក (Talia 2018)។ OLR គឺជាអង្កតត្រួតពិនិត្យដ៏សំខាន់ជាពិសេសនៅក្នុងប្រព័ន្ធបន្ត (ការចាក់លាមកសត្វឬកាកសំណល់បន្តទៅក្នុងឡ) ។ ឡូជាច្រើនត្រូវបានរាយការណ៍ពីការបរាជ័យនៃប្រព័ន្ធរបស់វាដោយសារតែការផ្ទុកលើសចំនុះ។

ការដាក់កាកសំណល់ទៅក្នុងប្រព័ន្ធខាងលើលើសនិរន្តរភាពរបស់ OLR វានឹងផ្តល់ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន ទាបដោយសារតែការប្រមូលផ្តុំសារធាតុរាវនៅក្នុងកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (ឧ. អាស៊ីតខ្លាញ់)។ ការដាក់ បន្ទុកសរីរាង្គខ្ពស់នាំឱ្យផលិតកម្មជីវឧស្ម័នខ្ពស់ជាងមុនប៉ុន្តែក៏អាចនាំឱ្យមានអស្ថេរភាពខ្ពស់ផងដែរ ដោយសារ តែការផ្លាស់ប្តូរសមាសធាតុ និងការប្រមូលផ្តុំនៃ VFA។ ការផ្លាស់ប្តូរនៃ VFA ពីទំងន់ម៉ូលេគុលទាបទៅខ្ពស់ ជួយជម្រុញដល់ការរស់នៅរបស់មេតាន។ ការប្រមូលផ្តុំនៃ VFA រំខានដល់តុល្យភាពនៃអតិសុខុមប្រាណ ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងការរលួយវត្ថុធាតុសរីរាង្គ និងផលិតកម្មមេតាន។ កំហាប់ខ្ពស់នៃ VFA ធ្វើអោយថយចុះកំរិត pH ដែលបណ្តាលឱ្យមានការហាមឃាត់ និងការកាត់បន្ថយ ឬបញ្ឈប់ជាបន្តបន្ទាប់នៃផលិតកម្មមេតាន។ ក្នុង កាលៈទេសៈបែបនេះ អត្រានៃការបញ្ចូលកាកសំណល់ទៅក្នុងប្រព័ន្ធឡូត្រូវតែកាត់បន្ថយ។ ការដាក់បញ្ចូល សមាសធាតុសរីរាង្គទាបពេក អាចរារាំងការផ្ទុកលើសទម្ងន់ និងបង្កាក់ដំណើរការឡ។ ទោះយ៉ាងណា វាក៏ផ្តល់ នូវលទ្ធផលជីវឧស្ម័នទាប និងជាចំណុចប្រតិបត្តិការមិនទទួលបានផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចដល់ម្ចាស់ឡ។ ដូច្នេះ វាចាំបាច់ណាស់ក្នុងការកំណត់ OLR អោយបានត្រឹមត្រូវដើម្បីបង្កើនផលិតកម្មជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រព័ន្ធ AD នីមួយៗ។ OLR គ្រប់គ្រាន់នៃប្រព័ន្ធ គឺពឹងផ្អែកដោយផ្ទាល់ទៅលើការរចនាឡជីវឧស្ម័ន អង្គធាតុរឹងក្នុង កាកសំណល់ និងពេលវេលារក្សាទុក (Rodriguez 2011) ។ OLR ត្រូវបានគណនានៅក្នុងរូបមន្តទី៤ ហើយ ខ្នាតវាគិតជាគីឡូក្រាម COD ក្នុងមួយម៉ែត្រគូបនៃអ័រ៉ាក់ទ័រសម្រាប់ទឹកស្អុយ និងគិតជា គីឡូក្រាម VS ក្នុង មួយម៉ែត្រគូបនៃអ័រ៉ាក់ទ័រសម្រាប់សំណល់រឹងខ្ពស់ (Monnet 2003)។

$$OLR = COD/HRT = VS/HRT \quad (៤)$$

៤.៤ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន

ឡជីវឧស្ម័នត្រូវបានអនុវត្តនៅក្នុងដំណើរការសើម។ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័នដែលត្រូវបានជ្រើសរើស ជា ធម្មតាអាស្រ័យទៅលើលក្ខណៈសំខាន់ៗនៃកាកសំណល់ដែលត្រូវបានប្រើ ជាពិសេសបរិមាណ TS កំរិត រលាយ BMP និង C:N។ ការជ្រើសរើសឡត្រឹមត្រូវសម្រាប់ដែលប្រើបានអាចជួយបង្កើនទិន្នផលជីវឧស្ម័ន ដោយទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់ប្រតិបត្តិការឡជីវឧស្ម័ន។ Rabii et al. (2019) បានធ្វើ របាយការណ៍អំពីប្រភេទឡសមស្របសម្រាប់ AD ជាមួយនឹងកាកសំណល់ចម្រុះផ្សេងៗគ្នា ដើម្បីបង្កើនទិន្ន ផលជីវឧស្ម័ននិងជីវមេតាន។ Sarker et al. (2019) បានសង្ខេបពីអត្រាផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន ឬទិន្នផលជីវឧស្ម័ន ដោយប្រើប្រាស់ការកំណត់រចនាសម្ព័ន្ធអ័រ៉ាក់ទ័រផ្សេងៗគ្នាទាក់ទងនឹងអញ្ញតប្រតិបត្តិការដូចជា ទំហំអ័រ៉ាក់ ទ័រ ប្រភេទកាកសំណល់ សីតុណ្ហភាពអ័រ៉ាក់ទ័រ pH, OLR, និង HRT ជាដើម។ នៅទីនេះយើងរៀបរាប់អំពី ប្រភេទម៉ាស៊ីនអ័រ៉ាក់ទ័រ ៥ប្រភេទមានដូចជា ធុងអ័រ៉ាក់ទ័រកូរ (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

កាកសំណល់ត្រូវយកទៅអនុវត្តនៅតាមទីវាលដោយមិនបែងចែកប្រភេទឡើយ។ ឧទាហរណ៍ កាកសំណល់ដែលមានកំហាប់ TS ខ្ពស់ និងកាកសំណល់រាវត្រូវបានប្រើជាចំបងជាមួយឡប្រភេទ CSTR ខណៈដែលកាកសំណល់សរីរាង្គរលាយភាគច្រើនត្រូវបានរំលាយនៅក្នុងដំណាក់កាល UAF និង UASB (Langeveld and Peterson 2018)។ តារាងទី៨ ផ្តល់នូវការប្រៀបធៀបនៃឡដឹកជញ្ជូនពីកាកសំណល់ទឹកស្អុយជាមួយនឹងដំណាក់កាលផ្សេងៗគ្នា (Woodard 2006)។

តារាងទី៨ ការប្រៀបធៀបនៃដំណើរការ AD ពីកាកសំណល់ទឹកស្អុយ (Deublein and Steinhauser 2010)

។

ដំណាក់កាល	គុណសម្បត្តិ	គុណវិបត្តិ	ត្រួត COD/ម ^៣ .ថ្ងៃ
CSTR	<ul style="list-style-type: none"> - ទំនាក់ទំនងរវាងបាក់តេរី និងកាកសំណល់ - ការរលាយកាកសំណល់បានល្អ - ជីវម៉ាសមិនចាំបាច់មានល្អាយល្អទេ 		១ - ៥ ត្រ. VS ម ^៣ .ថ្ងៃ
UASB	<ul style="list-style-type: none"> - រយៈពេលស្នាក់នៅតិចជាង ៤៨ ម៉ោង - មិនចាំបាច់ចាក់បញ្ចូល ការរលាយដោយធម្មជាតិ និងការស្រូបយកល្អាយបានល្អ 	<ul style="list-style-type: none"> - ត្រូវការលាងសំអាតខ្ពស់នៃជីវម៉ាសសកម្ម អាស្រ័យលើការចនាដំណាក់កាល - ចាំបាច់ត្រូវស្តារឡើងវិញ អាស្រ័យលើកាកសំណល់ - បញ្ហានៅពេលដែលគ្មានការលេចឡើងនូវកំទិចកំទី - មានការឆ្លើយតបអវិជ្ជមានជាមួយនឹងកំហាប់ខ្ពស់នៃសារធាតុសរីរាង្គដែលមិនរលាយ 	
UAF	<ul style="list-style-type: none"> - ដំណើរការរឹងមាំ - មិនមានឥទ្ធិពលអវិជ្ជមាននៃភាពមិនប្រក្រតី - ការរក្សាមីក្រូសរីរាង្គបានល្អ - តម្លៃថោក និងមិនត្រូវការឧបករណ៍បញ្ជាច - លំហូរដោយសេរី 	<ul style="list-style-type: none"> - កំណកញើសនៃសារធាតុសរីរាង្គ - អាចត្រូវការតំរង់ - អាចធ្វើអោយដាច់ចរន្តទឹក - ការធ្លាក់ចុះនៃសម្ពាធន - តម្រូវការខ្ពស់លើការសាងសង់ - បន្ទុកកាកសំណល់បានតិច - មិនសមស្របចំពោះកាកសំណល់ដែលមានកំហាប់ខ្ពស់ 	១០ - ២០

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

៤.៤.១ វេរីអាក់ទ័រ CSTR

វេរីអាក់ទ័រ CSTR ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាវេរីអាក់ទ័រលាយពីខាងក្រោយ ឬវេរីអាក់ទ័រលំហូរចម្រុះ គឺជាដំណើរការក្នុងលក្ខខណ្ឌសើម ដែលជួយសម្រួលដល់ការរំលាយសារធាតុធាតុរឹងរបស់សេដ្ឋកិច្ចដោយឧបករណ៍កូរ។ ប្រព័ន្ធលាយបញ្ចូលគ្នា គឺជាធាតុផ្សំនៃការរចនាដ៏សំខាន់នៃដំណើរការនេះ ហើយបច្ចេកវិទ្យាលាយបញ្ចូលគ្នាដែលប្រើនៅក្នុងវេរីអាក់ទ័រនេះធានានូវប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការរំលាយ សំណល់អង្គធាតុរឹងសរីរាង្គ (VSS) បើប្រៀបធៀបជាមួយប្រព័ន្ធដទៃទៀត។ ប៉ុន្តែការចំណាយលើការវិនិយោគនៃប្រព័ន្ធនេះ គឺខ្ពស់ជាងប្រព័ន្ធដទៃទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ ៩០% នៃវេរីអាក់ទ័រ សម្រាប់កាកសំណល់រឹង ទឹកស្អុយ និងកាកសំណល់រាវខ្លាំងត្រូវបានប្រើជាមួយ CSTR ប្រភេទម៉ាស៊ីនបញ្ជូរដែលដំណើរការនៅសីតុណ្ហភាព mesophilic។ វេរីអាក់ទ័រប្រភេទនេះសាកសមនឹងការរំលាយកាកសំណល់ជាច្រើន ឧទាហរណ៍ ចាប់ពីកាកសំណល់កសិកម្មរហូតដល់កាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម ឬដំណាំថាមពល ជាមួយសមាសភាពរឹងសរុបរវាង ២ និង ១២% នៃ TS ។ តម្លៃ TS លើសពី ១៥% អាចបណ្តាលឱ្យមានបញ្ហាក្នុងការកូរវេរីអាក់ទ័រនេះ។

ការរចនា CSTR ត្រូវតែសម្របត្រូវទៅនឹងកាកសំណល់ ឧទាហរណ៍ នៅក្នុងការរំលាយកាកសំណល់ដំណាំថាមពលត្រូវអោយមានវេរីអាក់ទ័រទី១និងទី២ជាសេរី ដើម្បីទទួលបានទិន្នផលមេតានជាក់លាក់ខ្ពស់បំផុត (Banks and Ven 2013)។ វេរីអាក់ទ័រជាធម្មតាមានរាងស៊ីឡាំងដែលមានប្រព័ន្ធលាយ ហើយវាអាចដំណើរការបាននៅសីតុណ្ហភាពផ្សេងៗគ្នា និងបរិមាណ OLRs ប្រហែល ២-៥ គីឡូក្រាម VS/ម^៣/ថ្ងៃ។ កាកសំណល់ឡើងវិញស្មុំរាវអាចត្រូវបានកែច្នៃឡើងវិញពីកែវឬផ្សេងទៀតពីរឆ្នោះទៅជំហានដំបូង។ ការកែច្នៃឡើងវិញគឺជាវិធីសាស្ត្រដ៏មានសារៈសំខាន់នៅក្នុងប្រព័ន្ធនេះ ព្រោះវាអនុញ្ញាតឱ្យមានការពង្រាវកាកសំណល់ ហើយត្រូវបានប្រើដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធមានតុល្យភាព (Murphy and Thamsiroj 2013)។

៤.៤.២ Anaerobic Sludge Blanket

Anaerobic Sludge Blanket (UASB) គឺជាប្រភេទវេរីអាក់ទ័រមួយដែលដំណើរការរបស់វាគឺជាការរួមបញ្ចូលគ្នានៃដំណើរការលក្ខណៈរូបនិងជីវសាស្ត្រ។ លក្ខណៈសំខាន់នៃដំណើរការលក្ខណៈរូប គឺការបំបែកអង្គធាតុរឹងនិងឧស្ម័នពីអង្គធាតុរាវ ហើយដំណើរការនៃជីវសាស្ត្រ គឺការរិចរិលនៃសារធាតុសរីរាង្គដែលអាចបំផ្លាញបាននៅក្រោមលក្ខខណ្ឌ AD (Bal and Dhagat 2001)។ វេរីអាក់ទ័រ UASB ត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់ការបន្ថយលើសំណល់ទឹកស្អុយ (Bodkhe 2009)។ វេរីអាក់ទ័រនេះ ប្រើពពួកបាក់តេរីមេតាណូលនីក ឬអតិសុខុមប្រាណដោយបង្កើតជាគ្រាប់ៗដើម្បីបំបែកសារធាតុសរីរាង្គទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត។ កាកសំណល់ហូរឡើងមកខាងលើតាមរយៈម៉ាស៊ីនវេរីអាក់ទ័រនេះ ហើយសំណល់រាវត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងចុង។ សកម្មភាពរួមបញ្ចូលគ្នានៃលំហូរឡើងលើនៃកាកសំណល់ និងទំនាញផែនដីបានរំកិលកាកសំណល់គ្រាប់ៗទៅតំបន់កណ្តាល (sludge blanket) នៃវេរីអាក់ទ័រ។ Blanket ចាប់ផ្តើមឈានដល់កាលកំណត់ដោយធ្លាក់ចុះទៅក្រោមនៅក្នុងកំឡុងពេលប្រហែលបីខែបន្ទាប់ (Nugroho and Santoso 2019)។ វេរីអាក់ទ័រនេះត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់ការរំលាយកាកសំណល់ទឹកស្អុយចេញពីសកម្មភាពលក្ខណៈគ្រួសារ និងសកម្មភាពឧស្សាហកម្មជាមួយនឹងបរិមាណសមាសធាតុរឹងមិនរលាយ (TSS) ទាប ព្រោះវាអនុញ្ញាតឱ្យមានការរក្សាទុកនូវជីវម៉ាសក្នុងកំឡុងពេលរំលាយ។ វេរីអាក់ទ័រ UASB ជាកម្មសិទ្ធិរបស់ប្រព័ន្ធដែលមានអត្រាខ្ពស់ដែលអាចអនុវត្តប្រតិបត្តិការរំលាយក្នុងរយៈពេលខ្លីដែលធ្វើអោយរយៈពេលនៃ HRT ត្រូវបានកាត់បន្ថយ (Mainardis et al. 2020)។ HRT រយៈពេល ១ថ្ងៃ គឺគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការដក COD លើសពី ៧០% ដែលត្រូវនឹងកំហាប់មេតាន ៨៩% ចំពោះកាកសំណល់គោក្របី សត្តយាត និងទឹកស្អុយ (Musa et al. 2018)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ភាពហួសកំរិតនៃជីវម៉ាសនៅខាងក្នុងវេរីអាក់ទ័រ ឬប្រតិបត្តិការក្នុងកំឡុងពេលចាប់ផ្តើមនៃវេរីអាក់ទ័រ អាចកាត់បន្ថយដំណើរការរលាយ។ អត្រាលំហូរមានជះឥទ្ធិពលលើបរិមាណជីវម៉ាស ហើយអត្រាលំហូរសមស្រប គឺសំខាន់សម្រាប់វេរីអាក់ទ័រ UASB។

២.៤.៣ In up-flow anaerobic filter (UFA)

នៅក្នុងវេរីអាក់ទ័រ UFA ស្រទាប់ស្តើងកើតពីអតិសុខុមប្រាណ (biofilm) រីកលូតលាស់លើជើងទំរង់ខាងក្នុង។ Biofilm ត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងវេរីអាក់ទ័រលើទំរង់ Media ដែលផលិតចេញពីវត្ថុធាតុដើម ដូចជាសេវ៉ាមិច កញ្ចក់ ផ្លាស្ទិចវិស្វកម្ម ឬឈើ។ ជាធម្មតា សម្ភារៈតម្រងមានរហូតដល់ ៦០% ទៅ 70% នៃបរិមាណវេរីអាក់ទ័រ។ នៅពេលដែលទឹកហូរកាត់លើគ្រែថេរ (fixed bed) ការបំពុលសរីរាង្គត្រូវបានបំផ្លាញដោយបាក់តេរីដែលលូតលាស់នៅលើគ្រែនេះ (Moran 2018)។ UAF មានលក្ខណៈសាមញ្ញនិងរឹងមាំ ប៉ុន្តែគួរតែមានការយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់ដើម្បីថែរក្សា biofilm អោយស្ថិតក្នុងស្ថានភាពប្រសើរបំផុត។ វេរីអាក់ទ័រនេះដំណើរការទាំងលំហូរចុះនិងឡើង។ លំហូរចុះក្រោមមិនសូវជាមានប្រើប្រាស់ទេ ប៉ុន្តែវាមានលក្ខណៈល្អប្រសើរចំពោះកាកសំណល់ជីវឧស្ម័នដែលមានកំរិតអង្គធាតុរឹងខ្ពស់។ ចំពោះលំហូរឡើងត្រូវបានប្រើដើម្បីការពារការស្ទះ ការ

ចាក់លាមកចូល និងការលាងសម្អាតជីវម៉ាស។ ដោយសារសមត្ថភាពបំបែកខ្លួនខ្ពស់ និងដំណើរការអំណោយ ផលទាក់ទងនឹង TSS រ៉េអាក់ទ័រទាំងនេះមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងបន្ទុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយដែលមានជាតិ ពុលខ្ពស់ដូចជា កាកសំណល់គីមីអង់ទីប៊ីយូទិច (antibiotic fermentation) កាកសំណល់ទឹកពីផលិតកម្ម ផ្សិត រោងចក្រផលិតស្រា ឱសថ ផលិតគីមី កាកសំណល់រាវក្នុងស្រុក កាកសំណល់នៅកន្លែងចាក់សំរាម អារ ហារកំប៉ុង និងកាកសំណល់ពីរោងចក្រភេសជ្ជៈ (Stanbury et al. 2017)។ ម៉ាស៊ីនរ៉េអាក់ទ័រទាំងនេះទាមទារ ទីតាំងឡតូចជាង CSTRs ឬឡត្របតង់ ដោយសារតែវាមាន HRT រយៈពេលខ្លី។

២.៤.៤ Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

រ៉េអាក់ទ័រ ABR គឺជាបច្ចេកវិទ្យាសាមញ្ញមួយជាមួយនឹងថ្លៃដើមវិនិយោគទាប។ វាត្រូវបានសាងសង់ជាធុងឬអាងបេតុងដោយមិនមានប្រព័ន្ធលាយបញ្ចូលគ្នា និងអាចមានរនាំងខាងក្នុងដើម្បីកំណត់ភាពខុសគ្នានៃដំណាក់កាលអ៊ីដ្រូលីស (hydrolysis)។ ABR ទទួលបានសមាសភាពសរីរាង្គនៃកាកសំណល់រឹងក្រុង (OFMSW) សំណល់រាវចេញពីកសិដ្ឋាន ឬទឹកស្អុយ អមដោយដំណើរការរលួយនៃវត្ថុធាតុដើមទាំងនោះ ហើយផលិតជីវខ្សាច់ដោយសកម្មភាពរបស់មីក្រូសរីរាង្គ (Malakahmad et al. 2008)។ នៅក្នុងរបៀបលំហូរ ឡើង វារីខានដល់លំហូរទឹកសំណល់ដោយផ្ទាល់តាមរយៈ sludge blanket រ៉េអាក់ទ័របន្ទាប់ពីត្រូវបានបញ្ជូន ទៅផ្នែកខាងក្រោម។ កាកសំណល់នៅក្នុងរ៉េអាក់ទ័រកើនឡើង និងធ្លាក់ចុះជាមួយនឹងការផលិតខ្សាច់ហើយ ហូរតាមរ៉េអាក់ទ័រយឺតៗ (Ahmed 2019)។ ABR មិនតម្រូវឱ្យកាកសំណល់ទៅជាគ្រាប់ដើម្បីធ្វើឱ្យដំណើរការ មានប្រសិទ្ធភាពទេ ទោះបីជាគ្រាប់ទាំងនោះអាចកើតឡើងនៅពេលណាមួយក៏ដោយ (Skiadas et al. 2000) ។ ការរចនារ៉េអាក់ទ័រមានគុណសម្បត្តិជាច្រើនលើប្រព័ន្ធដែលបានបង្កើតឡើងយ៉ាងល្អដូចជា UASB និង UFA រួមទាំងការរចនាសាមញ្ញ ទំហំទំនេរធំទូលាយ កាត់បន្ថយការស្ទះនិងការពង្រីកគ្រែ ត្រូវការដើមទុននិង ចំណាយប្រតិបត្តិការទាប (Dahlan et al. 2020)។ ដូច្នេះ វាផ្តល់នូវភាពល្អប្រសើរចំពោះ HRT និង OLR ក៏ ដូចជារយៈពេលវេលារក្សាអង្គធាតុរឹងបានយូរ ទិន្នផលកាកសំណល់ទាប និងសមត្ថភាពក្នុងការបែងចែករវាង ដំណាក់កាលផ្សេងៗនៃ catabolism anaerobic (ជាការបំបែកម៉ូលេគុលស្មុគស្មាញនៅក្នុងសារពាង្គកាយ មានជីវិត ដើម្បីបង្កើតម៉ូលេគុលសាមញ្ញរួមជាមួយការបញ្ចេញថាមពល)។ វាបណ្តាលឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរចំនួន បាក់តេរីដែលបង្កើនការការពារប្រឆាំងនឹងសារធាតុពុល និងភាពធន់ខ្ពស់ចំពោះការផ្លាស់ប្តូរអង្គធាតុដូចជា pH និងសីតុណ្ហភាព។ រចនាសម្ព័ន្ធរូបវន្តនៃ ABR ជួយឱ្យមានការកែប្រែសំខាន់ៗដែលអាចបន្តទឹកកខ្វក់ដែល ជាទូទៅត្រូវការគ្រឿងជាច្រើន ដូច្នេះ វាជួយកាត់បន្ថយចំណាយដើមទុនយ៉ាងច្រើន (Ahmed 2019)។

ដំណើរការនេះមានស្ថេរភាពខ្លាំងដោយសារតែរចនាសម្ព័ន្ធរបស់វាបានរួមបញ្ចូលគ្នា។ ដូច្នេះ វាមាន ភាពសុក្រិតចំពោះភាគល្អិតជាង UASB ខណៈដែលវាផ្តល់ពេលវេលារក្សាទុកបានយូរ។ ការកែប្រែផ្សេងៗ ត្រូវបានធ្វើឡើងចំពោះ ABR ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវការអនុវត្តការងារ។ ការរចនា ABR ដែលបានកែប្រែ ថ្មីដោយប្រើការផ្សំកាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នាអាចទទួលបានការផលិតជីវខ្សាច់ខ្ពស់ និងផលិតមេតានក្នុងរយៈ

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

លើសពីនេះទៀត ការបន្ថែមរូបធាតុប៉ូលីមែរ (Polymer) ទៅក្នុងអេកូឡូស៊ី បានបង្ហាញទិន្នផលមេតាន ខ្ពស់ជាងមុនបើប្រៀបធៀបទៅនឹងអេកូឡូស៊ីដែលមានតែកាកសំណល់មួយប្រភេទ។ ការបន្ថែមរូបធាតុប៉ូលីមែរ អាចជួយបង្កើនការផលិតគ្រាប់ល្អិតៗដែលអាចជំរុញដល់ការបំបែកធាតុ ដូច្នោះជាលទ្ធផលមានកំរិតខ្ពស់នៃ ការរក្សាជីវម៉ាស និងការលាងសម្អាតសារធាតុរាវទាបចេញពីអេកូឡូស៊ី។ គ្រាប់ទាំងនេះអនុញ្ញាតឱ្យកំហាប់ជីវ ម៉ាសខ្ពស់នៅក្នុងអេកូឡូស៊ីបន្តនាំទៅរកលក្ខណៈគីមី-រូប (Physicochemical gradient) ជាមួយនឹងការរីក ទំហំគ្រាប់ និង ការកើតនូវសម្ព័ន្ធស្នូកស្នាញនៃមីក្រូសរីរាង្គសំយោគ(Uyanik et al. 2002)។

៤.៥ ឡូគ្របតង់

ឡូគ្របតង់ ត្រូវបានប្រើដើម្បីបន្ថយកាកសំណល់សត្វ ឬកាកសំណល់ខុស្យាហកម្មដែលមានផ្ទុកសារធាតុ សរីរាង្គខ្ពស់ដែលលក្ខខណ្ឌរលាយរបស់កាកសំណល់ទាំងនោះកើតមាននៅក្នុងទំហំឡូទាំងមូល។ ដំណើរការ នៃបន្ថយដោយកត្តាជីវសាស្ត្រដែលកើតឡើង គឺដូចគ្នានឹងអ្វីដែលកើតឡើងដោយដំណើរការ AD នៅក្នុងឡូ ខ្ពស់ផ្សេងទៀតដែរ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ឡូនេះរក្សាពេលវេលាយូរសម្រាប់ការបំបែកធាតុ ដោយសារវា មានអត្រាប្រតិកម្មយឺតខ្លាំង។ ប្រព័ន្ធឡូនេះមិនមានការប្រើឧបករណ៍សម្រាប់លាយ មិនប្រើកម្ដៅ ហើយក៏មិន ចាំបាច់គ្រប់គ្រងទៅលើកត្តាជីវសាស្ត្រ ដើម្បីបំបែកធាតុនៃកាកសំណល់នោះទេ (Woodard 2006)។ ឡូគ្រប តង់មានពីរប្រភេទគឺគ្របតង់សាមញ្ញ និងឡូគ្របតង់ទំនើប។

៤.៥.១ ឡូគ្របតង់សាមញ្ញ

ជាធម្មតាឡូប្រភេទនេះ អាចប្រើកាកសំណល់រាវចន្លោះពី ០.៥ ទៅ ២% នៃសមាសភាគរឹង (Abbasi et al. 2012)។ រយៈពេលនៃ OLR និង HRT គឺទាក់ទងនឹងសីតុណ្ហភាពនៃឡូ។ ឧទាហរណ៍ តម្លៃ OLR គឺ ខ្ពស់ជាងសម្រាប់កាកសំណល់ដែលដុតជាមួយកម្ដៅមុនពេលបន្ថែមទៅក្នុងឡូ។ អត្រាផ្ទុកនៃ OLR ដែលបាន រាយការណ៍សម្រាប់ឡូគ្របតង់ គឺចន្លោះពី ០.០៥ គីឡូក្រាម/ម^៣ ទៅ ២.៥ គីឡូក្រាម/ម^៣ ជាមួយនឹងសីតុណ្ហ ភាពរំលាយ ពី ១០ ទៅ ៤០ អង្សាសេ។ HRT ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរពី ៤ ទៅ ២៥០ ថ្ងៃ ដែលជាទូទៅ ស្ថិតក្នុង ចន្លោះពី ៣០ ទៅ ៥០ ថ្ងៃ ហើយមានរយៈពេលយូរជាងនេះ ចំពោះលក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុត្រជាក់។ រយៈពេល អប្បបរមានៃ HRT គឺ ៣០ ថ្ងៃ សម្រាប់ឡូគ្របតង់សាមញ្ញនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ការជ្រើសរើសអត្រាផ្ទុក គឺ អាស្រ័យលើគោលបំណងនៃការបន្ថយ ដូចជាកាត់បន្ថយការបំពុលអតិបរិមា កាត់បន្ថយក្លិន ឬកាកសំណល់។ កម្រិតបន្ថយអប្បបរមា គឺផ្អែកទៅលើបរិមាណនៃ VS។ កំហាប់អាស៊ីតនៃ VS គឺជាសូចនាករនៃការអនុវត្ត ដំណើរការពីព្រោះអាស៊ីតត្រូវបានបម្លែងទៅជាមេតានក្នុងអត្រាដូចគ្នា ដែលពួកវាត្រូវបានបង្កើតឡើង ប្រសិនបើលំដាប់មួយត្រូវបានរក្សា។ ប្រព័ន្ធឡូគ្របតង់ដំណើរការល្អជាមួយនឹងកំហាប់អាស៊ីតទាបនៃ VS (តិច ជាង ៥០០ មីលីក្រាម/លីត្រ) ។ ការហាមឃាត់កើតឡើងនៅកំហាប់អាស៊ីតលើសពី ២,០០០ មីលីក្រាម/លី

ត្រូវ តម្លៃ pH ធំជាង ៨ ជួយជំរុញឱ្យមានការបំភាយអាម៉ូញាក់កាន់តែច្រើន ខណៈដែល pH តូចជាង៦ អនុគ្រោះដល់ការបំភាយ H₂S និង CO₂។ តារាងទី៩ ចុះបញ្ជីតម្លៃអញ្ញតសមស្របទាំងអស់ដើម្បីទទួលបានប្រតិបត្តិការល្អបំផុត និងខ្លាំងបំផុតសម្រាប់ការបង្កើតមេតានពីឡឧស្ម័នទាំងនេះ (Bowman and Dahab 2002)

តារាងទី៩ តម្លៃប្រតិបត្តិការល្អសម្រាប់ការបំប្លែងមេតាន (Bowman and Dahab 2002)។

អញ្ញត/ខ្នាត	ល្អបំផុត	ល្អខ្លាំង
សីតុណ្ហភាព (អង្សាសេ)	៣០ – ៣៥	២៥ – ៤០
pH	៦.៦ – ៧.៦	៦.២ – ៨.០
អាល់កាលី (មីលីក្រាម/លីត)	២,០០០–៣,០០០	១,០០០ – ៥,០០០
អាស៊ីតបង្កើនជាឧស្ម័ន (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 តម្លៃការចនា និងសំណល់នៃឡគ្របតង់ទំនើប

ការចនានៃឡគ្របតង់ទំនើប គឺមានលក្ខណៈសាមញ្ញបើប្រៀបធៀបទៅនឹងឡជីវឧស្ម័នផ្សេងទៀត។ វាមានកម្រាមួយឬច្រើន និងឡដែលមានគម្របអាចបត់បែនបានត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីប្រមូលជីវឧស្ម័នដែលកំពុងអណ្តែតឡើងទៅលើ ចំណែកអាងសម្រាប់ផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន (រូបភាពទី៦)។ កាកសំណល់ទឹកស្អុយ ឬល្បាយកាកសំណល់រាវរហូរចូលទៅក្នុងបាតឡ ហើយលាយជាមួយពពួកអតិសុខុមប្រាណសកម្មដែលមាននៅក្នុងឡ។ ឡគ្របតង់ទំនើបនេះកម្រត្រូវបានប្រើកម្តៅ និងអ៊ីសូឡង់ជំនួយណាស់។ ជាធម្មតា ឡនេះដឹកចូលទៅក្នុងដីជ្រៅដែលមានផ្លូវចេញចូល និងមានសមាមាត្រផ្ទៃដីតូចប្រៀបធៀបទៅនឹងទំហំរបស់វាដែលអនុញ្ញាតឱ្យកាកសំណល់ដែលនៅក្នុងឡអាចរំលាយបានទៅតាមពេលវេលា។

ប្រព័ន្ធនេះអនុញ្ញាតឱ្យកាត់បន្ថយកាកសំណល់សរីរាង្គដែលរលាយខ្លះៗ។ ប្រសិនបើអាងស្តុកមិនត្រូវបានដឹកចេញពីដីដែលមានជម្រាបទាបនោះទេ វាត្រូវដាក់កម្រាដើម្បីការពារទឹកក្រោមដី។ ឡគ្របតង់គួរតែត្រូវបានគ្របដោយសម្ភារៈដែលមិនជ្រាបទឹកបាន ដូចជាថង់ផ្លាស្ទិច កៅស៊ូដីតដួ ឬស៊ីម៉ង់ត៍។ ជាញឹកញាប់គម្របឡខាងលើត្រូវបានផលិតពីប៉ូលីអេទីឡែនដែលមានដង់ស៊ីតេខ្ពស់ (HDPE) ហើយត្រូវតែរឹងមាំ និងធន់

៤.៥.៥ គុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិនៃឡគ្របតង់

គុណសម្បត្តិនៃប្រព័ន្ធឡគ្របតង់រួមមាន លទ្ធភាពនៃការរចនាប្រព័ន្ធបរិមាណដ៏ធំមួយក្នុងតម្លៃវិនិយោគទាប។ ការចំណាយលើការសាងសង់ និងប្រតិបត្តិការទាបធ្វើឱ្យឡនេះជាជម្រើសដ៏គួរឱ្យទាក់ទាញផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុជាងប្រព័ន្ធឡដទៃទៀត ទោះបីជាពេលខ្លះកាកសំណល់ត្រូវតែយកចេញក៏ដោយ។ ជាពិសេស ប្រព័ន្ធនេះមានការចាប់អារម្មណ៍ខ្ពស់ក្នុងករណី កាកសំណល់មានសមាសភាគរឹងសរុបនិងបរិមាណថាមពលទាបខ្លាំងដូចជាកាកសំណល់រាវពីវិស័យឧស្សាហកម្មនិងទីក្រុង និងលាមករាវពីកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វផ្សេងៗ (Talia 2018)។ នេះគឺជាដំណោះស្រាយដែលមានតំលៃថោកបំផុតសម្រាប់អនុវត្តន៍ដំណើរការ AD និងងាយស្រួលក្នុងការប្រតិបត្តិការ។ ឡគ្របតង់ គឺជាមធ្យោបាយដ៏ល្អដើម្បីស្តារឡើងវិញនូវខ្លួនមេតាន និងគ្រប់គ្រងការបំបាត់អាម៉ូញាក់និងខ្លួនក្លិនផ្សេងៗ។ ក្នុងករណីខ្លះ ស្រទាប់ស្តើងដែលបង្កើតនៅលើផ្ទៃអាងដោយសារខ្លាញ់និងប្រេងអណ្តែត និងផលិតផលនៃការរំលាយអាហារអតិសុខុមប្រាណ (microbial metabolism) បានការពារបញ្ហាក្លិនមិនល្អបានយ៉ាងល្អផងដែរ។

ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ វាក៏មានគុណវិបត្តិដូចជា ទំនោរខ្ពស់សម្រាប់ការបង្កើតស្រទាប់កាកសំណល់រឹងដែលសល់ពីការបំបែកនៅផ្នែកខាងក្រោមនៃអាង។ វាអាចចាំបាច់តម្រូវអោយបើកគំរូបតង់ និងស្តារអាងឡើងវិញដែលត្រូវចំណាយថវិការខ្ពស់។ គុណវិបត្តិផ្សេងទៀតរួមមាន ចាំបាច់ត្រូវការទីតាំងធំទូលាយសម្រាប់សាងសង់ឡ ការផលិតជីវខ្លួនមានប្រសិទ្ធភាពទាបនៅឡើយដោយសារមិនអាចគ្រប់គ្រងសីតុណ្ហភាពនៃការរំលាយកាកសំណល់ ការកើតមានឡើងនូវបញ្ហាបច្ចេកទេសដោយសារបរិមាណផ្ទុកខ្លួនខ្ពស់ ឬការលេចធ្លាយជាដើម។ បច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់ត្រូវបានបង្ហាញពីការបញ្ចេញសារធាតុពុលតាមរយៈការបំបាត់ខ្លួននិងការហូរកាកសំណល់រាវពីឡចូលទៅតាមទឹកក្រោមដី ដែលអាចបង្កផលប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាននិងសុខភាព។ លើសពីនេះទៀត ឡគ្របតង់មិនត្រូវអនុវត្តចំពោះស្ថានភាពជាច្រើនដោយសារតែតម្រូវការទំហំដីធំ ការគ្រប់គ្រងដំណើរការមិនល្អ ភាពប្រែប្រួលទៅនឹងលក្ខខណ្ឌបរិស្ថាន និងការបំបាត់ក្លិនដែលអាចកើតមានដោយសារការលេចធ្លាយនៃគំរូបឡ។ ដំណើរការរំលាយកាកសំណល់អាចត្រូវការពេលវេលា ដូច្នេះតម្រូវការរក្សាទុករយៈពេលយូរ ហើយបាក់តេរីសម្រាប់រំលាយកាកសំណល់ធ្វើការមិនមានប្រសិទ្ធភាពប្រសិនសីតុណ្ហភាពក្រោម ១៥ អង្សាសេ ដែលនាំអោយអត្រានៃការផលិតមេតានមានកំរិតទាប។ មួយវិញទៀត សីតុណ្ហភាពទាបជះឥទ្ធិពលអវិជ្ជមានដល់ប្រសិទ្ធភាពនៃការបំបែកធាតុ ផលិតកម្មជីវខ្លួន និងស្ថេរភាពនៃដំណើរការ (Schmidt et al. 2019)។ ដូច្នេះ ឡគ្របតង់មិនមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការផលិតជីវខ្លួនទេចំពោះអាកាសធាតុត្រជាក់។

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 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
- 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 ឬការដកអុីដ្រូសែនស៊ុលផ្លូវនៅក្នុងជីវឧស្ម័ន ហៅថា biogas pre-treatment or desulfurization និងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងជីវឧស្ម័ន (biogas upgrading) ត្រូវបានលើកយកមកពិភាក្សា។ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការផលិតអគ្គិសនី កម្ដៅ និងជីវឧស្ម័នត្រូវបានគូសបញ្ជាក់។ ប្រព័ន្ធដុតជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើក្នុងគោលបំណងដើម្បីសុវត្ថិភាពនិងបរិស្ថាន ហើយអញ្ញតសំខាន់ៗមួយចំនួនសម្រាប់ការរចនាប្រព័ន្ធនេះ ក៏ដូចជាប្រតិបត្តិការ និងការថែទាំរបស់វានឹងត្រូវបានពិភាក្សា។

៥.១ លក្ខណៈនៃជីវឧស្ម័ន

បរិមាណថាមពលនៃជីវឧស្ម័នពី AD ត្រូវបានចងក្លាប់ដោយសម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងមេតាន។ សមាសធាតុនិងលក្ខណៈសម្បត្តិរបស់ជីវឧស្ម័នមានភាពខុសប្លែកគ្នាទៅតាមកំរិតអាស្រ័យលើប្រភេទកាកសំណល់ បច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន ប្រព័ន្ធដីវឧស្ម័ន សីតុណ្ហភាព ពេលវេលារក្សាទុក។ល។ (Seadi et al. 2008)។ ជីវឧស្ម័នមានផ្ទុកឧស្ម័នងាយរងមេតានជាចម្បង និងសារធាតុមិនងាយរងដូចជា ឧស្ម័នកាបូនិច ទឹក អាម៉ូញាក់ អុីដ្រូសែនស៊ុលផ្លូវ និងឧស្ម័នផ្សេងៗទៀត។ មេតាន គឺជាជីវឧស្ម័នដែលមានលក្ខណៈអាចបំលែងទៅជាអគ្គិសនី។ តារាងទី៦ ក្នុងជំពូកទី៣ បានបង្ហាញពីទិន្នផលមេតានដែលមានសក្ដានុពលសម្រាប់ប្រភេទកាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នា ហើយទិន្នផលរបស់វាពីកាកសំណល់ផ្សេងទៀតអាចត្រូវបានរកឃើញនៅក្នុងការសិក្សាមុន (Seadi et al. 2008)។ សមាសធាតុមិនបរិសុទ្ធមួយចំនួនដូចជា H₂S និង NH₃ ចាំបាច់ត្រូវកាត់បន្ថយដល់កម្រិតមួយដែលអាចអនុញ្ញាតបាន។ កម្រិត H₂S ត្រូវបានអនុញ្ញាតសម្រាប់ម៉ាស៊ីនចំហេះ ឬម៉ាស៊ីនភ្លើង និងធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវឧស្ម័នធម្មជាតិ គឺតូចជាង ២០០ ppm និង ១០ ppm រៀងៗខ្លួន។ ជាធម្មតា បរិមាណ H₂S នៅក្នុងជីវឧស្ម័នមានចន្លោះពី ១០ ទៅ ១០,០០០ ppm អាស្រ័យលើប្រភេទកាកសំណល់ (Allegue and Hinge 2014)។ ឧទាហរណ៍ បរិមាណ H₂S ពីកាកសំណល់សរីរាង្គប្រែប្រួលពី ១០ ទៅ ២,០០០ ppm ចំណែកឯតម្លៃរបស់វា គឺទាបសម្រាប់ជីវឧស្ម័នពីប្រភពទឹកស្អុយ (Rasi et al. 2007)។ នៅប្រទេសកម្ពុជា ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នពីកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វមានផ្ទុក H₂S ប្រហែល ២,០០០ ទៅ ៣,០០០ ppm (Lyhour, 2020)។ H₂S នេះគឺជាឧស្ម័នដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់សម្រាប់មនុស្ស និងបរិស្ថាន ហើយនិងឧបករណ៍ច្រេះដូចជា ធុងផ្ទុកជីវឧស្ម័ន បំពង់បង្ហូរ ម៉ាស៊ីនសម្រាប់ផ្គត់ផ្គង់ឧស្ម័ន (compressors) និងម៉ាស៊ីនភ្លើង ។ល។ H₂S អាចត្រូវបានធ្វើអុកស៊ីតកម្មទៅជាឧស្ម័នចំហេះ ស៊ុលផ្លូវឌីអុកស៊ីត (SO₂)។ SO₂ ដែលមានកំហាប់ខ្ពស់អាចប៉ះពាល់ដល់ការដកដង្ហើម ហើយអាចធ្វើឱ្យកាន់តែធ្ងន់ធ្ងរដល់ជំងឺផ្លូវដង្ហើម និងសរសៃឈាមបេះដូង។ SO₂ ក៏អាចបម្លែងជាអាស៊ីតស៊ុលផ្លូវរិច (H₂SO₄)។ អាស៊ីតនេះមានជាតិពុលខ្ពស់ទោះបីនៅកំហាប់ទាបក៏ដោយ មិនតែប៉ុណ្ណោះវាក៏នាំឱ្យមានភាពច្រេះនៅក្នុងប្រដាប់ប្រជាប្រើប្រាស់ផងដែរ។

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

៥.២ ការដកឧស្ម័នអុកស៊ីសែនស៊ុលផួរពីជីវឧស្ម័ន

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 ទាក់ទងនឹងបច្ចេកវិទ្យាដែលប្រើលក្ខណៈរូបគីមីវិទ្យាដើម្បីការពារ ឬកាត់បន្ថយការបង្កើត H_2S ក្នុងកំឡុងពេលដំណើរ AD (Okoro and Sun 2019)។ វិធីសាស្ត្រនេះប្រើសារធាតុស្រូប (adsorption) ដូចជា សមាសធាតុកាបូនសកម្ម (activated carbon) (Sawalha et al. 2020) ដែកអុកស៊ីត (iron oxides) ស័ង្កស័រអុកស៊ីត (zinc oxides) សារធាតុស្រូប/ដុសខាត់ (absorption/scrubbing) ជីវបច្ចេកវិទ្យា (ខ្យល់ និងការចាក់បញ្ចូលអុកស៊ីសែនចូលទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន)។ លើសពីនេះទៀត ការរួមបញ្ចូលគ្នានៃដំណើរការពីរ ឬច្រើនអាចទទួលបានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការដកចេញ H_2S ។ ការរួមបញ្ចូលគ្នានៃ គីមីរូបវិទ្យាជាមួយជីវបច្ចេកវិទ្យាដោយប្រើការស្រូបយកជាតិគីមីជាមួយអំបិលដែក ជួយបង្កើតឡើងវិញនូវអតិសុខុមប្រាណនៃសូលុយស្យុង ដែលបានពិពណ៌នាក្នុងសំរង់ឯកសារយោង (Allegue and Hinge 2014)។

៥.២.១ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីត

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

បំផុតនៅក្នុងឧស្សាហកម្មជាមួយនឹងការកាត់បន្ថយសក្តានុពល H₂S ធំជាង ៩៩,៩%។ សារធាតុស្រូបនេះ អាចដំណើរការដោយភ្ជាប់ជាមួយគ្នានឹងលំហូរខ្យល់តូចមួយចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ រួមជាមួយនឹងការបញ្ចូលជីវ ឧស្ម័នដើម្បីធ្វើអោយមានការកើតឡើងវិញជាបន្តបន្ទាប់។ អត្រានៃការដកចេញ H₂S គឺកើនឡើងដល់ ២.៥ គីឡូក្រាមក្នុងមួយគីឡូក្រាមនៃដែកអុកស៊ីត សម្រាប់ប្រព័ន្ធបង្កើតឡើងវិញជាបន្តជាមួយនឹងការបញ្ចូលអុកស៊ី សែនតូចជាង ១% (Axelsson et al. 2012)។ ប្រព័ន្ធដុសខាតដែកអុកស៊ីតដែលមានកម្មសិទ្ធិអាចដកបាន រហូតដល់ ២,០០០ ppm នៅស៊ីតុណ្ហភាព ៤០ អង្សាសេ ដោយអត្រាលំហូរជីវឧស្ម័ន គឺ ១,០០០ ម^៣/ម៉ោង នៅក្នុងប្រព័ន្ធ AD ជាលទ្ធផល H₂S ត្រូវបានដកចេញចំនួន ២ ម^៣/ម៉ោង ស្មើនឹង ២.៩ គីឡូក្រាម/ម៉ោង។ ជីវ ឧស្ម័នមិនគួរស្អប់ពេកទេ ពីព្រោះប្រតិកម្មត្រូវការទឹក។ កំណកញ្ជើសគួរតែត្រូវជៀសវាងផងដែរ ពីព្រោះសម្ភារៈ ដែកអុកស៊ីតអាចជាប់ជាមួយទឹក និងកាត់បន្ថយផ្ទៃប្រតិកម្ម (Choudhury et al. 2019)។

៥.២.២ ករណីសិក្សាអំពីប្រព័ន្ធ Pre-treatment ជីវឧស្ម័ននៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងវិទ្ធីនៅកម្ពុជា

ការផលិតថាមពលអគ្គិសនីពីឧស្ម័នជីវឧស្ម័ន នៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងវិទ្ធី បាននឹងកំពុងដំណើរការនៅក្នុង កសិដ្ឋាន ទោះយ៉ាងណា បញ្ហាច្រះកើតចេញពីប្រតិកម្មនៃ H₂S បានបណ្តាលឱ្យមានការធ្លាក់ចុះយ៉ាងឆាប់ រហ័សនៃម៉ាស៊ីនភ្លើង បង្កើនថ្លៃតំហែទាំ និងធ្វើអោយអាយុកាលរបស់ម៉ាស៊ីនខ្លី។ ប្រព័ន្ធ pre-treatment ជីវ ឧស្ម័ន ត្រូវបានទិញពី CAMDA (សមាគមចែកចាយគ្រឿងម៉ាស៊ីនកសិកម្មចិន) នៃប្រទេសចិន ហើយត្រូវ បានតំឡើងនៅខែធ្នូឆ្នាំ ២០១៩។ វាមានផ្ទះដកឧស្ម័នអុីដ្រូសែសស៊ីលីន្ទ្រចំនួនបួន (desulfurized tanks) ដោយអាងពីរស្របគ្នាភ្ជាប់ជាសេរី ម៉ាស៊ីនផ្គុំមួយ ឧបករណ៍ញែកសំណើមមួយ និងបន្ទះអគ្គិសនីមួយ (រូប ភាពទី៧)។ ដំបូង ជីវឧស្ម័នចូលក្នុងផ្ទះ desulfurized ចំនួនពីរ (ផ្ទះសំណុំទី១) ហើយមកឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនផ្គុំ ដើម្បីឱ្យមានស្ថេរភាពសម្ពាធ និងរក្សាលំហូរជីវឧស្ម័នចិតថេរ។ បន្ទាប់មក ឧស្ម័នចេញតាមផ្ទះសំណុំទី២ និង ចុងក្រោយតាមរយៈឧបករណ៍ញែកសំណើមប្រើដើម្បីយកសំណើម និងផ្ទុយចេញពីជីវឧស្ម័នដោយស៊ីក្លូន (ដំ រង់)។ យោងតាមស្តង់ដារបច្ចេកទេសរបស់ CAMDA សមត្ថភាពបន្ទុកជីវឧស្ម័នរបស់វាគឺ ២៥០ ម^៣/ម៉ោង ជាមួយនឹងបរិមាណ H₂S ២០០០ ppm។ សម្ពាធនៅខាងក្រៅអាចត្រូវបានកំណត់ចន្លោះពី ៤ ទៅ ៤០ គីឡូ ប៉ាស្កាល់ (kPa) ។ គ្រាប់ដែកអុកស៊ីតត្រូវបានប្រើដើម្បីយក H₂S ចេញពីជីវឧស្ម័នដើម។ ផ្ទះនីមួយៗត្រូវបាន បំពេញដោយគ្រាប់តូចៗចំនួន ៦០០ គីឡូក្រាម និងផ្លាស់ប្តូររៀងរាល់ ៧២០ ម៉ោងធ្វើការ។ ប្រសិទ្ធភាពនៃការ កាត់បន្ថយ H₂S គឺកើនឡើងដល់ ៩៧,៣% (តារាងទី១០)។



រូបភាពទី៧ ឧបករណ៍ដកឧស្ម័នអុីដ្រូសែនស៊ុលផួរនៅឡធីរីខ្ពស់ខ្នាតធំម៉ុងវិទ្ធី។

តារាងទី១០ គុណភាពជីវឧស្ម័នមុន និងក្រោយការដកឧស្ម័នអុីដ្រូសែនស៊ុលផួរដោយប្រើគ្រាប់ដែកអុកស៊ីត។

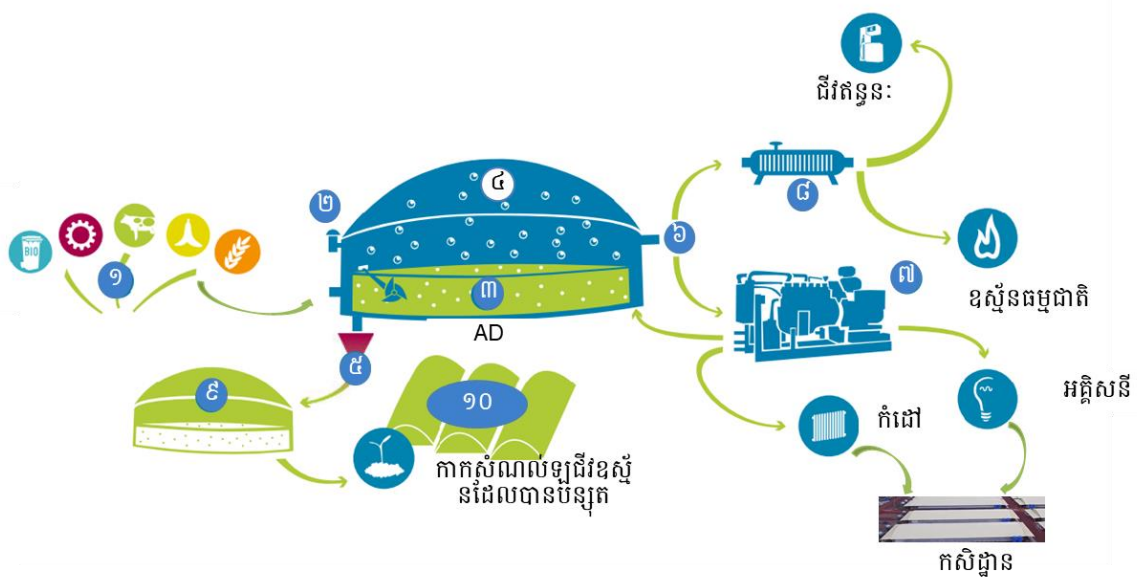
សមាសធាតុឧស្ម័ន	មុនពេលបន្សុទ្ធ	ក្រោយពេលបន្សុទ្ធ
មេតាន (%)	៦៦	៦៨.១
កាបូនឌីអុកស៊ីត (%)	២៨.៤	២៩.១
អុកស៊ីសែន (%)	០.៨	០.៣
អុីដ្រូសែនស៊ុលផួរ (ppm)	២,២៦៦	៥៩
ផ្សេងៗ (%)	៤.៩	២.៥

៥.៣ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

ប្រព័ន្ធ AD ផលិតជីវឧស្ម័ន និងកាកសំណល់ឡធីរីខ្ពស់រាវ។ ជីវឧស្ម័ន គឺជាឧស្ម័នធម្មជាតិមេតាន ដែលអាចផលិតថាមពលនៅពេលដែលឆេះ។ បរិមាណថាមពលនៃឧស្ម័ន គឺពឹងផ្អែកជាចម្បងទៅលើ បរិមាណរបស់មេតាន។ បរិមាណកាបូនឌីអុកស៊ីតជាក់លាក់មួយ និងចំហាយទឹកនូវលាយឡំជាមួយមេតាន ដោយមិនអាចជៀសវាងបានទេ ចំណែកបរិមាណ H₂S ដែលមានក្នុងផលិតកម្មជីវឧស្ម័នត្រូវតែកាត់បន្ថយ ត្រឹមកំរិតអប្បបរមា។ ភាពមិនសុទ្ធរបស់ឧស្ម័ន អាចប៉ះពាល់ដល់ឧបករណ៍សម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ដោយបណ្តាលឱ្យមានបញ្ហាដូចជា ការច្រេះ និងខូចគ្រឿងមេកានិច រហូតនាំឱ្យមានការបំបាត់ដែលមិនចង់

បាននៅពេលដែលជីវឧស្ម័នត្រូវបានដុត។ វាមានទិដ្ឋភាពខុសគ្នានៃតម្រូវការគុណភាពសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ដូច្នេះជីវឧស្ម័នត្រូវបានសម្អាត ឬដំណើរការមុនពេលប្រើជាកម្ដៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) ឬជាជីវមេតាន។

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



រូបភាពទី៨ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃគ្រោងការណ៍ស្តីពីផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាតាមទំហំ ឧស្សាហកម្ម៖ (១)កាកសំណល់ផ្សេងៗគ្នា (២)ឧបករណ៍សុវត្ថិភាព (៣)ឡជីវឧស្ម័ន (៤)ឧបករណ៍ផ្ទុកឧស្ម័ន (៥)អនាម័យ (៦)ប្រព័ន្ធសំអាតឧស្ម័នដោយការដក H₂S (៧)កម្ដៅ និងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) (៨) ប្រព័ន្ធបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការកែលម្អគុណភាពជីវឧស្ម័នសម្រាប់ប្រើជាឥន្ធនៈ និង CNG (៩)កន្លែងផ្ទុកកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន និង (១០)ការធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡជីវឧស្ម័ន។

៥.៣.១ ផលិតកម្មអគ្គិសនី

ឡជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបំប្លែងទៅជាអគ្គិសនីដោយប្រើទូរឋានឧស្ម័ន (gas turbines) អេឡិចត្រូគីមី ដើម្បីបន្ថែមថាមពលគីមីរបស់ឥន្ធនៈទៅជាថាមពលអគ្គិសនី (fuel cells) ឬដោយប្រើម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ក្រៅពី ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ននៅក្នុងម៉ាស៊ីនចំហេះធម្មតា វាក៏អាចត្រូវបានប្រើនៅក្នុងទូរឋានឧស្ម័ន។ ជីវឧស្ម័នត្រូវ បានលាយជាមួយខ្យល់ និងបញ្ចូលទៅក្នុងបន្ទប់ចំហេះ (combustion chamber) នៅសម្ពាធខ្ពស់នៅក្នុងទូរឋាន

នឧស្ម័ន។ ល្បាយជីវឧស្ម័ននិងខ្យល់ត្រូវបានដុត ដែលបណ្តាលឱ្យសីតុណ្ហភាពកើនឡើង ហើយឧស្ម័នក្តៅត្រូវបានបញ្ចេញតាមរយៈទ្វារប៊ីន ដែលភ្ជាប់ទៅនឹងម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ បច្ចេកទេសនេះមានសមត្ថភាពជាធម្មតាផ្តល់ថាមពលក្រោម ២០០ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង និងថ្លៃដើមរបស់ទ្វារប៊ីន គឺខ្ពស់ណាស់។

ជម្រើសមួយទៀត គឺការប្រើប្រាស់ fuel cells ដែលជាឧបករណ៍អេឡិចត្រូគីមីម៉ែត្រិកបំប្លែងថាមពលគីមី ដោយផ្ទាល់ទៅជាថាមពលអគ្គិសនី។ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ fuel cells រួមមាន បន្ទះអេឡិចត្រូតអាណូតស្តោត (porous anode) និងអេឡិចត្រូតកាតូត (cathode) និងមានស្រទាប់អេឡិចត្រូលីត (electrolyte) ស្ថិតនៅចន្លោះរវាងបន្ទះអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។ នៅពេលដែលជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្ហូរចេញតាមបន្ទះអាណូត និងអុកស៊ីសែនត្រូវបានបង្ហូរចេញតាមបន្ទះកាតូត ប្រតិកម្មអេឡិចត្រូគីមីកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតទាំងពីរផលិតបានជាចរន្តអគ្គិសនី។ ប្រសិទ្ធភាពនៃការបំប្លែង គឺផ្អែកលើការជ្រើសរើសភ្នាសអេឡិចត្រូលីត (Seadi et al. 2008)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ វិធីសាស្ត្រនេះមានតំលៃថ្លៃ ហើយតម្រូវអោយឧស្ម័នត្រូវតែស្អាត។ ផ្ទុយទៅវិញ ការបំប្លែងជីវឧស្ម័នទៅជាថាមពលអគ្គិសនីដោយសំណុំម៉ាស៊ីនភ្លើង គឺមានលក្ខណៈល្អប្រសើរក្នុងការអនុវត្តដោយសារវាមិនតម្រូវអោយឧស្ម័នស្អាតជាមុននោះទេ។ វាជាការសំខាន់ក្នុងការកត់សម្គាល់ថា ការជ្រើសរើសទំហំម៉ាស៊ីនភ្លើងសមស្របសម្រាប់ឡើងជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ អាចផ្តល់នូវប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់នៃការបំប្លែងអគ្គិសនី និងកាត់បន្ថយចំណាយលើឧបករណ៍និងប្រតិបត្តិការ។ ប្រសិទ្ធភាពម៉ាស៊ីនភ្លើង គឺទាក់ទងនឹងទំហំនិងអត្រាលំហូរឧស្ម័ន។

ករណីសិក្សាអំពីការផលិតអគ្គិសនីនៅកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងវិទ្យ៖ ឡូគ្របតង់ចំនួន ៤ កន្លែង (៧៦,០០០ ម^៣) មានទីតាំងនៅភូមិកែវផុស ស្រុកស្ទឹងហាវ ក្រុងព្រះសីហនុ មានជ្រូកសរុបចំនួន ៤១,១០០ ក្បាលបានបង្ហាញថាផលិតកម្មជីវឧស្ម័នមានចំនួន ៤,៨៦០ ម^៣/ថ្ងៃ ហើយវាត្រូវការម៉ាស៊ីនភ្លើងចំនួនពីរដែលមានទំហំ ៨០០ kVA ក្នុងការផលិតថាមពលអគ្គិសនី។ ដោយសារតែការបាត់បង់កំឡុងពេលបំប្លែង ជីវឧស្ម័ន ១ ម^៣ អាចបំប្លែងទៅជាថាមពលប្រមាណ ១.៧ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង។ ផលិតកម្មអគ្គិសនីសរុបមានប្រហែល ៨០% នៃតម្រូវការអគ្គិសនីកសិកម្មប្រចាំឆ្នាំ។

៥.៣.២ កម្ដៅនិងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា

កម្ដៅនិងថាមពលរួមបញ្ចូលគ្នា(CHP) គឺជាការប្រើប្រាស់ស្តង់ដារជីវឧស្ម័នពី AD ដែលជាវិធីសាស្ត្រមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការផលិតអគ្គិសនី និងកម្ដៅពីប្រភពថាមពលកើតឡើងវិញ។ ម៉ាស៊ីនសម្រាប់រោងចក្រថាមពល CHP មានប្រសិទ្ធភាពរហូតដល់ ៩០% និងផលិតបានអគ្គិសនីរហូតដល់ ៣៥% និងកម្ដៅ ៦៥%។ ក្នុងករណីនេះ ម៉ាស៊ីនហ្គាសម៉ាកតូតូគឺជាផ្នែកមួយនៃម៉ាស៊ីនភ្លើងអគ្គិសនី ដែលត្រូវបានប្រើជាពិសេសសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន (អប្បបរមា ៤៥% នៃមេតាន) ប្រតិបត្តិការជាមួយខ្យល់យ៉ាងលឿនលឿន ដើម្បីកាត់បន្ថយការបំភាយកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO)។ ទាំងនេះវាជំនុំឱ្យការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នទាបជាងមុន និងកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ម៉ូទ័រដែលបានទូទាត់សងដោយប្រើ turbocharger (Seadi et al. 2008)។ ថាមពលអគ្គិ

សនីដែលផលិតចេញពីឡធីរឌីឌីឌី ត្រូវបានប្រើជាថាមពលសម្រាប់ឧបករណ៍អគ្គិសនីនៅក្នុងកសិដ្ឋាន ឬ ឧស្សាហកម្ម ហើយថាមពលអគ្គិសនីលើសត្រូវបានលក់ទៅបណ្តាញអគ្គិសនី។

៥.៣.៣ ការប្រើប្រាស់កម្ដៅ

ក្រៅពីដំណើរការ CHP កម្ដៅអាចត្រូវបានផលិតដោយការដុតធីរឌីឌីឌីនៅក្នុងឡចំហុយ ទាំងនៅនឹង កន្លែង ឬដឹកជញ្ជូនដោយបំពង់ទៅអ្នកប្រើប្រាស់។ ធីរឌីឌីឌីមិនត្រូវការការបន្សុទ្ធ ហើយកំរិតនៃការចម្លងរោគ មិនដាក់កម្រិតទៅលើការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នដូចក្នុងករណីការប្រើប្រាស់ដីទៀតដែរ។ ធីរឌីឌីឌីជាទូទៅត្រូវ ការ ការដកយកចេញ ការបង្ហាប់ ត្រជាក់ និងការសម្ងួត។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ឡធីរឌីឌីឌីខ្នាតធំជាច្រើន ត្រូវបានបង្កើតឡើងសម្រាប់ផលិតកម្មអគ្គិសនី ដោយមិនគិតពីការប្រើប្រាស់កម្ដៅ។ បញ្ហាសំខាន់មួយសម្រាប់ ប្រសិទ្ធភាពថាមពល និងសេដ្ឋកិច្ចរបស់ឡធីរឌីឌីឌីខ្នាតធំ គឺការប្រើប្រាស់កម្ដៅដែលបានផលិត។ ដូច្នេះ ឡធី រឌីឌីឌីខ្នាតធំដែលទើបបង្កើតថ្មី គួរតែរួមបញ្ចូលការប្រើប្រាស់កម្ដៅក្នុងការចនាឡ (Seadi et al. 2008)។ ជា ធម្មតា ផ្នែកមួយនៃកម្ដៅត្រូវបានប្រើសម្រាប់កម្ដៅឡធីរឌីឌីឌី (កម្ដៅដែលត្រូវការនៅពេលដំណើរការឡធីរ ឌីឌីឌី)។ កម្ដៅក៏ត្រូវបានគេប្រើជាថាមពលសម្រាប់ឧបករណ៍កម្ដៅ-ត្រជាក់នៃកម្ដៅ ដោយបំប្លែងថាមពល បញ្ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធត្រជាក់។

ករណីសិក្សាអំពីការប្រើប្រាស់កម្ដៅធីរឌីឌីឌីនៅកម្ពុជា៖ តម្រូវការកម្ដៅក្នុងតំបន់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុ ជាត្រូវបានផ្តល់ជូននៅតាមកន្លែងសម្រាប់កែច្នៃចំណីអាហារ និងក្រុមហ៊ុនឧស្សាហកម្ម។ ជួរឡធីរឌីឌីឌីត្រូវបានប្រើ នៅក្នុងឡចំហុយសម្រាប់ផលិតចំហាយទឹក ឬទឹកក្តៅ។ តម្លៃលក់រាយជួរឡធីរឌីឌីឌីនៅកម្ពុជា គឺប្រហែល ០.៣៧ ដុល្លារ/គីឡូក្រាម ដែលស្មើនឹងតម្លៃ ០.០៤៦ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង។ ការផ្គត់ផ្គង់កម្ដៅពីឡធីរឌីឌីឌីដែលមាន សមត្ថភាព ១០០ ម^៣/ម៉ោង និង ១០ ម^៣/ម៉ោង ត្រូវចំណាយ ០.០៣ និង ០.០៥ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង រៀងៗ ខ្លួន។ ម៉្យាងវិញទៀត ធីរឌីឌីឌីប្រើសម្រាប់ការផ្គត់ផ្គង់កម្ដៅ និងការដឹកជញ្ជូនតាមបំពង់ធីរឌីឌីឌី (ចម្ងាយ <៥ គីឡូម៉ែត្រ) ចំណាយ ០.០៤៧ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង (Scholwin and Hofmann 2019)។ ផ្អែកលើការវាយ តម្លៃសេដ្ឋកិច្ច ការផ្គត់ផ្គង់កម្ដៅ (នៅទីតាំងជិតៗ ឬដឹកជញ្ជូនតាមបំពង់ធីរឌីឌីឌី) សម្រាប់វិស័យឧស្សាហកម្ម ពីធីរឌីឌីឌីខ្នាតធំអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជំនួសកម្ដៅពីជួរឡធីរឌីឌីឌី។

៥.៣.៤ ផលិតកម្មធីរឌីឌីឌីមេតាន និងឧស្ម័នធម្មជាតិ

ការប្រើប្រាស់ធីរឌីឌីឌីជំនួសឧស្ម័នធម្មជាតិ ទទួលនូវសារៈសំខាន់គួរឱ្យកត់សម្គាល់ដោយសារតែការ ថយចុះ និងគុណភាពទាបនៃធនធានឧស្ម័នធម្មជាតិ (Ullah Khan et al. 2017)។ មេតាន អាចផលិតឥន្ធនៈ ស្អាត ប៉ុន្តែឧស្ម័នកាបូនិចដែលជាផ្នែកដែលមិនងាយឆេះធ្វើអោយធីរឌីឌីឌីមានតម្លៃកាឡូរីទាប។ ឧទាហរណ៍ ៥៥% នៃមេតាន មានតម្លៃកាឡូរី ១៩.៧ ម៉េហ្សាហ្សូលក្នុងមួយម៉ែត្រគីប (MJ/Nm³) ខណៈពេលមេតានសុទ្ធ មានតម្លៃកាឡូរី ៣៥.៨ MJ/Nm³ (Abderezzak et al. 2012)។ ដូច្នេះ ការសម្អាតធីរឌីឌីឌី និងការធ្វើឱ្យ

ប្រសើរឡើង គឺចាំបាច់សម្រាប់ការបង្កើនតម្លៃកាឡូរីនៃឧស្ម័ន និងការកាត់បន្ថយការចម្លងរោគពីសមាសធាតុ ដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់ទាំងផ្នែកបច្ចេកទេស និងបរិស្ថាន។ ភាពមិនបរិសុទ្ធមួយចំនួនឧទាហរណ៍ H₂S មានគ្រោះ ថ្នាក់ដល់ដំណើរការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ហើយដូច្នោះចាំបាច់ត្រូវដកចេញជាមុនសិន (Wellinger et al. 2013) ។ ភាពមិនបរិសុទ្ធទាំងនេះ វាត្រូវបានយកចេញនៅក្នុងដំហានធ្វើឱ្យប្រសើរ ដើម្បីទទួលបានតម្រូវការសមាស ភាពដូចមានចែងក្នុងតារាងទី១១ ប៉ុន្តែវាអាស្រ័យលើបច្ចេកវិទ្យាដែលត្រូវបានប្រើ។ ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ សម្រាប់ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃជីវឧស្ម័នទៅជាឧស្ម័នធម្មជាតិត្រូវការតម្លៃវិនិយោគបន្ថែម។ បច្ចេកវិទ្យា សម្រាប់ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃជីវឧស្ម័ន ដូចជាការបញ្ចេញសម្ពាធ (pressure swing adsorption or PSA) ការប្រើសម្ពាធទឹកខ្ពស់ (high pressure water scrubbing or HPWS) ការដុសខាត់ដោយលក្ខណៈ រូបសរីរាង្គ (organic physical scrubbing or OPS) ដំណើរការដុសខាត់ដោយគីមី (chemical scrubbing process or CSP) ការបំបែកភ្នាស (membrane separation) និងការបំបែកតាមលក្ខណៈរូបនៅស៊ីតុណ្ហភាព ទាប (cryogenic separation) ត្រូវបានប្រើប្រាស់។ ការជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដែលមានប្រសិទ្ធភាពសម្រាប់ បន្ថយជីវឧស្ម័ន គឺមានសារៈសំខាន់ណាស់ដើម្បីឱ្យមានគុណភាពស្មើគ្នានឹងឧស្ម័នធម្មជាតិ និងដើម្បីកាត់ បន្ថយតម្លៃផលិតកម្ម និងការបំបាត់ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG។ Ullah Khan et al. (2017) បានសិក្សាអំពីប ច្ចេកវិទ្យាផ្សេងៗគ្នានៃផលិតកម្មជីវមេតាន ក៏ដូចជាគុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិរបស់ពួកវាទាក់ទងនឹងលក្ខណៈ បច្ចេកទេសនៃបច្ចេកវិទ្យាបន្ថយ តម្រូវការជាក់លាក់ផ្សេងៗសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ការចំណាយលើវិនិ យោគ និងតម្លៃប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ។ ជាទូទៅ បច្ចេកវិទ្យាបំបែកភ្នាស មានដំណើរការល្អប្រសើរទាក់ទង នឹងទិដ្ឋភាពសេដ្ឋកិច្ច និងបរិស្ថាន បើប្រៀបធៀបទៅនឹងដំណើរការបំបែកតាមបែបប្រពៃណី។ ការអភិវឌ្ឍស ម្ភារៈសម្រាប់ប្រើប្រាស់ជាភ្នាសនាពេលអនាគតអាចជួយកាត់បន្ថយតម្លៃដើមផលិតកម្មជីវមេតាន។

ម៉្យាងវិញទៀត ដើមទុននិងតម្លៃដើមប្រតិបត្តិការនៃបច្ចេកវិទ្យាបន្ថយជីវឧស្ម័ន ភាគច្រើនពឹងផ្អែកទៅ លើដំណើរការដែលបានជ្រើសរើស គុណភាពជីវឧស្ម័នដើម គុណភាពផលិតផលដែលចង់បាន ហើយសំខាន់ ជាងនេះទៅទៀត គឺសមត្ថភាពរបស់ឡជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍សមត្ថភាពផលិតកាន់តែធំ ការចំណាយលើការវិ និយោគកាន់តែខ្ពស់ (Bauer et al. 2013)។ ផលិតកម្មជីវមេតានបានអភិវឌ្ឍភាគច្រើននៅក្នុងប្រទេសដែល មានសេដ្ឋកិច្ចរឹងមាំ និងមានគោលដៅខ្ពស់ទាក់ទងនឹងសេដ្ឋកិច្ចបៃតង ក៏ដូចជាករណីដែលមានសមត្ថភាពជីវ ឧស្ម័នជាក់លាក់ខ្ពស់ជាង ៥០០ ម^៣/ម៉ោង ដែលអាចផលិតជីវឧស្ម័ននៅនឹងកន្លែង (Backman and Rogulska 2016)។

ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានបង្រួមដើម្បីបង្កើតជាឧស្ម័នធម្មជាតិ (CNG or Compression Natural Gas) ដែលអាចប្រើជាឥន្ធនៈសម្រាប់យានយន្តនៅក្នុងស្ថានីយ៍ចាក់ប្រេង។ ការចំណាយភាគច្រើនពឹងផ្អែកលើអត្រា បរិមាណ ដែលក្នុងនោះ ៥០០ ម^៣/ម៉ោង ត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាខ្នាតសេដ្ឋកិច្ចទាបបំផុត។ ការសិក្សានា ពេលថ្មីៗនេះរបស់ FvB (2018) បានបង្ហាញថា CNG ពីជីវមេតានមិនមានលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ប្រើ

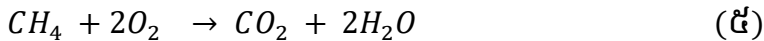
ប្រាស់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ដោយសារតែសមត្ថភាពផលិតជីវឧស្ម័ននៅមានកំរិត ហើយនឹងបញ្ហាកង្វះស្ថានីយ៍ប្រេង។ លើសពីនេះទៅទៀត តម្លៃឧស្ម័ន LPG មានតម្លៃថោកជាង CNG ដែលបានមកពីការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍ តម្លៃឧស្ម័ន LPG គឺ ០.៥៨ ដុល្លារ/គីឡូក្រាម (ស្មើនឹង ០.០៤៥ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង) ចំណែក CNG គឺ ០.០៥៣ ដុល្លារ/គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង 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
អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួរ (ppm)	< ៦,០០០	< ៥

៥.៤ ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័ន

ឧបករណ៍ដុតឧស្ម័នត្រូវបានប្រើដើម្បីដុតជីវឧស្ម័នដែលលើសតម្រូវការនៃប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន ប្រកបដោយសុវត្ថិភាព ឬកន្លែងដែលការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នត្រូវបានរំខាន។ ពួកគេក៏អាចផ្តល់មធ្យោបាយតែមួយគត់ក្នុងការបោះចោលជីវឧស្ម័នដែលបានផលិតដោយដំណើរការ AD ដែលសេដ្ឋកិច្ចនៃការងើបឡើងវិញនៃថាមពលបានបង្ហាញថាមិនអាចទទួលយកបាន (Caine 2000) និង (Seadi et al. 2008)។ ឡូជីវឧស្ម័នអាចមានហានិភ័យនៃការឆេះ ឬការផ្ទុះនៅពេលដែលកំហាប់មេតាននៅក្នុងចន្លោះពី ៥ ទៅ ១៥% នៅក្នុងខ្យល់។ ការដុតជីវឧស្ម័ន គឺជាដំណើរការធ្វើអុកស៊ីតកម្មនៃមេតាននៅក្នុងអណ្តាតភ្លើង ឬចំហេះ ដែលបណ្តាលឱ្យមានការបំភាយកាបូនឌីអុកស៊ីតជាជាងឧស្ម័នមេតាន ដែលការបំភាយឧស្ម័នមេតានទៅក្នុងបរិយាកាស មានផលប៉ះពាល់ដល់ការកើនឡើងនូវកម្ដៅពិភពលោករហូតដល់ទៅ >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)។



ប្រព័ន្ធដុតខ្សាច់ដែលពង្រីក ត្រូវបានបំពាក់ដោយម៉ាស៊ីនសម្ងាត់ខ្យល់ដើម្បីគ្រប់គ្រងសីតុណ្ហភាព ចំហេះ (រូបភាពទី៩)។ វាទំនងជាត្រូវបានប្រើក្នុងការប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រព័ន្ធដុតខ្សាច់ចំហរ ពីព្រោះវាអាច ការពារការរលត់ ដែលជាលទ្ធផលក្នុងការដុតបានសព្វល្អ និងធ្វើអោយការបញ្ចេញខ្សាច់ទៅបរិយាកាសមាន កំរិតទាប។ ដូច្នោះ ប្រព័ន្ធនេះអាចបំពេញតាមស្តង់ដារនៃការអនុវត្តនិងការបំភាយ ហើយអាចត្រូវបានផលិត បន្ថែមទៀតដើម្បីបំពេញតាមស្តង់ដារជាក់លាក់ណាមួយ (Caine 2000)។



រូបភាពទី៩ ឧបករណ៍ដុតខ្សាច់បិទជិតពី CAMDA។

៥.៤.១ ប្រតិបត្តិការ ការប្រុងប្រយ័ត្ន ការត្រួតពិនិត្យ និងការថែទាំ

តេស្តត្រួតពិនិត្យឧបករណ៍ដុតខ្សាច់ គឺចាំបាច់ត្រូវធ្វើ មុនពេលប្រតិបត្តិការ។ បន្ទាប់ពីដំឡើង និងការ ត្រួតពិនិត្យឧបករណ៍រួច បណ្តាញបំពង់ផ្គត់ផ្គង់ខ្សាច់ត្រូវតែពិនិត្យរកការតំឡើងត្រឹមត្រូវដោយប្រើវិធីសាស្ត្ររាវ រកការលេចធ្លាយ និងស្តង់ដារត្រួតពិនិត្យបណ្តាញបំពង់ខ្សាច់ (Seadi et al. 2008)។ សម្រាប់ហេតុផលសុវត្ថិ ភាព និងការកាត់បន្ថយអប្បបរមានៃការបំភាយកម្ដៅ និងការបញ្ចេញសំលេងរំខានពីការឆាបឆេះ ការតំឡើង បង្គោលភ្លើងបំបាត់ គួរតែត្រូវបានដាក់ តែតម្រូវអោយមានចម្ងាយសុវត្ថិភាពប្រហែល ២០ ម៉ែត្រជុំវិញឧបករណ៍ដុ

ត។ ឧបករណ៍ដុតរួមទាំងឧបករណ៍ថាមពលកម្ដៅ គួរតែត្រូវបានតំឡើងនៅកន្លែងដែលមានខ្យល់ចេញចូលល្អ ហើយដាក់ឆ្ងាយពីវត្ថុងាយឆេះ និងផ្ទះ។ បរិមាណមេតាននៃជីវឧស្ម័ន គួរតែត្រូវបានតេស្តជាប្រចាំ។ ឧបករណ៍ នេះមិនអាចបើកបានទេនៅពេលបរិមាណមេតានតិចជាង ៣៥%។

សន្ទះបិទបើកអគ្គីសនីនៃឧបករណ៍ដុត (សន្ទះបិទបើកលំហូរ) គឺជាសមាសភាគសំខាន់សម្រាប់ផ្គត់ ផ្គង់ និងកាត់ផ្ដាច់ឧស្ម័ន។ ដូច្នេះ សន្ទះនេះគួរតែត្រូវបានត្រួតពិនិត្យ និងថែទាំឱ្យបានទៀងទាត់មិនអោយ លើសពីបីខែទេ។ ការលេចធ្លាយនៃសន្ទះបិទបើកអាចបណ្ដាលឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់ ហើយការខូចខាត ឬការស្ទុះ របស់វាបណ្ដាលឱ្យឥន្ធនៈមិនត្រូវបានផ្គត់ផ្គង់ទៅឧបករណ៍ដុត ដែលធ្វើអោយឧបករណ៍ដុតមិនអាចធ្វើ ប្រតិបត្តិការបានឡើយ។

ឯកសារយោង

Abderezak 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

Sadi 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 ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡឌីឌីឌី

ជំពូកនេះនឹងពិភាក្សាអំពីលក្ខណៈកាកសំណល់ឡឌីឌីឌី(បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹម) និងគុណភាពសំណល់ឡឌីឌីឌី និងគុណភាពនៃការគ្រប់គ្រង។ ដូចគ្នានេះផងដែរ ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនៃកាកសំណល់ឡឌីឌីឌី និងគុណសម្បត្តិនៃបច្ចេកវិទ្យានេះនឹងត្រូវបានពិនិត្យដោយហ្មត់ចត់។ ស្តង់ដារនៃការសំណល់ឡឌីឌីឌីត្រូវបានផ្តល់ឱ្យ ហើយការប្រើប្រាស់នៃសំណល់ឡឌីឌីឌីជាជីសរីរាង្គនៅកម្ពុជាត្រូវបានគេគូសបញ្ជាក់។

៦.១ លក្ខណៈនៃសំណល់ឡឌីឌីឌី

កាកសំណល់ឡឌីឌីឌី គឺជាផលិតផលរបស់ AD មានសមាសធាតុរឹងនិងរាវ ហើយអាចប្រើជាជីនៅលើទីវាលដើម្បីធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវការប្រើប្រាស់សារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់ដំណាំ និងការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ជីដី រួមទាំងការកាត់បន្ថយការបំពុលទឹក។ ការកែច្នៃឡើងវិញនៃកាកសំណល់ឡឌីឌីឌីយកទៅប្រើប្រាស់នៅលើដី ត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាជំហានដ៏ល្អបំផុតសម្រាប់បរិស្ថាន ដែលអាចអនុវត្តបាននៅក្នុងគ្រប់កាលៈទេសៈ និងអាចបំពេញនូវដុំដីជាតិធម្មជាតិ។ កាកសំណល់ឡឌីឌីឌី គឺជាប្រភពដ៏មានតំលៃនៃសារធាតុចិញ្ចឹមរួមមានសំខាន់ៗ ដូចជា អាសូត (N) ផូស្វ័រ (P ឬ P_2O_5), ប៉ូតាស្យូម (K ឬ K_2O), ស៊ុលផួរ (S ឬ SO_3) និងសារធាតុផ្សេងទៀត ដែលមានស្រាប់នៅក្នុងកាកសំណល់សម្រាប់ឡឌីឌីឌី ហើយក៏នៅតែមានក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការ និងអាចរកបាននៅក្នុងកាកសំណល់ឡឌីឌីឌីផងដែរ។ សារធាតុចិញ្ចឹមទាំងនេះគឺចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់របស់ដំណាំឬរុក្ខជាតិ ដូច្នោះហើយនាំអោយផលិតកម្មដំណាំមាននិរន្តរភាព (Chambers and Taylor 2013)។ សមាសធាតុផ្សំនៃកាកសំណល់ឡឌីឌីឌីនៅតែដដែលដូចគ្នានឹងកាកសំណល់ដើម ប៉ុន្តែមានគុណភាពបង្កើនជាតិល្អជាងមុន ពីព្រោះម៉ូលេគុលសរីរាង្គត្រូវបានរំលាយ ហើយផ្នែកខ្លះនៃសារធាតុចិញ្ចឹមត្រូវបានក្លាយជាសារធាតុដី។

៦.២ គុណភាព និងការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ឡឌីឌីឌី

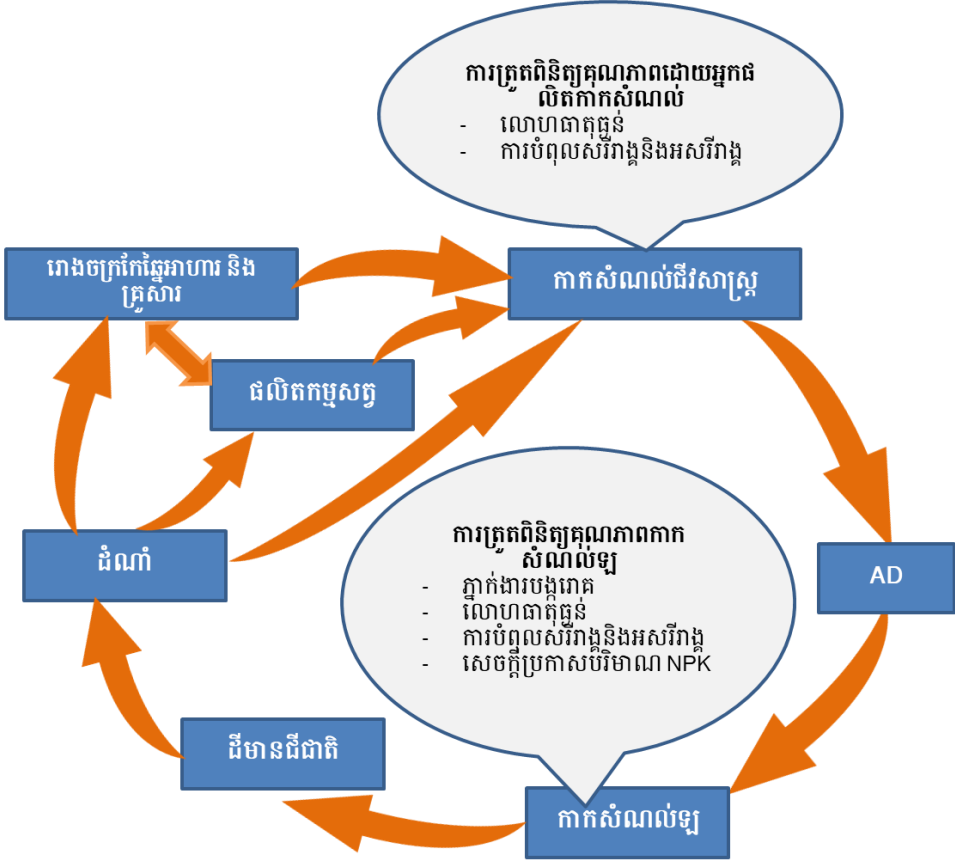
បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមនៅក្នុងកាកសំណល់ឡឌីឌីឌី គឺពឹងផ្អែកយ៉ាងខ្លាំងទៅលើកាកសំណល់ដើម ដូច្នោះហើយគុណភាពនៃជីខុសគ្នា។ កាកសំណល់ឡឌីឌីឌីដែលមានគុណភាពខ្ពស់សមស្របសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជាជី ហើយត្រូវបានកំណត់ដោយលក្ខណៈសំខាន់ៗដូចជា បរិមាណនៃសារធាតុចិញ្ចឹម pH សារធាតុស្លុតនិងបរិមាណ DM និង ODM ក៏ដូចជាភាពដូចគ្នានិងភាពសុទ្ធ (គ្មានការផ្ទុកនូវភាពមិនបរិសុទ្ធនៃអសរីរាង្គដូចជាប្លាស្ទិច ថ្ម កែវ។ល។) មានអនាម័យនិងសុវត្ថិភាពសម្រាប់ពពួកអតិសុខុមប្រាណមានជីវិត និងបរិស្ថានទាក់ទងនឹងកត្តាសម្ភារៈជីវសាស្ត្រ (សារធាតុបង្កជំងឺ) និងសារធាតុគីមីពុល (សរីរាង្គនិងអសរីរាង្គ) (Seadi et al. 2012)។ កាកសំណល់ឡឌីឌីឌីនេះអាចយកទៅកែច្នៃជាជីល្អបំផុត ប៉ុន្តែមានដែនកំណត់ដោយសារគុណភាពមិនទាន់គ្រប់គ្រាន់របស់វា ដែលអាចជះឥទ្ធិពលដល់សុវត្ថិភាពចំណីអាហារ សុខភាព និងបរិស្ថាន។ ការគ្រប់គ្រង ការទុកដាក់ ការស្តុកទុក និងការប្រើកាកសំណល់ឡឌីឌីឌីជាជីមិនត្រឹម

ត្រូវ អាចបណ្តាលឱ្យមានការបំភាយអាម៉ូញាក់ ការលេចធ្លាយជាតិស្រាត និងការផ្ទុកផូស្វ័រច្រើនពេក។ ការធ្វើសំណាកតាមកាលកំណត់ និងវិភាគបរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹម ត្រូវធ្វើមុនពេលប្រើប្រាស់លើទឹកលឿង ដើម្បីធានាថាស្តង់ដារនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍អាចត្រូវបានបំពេញ។ ដូច្នោះ ការអនុវត្តនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ទៅជាជីសរីរាង្គ ត្រូវតែធ្វើឡើងដោយឈរលើមូលដ្ឋាននៃការត្រួតពិនិត្យនិងគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ (Holm-Nielsen et al. 2009)។

ការគ្រប់គ្រងគុណភាពនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ មិនត្រឹមតែធានាថាកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍មានសុវត្ថិភាពសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ប៉ុណ្ណោះទេ តែវាក៏រួមចំណែកដល់ការយល់ឃើញនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលជាផលិតផលមានសុវត្ថិភាពនិងសុខភាពផងដែរ។ គោលបំណងចុងក្រោយ គឺដើម្បីបង្កើនការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាជីសរីរាង្គ និងដើម្បីផ្តល់ការលើកទឹកចិត្តសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍបន្ថែមទៀតនៃបច្ចេកវិទ្យាឡធីវឌ្ឍន៍ ដែលមានលក្ខណៈល្អសម្រាប់បរិស្ថាន និង ជាជម្រើសនៃការបន្សុទ្ធប្រកបដោយសុវត្ថិភាពរបស់ពេទ្យសត្វ សម្រាប់លាមកសត្វនិងកាកសំណល់សរីរាង្គ (Seadi et al. 2012) ។ តម្រូវការសម្រាប់គុណភាពចាំបាច់ត្រូវបញ្ជាក់ពីការអនុម័តវិធីសាស្ត្ររួមមួយ និងប្រព័ន្ធនៃអញ្ញតគុណភាពដើម្បីវាស់ហើយធានាបាននូវគុណភាព។ ការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានអនុវត្តតាមមធ្យោបាយផ្សេងៗដូចជា៖ ស្តង់ដារនៃគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ប្រព័ន្ធវិញ្ញាបនបត្រកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ បទប្បញ្ញត្តិសារធាតុចិញ្ចឹម និងក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ ហើយសំខាន់បំផុតតាមរយៈការអនុវត្តការត្រួតពិនិត្យគុណភាពទៅតាមវដ្តនៃផលិតផលកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ទាំងមូល។ ផលិតកម្ម និងការកែច្នៃឡើងវិញនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាជីសរីរាង្គ តម្រូវឱ្យមានការគ្រប់គ្រង និងត្រួតពិនិត្យគុណភាពពេញមួយវដ្តនៃដំណើរបិទជិតនៃ AD ទាំងមូល ចាប់ពីកាកសំណល់សម្រាប់ AD រហូតដល់ការប្រើប្រាស់ចុងក្រោយនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ទៅជាជីសរីរាង្គ (រូបភាពទី ១០) ។

ច្បាប់ស្តីពីបរិស្ថានកាន់តែតឹងរឹង ដែលត្រូវបានណែនាំនៅក្នុងប្រទេសភាគច្រើនក្នុងគោលបំណងដោះស្រាយនូវរាល់ការបំពុលគ្រប់ប្រភេទ និងការបាត់បង់ជីវៈចម្រុះ និងកាត់បន្ថយនូវគ្រោះថ្នាក់នាពេលបច្ចុប្បន្ននិងទៅអនាគតចំពោះអតិសុខុមប្រាណមានជីវិត។ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ និងបទដ្ឋានគុណភាពសម្រាប់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ប្រើជាជី ផ្តល់នូវទំនុកចិត្តប្រកបដោយគុណភាព និងសុវត្ថិភាព ហើយជួយរួមចំណែកដល់ស្ថេរភាពទីផ្សារសម្រាប់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍។ បទប្បញ្ញត្តិបែបនេះ ត្រូវបានណែនាំដោយចំនួនប្រទេសជាច្រើន ដែលរួមមានស្តង់ដារនៃគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ គ្រោងការណ៍បញ្ជាក់វិញ្ញាបនបត្រកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ គោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់ការអនុវត្តការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងបញ្ជីវិជ្ជមាននៃសម្ភារៈសមស្របប្រើជាកាកសំណល់សម្រាប់ AD។ ការជ្រើសរើសយ៉ាងតឹងរឹង និងការត្រួតពិនិត្យគុណភាពយ៉ាងហ្មត់ចត់នៃវត្ថុធាតុដើមដែលត្រូវបានប្រើជាកាកសំណល់សម្រាប់ AD គឺជាជំហានដំបូង និងសំខាន់បំផុតនៃការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដោយធានាបាននូវអេកូឡូស៊ីអតិបរមា និង

ផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចពីការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាជីសរីរាង្គ (Mucha et al. 2019)។ ប្រភេទកាកសំណល់ដែលមិនសមស្របមានផ្ទុកលោហធាតុធ្ងន់ សមាសធាតុសរីរាង្គជាប់លាប់ ការចម្លងរោគ ភ្នាក់ងារបង្ករោគ និងគ្រោះថ្នាក់ដែលអាចកើតមានផ្សេងទៀតមិនអាចកាត់បន្ថយក្នុងបានទេអំឡុងពេលដំណើរការ AD។ វាចាំបាច់ក្នុងការទាញយកសមាសធាតុដែលមិនចង់បានទាំងនោះចេញដោយការបន្សុទ្ធកាកសំណល់សម្រាប់ AD ក៏ដូចជាកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ផងដែរ (Holm-Nielsen et al. 2009)។ ផ្នែកសំខាន់នៃការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ដូចជាសារធាតុគីមី ជីវសាស្ត្រ និងភាពមិនសុទ្ធនៃរាងកាយ (physical impurities) ត្រូវបានរៀបរាប់ក្នុងឯកសារយោង (Seadi et al. 2012)។



រូបភាពទី១០ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃវដ្តបិទនៃ AD កាកសំណល់ជីវសាស្ត្រ, AD និងការគ្រប់គ្រងគុណភាពនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍។

ការអនុវត្តក្នុងការគ្រប់គ្រងគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ជាទូទៅធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវទំនុកចិត្តនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងសុវត្ថិភាពបសុពេទ្យ ជួយទប់ស្កាត់ការពារគ្រោះថ្នាក់សុខភាព និងបរិស្ថាន ដោយផ្តល់នូវឥទ្ធិពលវិជ្ជមានទៅលើសុវត្ថិភាពចំណីអាហារ និងលក្ខខណ្ឌទីផ្សារល្អប្រសើរសម្រាប់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និងបង្កើតការលើកទឹកចិត្តសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍ AD។ ការផ្លាស់

ប្តូរពីជីវមកជីសរីរាង្គ គឺកំពុងកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានទៅលើបរិស្ថាន(បំបែកខ្សែសង្វាក់នៃសារធាតុបង្កជំងឺ)។ វាបានបង្កើនវដ្តនៃសារធាតុសរីរាង្គ ក៏ដូចជាសារធាតុចិញ្ចឹម និងការអភិរក្សធនធានធម្មជាតិ។ លើសពីនេះទៀត វាផ្តល់នូវការសន្សំថ្លៃដើមដល់កសិករដោយកាត់បន្ថយការទិញជីវី ប៉ុន្តែផ្តល់ប្រសិទ្ធភាពសារធាតុចិញ្ចឹមខ្ពស់តាមរយៈការប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គពីកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ (Seadi 2001)។

៦.៣ ការរក្សាទុកកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងការកំណត់លក្ខខណ្ឌលក្ខណៈ:

មិនដូចជាលាមកសត្វស្រស់និងកាកសំណល់ដទៃ សម្រាប់ AD កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលមានអនាម័យបង្កហានិភ័យតិចតួចក្នុងការផ្ទេរធាតុបង្កជំងឺតាមរយៈការប៉ះពាល់និងអនុវត្តន៍។ វាជាការសំខាន់ណាស់ដើម្បីចៀសវាងការចំលងរោគឡើងវិញពីលាមកសត្វស្រស់និងកាកសំណល់រាវ ការលូតលាស់ឡើងវិញនៃបាក់តេរីនៅក្នុងជីវកាកសំណល់ បន្ទាប់ពីឆ្លងកាត់ការធ្វើអោយពពួកបាក់តេរីមិនអោយលូតលាស់ និងបន្ទាប់ពី AD និងវត្ថុធាតុដើមនិងប្រភពផ្សេងៗដែលមិនមានអនាម័យ។ ការប្រុងប្រយ័ត្នចាំបាច់ត្រូវអនុវត្តទាំងនៅទីតាំងឡធីវឌ្ឍន៍ និងនៅកន្លែងផ្ទុកកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដទៃទៀត ដើម្បីថែរក្សាគុណភាពកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ឱ្យមានគុណភាពខ្ពស់រហូតដល់ការប្រើប្រាស់ចុងក្រោយជាជីសរីរាង្គ។ ការរក្សាទុក ការប៉ះពាល់ និងការប្រើប្រាស់នៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រឹមត្រូវ គឺរក្សាបាននូវគុណតម្លៃនិងគុណភាពរបស់វាជាជី។ វាជួយការពារការបាត់បង់អាម៉ូញាក់និងមេតានៅក្នុងបរិយាកាស ការលេចធ្លាយសារធាតុចិញ្ចឹម និងការហូរចេញក៏ដូចជាការបញ្ចេញក្លិនមិនល្អ។ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍អាចត្រូវបានរក្សាទុកនៅទីតាំងឡ ឬកាន់តែល្អបើដាក់នៅទីតាំងជិតនឹងកន្លែងដែលត្រូវប្រើវាជាជី។ ជាធម្មតានៅតាមទីតាំងដាច់ដោយឡែក កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ត្រូវបានផ្ទុកក្នុងធុងនៅខាងលើដី។ ឡគ្រប់តង់និងចង់ផ្ទុកក៏អាចត្រូវបានប្រើផងដែរ។ គ្រប់ករណីទាំងអស់វាមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការគ្របដណ្តប់កន្លែងស្តុកទុក ព្រោះវាជួយការពារការបាត់បង់សារធាតុចិញ្ចឹម និងការបំពុលតាមរយៈការបំភាយអាម៉ូញាក់ និងពីផលិតកម្មមេតានដែលនៅសេសសល់ ក៏ដូចជាកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលរលាយដោយទឹកភ្លៀង (Mucha et al. 2019)។

នៅមុនពេលកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានប្រើជាជី សមាសធាតុរបស់វាគួរតែត្រូវបានវិភាគនិងប្រកាសដោយស្របតាមការអនុវត្តកសិកម្មល្អបំផុត។ វីជីនេះក៏អនុវត្តចំពោះផលិតកម្ម និងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍នៅកសិដ្ឋានតែមួយផងដែរ។ សេចក្តីប្រកាសអំពីម៉ាក្រូនិងមីក្រូសារធាតុចិញ្ចឹម និងបរិមាណ DM គឺជាផ្នែកមួយនៃគ្រោងការណ៍ធានាគុណភាពសម្រាប់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍នៅក្នុងប្រទេសជាច្រើន (Seadi et al. 2012)។ ជាធម្មតា ឡធីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំតម្លើងមន្ទីរពិសោធន៍តូចមួយនៅនឹងកន្លែងសម្រាប់វាស់ស្ទង់បរិមាណ DM, ODM និង កំរិត pH ពីគ្រប់សំណាកគំរូទាំងអស់នៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍។ បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមកាន់តែស្មុគស្មាញ អាចត្រូវបានវិភាគដោយមន្ទីរពិសោធន៍ដែលមានការទទួលស្គាល់។ ដើម្បីជៀសវាងភាពមិនប្រាកដប្រជា នីតិវិធីសម្រាប់ការយកសំណាកគំរូ និងការវិភាគគួរតែត្រូវបានកំណត់ដោយពិធីការជាក់លាក់ណាមួយ។

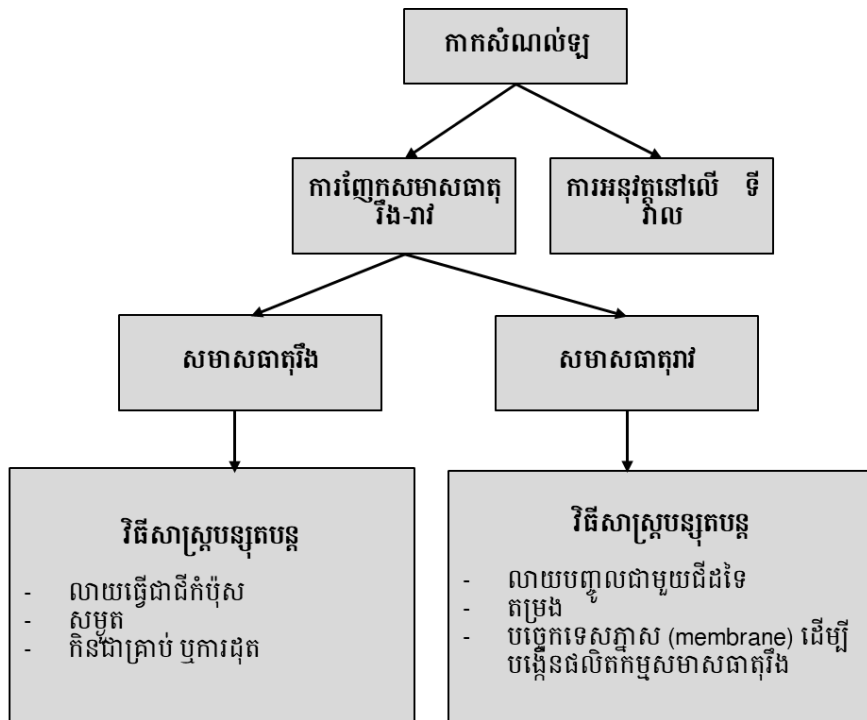
កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍អាចត្រូវបានប្រើជាដីដោយគ្មានការបន្សុទ្ធបន្ថែមទៀត បន្ទាប់ពីការដកវាចេញពីឡ និងបន្ទាប់ពីការទុកខាងក្រៅដើម្បីអោយត្រជាក់។ នៅពេលប្រើជាដីសរីរាង្គ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានដឹកចេញពីឡធីវឌ្ឍន៍តាមរយៈបំពង់បង្ហូរ ឬជាមួយម៉ាស៊ីនបូម ហើយត្រូវបានរក្សាទុកជាបណ្តោះអាសន្ននៅក្នុងធុងផ្ទុក ឧទាហរណ៍នៅតាមទីវាលដែលកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានអនុវត្ត។ សមត្ថភាពផ្ទុកសរុបនៃគ្រឿងបរិក្ខារទាំងនេះត្រូវតែគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីរក្សាទុកការផលិតនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ក្នុងរយៈពេលជាច្រើនខែ។ នៅក្នុងប្រទេសអឺរ៉ុបជាច្រើន ច្បាប់កសិកម្មតម្រូវអោយមានសមត្ថភាពផ្ទុករយៈពេលពី ៦ ទៅ ៩ ខែសម្រាប់លាមកសត្វ កាកសំណល់រាវ និងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដើម្បីធានាការប្រើប្រាស់បានល្អបំផុត និងមានប្រសិទ្ធភាពជាដី (Seadi et al. 2008)។

៦.៤ ការបន្សុទ្ធ និងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍

បរិមាណកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ត្រូវបានកាត់បន្ថយយ៉ាងខ្លាំងក្នុងកំឡុងដំណើរការ AD ចាប់តាំងពីសារធាតុសរីរាង្គស្ងួតដែលត្រូវបានបំបែកទៅជាមេតាន និងឧស្ម័នកាបូនិច។ ផ្នែកមួយដែលជាប់សារធាតុសរីរាង្គនៃអាសូត គឺវី ហើយបរិមាណអាម៉ូញាក់នៅក្នុងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍គឺខ្ពស់ជាងដីសរីរាង្គដទៃទៀត។ ការស្តុកទុកអាចបណ្តាលឱ្យមានការចម្រុះនៃ OD, COD និងអាស់កាឡាំងនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ (Lauren et al. 2013)។ សារធាតុចិញ្ចឹមដែលលើសនៅក្នុងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍អាចបណ្តាលឱ្យមានបញ្ហាដល់បរិស្ថាន។ ជាទូទៅ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍មានបរិមាណម៉ាសស្ងួតទាបធ្វើអោយការស្តុកទុក ការដឹកជញ្ជូន និងការប្រើប្រាស់របស់វា គឺមានតម្លៃថ្លៃ។ ដូច្នេះ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍តម្រូវអោយមានដំណើរការគ្រប់គ្រងបរិមាណរបស់វា (Möller and Müller 2012)។

ដំណើរការកែច្នៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍អាចទាក់ទងនឹងវិធីសាស្ត្របន្សុទ្ធ និងបច្ចេកទេសផ្សេងៗគ្នា អាស្រ័យលើតម្រូវការក្នុងស្រុក ឧទាហរណ៍ ការពង្រឹងគុណភាពនិងទីផ្សារនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ផលិតផលដែលមានលក្ខណៈស្ងួតជា ឬការដកយកសារធាតុចិញ្ចឹម និងសារធាតុសរីរាង្គចេញពីកាកសំណល់រាវឡធីវឌ្ឍន៍ (រូបភាពទី១១)។ បច្ចេកវិទ្យានៃការបន្សុទ្ធរួមមាន លក្ខណៈរូប (ឧ. ការបំបែកអង្គធាតុរាវរឹង) លក្ខណៈគីមី (ឧ. ការដកយកភាគល្អិត ឬសមាសធាតុរឹងពីសារធាតុរាវ (flocculation) និងការធ្វើរំហូតកម្ម (precipitation)) និងវិធីសាស្ត្រដីវិសាស្ត្រ(ឧ. ការធ្វើដីកំប៉ុស)។ ដំណើរការកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ អាចជាផ្នែកឬពេញលេញដោយការបំបែកកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ទៅជាសារធាតុជាតិសរសៃរឹង ការប្រមូលផ្តុំដី និងទឹកសុទ្ធ (Seadi et al. 2012)។ ជំហានដំបូងនៃនីតិវិធីនៃការបន្សុទ្ធកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍នីមួយៗ គឺជាការបំបែកលក្ខណៈរូបនៃអង្គធាតុរឹង-រាវ។ ដំណើរការផ្នែកខ្លះប្រើបច្ចេកវិទ្យាសាមញ្ញនិងថោកគួរសម ឧទាហរណ៍ screw-press separators ឬ decanter centrifuges ដើម្បីទទួលបានអង្គធាតុរឹងខ្ពស់ (២០ - ២៥%) ពីលាមកសត្វរឹង និងអង្គធាតុរឹងទាប (៥ - ៧%) ពីលាមកសត្វរាវ។ សមាសធាតុនៃការកែច្នៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍រឹង អាចបំបែកបានខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំងដូចដែលបានចែងនៅក្នុងការសិក្សាមុន (Möller and Müller 2012)។

Decanter centrifuges ត្រូវបានប្រើដើម្បីបំបែកជួស្វ័រភាគច្រើននៅក្នុងកាកសំណល់ឡធុរិវិធីទៅជាប្រភាគជាតិសរសៃ (Seadi et al. 2008)។ ការបំបែកជួស្វ័រធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវការគ្រប់គ្រងម៉ាក្រូសារធាតុចិញ្ចឹម ពីព្រោះវាអាចអនុញ្ញាតិអោយមានការប្រើប្រាស់ជួស្វ័រ និងអាសូតដាច់ដោយឡែកពីគ្នា។ ការដកចេញនូវភាគល្អិតអាសូត អាចត្រូវបានអនុវត្តដោយការបំបែកអង្គធាតុរឹង-រាវ ខណៈដែលការដកចេញនូវអាម៉ូញាក់អាចទទួលបានតាមរយៈការប្រើប្រាស់គីមីរូប និងដំណើរការជីវសាស្ត្រ (Mucha et al. 2019)។



រូបភាពទី១១ ដំណើរការ ការបន្សុត និងការអនុវត្តលើការសំណល់ឡធុរិវិធីខ្ពស់ (Möller and Müller 2012)។

សមាសភាគរឹងអាចត្រូវបានប្រើដោយផ្ទាល់ដូចជាជីនៅក្នុងកសិកម្ម ឬក៏ត្រូវបានសម្ងាត់សម្រាប់ការស្តុកទុកកំរិតមធ្យមដើម្បីការដឹកជញ្ជូនកាន់តែប្រសើរ។ សមាសភាគរឹងនេះក៏អាចត្រូវបានលក់ជាជីខនិដដែលមាន P ដោយមិនបាច់ធ្វើការបន្សុតបន្ថែមទៀត។ សមាសភាគរាវដែលមានផ្ទុកផ្នែកសំខាន់ដូចជា N និង K អាចត្រូវបានគេប្រើជាជីរាវ។ ការបន្សុតបន្ថែមទៀតដូចជា ការសម្ងាត់នៃកាកសំណល់ឡធុរិវិធីខ្ពស់ ឬការយកទឹកចេញពីលាមករាវដោយបច្ចេកវិទ្យាភ្នាស (membrane technologies) ដើម្បីផលិតកំហាប់រឹងខ្ពស់ គឺមិនត្រូវបានប្រើទូលំទូលាយនោះទេ (Möller and Müller) ។

៦.៥ បទដ្ឋាននិងបទបញ្ជានៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍

ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ក្នុងកសិកម្មជាដី ឬការអនុវត្តលើដីវាល ដើម្បីបំពេញបន្ថែមដី ជាតិអោយដីមានគុណសម្បត្តិសំខាន់ៗដូចជា ការកាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកទៅលើជីគីមីនិងគីមីសំលាប់សត្វ ល្អិត និងវដ្តនៃសារធាតុចិញ្ចឹម។ ការគ្រប់គ្រងបានល្អក្នុងទិសដៅចុងក្រោយនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍នឹង ជួយកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់នៃការប្រែប្រួលអាកាសធាតុពីកាកសំណល់ដែលធ្លាប់តែបោះបង់ចោល។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការព្រួយបារម្ភអំពីសុខភាព និងបរិស្ថានទៅលើចំនួននិងសមាសធាតុនៃកាក សំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ឆ្ពោះទៅទិសដៅចុងក្រោយដែលបានជ្រើសរើសត្រូវបានកំណត់អត្តសញ្ញាណ (Theng et al. 2014)។ ការប្រើប្រាស់ស្តង់ដារគុណភាពសម្រាប់រូបធាតុដើមសរីរាង្គនៅក្នុងដីកសិកម្ម ត្រូវតែអនុវត្តតាម បទប្បញ្ញត្តិដើម្បីការពារផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានដែលអាចកើតមានលើដី បន្លែ និងសុខភាពសត្វនិងមនុស្ស។ ទោះបីជាក្របខ័ណ្ឌយុទ្ធសាស្ត្រនិងគោលនយោបាយស្តីពីការអភិវឌ្ឍឡធីវឌ្ឍន៍ ត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បី លើកកម្ពស់និងគាំទ្រកាកសំណល់ដល់ថាមពលតាមរយៈបច្ចេកវិទ្យាឡធីវឌ្ឍន៍នៅកម្ពុជា បទដ្ឋានស្តង់ដារ (គុណភាពនិងការប្រើប្រាស់) និងប្រព័ន្ធបទប្បញ្ញត្តិលើផលិតផលកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍នៅមិនទាន់ ច្បាស់នៅឡើយ។ លើសពីនេះទៅទៀត ការខ្វះខាតនូវឧបករណ៍ដែលត្រូវការដើម្បីធ្វើតេស្តគីមីដើម្បីធានាការ ត្រួតពិនិត្យគុណភាពដីឱ្យបានហ្មត់ចត់ គឺជាកត្តាមួយផ្សេងទៀតដែលជះឥទ្ធិពលដល់ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើ ប្រាស់ដី។ សមត្ថភាពនៃការត្រួតពិនិត្យនិងវិញ្ញាបនប័ត្រមានកំរិតរបស់នាយកដ្ឋាននីតិកម្មកសិកម្ម (DAL) និង អ្នកត្រួតពិនិត្យពី MAFF គឺជាបញ្ហាដែលត្រូវដោះស្រាយជាបន្ទាន់ដើម្បីគ្រប់គ្រងគុណភាពដីនិងទីផ្សារ របស់វា។

បទពិសោធន៍ដែលទទួលបានពីសហគមន៍អឺរ៉ុប៖ នៅឆ្នាំ២០០២ បទប្បញ្ញត្តិដែលគ្រប់គ្រងការបន្សុ ទ្ធលិតកម្មសត្វរួមទាំងតម្រូវការសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ដីធ្លីប្រកបដោយសុវត្ថិភាពរបស់ពួកគេ ត្រូវបានណែនាំ បន្ទាប់ពីមានការផ្ទុះឡើងនៃជំងឺ Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) នៅអឺរ៉ុប។ បទប្បញ្ញត្តិលេខ ១៧៧៤/២០០២ ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាបទប្បញ្ញត្តិស្តីពីផលិតផលសត្វ និងជំនួសដោយបទប្បញ្ញត្តិ ក្រុមប្រឹក្សាបច្ចុប្បន្នលេខ ១០៦៩/២០០៩ ចែងអំពីប្រភេទផលិតផលអនុផលសត្វ និងលក្ខខណ្ឌដែលអាច ប្រើជាកាកសំណល់សម្រាប់ AD (Seadi et al. 2012)។ នៅពេលកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានប្រើជាដី បទប្បញ្ញត្តិនៃទិសដៅចុងក្រោយនេះមានបីវិធីសាស្ត្រ។ បទប្បញ្ញត្តិទីមួយពិពណ៌នាអំពីតម្រូវការសម្រាប់កាក សំណល់ដើម្បីក្លាយជាផលិតផលយោងទៅតាមច្បាប់កាកសំណល់ ឬបទបញ្ជាបរិស្ថាន។ វិធីសាស្ត្រមួយទៀត គឺពឹងផ្អែកលើការវាយតម្លៃនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងទិសដៅចុងក្រោយដែលពិចារណាលើលក្ខណៈនៃ ដី និងអត្រានៃការប្រើប្រាស់ក្នុងចំណោមអញ្ញត្តផ្សេងទៀតដោយយោងទៅតាមពិធីការ និងស្តង់ដារដែលបាន ទទួលស្គាល់។ វិធីសាស្ត្រចុងក្រោយ គឺការប្រើប្រាស់នៅក្នុងវិស័យកសិកម្មតម្រូវឱ្យមានការចុះឈ្មោះដីជាមុន ដោយយោងទៅតាមបទបញ្ជាដី។ បទបញ្ជាផលិតផលសត្វ ក៏អនុវត្តជាគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់

ផលិតផលកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងទិសដៅចុងក្រោយ ពីព្រោះផលិតផលទាំងនេះជាកាកសំណល់សម្រាប់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលមានសក្តានុពល និងមានឥទ្ធិពលលើសមាសធាតុកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ (Mucha et al. 2019)។

ទិដ្ឋភាពសំខាន់មួយទាក់ទងនឹងការកែច្នៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ឡើងវិញ គឺជាបន្ទុកនៃសារធាតុចិញ្ចឹមនៅលើដីកសិកម្ម។ ការផ្ទុកលើសជាតិនីត្រាតប្រឆាំង អាចកើតឡើងដោយសារតែការដោះស្រាយមិនសមរម្យ ការស្តុកទុក និងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាដីសរីរាង្គ។ នៅទ្វីបអឺរ៉ុប សេចក្តីណែនាំនៃការប្រើប្រាស់នីត្រាតលេខ 91/676/EEC រឹតបន្តឹងការបញ្ចូលអាសូតលើដីស្រែ ក្នុងគោលបំណងការពារដីនិងទឹកលើដី ពីការបំពុលនីត្រាតដោយអនុញ្ញាតឱ្យមានកំរិតអតិបរិមាណនៃអាសូតត្រឹមតែ ១៧០ គីឡូក្រាមក្នុងមួយហិចតាភ្នំក្នុងមួយឆ្នាំ។ ការផ្ទុកសារធាតុចិញ្ចឹមនៅលើដីកសិកម្ម ត្រូវបានកំណត់ដោយច្បាប់ជាតិនៅក្នុងបណ្តាប្រទេសអឺរ៉ុបភាគច្រើន (Seadi et al. 2008)។

៦.៦ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាដីសរីរាង្គ

ដីសរីរាង្គ គឺជាធាតុផ្សំនៃកសិកម្មប្រកបដោយនិរន្តរភាពក្រៅពីការផ្តល់ដីវែង ដែលរួមចំណែកផ្តល់គុណភាពដីតាមរយៈការកែលំអរចរាសម្ព័ន្ធដី សារធាតុគីមី និងកំរិតជីវសាស្ត្រនៃដី។ ការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ជាដីសរីរាង្គអាចធ្វើអោយដីជាតិដីកាន់តែប្រសើរឡើង និងផលិតផលកាន់តែមានសុខភាពល្អជាមួយនឹងទិន្នផលខ្ពស់។ ដីសរីរាង្គជួយធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង និងរៀបចំឱ្យមានសុខភាពទូទៅនៃដីកសិកម្ម (Jaja and Barber 2017)។ សារធាតុសរីរាង្គពីកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ជួយធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវការប្រាប់ចូលក្នុងដីនិងការជ្រៀតចូលទឹក ហើយវាក៏ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវសមត្ថភាពផ្ទុកទឹកនិងសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់ដីផងដែរ។ វាជួយបង្កើនការរក្សាទឹកនៅក្នុងដី (water retention) និងមានសារៈសំខាន់ក្នុងការរក្សាដីសមស្របសម្រាប់សាបព្រោះ។ ដីសរីរាង្គទទួលខុសត្រូវចំពោះការបង្កើតដីដែលមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការថែរក្សាដីជាតិដី។ ទាំងនេះគឺចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ មិនត្រឹមតែដំណាំដែលត្រូវបានដាំដុះនៅឆ្នាំនោះទេ ប៉ុន្តែនឹងបន្តជះឥទ្ធិពលដល់ដំណាំក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានឆ្នាំបន្តទៀត ពីព្រោះការរលួយសរីរាង្គមិនត្រូវបានបញ្ចប់ក្នុងរយៈពេលមួយឆ្នាំទេ។ ការប្រើប្រាស់ដីសរីរាង្គ ផ្តល់នូវសារធាតុដែលគ្រប់គ្រងការលូតលាស់និងធ្វើអោយមានភាពប្រសើរឡើងនូវលក្ខណៈរូប សារធាតុគីមី និងអតិសុខុមប្រាណនៃដី (Jaja and Barber 2017)។

ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ការអនុវត្តដីសរីរាង្គត្រូវធ្វើដោយផ្អែកលើផែនការដាក់ជីឱ្យបានត្រឹមត្រូវដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍នៃទិន្នផលដំណាំកាន់តែច្រើន មានប្រសិទ្ធភាពនិងចំណាយទាប និងទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន។ ផែនការដាក់ជីត្រូវបានគេពន្យល់លម្អិតសម្រាប់វិស័យកសិកម្មនីមួយៗ យោងទៅតាមប្រភេទដំណាំទិន្នផលដំណាំដែលបានគ្រោងទុក ភាគរយនៃការប្រើប្រាស់ដែលរំពឹងទុកនៃសារធាតុចិញ្ចឹមក្នុងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ ប្រភេទដី (texture, structure, quality, pH) ម៉ាក្រូនិងមីក្រូសារធាតុចិញ្ចឹមដែលមានស្រាប់នៅ

ក្នុងដី ដំណាំដូរកាលមុន លក្ខខណ្ឌប្រព័ន្ធធារាសាស្ត្រ និងភូមិសាស្ត្រដី។ បទពិសោធន៍ពីសហគមន៍អឺរ៉ុប បង្ហាញថា យុទ្ធសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ចនិងបរិស្ថាននៃការអនុវត្តកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនជាដី គឺតាមរយៈការបំពេញ នូវតម្រូវការជូស្វ័រនៃដំណាំជាមួយជូស្វ័រពីកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន។ ការប្រើកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនដើម្បី បំពេញតម្រូវការសារធាតុជូស្វ័រ ក៏អាចបំពេញដោយផ្នែកនៃតម្រូវការអាសូតនៃដំណាំ។ តម្រូវការអាសូតដែលនៅ សល់អាចត្រូវបានបំពេញដោយការប្រើដីរ៉ែ (Seadi et al. 2008)។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ បរិមាណជាក់លាក់ នៃដីសរីរាង្គទាំងនោះ ពឹងផ្អែកយ៉ាងខ្លាំងទៅលើសារធាតុចិញ្ចឹមដីនៅតាមទីតាំង និងប្រទេសផ្សេងៗគ្នា។ សារ ធាតុចិញ្ចឹមដីនៅកន្លែងផ្សេងៗគ្នា និងតម្រូវការអាហារូបត្ថម្ភសម្រាប់កសិកម្មនៅកម្ពុជាត្រូវបានពិភាក្សានៅក្នុង ផ្នែកទី៦.៧.១។

ក្រៅពីតម្រូវការនៃសារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់ប្រភេទដី និងប្រភេទដំណាំជាក់លាក់សម្រាប់ការប្រើប្រាស់ ល្អបំផុតនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនជាដីសរីរាង្គ គោលការណ៍ណែនាំនៃការអនុវត្តកសិកម្មល្អតម្រូវឱ្យមាន ការអនុវត្តអោយបានខ្ជាប់ខ្ជួនផងដែរ។ សមត្ថភាពផ្ទុកសម្រាប់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន គួរតែមានរយៈពេល យ៉ាងហោចណាស់ ៦ ខែ ដែលជាវិធីសាស្ត្រអនុវត្តន៍ដើម្បីកាត់បន្ថយការបាត់បង់អាសូត។ ឧទាហរណ៍ លក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុល្អបំផុតសម្រាប់ការអនុវត្តនៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន គឺរដូវវស្សា លក្ខខណ្ឌសំណើម ខ្ពស់ និងគ្មានខ្យល់។ ការដាក់ដីលើដំណាំបន្លែពេញលេញ ផ្តល់នូវការព្រួយបារម្ភតិចតួចអំពីការបាត់បង់នៃ អាសូត។ ចំណែកដាក់ដីលើផ្ទៃដីវិញ ដីអាចជ្រាបចូលក្នុងដីភ្លាមៗបន្ទាប់ពីចាក់ឬ បង្ហូរចេញពីផ្ទុក ឬបំពង់ (Seadi et al. 2008)។

ដូចទៅនឹងដីដទៃទៀតដែរ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនត្រូវតែអនុវត្តក្នុងរដូវដាំដុះ ដើម្បីធានាបាននូវការ ស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិល្អបំផុត និងជៀសវាងការបំពុលទឹកក្រោមដី។ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនត្រូវ តែបញ្ចូលទៅក្នុងរោងចក្រជីនៃកសិដ្ឋានតាមរបៀបដូចដីរ៉ែដែរ ហើយវាត្រូវតែអនុវត្តតាមអត្រាត្រឹមត្រូវ ជាមួយ នឹងឧបករណ៍ដែលធានាបាននូវការអនុវត្តទូទាំងតំបន់ដែលមានដីជាតិទាំងមូល។ វិធីសាស្ត្រអនុវត្តន៍សម ស្រប គឺដូចគ្នាទៅនឹងវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានអនុវត្តសម្រាប់កាកសំណល់ដើម លើកលែងតែការបាចសាចទៅ លើទីវាល (splash plate spreading) ដែលបណ្តាលឱ្យមានការបំពុល និងការបាត់បង់សារធាតុចិញ្ចឹមដីមាន តម្លៃ។ ដោយសារតែមានការបំពុលដីធ្ងន់ធ្ងរដែលបណ្តាលមកពីការបាចសាចទៅលើទីវាល វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវ បានហាមឃាត់នៅក្នុងប្រទេសដែលមានច្បាប់កសិកម្មទំនើប ដើម្បីការពារការបំពុលបរិស្ថាន។ ឧបករណ៍ប្រើ ប្រាស់សម្រាប់អនុវត្តន៍កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន គួរតែបង្រួមផ្ទៃដែលប៉ះនឹងខ្យល់ក្នុងកំរិតអប្បបរមា និងដើម្បី ធានាឱ្យមានការបញ្ចូលយ៉ាងលឿននៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនទៅក្នុងដី។ ដោយសារតែហេតុផលទាំងនេះ កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍនត្រូវបានអនុវត្តយ៉ាងល្អបំផុតជាមួយនឹង trailing hoses, trailing shoes ឬក៏ចាក់ ដោយផ្ទាល់ទៅក្នុងដីផ្នែកខាងលើ។ វិធីសាស្ត្រអនុវត្តន៍ទាំងនេះ ជួយកាត់បន្ថយការប្រែប្រួលអាម៉ូញាក់ (Lukehurst et al. 2010)។

៦.៧ ការប្រើប្រាស់ដីនិងសក្តានុពលនៃការប្រើប្រាស់ដីសរីរាង្គនៅកម្ពុជា

វិស័យកសិកម្មនៅតែជាផ្នែកសំខាន់មួយនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ច និងការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រនៅកម្ពុជា។ ដំណាំរួមចំណែកយ៉ាងសំខាន់ដល់កំណើនកសិកម្ម និងលើកកម្ពស់សន្តិសុខស្បៀង។ ការបង្កើនផលិតកម្ម ដំណាំតាមរយៈការពង្រីកតំបន់ដាំដុះមិនអាចធ្វើទៅបានទេដោយសារតែកំណើនប្រជាជន។ ដូច្នេះ ការបង្កើន ផលិតភាពកសិកម្មនាពេលអនាគតត្រូវបានរំពឹងថានឹងទទួលបានភាគច្រើនពីការពង្រឹងវិស័យកសិកម្ម ហើយ ដីនឹងដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការបង្កើនទិន្នផលដំណាំ និងការទ្រទ្រង់ធនធានធម្មជាតិនៃដីកសិកម្ម។ ឧស្សាហកម្មដីនៅកម្ពុជាបានវិវត្តយ៉ាងឆាប់រហ័សដើម្បីឆ្លើយតបតម្រូវការកសិកម្ម ហើយភាគច្រើន ស្រូវនិងបន្លែប្រើដី ច្រើនលើសលុបនៅក្នុងប្រទេសនេះ។ នេះបង្ហាញពីការអភិវឌ្ឍជាវិជ្ជមាននៃឧស្សាហកម្មដី និងការទទួលយក ការប្រើប្រាស់ដីនៅក្នុងប្រទេសនេះផងដែរ។ ឧបសគ្គសំខាន់ៗដែលប៉ះពាល់ដល់តម្រូវការដីនិងការផ្គត់ផ្គង់ដី គួរតែត្រូវបានដោះស្រាយដើម្បីពង្រឹងការប្រកួតប្រជែងពាណិជ្ជកម្ម និងពង្រីកប្រតិបត្តិការទីផ្សារ ដើម្បីធ្វើឱ្យ តម្លៃដីធ្លាក់ចុះ និងបង្កើនគុណភាពផលិតផលដំណាំដល់កសិករ។

ចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០១៣មក ប្រទេសកម្ពុជាបង្កើតរោងចក្រលាយដីគីមី (ដីអសរីរាង្គ) នៅខេត្តកណ្តាល។ វាគឺជាការបណ្តាក់ទុនរួមគ្នារវាងក្រុមហ៊ុនអន្តរជាតិផ្កាយប្រាំអន្តរជាតិរបស់វៀតណាម (Vietnam's Five Star International) ជាមួយក្រុមហ៊ុនវិនិយោគនិងអភិវឌ្ឍកម្ពុជា (Cambodia's Investment and Development Company)។ រោងចក្រនេះមិនទាន់ដំណើរការពេញលេញនៅឡើយទេ ដូច្នេះដីគីមីនៅតែត្រូវ បាននាំចូលពីប្រទេសវៀតណាមនិងប្រទេសថៃ និងពីសហគមន៍អឺរ៉ុប ឬសហរដ្ឋអាមេរិក។ ការផ្គត់ផ្គង់ដីបាន កើនឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័សដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងកំណើនកសិកម្ម។ ក្នុងចំណោមអ្នកផ្គត់ផ្គង់ទាំងនោះ ក្រុម ហ៊ុនចំនួន ១១ បាននាំចូលដីសរីរាង្គ។ ដីសរីរាង្គជារឿយៗមានតម្លៃថ្លៃជាងដីគីមី ក៏ប៉ុន្តែវាបានផ្តល់អត្ថ ប្រយោជន៍ឱ្យលើសពីតម្លៃរបស់វានៅពេលបន្តបន្តាប់ ដោយសារដីសរីរាង្គធ្វើឱ្យដីប្រសើរឡើងបានយូរ បន្ទាប់ ពីរុក្ខជាតិបានទទួលសារធាតុចិញ្ចឹមដែលពួកគេត្រូវការ។ ដីរបស់អ្នកប្រើជាមួយនឹងដីសរីរាង្គ កាន់តែប្រើបាន យូរ កាន់តែធ្វើអោយសមាសភាព និងវាយនភាព (texture) របស់ដីកាន់តែល្អ។ ផ្ទុយទៅវិញ ខណៈពេលដែល ដីគីមីអសរីរាង្គមានតម្លៃថោកក្នុងរយៈពេលខ្លី តែវាបន្ថែមសារធាតុចិញ្ចឹមបានតិចទៅក្នុងដីដោយប្រើរយៈពេល វែង។

លើសពីនេះទៅទៀត កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា មានសក្តានុពលខ្ពស់ក្នុង ការផលិតដីសរីរាង្គ។ ផ្នែកលើការសិក្សារបស់ BTIC ក្នុងមួយតោននៃកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ពីលាមកជ្រូក រាវ ៤% TS មានផ្ទុក N, P₂O₅ និង K₂O ចំនួន ៦,៧, ២,៨ និង ១,៩ គីឡូក្រាម រៀងៗខ្លួន។ ដោយសារតែ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន និងអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងកាន់តែច្រើន បានបង្ហាញចំណាប់អារម្មណ៍លើការវិនិយោគឡធីវឌ្ឍន៍ ដូចនេះការបង្កើនការប្រើប្រាស់ដីសរីរាង្គដែលផលិតតាមរយៈកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ អាចត្រូវបានសិក្សា និងធ្វើលក្ខណៈពាណិជ្ជកម្ម ដើម្បីប្រើប្រាស់នៅទូទាំងប្រទេសនាពេលអនាគត។ ការប្រើប្រាស់ដីសរីរាង្គនឹង

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

៦.៧.១ តម្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសម្រាប់វិស័យកសិកម្មនៅកម្ពុជា

ប្រទេសកម្ពុជាមានដីកសិកម្មមានជីជាតិច្រើន ដែលមានចំនួនប្រហែល ៤ លានហិកតាក្នុងឆ្នាំ ២០១២ ដែលក្នុងនោះមាន ៣ លានហិកតាស្ថិតនៅក្រោមផលិតកម្មដំណាំស្រូវ។ ស្រូវដុះវិស្សាកាន់កាប់ប្រហែល ៨៣% ស្ទើរនឹង ២.៥ លានហិកតា នៃផ្ទៃដីដាំដុះស្រូវសរុប (MAFF 2013)។ ដីដែលប្រើសម្រាប់ផលិតផលស្រូវនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាមានលក្ខណៈខុសគ្នាច្រើនទាំងលក្ខណៈរូបនិងគីមី។ នៅតំបន់ទំនាបដែលមានភ្លៀងធ្លាក់ភាគច្រើននៃប្រទេសកម្ពុជា ដីត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការដាំដុះស្រូវ គឺមានបរិមាណ NPK និងសារធាតុសរីរាង្គទាប។ ស្រូវមានភាពប្រែប្រួលខ្ពស់ក្នុងការឆ្លើយតបទៅនឹងការប្រើជី អាស្រ័យលើប្រភេទដី។ ដូច្នេះ ការប្រើជីមិនត្រឹមត្រូវអាចនាំឱ្យមានការបាត់បង់ហិរញ្ញវត្ថុ ឬការខូចខាតចំពោះដំណាំនិងបរិស្ថាន។ ការពិចារណាឱ្យបានហ្មត់ចត់ទៅលើកត្តាជាច្រើន ត្រូវតែត្រូវបានកំណត់នៅពេលដែលមានការសំរេចចិត្តលើអត្រា និងពេលវេលានៃជី។ កសិករគួរតែប្រើពិចារណាអោយបានហ្មត់ចត់នូវកត្តាមួយចំនួនដូចជា ហានិភ័យទាក់ទងនឹងរបបទឹកភ្លៀងខុសប្រក្រតីមុនពេលសម្រេចចិត្តប្រើប្រាស់ជី (Seng et al. 2001)។ អត្រាជីដែលត្រូវបានណែនាំ សម្រាប់ស្រូវខុសគ្នាចំពោះសារធាតុចិញ្ចឹមផ្សេងៗគ្នា៖ ២០ - ១២០ សម្រាប់ N, ៤ - ១៥ សម្រាប់ P និង ០ - ៣៣ ក្នុងគ.ក្រក្នុងមួយហិកតា 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.

Laurení 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 biofertiliser.
- 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 Region*. 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 និងការវិភាគប្រាក់ចំណេញពីការវិនិយោគឡធីវឌ្ឍន៍ គួរតែត្រូវបានសិក្សាដើម្បីធានាវាមានការសន្សំសំចៃ និងទទួលបានប្រាក់ចំណេញ។ ជំពូកនេះ រៀបរាប់អំពីផែនទីបង្ហាញផ្លូវនៃគម្រោងអភិវឌ្ឍទូទៅលើការវិភាគលទ្ធផលសេដ្ឋកិច្ច និងការចំណាយគម្រោងសំខាន់ (តម្លៃវិនិយោគនិងប្រតិបត្តិការ)។ ការវាយតម្លៃលើផលប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ ប្រាក់ចំណូល រយៈពេលនៃអត្រាសងត្រលប់មកវិញ (IRR) និងភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃលំហូរសាច់ប្រាក់និងលំហូរសាច់ប្រាក់ក្នុងរយៈពេលមួយ (Net present value; NPV) ត្រូវបានចង្អុលបង្ហាញ។

៧.១ អត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ

ឡធីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ខ្ពស់ អាចបង្កើតឱកាសសេដ្ឋកិច្ចនៅក្នុងទីផ្សារដែលមានតម្លៃថាមពលថ្លៃ (បណ្តាញអគ្គិសនីឬម៉ាស៊ូត) និងការចំណាយលើការចោលសំរាមមានតម្លៃខ្ពស់។ គោលបំណងនៃការបង្កើតឡធីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់អាចប្រែប្រួលពីការការពារបរិស្ថាន និងការកាត់បន្ថយកាកសំណល់ ទៅផលិតកម្មថាមពលកើតឡើងវិញ និងអាចរួមបញ្ចូលការលើកទឹកចិត្តទាំងផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុ និងផ្នែកដទៃទៀត។ វាក្លាយជាការចាប់អារម្មណ៍ខាងសេដ្ឋកិច្ច ដើម្បីបង្វែរសមាសធាតុសរីរាង្គដែលមាននៅក្នុងសំរាមទៅជាប្រភពនៃ AD ដើម្បីផលិតថាមពលកើតឡើងវិញដែលមានតម្លៃសមរម្យ។ កសិករក្នុងតំបន់និងអង្គការកសិករ អ្នកផលិតកាកសំណល់សរីរាង្គនិងអ្នកប្រមូលសំរាមទីក្រុង អ្នកផលិតថាមពល និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដទៃទៀត គឺជាអ្នកផ្តួចផ្តើមគំនិតនៃគម្រោងឡធីវឌ្ឍន៍។ នេះគឺជាឱកាសដើម្បីជំរុញការអភិវឌ្ឍគម្រោងធីវឌ្ឍន៍ ពីកាកសំណល់ដែលមាននៅក្នុងកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ ឬកសិឧស្សាហកម្ម។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ បរិមាណរបស់កាកសំណល់ទាំងនោះ និងសមាសធាតុរបស់វាត្រូវតែស្ថិតនៅក្រោមការគ្រប់គ្រងរបស់ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងដើម្បីធានាថាវាមានការសន្សំសំចៃ (Camirand 2019)។ វាត្រូវឱ្យមានផែនការត្រឹមត្រូវមុនពេលចាប់ផ្តើមគម្រោងធីវឌ្ឍន៍ ដូចដែលបានចង្អុលបង្ហាញនៅក្នុងជំពូកទី៤។ ទិដ្ឋភាពសំខាន់ៗរួមមាន៖ (១)ការកំណត់និងវាយតម្លៃផែនការអាជីវកម្ម និងយុទ្ធសាស្ត្រហិរញ្ញប្បទាន និង(២) ពាក់ព័ន្ធនឹងក្រុមហ៊ុនផ្តល់ហិរញ្ញប្បទាន ឬហិរញ្ញប្បទានគាំទ្រពីរដ្ឋាភិបាលនៅក្នុងដំណាក់កាលដំបូងនៃគម្រោង។ ទិដ្ឋភាពសំខាន់ៗទាំងនេះ គឺដើម្បីធានាបាននូវភាពជោគជ័យរយៈពេលវែងនៃគម្រោង នៅពេលដែលស្ថាប័នធនាគារ ឬមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុផ្តល់ប្រាក់កម្ចីសម្រាប់គម្រោងឡធីវឌ្ឍន៍។

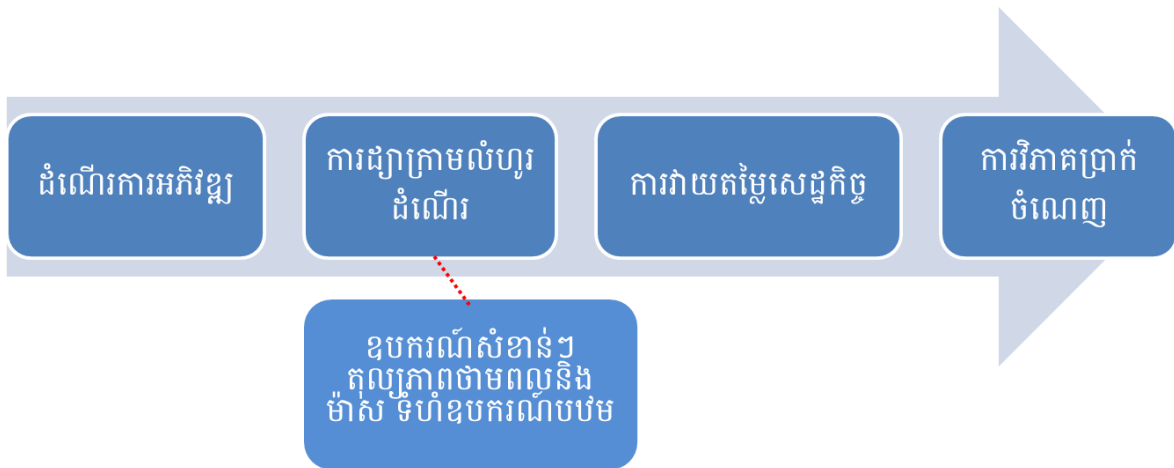
វាមានគំរូជោគជ័យផ្សេងៗគ្នានៃការរៀបចំគម្រោងឡធីវឌ្ឍន៍ អាស្រ័យលើភាពអាចរកបាននៃចំនួនកាកសំណល់ដែលមាន និងសមត្ថភាពគ្រប់គ្រងផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុរបស់វិនិយោគិន។ Seadi et al. (2008) បានផ្តល់ឧទាហរណ៍នៃដ្យាក្រាមប្តូក ដែលបង្ហាញពីជំហានសំខាន់ៗនៃគម្រោងធីវឌ្ឍន៍។ ការវាយតម្លៃខាងផ្នែកបច្ចេកទេសត្រូវធ្វើឡើងដើម្បីប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មធីវឌ្ឍន៍និងថាមពលអគ្គិសនី ដូច្នេះហើយ ប្រាក់ចំណូលអាចគណនាដោយផ្អែកលើតម្លៃជាក់ស្តែងពីបណ្តាញអគ្គិសនីឬម៉ាស៊ូត។ លើសពីនេះទៀត ការវាយតម្លៃ

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

៧.២ ការវាយតម្លៃខាងផ្នែកបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច

ការវិភាគបច្ចេកទេសសេដ្ឋកិច្ច គឺជាការព្រៀងគំនិតនៃដំណើរការដែលពាក់ព័ន្ធនឹងផលិតកម្មឡដីវឌ្ឍន៍ និងការប្រើប្រាស់ដីវឌ្ឍន៍ ឧទាហរណ៍ ការកំណត់នៃឧបករណ៍ដែលត្រូវការតាមលំដាប់របស់វា និងព័ត៌មានលំអិតជាច្រើនផ្សេងទៀតអំពីដំណើរការពាក់ព័ន្ធ ដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១២។ ការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច និងការវិភាគផលចំណេញក៏នឹងត្រូវចូលរួមផងដែរ (Tao et al. 2013)។

ជំហានបន្ទាប់ គឺការសិក្សាលទ្ធភាពដែលអនុញ្ញាតឱ្យប៉ាន់ស្មានផលិតកម្មអគ្គិសនីនៅក្នុងកសិដ្ឋានតាមរយៈបរិមាណសំណល់ដែលមាន។ ការប្រាក់ប៉ាន់ស្មានប្រាក់ចំណូល គឺត្រូវបានគណនា ដោយយកផលិតកម្មអគ្គិសនីគុណនឹងថ្លៃដើមនៃបណ្តាញអគ្គិសនីក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់។ ចំនួនសរុបនៃសំណល់រាវ (effluent) អាចគណនាបានពីការប្រើប្រាស់ទឹកលាងកាកសំណល់សរុប ទឹកនោម និងលាមកក្នុងមួយថ្ងៃនៅក្នុងកសិដ្ឋាន ឬកាកសំណល់សរីរាង្គនៅក្នុងទឹកកង្វក់ពីកសិឧស្សាហកម្ម។ អត្រានៃការហូតនៃកាកសំណល់ទឹកស្អុយត្រូវបានគេគិតនៅក្នុងការគណនានៃកាកសំណល់ចុងក្រោយ ទោះបីជាអត្រានេះតូចបើប្រៀបធៀបទៅនឹងទឹកសរុបដែលបានប្រើក៏ដោយ។ ដោយពិចារណាលើបច្ចេកវិទ្យាដែលបានជ្រើសរើស (ឡគ្របតង់ដីវឌ្ឍន៍ដែលមានលក្ខណៈសន្សំសំចៃ) ទំហំស្រះសម្រាប់តង់និងកាកសំណល់ឡដីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានគណនាពីសំណល់ទឹកស្អុយសរុបក្នុងមួយថ្ងៃ និង HRT (លំអិតនៅផ្នែក ៤.៣.១)។ HRT អប្បបរមាសម្រាប់ឡសើម គឺ ៣០ ថ្ងៃ ដូច្នេះទំហំអាងស្តុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយអប្បបរមានទំហំ ៣០ ដងនៃទឹកស្អុយផលិតក្នុងមួយថ្ងៃ។ ការចំណាយលើការសាងសង់តង់អាស្រ័យលើវត្ថុធាតុដើមដែលបានប្រើ (ឧទាហរណ៍ វត្ថុធាតុប៉ូលីអេទីឡែនដង់ស៊ីតេខ្ពស់ (HDPE)) និងប្រភេទនៃបច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់។ ចំពោះបច្ចេកវិទ្យាឡគ្របតង់ទំនើប (improved lagoon) តម្រូវឱ្យមានស្រទាប់បាតឡដោយប្រើវត្ថុធាតុដើមដូចគ្នានឹងតំបន់ផ្លាស្ទិចខាងលើដែរ 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% នៃតម្រូវការថាមពលប្រចាំឆ្នាំសរុបសម្រាប់ប្រព័ន្ធត្រជាក់-ហូត ឬឧបករណ៍ផ្សេងៗដូចជាម៉ាស៊ីនបូមទឹក ភ្លើងបំភ្លឺ និងឧបករណ៍ផ្សេងៗទៀតនៅក្នុងកសិដ្ឋាន។ ផ្អែកលើការផលិតអគ្គិសនីក្នុងមួយថ្ងៃ និងថ្លៃអគ្គិសនីតាមបណ្តាញអគ្គិសនីចំនួន ០,១៨៥ ដុល្លារក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់ម៉ោង ការប៉ាន់ស្មានប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំ គឺប្រហែល ៤២.០០០ ដុល្លារ។ ទំហំអាងកាកសំណល់ទឹកស្អុយអប្បបរមានប្រហែល ៩.១៥០ ម^៣ ហើយការប៉ាន់ប្រមាណថ្លៃដើមនៃអាងនេះ គឺ ៧៩,០០០ ដុល្លារ ដែលផ្អែកលើតារាងតម្លៃពីអ្នកផ្គត់ផ្គង់ជីវឧស្ម័ន (ថ្លៃដើមនៃសំភារៈប្រើប្រាស់) និងអ្នកម៉ៅការ (ថ្លៃដើមនៃការសាងសង់) ។

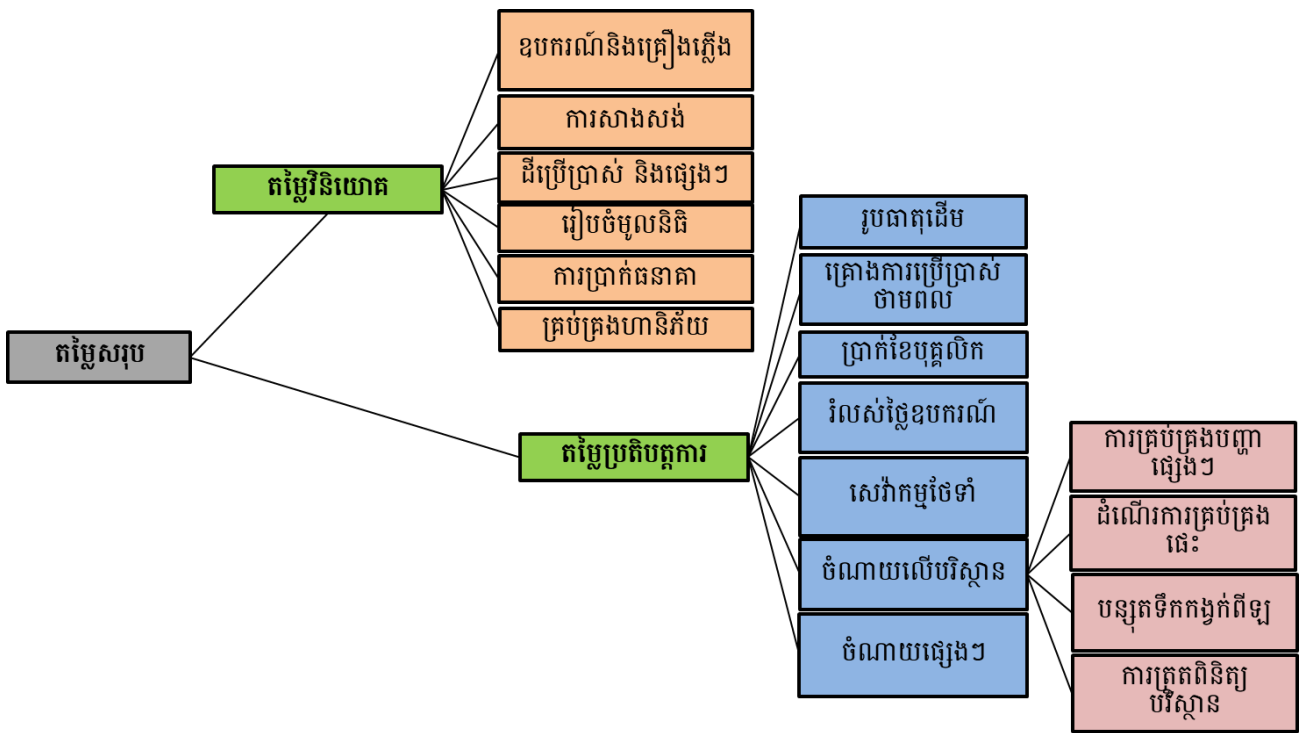
តារាងទី១២ ការប៉ាន់ប្រមាណផលិតកម្មអគ្គិសនី និងទំហំអាងផ្ទុកកាកសំណល់ទឹកស្អុយពីទឹកសំណល់សរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋាន (ក) ក្នុងខេត្តកំពង់ស្ពឺ ប្រទេសកម្ពុជា។

ប្រភព	ឯកតា	តម្លៃមធ្យម
ទឹក	តោន/ថ្ងៃ	២១៦
លាមកដើម	តោន/ថ្ងៃ	១០.៨
ទឹកនោម	តោន/ថ្ងៃ	១៨.៨
រំហូតទឹក	តោន/ថ្ងៃ	៤.៥
ទឹកស្អុយសរុប	តោន/ថ្ងៃ	២៤០
បរិមាណសមាសធាតុស្អុត	%	០.៩
សមាសធាតុស្អុតសរុប	តោន/ថ្ងៃ	២.១៦

ជីវឧស្ស័ន	ម ^៣ /ថ្ងៃ	៧១៣
ផលិតកម្មអគ្គិសនី	គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង/ថ្ងៃ	១០៦៩
តំរូវការអគ្គិសនី	គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង/ថ្ងៃ	១១២៥
ទំហំឡូត្របតង់	ម ^៣	៩១៥០

៧.៣ ការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ

ការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ ត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីគណនាថវិកាសរុបសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ស័ន រយៈពេលសងត្រលប់ និង IRR ក្នុងការវិនិយោគ។ IRR គឺជាផលចំណេញនៃសក្តានុពលវិនិយោគ។ រយៈពេលសងត្រលប់គឺជាពេលវេលាដើម្បីទទួលបានអត្ថប្រយោជន៍ពីគម្រោងជីវឧស្ស័ន ដោយផ្អែកលើតម្លៃវិនិយោគសរុប និងលំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធ (net cash flow)។ លំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធ គឺសមាមាត្រទៅនឹងចំនួនសាច់ប្រាក់សរុប (ប្រាក់ចំណូល និងតម្លៃឧបករណ៍នៅសល់) ដកចំណាយសាច់ប្រាក់សរុប (ការចំណាយលើឧបករណ៍ និង O&M)។ ចំនួនថវិកាចំណាយសរុបអាស្រ័យលើការចំណាយផ្នែកវិនិយោគ និងការចំណាយផ្នែកប្រតិបត្តិការដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៣។ ការចំណាយលើការវិនិយោគ ត្រៀមបរិក្ខារសំណង់ និងឧបករណ៍ផ្សេងៗ ត្រូវការចំណាយក្នុងឆ្នាំវិនិយោគជីវឧស្ស័ន ចំណែកឯការចំណាយលើប្រាក់ខែបុគ្គលិក និងថ្លៃថែទាំ (គិតថ្លៃ ២-៣០% ប្រចាំឆ្នាំ) អាចបង់ប្រចាំខែ ប្រចាំឆ្នាំ និងពីរបីឆ្នាំម្តង (អាស្រ័យលើអាយុកាលឧបករណ៍) រៀងៗខ្លួន។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ រាល់មុខទំនិញដែលមាននៅក្នុងបញ្ជី មិនត្រូវបានអនុវត្តចំពោះកសិដ្ឋានទាំងអស់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជានោះទេ។ ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោងគួរតែពិគ្រោះយោបល់ជាមួយអ្នកជំនាញជីវឧស្ស័ន និងក្រុមហ៊ុនដែលមានបទពិសោធន៍ខាងជីវឧស្ស័ន ដើម្បីអនុវត្តលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ និងគណនាការវិនិយោគផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុ (Karellas et al. 2010)។ លើសពីនេះទៀត ស្ថានភាពហិរញ្ញវត្ថុជាក់ស្តែងដូចជា ការវាយតម្លៃផែនការអាជីវកម្ម និងយុទ្ធសាស្ត្រហិរញ្ញប្បទាន ក៏ដូចជាគុណសម្បត្តិ និងហានិភ័យនៃការវិនិយោគត្រូវតែយកមកពិចារណា។ ម្ចាស់កសិដ្ឋានគួរស្វែងរកជំនួយហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់ការបង្កើតឡជីវឧស្ស័នខ្នាតធំ។ ក្នុងករណីដែលពួកគេមិនមានហិរញ្ញវត្ថុគ្រប់គ្រាន់ដោយខ្លួនឯងបាន ធនាគារ ឬប្រភពហិរញ្ញវត្ថុពីខាងក្រៅត្រូវតែចូលរួម។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅតែមិនមានស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុណាមួយផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានដល់គម្រោងជីវឧស្ស័ននៅកម្ពុជានៅឡើយទេ។ ការពិភាក្សានៅតែបន្តធ្វើឡើងរវាង BTIC, NBP និងអ្នកពាក់ព័ន្ធដើម្បីផ្តល់ទំហំទីផ្សារជីវឧស្ស័នពាណិជ្ជកម្មនៅកម្ពុជា ដើម្បីទាក់ទាញធនាគារ និងស្ថាប័នមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុក្នុងការអភិវឌ្ឍប្រាក់កម្ចីសម្រាប់គម្រោងជីវឧស្ស័ន។ ឧទាហរណ៍ វិនិយោគិនគួរតែផ្តល់ព័ត៌មានអំពីលក្ខណៈពិសេសនៃគម្រោង (សក្តានុពលនៃការផលិតជីវឧស្ស័ន និងប្រាក់ចំណេញ) ឬផែនការអាជីវកម្មឡជីវឧស្ស័នខ្នាតធំដើម្បីធានាថា អ្នកខ្ចីអាចសងប្រាក់កម្ចីវិញ។



រូបភាពទី១៣ តម្លៃវិនិយោគ និងប្រតិបត្តិការឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ (Zhao et al. 2016)។

៧.៣.១ លទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ

ជាទូទៅ ការវិនិយោគឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ត្រូវបានប្រើប្រាស់ហិរញ្ញប្បទានពីធនធានរបស់វិនិយោគិន ឥណទាន និងពីការផ្សព្វផ្សាយជាសាធារណៈ។ កសិដ្ឋានខ្លះបានតម្កើងឡដីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ ដោយមានការជួយឧបត្ថម្ភពីអង្គការ UNIDO ក្រោមគំរោង GEF-5 ។ ម្ចាស់កសិដ្ឋានអាចទទួលបានជំនួយរហូតដល់ ២០ ទៅ ២៥% នៃការវិនិយោគសរុប ឬអតិបរមា ៤៥,០០០ ដុល្លារក្នុងមួយគម្រោងដោយផ្អែកលើកិច្ចព្រមព្រៀង។ ទោះយ៉ាងណា ជំនួយឧបត្ថម្ភថវិកានេះមានកំណត់ ហើយការតម្កើងប្រព័ន្ធនេះនឹងត្រូវបានគាំទ្រសម្រាប់តែសំណើរណាដែលមានការសិក្សាអំពីលទ្ធភាពវិជ្ជមានប៉ុណ្ណោះ និងអាចបំពេញតាមលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដែលមានលក្ខណៈសម្បត្តិគ្រប់គ្រាន់នៅពេលបិទកិច្ចសន្យាជាមួយអង្គការ UNIDO។

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

- តើឡធីវឌ្ឍន៍នេះនឹងដំណើរការបែបសេដ្ឋកិច្ចដោយពឹងផ្អែកលើចំណូល និងការព្យាករណ៍ប្រាក់ ចំណេញតាមរយៈការគណនាលើការចំណាយនិងចំណេញដែរឬទេ?

- តើមានផែនការលម្អិតសម្រាប់ហិរញ្ញប្បទាន (ធនធានផ្ទាល់ខ្លួន ការធានា និងវត្ថុបញ្ចាំ) ដែរឬទេ?

- តើធ្វើដូចម្តេចដើម្បីទទួលបានប្រាក់កម្ចីជាមួយនឹងការប្រាក់ទាបពីធនាគារ ឬស្ថាប័នមីក្រូហិរញ្ញវត្ថុ សម្រាប់គម្រោងឡធីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ?

- តើប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំពីការវិនិយោគធីវឌ្ឍន៍ អាចគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ថ្លៃដើមប្រតិបត្តិការ និងប្រាក់ កម្ចី (ក្នុងករណីប្រាក់ម្ចាស់កសិដ្ឋានកម្ចីពីធនាគារ) ដែរឬទេ?

- តើហានិភ័យទូទៅចំពោះគម្រោងធីវឌ្ឍន៍ដែលចែកចាយអាចត្រូវបានវាយតម្លៃដែរឬទេ?

លទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុត្រូវតែធ្វើឡើង ដើម្បីស្វែងរកលំហូរសាច់ប្រាក់លម្អិតនៅក្នុងគម្រោង។ វាគឺជាជំហាន សំខាន់ក្នុងការវាយតម្លៃភាពជាក់ស្តែងនៃគម្រោងដែលបានស្នើឡើង។ ជម្រើសហិរញ្ញប្បទាន អាស្រ័យលើ វិសាលភាពធំធេងលើលក្ខខណ្ឌមូលដ្ឋាន និងស្ថានភាពរបស់អ្នកផ្តួចផ្តើមគម្រោង ដូច្នោះមិនមានគោលការណ៍ ណែនាំជាសកលណាមួយសម្រាប់បញ្ហានេះទេ (Seadi et al. 2008)។ លើសពីនេះទៀត លទ្ធភាពសេដ្ឋកិច្ច និងប្រសិទ្ធភាពគួរតែត្រូវបានស៊ើបអង្កេតដើម្បីរកចំណុចចំបងនៃគណនេយ្យចំណាយ។ លំហូរសាច់ប្រាក់ សម្រាប់ចំណាយលើការសាងសង់ដំបូង និងការតំឡើង រួមទាំងតម្លៃតំហែទាំ ក៏ដូចជាថ្លៃដើមប្រតិបត្តិការផ្សេងៗទៀតគួរត្រូវយកមកពិចារណា។ លើសពីនេះទៅទៀត ទាំងលំហូរសាច់ប្រាក់ជាក់ស្តែងនិងលំហូរសាច់ ប្រាក់មានសក្តានុពលសម្រាប់ជំនួសអត្ថប្រយោជន៍នៃផលិតផលធីវឌ្ឍន៍ គួរតែត្រូវបានចុះបញ្ជី។ វាចាំបាច់ ណាស់ក្នុងការកសាងក្របខ័ណ្ឌសេដ្ឋកិច្ចដើម្បីយល់ដឹងនូវលំហូរសាច់ប្រាក់ និងដើម្បីរកគន្លឹះបង្កើនលទ្ធភាព សេដ្ឋកិច្ច (Chen et al. 2017)។

ក្នុងករណីធ្វើការវិភាគ កម្មវិធី (software) មួយចំនួនត្រូវបានបង្កើតឡើងដែលក្នុងចំណោមនោះ គំរូកុំ ព្យូទ័រសម្រាប់ការវិភាគនិងរាយការណ៍អំពីលទ្ធភាព (COMFAR III EXPERT) គឺជាកម្មវិធីមួយក្នុងចំណោម កម្មវិធីដ៏ទៃដែលទទួលបានភាពជោគជ័យបំផុត។ អង្គការ UNIDO បានបង្កើតកម្មវិធីនេះដោយផ្អែកលើបទ ពិសោធន៍ ការយល់ឃើញ ការអោយជាយោបល់ និងតម្រូវការរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ជាង ៧០០០ នាក់នៅក្នុង ចំណោម ១៦០ ប្រទេស។ ចាប់តាំងពីការចេញផ្សាយ កម្មវិធីនេះត្រូវបានធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងជារៀងរាល់ឆ្នាំ ដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងការអភិវឌ្ឍបច្ចេកទេស ក៏ដូចជាការស្នើសុំរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ផងដែរ (Ghodrat et al. 2018)។

ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅប្រទេសកម្ពុជា មជ្ឈមណ្ឌល BTIC ជាអ្នកផ្តល់សេវាប្រឹក្សាយោបល់ស្តី ពីលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ និងថ្លៃដើមវិនិយោគដល់ម្ចាស់កសិដ្ឋាននិងវិនិយោគិន ហើយ BTIC ក៏អាចឆ្លើយសំណួរ ទាំងអស់ដែលបានរៀបរាប់ពីខាងលើ។ BTIC ក៏ជួយលើ (១) ការវាយតម្លៃបច្ចេកទេស និងការកែលម្អការ អនុវត្តប្រព័ន្ធជីវឌ្ឍន៍; (២) ការអភិវឌ្ឍនៃសំណើរសុំធនាគារ និងលទ្ធភាពទទួលបានឥណទាន; (៣) ការជួយ

ដល់វិនិយោគិនលើការរៀបចំសំណើរសុំជំនួយប្រសិនបើមាន; (៤) ការគាំទ្រផ្នែកវិស្វកម្ម លទ្ធកម្ម សំណង់និង ការគ្រប់គ្រង (EPCM) និង (៥) បណ្តុះបណ្តាលជីវខ្សែស្មើពាណិជ្ជកម្មសម្រាប់អ្នកពាក់ព័ន្ធដូចជា សុវត្ថិភាព ប្រតិបត្តិការ និងការថែរក្សាប្រព័ន្ធជីវខ្សែស្មើពាណិជ្ជកម្មសំណង់ (<http://btic-rua.org/>)។ ដូចដែលបាន រៀបរាប់នៅក្នុងផ្នែកទី២.៤ កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកម៉ុងវិទ្ធី បានដំណើរការយ៉ាងជោគជ័យនូវឡជីវខ្សែស្មើខ្នាតធំ ដំបូងគេនៅកម្ពុជា ដោយទទួលបានការគាំទ្រផ្នែកបច្ចេកទេស និងការប្រឹក្សាយោបល់ពី BTIC ។ លើសពីនេះ ទៀត ការវាយតម្លៃលើលទ្ធភាពហិរញ្ញវត្ថុ ត្រូវបានធ្វើឡើងនៅកសិដ្ឋានជាង ៣០កន្លែង និងកសិឧស្សាហកម្ម ដែលបានបង្ហាញចំណាប់អារម្មណ៍របស់ពួកគេ ក្នុងការវិនិយោគលើគម្រោងឡជីវខ្សែស្មើខ្នាតធំ។ ផ្នែកខាង ក្រោមនឹងពិភាក្សាអំពីការគណនាតម្លៃវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ លំហូរសាច់ប្រាក់ និងសូចនាករផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក សិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកដែលដឹកនាំដោយ BTIC។

៧.៣.២ ការគណនាចំណាយវិនិយោគហិរញ្ញវត្ថុ

ការគណនានៅក្នុងផ្នែកនេះ ត្រូវបានរៀបចំឡើងដោយផ្អែកលើបទពិសោធន៍ពីអ្នកជំនាញជីវខ្សែស្មើ មកពី BTIC នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។ ចំណាយនៃការវិនិយោគនេះទាក់ទងលើគ្រឿងបរិក្ខារដូចជាអាងស្តុក ទឹកស្អុយ (រួមទាំងតម្លៃសំភារៈនិងសាងសង់) ម៉ាស៊ីនបម្លែងជីវខ្សែស្មើទៅជាអគ្គិសនី (genset) ឧបករណ៍បន្សុទ្ធ ខ្សែស្មើ បំពង់បង្ហូរខ្សែស្មើនិងប្រព័ន្ធដុតខ្សែស្មើ បំពង់និងខ្សែ ការដឹកជញ្ជូន និងការតំឡើងគ្រឿងបរិក្ខារ កំរែជើង សារ និងការបណ្តុះបណ្តាលប្រតិបត្តិការ។ ថ្លៃដើមសម្រាប់ឧបករណ៍និងការតំឡើង គឺជាពីងផ្នែកលើតម្លៃពីអ្នក ផ្គត់ផ្គង់គ្រឿងបរិក្ខារ ហើយថ្លៃដើមសម្រាប់ឧបករណ៍គេហដ្ឋាន ត្រូវបានប៉ាន់ស្មានផងដែរ។ លើសពីនេះទៀត ការប៉ាន់ប្រមាណលើចំណាយទាក់ទងនឹងឧបករណ៍ដូចជា O&M និងការបង់រំលស់ឧបករណ៍ត្រូវបានបង្ហាញ នៅក្នុងតារាងទី១៣។ ការចំណាយលើឡគ្របតង់ មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការចំណាយដើមទុនសរុប។ ដោយសារជាទូទៅអាងស្តុកទឹកស្អុយ គឺជាផ្នែកមួយនៃដំណើរការកសិដ្ឋាន ដូច្នេះការចំណាយវិនិយោគសរុប អាចត្រូវបានកាត់បន្ថយជាង 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
ឧបករណ៍បន្សុទ្ធខ្សែស្រឡៅ	៥,០០០	៣០	១០	៦០០
ម៉ាស៊ីនភ្លើងមួយទឹក	៣២,០០០	១៥	៤	៨,០០០
នាឡិការវាស់លំហូរខ្សែស្រឡៅ	៩៨០	៥	៥	១៩៦
ឧបករណ៍ដុតខ្សែស្រឡៅ	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 លំហូរសាច់ប្រាក់និងសូចនាករហិរញ្ញវត្ថុ

តារាងទី១៤ បង្ហាញពីលំហូរសាច់ប្រាក់របស់គម្រោងឡដីវឌ្ឍន៍សម្រាប់រយៈពេល ១០ ឆ្នាំ នៅក្នុងគោលការណ៍ផលិតកម្មពេញលេញ។ ចំណាយចំនួន ១៤៨,៤២៣ ដុល្លារក្នុងឆ្នាំដំបូង (ឆ្នាំសូន្យ) គឺជាចំណាយវិនិយោគសរុប។ វាជាជំហានដំបូងមួយពីអាយុកាលរហូតដល់ការវិនិយោគឡើងវិញទៅជាលំហូរសាច់ប្រាក់សុទ្ធជូចគ្នា។ 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 ឆ្នាំដែលមានរយៈពេលយូរសម្រាប់គម្រោងដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ។ ទោះយ៉ាងណា ដោយសារម្ចាស់កសិដ្ឋានទទួលបានហិរញ្ញប្បទានចំនួន ២៤,០០០ ដុល្លារពីអង្គការ UNIDO ដើម្បីគាំទ្រដល់ការវិនិយោគដីវឌ្ឍន៍ ដូចនេះ

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.
- Sadi 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 ការវាយតម្លៃហានិភ័យនិងសុវត្ថិភាពនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន

ជំពូកនេះ ពិពណ៌នាអំពីទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការវិភាគហានិភ័យគុណភាព និងវាយតម្លៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់មួយចំនួនលើផលិតកម្មនិងការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន និងការប៉ាន់ស្មានហានិភ័យត្រូវបានពិភាក្សា។ សុវត្ថិភាពនៃគម្រោងជីវឧស្ម័ន ដូចជាប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពនិងគោលការណ៍ណែនាំសុវត្ថិភាព និងឯកសារសម្រាប់ការពារហានិភ័យនិងគ្រោះថ្នាក់ក៏ត្រូវបានពិភាក្សាផងដែរ។

៨.១ សេចក្តីណែនាំអំពីការវាយតម្លៃហានិភ័យ

ជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គួរតែត្រូវឆ្លងកាត់ការវាយតម្លៃហានិភ័យជាផ្លូវការរួមមាន ការកំណត់អត្តសញ្ញាណនៃហានិភ័យជាប្រព័ន្ធ និងការពិពណ៌នាអំពីបច្ចេកទេសនិងវិធានការផ្សេងទៀតដែលត្រូវបានអនុវត្តដើម្បីគ្រប់គ្រងហានិភ័យដែលបានកំណត់។ ដំណើរការ AD អាចត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាដំណើរការគីមីមួយដែលមានហានិភ័យប្រសិនបើការគ្រប់គ្រងមិនបានត្រឹមត្រូវ ឧទាហរណ៍ដូចជា ការទាក់ទងជាមួយអ្នកប្រតិបត្តិការឬអ្នកម៉ៅការផ្សេងៗ តំបន់ដែលមានគ្រោះថ្នាក់ ឧស្ម័នងាយរង អគ្គិភ័យនិងការផ្ទុះ សារធាតុគ្រោះថ្នាក់ប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងឧស្ម័ននិងការផ្ទុកឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់ឧស្ម័នដែលគ្មានការអនុញ្ញាតិ។ លើសពីនេះទៀត កំហុសឆ្គងរបស់មនុស្សក្នុងដំណើរការប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន គឺជាកត្តាកំណត់សំខាន់ក្នុងការគ្រប់គ្រងហានិភ័យ ទៅលើដំណើរការ និងបញ្ហាថែទាំ (Inspectorate 2018)។

ការវាយតម្លៃហានិភ័យអនុញ្ញាតឱ្យគ្រប់គ្រងបញ្ហាបណ្តាលពីគ្រោះថ្នាក់ និងហានិភ័យនៃឡជីវឧស្ម័នដូចជា (១) តើគ្រោះថ្នាក់អ្វីខ្លះដែលអាចកើតមាន? (២) តើសក្តានុពល និងផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះដែលអាចបណ្តាលមកពីគ្រោះថ្នាក់ទាំងនោះ? (៣) តើផលប៉ះពាល់មានទំហំប៉ុណ្ណា? (៤) តើផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះអាចកើតចេញពីគ្រោះថ្នាក់ទាំងនេះ? (៥) តើអ្វីទៅជាហានិភ័យ ដែលអាចកើតមាននៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគុណភាពក្នុងចំណោមនៃអ្នកទទួលហានិភ័យដូចជា មនុស្ស រោងចក្រខ្លួនឯងផ្ទាល់ ឬបរិស្ថាន? និង (៧) តើគោលការណ៍ណែនាំនៃការចនាមានសក្តានុពលអ្វីខ្លះ ហើយការគ្រប់គ្រងប្រព័ន្ធដែលត្រូវការដើម្បីរក្សាហានិភ័យឱ្យទាបតាមដែលអាចធ្វើទៅបានមានអ្វីខ្លះ? ដូច្នេះ ការវាយតម្លៃសុវត្ថិភាពអោយបានហ្មត់ចត់ ត្រូវតែអនុវត្តទៅតាមដំណាក់កាលនីមួយៗនៃគម្រោង ចាប់ផ្តើមពីការចនាសម្រេចដល់ការតំឡើង ការអនុវត្ត និងប្រតិបត្តិការ។ ដំណើរការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់ស្តង់ដារ ត្រូវបានចងក្រងជាឯកសារអំពីគ្រោះថ្នាក់ និងសក្តានុពលរបស់វាដែលអាចបង្កអន្តរាយដល់មនុស្ស ឡជីវឧស្ម័ន និងបរិស្ថាន។ ការប្រុងប្រយ័ត្ននិងវាស់វែងសុវត្ថិភាពឱ្យបានត្រឹមត្រូវរួមចំណែកដល់ការធានានូវប្រតិបត្តិការប្រកបដោយសុវត្ថិភាពរបស់ឡជីវឧស្ម័ន។ ការអនុវត្តដោយហ្មត់ចត់នៃការចនាដែលមានសុវត្ថិភាពដែលអាចជួយនាំមកនូវហានិភ័យកំរិតទាប តាមការអនុវត្តសមរម្យតាមរយៈការលុបបំបាត់ចោលទាំងស្រុងនូវគ្រោះថ្នាក់។ ទាំងនេះជាគោលបំណងនៃការចនា និងការពិចារណាលើប្រតិបត្តិការទាំងអស់ជុំវិញការផលិត និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (Seadi et al. 2008)។

៨.១.១ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការវិភាគនិងវាយតម្លៃហានិភ័យគុណភាព

ការវាយតម្លៃគុណភាពត្រូវបានធ្វើឡើងទៅលើផលប៉ះពាល់នៃជីវខ្សែស្មើ ហានិភ័យទាំងអស់ និងផលប៉ះពាល់គ្រោះថ្នាក់នៃទីតាំងផលិតជីវខ្សែស្មើ ដោយពិចារណាលើគ្រោះថ្នាក់ដែលបានកំណត់អត្តសញ្ញាណដែលកើតឡើងពីការបញ្ចេញជីវខ្សែស្មើចេញពីតុផ្ទុក អាចជាតំបន់ ឬនៅក្នុងប្រព័ន្ធបញ្ជូនខ្សែស្មើ ឬមួយផ្នែកចុងក្រោយនៃគ្រឿងបរិក្ខារប្រើប្រាស់។ ទាំងអស់នេះវាបានផ្តល់នូវការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់ និងការវិភាគផលវិបាកពីផលប៉ះពាល់ ដែលអាចអោយយើងកំណត់បាននូវចំងាយសុវត្ថិភាពពីទីតាំងប្រតិបត្តិការ។ ព្រឹត្តិការណ៍ជាច្រើនកើតចេញពីការបញ្ចេញខ្សែស្មើ បង្កើតជាអគ្គិភ័យដែលមានផលប៉ះពាល់ដល់មូលដ្ឋាន។ អត្រាបរាជ័យដែលបណ្តាលឱ្យបាត់បង់នូវប្រព័ន្ធបញ្ជូនខ្សែស្មើ មានកម្រិតទាបខ្លាំង ជាពិសេសបំពង់បង្ហូរ និងឧបករណ៍ពាណិជ្ជកម្មដូចជា សន្ទះបិទបើក (valves) និងបំពង់ផ្តុំ (blowers)។ ទោះយ៉ាងណា ឥទ្ធិពលនៃកំហុសឆ្គងរបស់មនុស្សអាចចូលរួមចំណែកចំពោះការបាត់បង់ការគ្រប់គ្រងទាំងនៅក្នុងដំណាក់កាលរចនាប្រព័ន្ធ ឬតាមរយៈការបណ្តុះបណ្តាលមិនល្អ និងការអនុវត្តនីតិវិធីមិនបានល្អ។ កត្តាមនុស្សទាំងនេះ ត្រូវតែគិតពិចារណា និងគ្រប់គ្រងអោយបានច្បាស់លាស់ ដើម្បីកាត់បន្ថយសក្តានុពលនៃការគ្រោះថ្នាក់ (Dow 1994)។

ស្ថិតនៅក្រោមកាលៈទេសៈរឹតត្បិតជាក់លាក់មួយ ការលេចចេញជីវខ្សែស្មើធំមួយចំនួនពីគម្របតង់អាចមានប៉ះពាល់ចម្ងាយរហូតដល់ ៥០ម៉ែត្រ។ ព្រឹត្តិការណ៍ប្រភេទនេះអាចមានផលប៉ះពាល់ខ្លះសម្រាប់ទីតាំងឡដែលមានទីតាំងជិតនឹងប្រតិបត្តិការផ្សេងទៀត ឬការប្រើប្រាស់ដីធ្លី។ ចំពោះទីតាំងរោងចក្រជាក់លាក់ និងជុំវិញការប្រើប្រាស់ដីដែលងាយរងគ្រោះ ការប៉ាន់ប្រមាណបរិមាណហានិភ័យ នឹងត្រូវបានវាយតម្លៃហានិភ័យដែលបានកំណត់ និងភាពគ្រប់គ្រាន់នៃការរចនា និងប្រតិបត្តិការដែលបានស្នើសុំ (AMPC 2016)។

ម៉្យាងវិញទៀត ការប្រើប្រាស់ជីវខ្សែស្មើ ដែលកំពុងកើនឡើងសម្រាប់ការផលិតអគ្គិសនីនៅនឹងកន្លែងបាននាំឱ្យមានការតម្លើងម៉ាស៊ីនភ្លើង (Generators) ដែលជាធម្មតាត្រូវបានតំឡើងនៅក្នុងរចនាសម្ព័ន្ធរុំព័ទ្ធជាមួយ ដើម្បីការគ្រប់គ្រងសំលេងរំខាន និងសុវត្ថិភាព។ បញ្ហានេះបណ្តាលឱ្យមានហានិភ័យនៃការផ្ទុះនៃខ្សែស្មើដែលបានបញ្ចេញជាមួយនឹងការពង្រីកសម្ពាធនៃការផ្ទុះបើប្រៀបធៀបទៅនឹងរចនាសម្ព័ន្ធពើកចំហ។ វាមានផលប៉ះពាល់ធ្ងន់ធ្ងរនៅនឹងកន្លែងក្នុងករណីមានការបញ្ចេញខ្សែស្មើយ៉ាងច្រើនពីគម្របបឡ និងផលប៉ះពាល់នៃការផ្ទុះចេញពីចន្លោះដែលព័ទ្ធជុំវិញនៃជីវខ្សែស្មើនៅក្នុងការតំឡើងសំណុំម៉ាស៊ីនភ្លើង។ ការបរាជ័យជាច្រើនអាចកើតឡើងនៅក្នុងប្រព័ន្ធរារកខ្សែស្មើ (gas detection) និងប្រព័ន្ធខ្យល់ ដែលអនុញ្ញាតឱ្យបរិយាកាសផ្ទុះបានកើតឡើងនៅក្នុងគ្រឿងបរិក្ខារទាំងនេះ។ ទីតាំងជាក់ស្តែងនៃគ្រឿងបរិក្ខារ មានសារៈសំខាន់ណាស់ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ដែលអាចកើតមានពីការផ្ទុះ។ បើសិនទីតាំងឡអំណោយផលល្អ ការប្រើប្រាស់តំបន់បើកចំហរ គឺជាជម្រើសរចនាដែលមានសុវត្ថិភាពជាងរចនាបិទជិត។ ក្រៅពីនេះ ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធបញ្ជូនខ្សែស្មើចេញចូល និងប្រព័ន្ធរារកខ្សែស្មើ គឺដើម្បីទប់ស្កាត់ព្រឹត្តិការណ៍ដំបូងមិនអោយរាលដាលដល់ស្ថានការណ៍ផ្ទុះបានទេ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ វាពិតជាមានតម្លៃពិចារណាលើការប្រើប្រាស់រចនាសម្ព័ន្ធចំហរដើម្បី

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

៤.១.២ ការកំណត់អត្តសញ្ញាណគ្រោះថ្នាក់និងការប៉ាន់ស្មានហានិភ័យ

ផ្នែកនេះ វិភាគអំពីផលប៉ះពាល់ខាងផ្នែករូបរាងកាយឡូដែលអាចកើតមាននៃព្រឹត្តិការណ៍កើតឡើងដើម្បីផ្តល់ព័ត៌មានក្នុងតំបន់ទាំងនេះអំពីតំបន់ដែលប៉ះពាល់ដល់ប្រជាជន បរិស្ថាន និងឡូជីស្ទិកខ្ពស់ខ្ពាត់ធំ។ ហានិភ័យទាក់ទងនឹងមនុស្សនៅនឹងកន្លែង ត្រូវបានចាត់ទុកថាជាការប៉ះពាល់មនុស្សទៅនឹងព្រឹត្តិការណ៍ដែលមានគ្រោះថ្នាក់ ក៏ដូចជាការបញ្ចេញខ្ពស់នៅពេលមានការបញ្ចេញខ្ពស់ដែលអាចឆេះបាន។ ផលប៉ះពាល់ទាំងនៅក្នុង និងក្រៅកន្លែងប្រតិបត្តិការ គឺទាក់ទងជាចម្បងទៅនឹងលក្ខណៈគ្រោះថ្នាក់នៃជីវខ្ពស់ និងទីតាំងលេចចេញខ្ពស់។ សមាសធាតុចម្បងពីជីវខ្ពស់ដូចជា CH₄, CO₂, H₂S និងសមាសធាតុដានផ្សេងទៀត វាងាយឆេះនិងងាយផ្ទុះណាស់។ ប្រភេទនៃព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនេះនៅក្នុងប្រព័ន្ធជីវខ្ពស់ ត្រូវការការគ្រប់គ្រងដោយប្រើទាំងប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពដែលបានកំណត់ឡើង ក៏ដូចជាការបំបែកធាតុនៃឡូជីវខ្ពស់ពីប្រភពងាយរងគ្រោះ។ ប្រព័ន្ធជីវខ្ពស់ច្រើនតែឡើងដោយ (១) ប្រព័ន្ធដែលមានឥទ្ធិពលលើរូបធាតុដើមជីវខ្ពស់, (២) CALs, (៣) ប្រព័ន្ធផ្ទេរជីវខ្ពស់, (៤) ប្រព័ន្ធដុតជីវខ្ពស់ និង(៥) ប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវខ្ពស់។ ហានិភ័យនៅក្រៅបណ្តាញ ឬក្រៅទីកន្លែងនីមួយៗ ជាធម្មតានឹងមានការប៉ះពាល់ជាប្រចាំទៅនឹងហានិភ័យដែលបានមកពីប្រតិបត្តិការជីវខ្ពស់។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ដោយសារទីតាំងទូទៅនៃគ្រឿងបរិក្ខារជីវខ្ពស់ និងការប្រើប្រាស់នៃការចែកចំងាយពីគ្នារវាងគ្រឿងបរិក្ខារជីវខ្ពស់ និងការប្រើប្រាស់ដីដែលងាយរងគ្រោះ ហានិភ័យដល់សាធារណជនទំនងជាទាប។ ការប៉ាន់ប្រមាណនៃផលប៉ះពាល់នៃប្រព័ន្ធជីវខ្ពស់ខាងលើទៅលើគ្រោះថ្នាក់មូលហេតុដែលអាចកើតមាន ផលវិបាកដែលអាចកើតមាន ការវាស់វែង ការការពារ និងហានិភ័យដែលនៅសេសសល់ចំពោះប្រជាជន បរិស្ថាន និងទ្រព្យសម្បត្តិត្រូវបានចុះបញ្ជីនៅក្នុងឯកសារយោង (AMPC 2016)។

គ្រោះថ្នាក់សំខាន់ៗដែលទាក់ទងនឹងការលេចធ្លាយខ្ពស់ អគ្គិភ័យដែលអាចកើតមាន និងការផ្ទុះត្រូវបានពិចារណាដោយអនុវត្តការវិភាគផលវិបាក ខណៈគំរូព្យាករណ៍ត្រូវបានប្រើដើម្បីប៉ាន់ស្មានផលប៉ះពាល់នៃព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនោះ។ ឧទាហរណ៍ ការវិភាគផលវិបាក ដោយពិចារណាលើបាតុភូតគ្រោះថ្នាក់ ដូចជាអគ្គិភ័យដែលទាក់ទងនឹងតំបន់គ្របដណ្តប់ពីភាពបរាជ័យ និងការបាត់បង់ព្រឹត្តិការណ៍ទប់ស្កាត់ផ្សេងទៀតពីរបស់ឧបករណ៍។ វាក៏គ្របដណ្តប់លើសក្តានុពលដុំចំហេះភ្លើង និង/ឬការផ្ទុះដោយការបញ្ចេញជីវខ្ពស់ពី (១) គម្របឡូខ្ពស់ ដែលបង្កអោយមានអគ្គិភ័យនិងភ្លើងឆេះជាបន្តបន្ទាប់ (Jet fires (JF) and Flash fires (FF)) (២) ប្រព័ន្ធបញ្ជូន (JF and FF) (៣) កន្លែងម៉ាស៊ីនភ្លើង ដែលអាចបង្កពីការផ្ទុះនៃចំហាយទឹក (Vapor cloud explosion; VCE) and JF និង (៤) ការលេចធ្លាយជីវខ្ពស់ និងផលប៉ះពាល់នៃ H₂S។ តម្លៃចាប់ផ្តើម

សម្រាប់ការវាយតម្លៃចម្ងាយនៃការខូចខាត អាចរកឃើញនៅក្នុងឯកសារយោងនេះ (Tugnoli and Cozzani 2007)។

ការវិភាគលើការសាយភាយ H₂S បង្ហាញថាផលប៉ះពាល់នៅនឹងកន្លែងនិងក្រៅកន្លែងអាចកើតឡើងស្ថិតលើកំរិតសាយភាយ។ ឧទាហរណ៍ ការបាត់បង់ជីវឧស្ម័នដែលផ្ទុកបរិមាណ H₂S លើសពី 0,២% (២០០០ ppm) អាចមានសារៈសំខាន់ ជាពិសេសនៅពេលយប់ដែលចម្ងាយឆ្ងាយអាចមានច្រើនជាង ៥០០ ម៉ែត្រពីចំណុចចេញ។ ហេតុដូច្នេះ វិធានការទាំងនេះតម្រូវឱ្យមានការអនុវត្តគោលការណ៍រចនាដែលមានសុវត្ថិភាពកាន់តែប្រសើរ ហើយនៅពេលដែលការអនុវត្តចាំបាច់នៃស្រទាប់ការពារ រួមទាំងនីតិវិធីឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ដែលត្រូវមានដើម្បីលុបបំបាត់ ឬកាត់បន្ថយការផលប៉ះពាល់ទាំងនោះ។ ការប៉ាន់ស្មានតាមលំដាប់លំដោយបង្ហាញថា មានសក្តានុពលតិចតួចសម្រាប់ផលប៉ះពាល់នៅខាងក្រៅកន្លែងពីអគ្គិភ័យ និងការផ្ទុះ។ ដូច្នេះ ហានិភ័យក្រៅបន្ទាត់ព្រំដែនពីព្រឹត្តិការណ៍ទាំងនេះគឺមានកំរិតទាប។ នេះជាករណីពិសេសមួយដែលត្រូវបានផ្តល់ឱ្យជាទូទៅនៃប្រតិបត្តិការទាំងនេះនៅឆ្ងាយពីតំបន់លំនៅដ្ឋាន។ ការសន្មតជាមូលដ្ឋានដែលត្រូវបានប្រើក្នុងការទស្សន៍ទាយកំហាប់ H₂S ត្រូវបានចង្អុលបង្ហាញនៅក្នុងអត្ថបទនេះ (AMPC 2016)។

៨.១.៣ ការវាយតម្លៃហានិភ័យលើផលិតកម្មជីវឧស្ម័ននិងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង

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

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

ការខូចខាតដែលត្រូវគ្នាទៅនឹងកម្រិតប្រសិទ្ធភាពដែលបានផ្តល់ដោយការគណនា ហើយនិងប្រភេទផ្សេងគ្នា នៃផលប៉ះពាល់រូបរាង ត្រូវបានប្រៀបធៀបនៅក្នុងការវិភាគ (Scarponi et al. 2015)។



រូបភាពទី១៤ គ្រោងការណ៍តំណាងនៃជំហាននៃវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការវាយតម្លៃហានិភ័យ (Scarponi et al. 2015)។

៨.២ បញ្ហាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព

គោលដៅសម្រាប់ឡធីវឌ្ឍន៍ គឺដើម្បីធានាបាននូវកម្រិតសុវត្ថិភាពខ្ពស់បំផុតសម្រាប់មនុស្ស និងបរិស្ថាន។ បទប្បញ្ញត្តិសុវត្ថិភាពចាំបាច់ត្រូវតែយល់ដឹង ដោយអ្នកត្រូវបានរំពឹងទុកថានឹងសង្កេតមើលលើបទប្បញ្ញត្តិទាំងនោះ ហើយពួកគេអាចត្រូវបានអនុវត្តនៅក្នុងក្របខ័ណ្ឌសេដ្ឋកិច្ចមួយដែលអាចអនុវត្តបាន។ គ្រោះថ្នាក់មួយចំនួនអាចកើតឡើងទាក់ទងនឹងប្រតិបត្តិការមេកានិចនៃឡធីវឌ្ឍន៍ ឬកង្វះការគ្រប់គ្រងធីវឌ្ឍន៍។ បទប្បញ្ញត្តិដែលអាចអនុវត្តបានសម្រាប់សុវត្ថិភាពឧបករណ៍ និងផលិតផល ក៏ដូចជាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាពដែលត្រូវបានគេសង្កេតឃើញក្នុងអំឡុងពេលសាងសង់ និងដំណើរការឡធីវឌ្ឍន៍ (Wellinger et al. 2013) ។ សម្រាប់ហេតុផលសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព រាល់ហានិភ័យនិងគ្រោះថ្នាក់នៃធីវឌ្ឍន៍ ត្រូវបានគេយកមកពិចារណានៅគ្រប់ដំណាក់កាលនៃការអភិវឌ្ឍគម្រោងធីវឌ្ឍន៍។ ការសាងសង់ និងប្រតិបត្តិការឡធីវឌ្ឍន៍រួមទាំងផលិតផលនិងការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងធីវឌ្ឍន៍ ប្រឈមនឹងបញ្ហាសុខភាពនិងសុវត្ថិភាពដោយសារគ្រោះថ្នាក់ និងហានិភ័យមួយចំនួនដូចជា ការឆេះនិងការផ្ទុះឡធីវឌ្ឍន៍, LOCs ទៅក្នុងបរិយាកាស និងគ្រោះថ្នាក់ផ្សេងទៀតដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៥។ សុវត្ថិភាពសំខាន់បំផុត និងបញ្ហាមេកានិច គឺការឆេះនិងការផ្ទុះ ការពុលនៃ H₂S និង NH₃ ការស្រូបផ្សែងពុល និងជំងឺផ្សេងៗ (Peters et al. 2003)។



ការផ្ទុះខ្សែស៊ីន



គ្រោះថ្នាក់ខ្សែស៊ីន



គ្រោះថ្នាក់ពីភ្លើងឆេះ



សំឡេងខ្លាំង



គ្រោះថ្នាក់ចរន្តអគ្គិសនី



កំដៅ



គ្រោះថ្នាក់គ្រឿងមេកានិច



សារធាតុដែលគ្រោះថ្នាក់

រូបភាពទី១៥ គ្រោះថ្នាក់ផ្សេងៗពីឡូជីវខ្សែស៊ីន។

៨.២.១ គ្រោះថ្នាក់នៃអគ្គិសនីនិងការផ្ទុះ

ខ្សែស៊ីនចំហេះរួមផ្សំជាមួយខ្យល់ (អុកស៊ីសែន) និងប្រភពបញ្ឆេះរួមផ្សំជាល្បាយខ្សែស៊ីន អាចក្លាយជា ខ្សែស៊ីនផ្ទុះក្រោមលក្ខខណ្ឌជាក់លាក់ អាស្រ័យលើបរិមាណមេតាន។ ក្រៅពីនេះ H₂S, NH₃, និង CO₂ គឺមាន សក្តានុពលបំផ្ទុះខ្លាំង។ ហានិភ័យនៃការឆេះនិងការផ្ទុះ គឺមានកំរិតខ្ពស់ជាពិសេសនៅជិតឡូ និងអាងស្តុកទុក ខ្សែស៊ីន។ បាតុភូតទាំងនេះ ក៏អាចកើតមានផងដែរដោយសារតែការលេចធ្លាយខ្សែស៊ីន ការបង្កើតតំបន់ផ្ទុះ ការ ផ្សារ ការស្ទះ ឬបំពង់ឡើងកក ឬបញ្ហាផ្សេងៗទៀត។ ហេតុដូច្នេះហើយ ជុំវិញឡូជីវខ្សែស៊ីន បំពង់ខ្សែស៊ីន ទីតាំង បន្លែងថាមពលនិងកម្ដៅរួមបញ្ចូលគ្នា (CHP) ឧបករណ៍ដុតខ្សែស៊ីន និងធុងផ្ទុកខ្សែស៊ីន ត្រូវបានគេហៅថាជាតំបន់ គ្រោះថ្នាក់ (Ex-Zones)។ វិធានការសុវត្ថិភាពគ្រប់ប្រភេទទាក់ទងនឹងការផ្ទុះ គួរតែត្រូវបានពិចារណា រាប់ បញ្ចូលទាំងការតំឡើងនិងការប្រើប្រាស់ឧបករណ៍ដែលអាចទទួលយកបាន (Westenbroek and Martin 2019)។

៨.២.២ ហានិភ័យនៃការស្ទះផ្លូវដង្ហើមនិងគីមី និងគ្រោះថ្នាក់នៃជំងឺ

ការផលិតជីវខ្សែស៊ីន ការដឹកជញ្ជូន និងការធាបឆេះ អាចនាំឱ្យបរិយាកាសខ្លះអុកស៊ីសែន។ ការប្រមូល ផ្តុំជីវខ្សែស៊ីននៅក្នុងកន្លែងបង្ខាំង ឬតំបន់មានកំហិត (confined space) អាចកាត់បន្ថយកម្រិតអុកស៊ីសែន (anoxia) យ៉ាងខ្លាំង និងបណ្តាលឱ្យមានរោគសញ្ញានៃការពុល ឬការស្ទះដង្ហើមរហូតដល់ស្លាប់ក៏មាន។ បទ ប្បញ្ញត្តិកំរិតអប្បបរមាអុកស៊ីសែន គឺ ១៩%។ សមាសធាតុគីមីដែលជាធាតុផ្សំធម្មតានៃជីវខ្សែស៊ីនដែលបង្កអាយ យមានការស្ទះផ្លូវដង្ហើម គឺ CO₂ និង CH₄។ ដោយសារតែលក្ខណៈពុលរបស់ NH₃, H₂S, ឬ CO₂ វាអាចប ណ្តាលឱ្យប្រតិបត្តិការមានគ្រោះថ្នាក់ចំពោះសុវត្ថិភាព។ អ្នកណាដែលត្រូវបានប៉ះពាល់នឹងកំហាប់ H₂S លើស ពី ៥០ ppm អាចរងរបួសធ្ងន់ធ្ងរ ឬខ្ពស់ជាង ១០០០ ppm បណ្តាលឱ្យស្លាប់ភ្លាមៗ។ កំហាប់ដ៏ខ្ពស់បែបនេះ

ក៏បណ្តាលឱ្យបំពង់ឬធុងដៃកច្រេះ ឬខូចម៉ាស៊ីនជីវខ្សែនៃតែម្តង។ រូបធាតុដើមជីវខ្សែនៅក្នុងឡជីវខ្សែ ខ្នាតធំ អាចមានធាតុបង្កជម្ងឺដូចជា បាក់តេរី វីរុស និងប៉ារ៉ាស៊ីតដែលអាចបង្កឱ្យមានជម្ងឺចំពោះមនុស្ស សត្វ ឬ រុក្ខជាតិ។ ការភ័យខ្លាចនៃជម្ងឺទាំងនេះមិនត្រូវបានមើលឃើញទាល់តែសោះនៅពេលដំបូង។ សាធារណជន ទូទៅតែងតែពិភាក្សាអំពីហានិភ័យនៃមេរោគបង្ករោគ ដែលរីករាលដាលជាមួយនឹងសំណល់ឡជីវខ្សែនៅ តាមវាលស្រែ (Wellinger et al. 2013)។

ដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យនិងគ្រោះថ្នាក់ វាចាំបាច់ក្នុងការត្រួតពិនិត្យឧស្ម័នជាប្រចាំ ឧទាហរណ៍ ការ វាស់កំរិតជីវខ្សែ ការលេចធ្លាយឧស្ម័ន ការត្រួតពិនិត្យបំពង់ និង O&M ឧបករណ៍នៅទីតាំងផ្សេងៗគ្នាអោយ ដំណើរការប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពនិងត្រឹមត្រូវ។ លើសពីនេះទៀត វាចាំបាច់ក្នុងការតំឡើងប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាព និងផ្តល់នូវគោលការណ៍ណែនាំ និងឯកសារសុវត្ថិភាពនៅកន្លែងឡជីវខ្សែ (Hofmann 2016)។

៨.៣ ប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាព

យោងទៅតាមការបែងចែកពី ATEX លើប្រភេទផលិតផលដែលមានសុវត្ថិភាពផ្ទះ ឧបករណ៍ការពារ ការផ្ទុះ សេវាកម្មអគ្គិសនី និងឧបករណ៍ដែលមិនឆេះ គួរត្រូវបានតំឡើងនៅជុំវិញឡជីវខ្សែ និងកន្លែងស្តុកជីវ ខ្សែ។ ការជក់បារីនៅជិតឡជីវខ្សែ ឬខ្សែចង្វាក់ផលិតកម្មជីវខ្សែ ត្រូវបានហាមឃាត់។ គ្រឿងបរិក្ខារ ដូចជាម៉ាស៊ីនធន់ធំ និងម៉ាស៊ីនភ្លើងត្រូវតែសម្របទៅនឹងបរិស្ថាន ដូច្នោះផ្តាភ្លើងនឹងមិនឆាបឆេះឧស្ម័នទេ (Westenbroek and Martin 2019)។ ប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពសំខាន់ៗត្រូវបានដាក់ពង្រាយសម្រាប់ការផលិត និង ប្រើប្រាស់ជីវខ្សែមានដូចជា៖

- ១. ការបន្ធូសបន្ថយលើគម្របឡតាមរយៈប្រព័ន្ធដូចជា ជើងទម្រងាសាស្ត្រដោយដៃករឹងមាំឬសន្ទះ បិតបើកដែលមានទំងន់។
- ២. ជើងដែលមានសំណើមដើម្បីធានាថាមិនមានវត្តរាវចូលក្នុងប្រព័ន្ធដឹកជញ្ជូនជីវខ្សែឡើយ។
- ៣. ការវិភាគ និងតាមដានមេតានក្នុងចង្វាក់ផលិតកម្មឧស្ម័នដោយបំពាក់ប្រព័ន្ធអំណានបរិមាណមេ តាន។
- ៤. ការដាក់ពង្រាយឧបករណ៍ចាប់ឧស្ម័នមេតានដែលជាផ្នែកមួយនៃប្រព័ន្ធសុវត្ថិភាពដែលត្រូវការ សម្រាប់ការបង្កើតថាមពល។
- ៥. ប្រព័ន្ធខ្យល់ចេញចូលជុំវិញម៉ាស៊ីនភ្លើង។
- ៦. ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធដុតជីវខ្សែដើម្បីដុតជីវខ្សែដែលមិនចង់បាន និងសម្រាប់បន្ថយការលើស សំពាធនៃប្រព័ន្ធដឹកជញ្ជូន។
- ៧. ប្រព័ន្ធភ្លើងជីវខ្សែ៖ ការគ្រប់គ្រងឧបករណ៍ដុតដោយប្រើឧបករណ៍ភ្ជាប់សុវត្ថិភាព (AMPC 2016)។

៨.៤ គោលការណ៍ណែនាំ និងឯកសារសុវត្ថិភាព

បុគ្គលិកប្រតិបត្តិការនិងម្ចាស់ឡ ត្រូវការជំនាញវិជ្ជាជីវៈដោយទទួលបានការបណ្តុះបណ្តាលត្រឹមត្រូវពីអ្នកជំនាញជីវខ្សែ ដើម្បីធានាថាពួកគេអាចយល់អំពីការណែនាំប្រតិបត្តិការសម្រាប់ប្រព័ន្ធជីវខ្សែក្នុងប្រតិបត្តិការធម្មតា និងយល់ដឹងពីគ្រោះថ្នាក់ និងសុវត្ថិភាពនៅក្នុងប្រព័ន្ធជីវខ្សែខ្នាតធំ។ ពួកគេត្រូវតែកំណត់ វាយតម្លៃ និងកាត់បន្ថយគ្រោះថ្នាក់តាមតែអាចធ្វើបាន។ លើសពីនេះ ពួកគេត្រូវតែពិចារណាអំពីចំណេះដឹងដែលចាំបាច់ដើម្បីកំណត់ពិធីការដែលពិពណ៌នាអំពីការឆ្លើយតបក្នុងករណីមានគ្រោះថ្នាក់ និងផ្តល់ការបណ្តុះបណ្តាលសុវត្ថិភាពដល់ប្រតិបត្តិករនិងម្ចាស់ឡជីវខ្សែ។ ម៉្យាងវិញទៀត ប្រតិបត្តិករចាំបាច់ត្រូវត្រួតពិនិត្យតាមដានប្រព័ន្ធជីវខ្សែ៖ (១) ជារៀងរាល់ថ្ងៃ (ត្រួតពិនិត្យសីតុណ្ហភាពឡ កត់ត្រាអំណានបរិមាណខ្សែ ពិនិត្យកម្រិតប្រេងម៉ូទ័រ និងលំហូរខ្យល់ដែលចាក់បញ្ចូលទៅក្នុងឧបករណ៍បន្សុទ្ធ H₂S (desulfurization) ជាដើម) (២) ប្រចាំសប្តាហ៍ (ពិនិត្យឧបករណ៍ការពារកម្រិតបំពេញលើសសំពាធ ឬក្រោមសំពាធ និងពិនិត្យម៉ូទ័រនិងខ្សែ និងពិនិត្យក្បាលបិទបើកម៉ាញេទិកទៅលើដំណើរការ និងភាពមិនស្អាត ឬការបំពុល); (៣) ប្រចាំខែ (ប្រើប្រាស់ឧបករណ៍លាងសំអាតតាមរបៀបជាក់លាក់ធ្វើឱ្យម៉ាស៊ីនដំណើរការ ដើម្បីធានាថាមិនមានការស្ទះ និងការអស់ប្រេងនៅក្នុង CHP) (៤) ពីរដងក្នុងមួយឆ្នាំ (ពិនិត្យមើលប្រព័ន្ធខ្យល់ចេញចូល ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីជៀសវាសមានការខូចខាត និងពិនិត្យមើលមុខងាររបស់ឧបករណ៍ខ្សែនិងឧបករណ៍សម្រាប់ចាប់ភ្លើងនេះ); (៥) ត្រួតពិនិត្យផ្នែកប្រព័ន្ធជីវខ្សែជារៀងរាល់ឆ្នាំ ទៅលើការខូចខាតនិងច្រេះ ក៏ដូចជាកែតម្រូវឡើងវិញនូវបករណ៍ចាប់ខ្សែនអោយត្រូវតាមបទដ្ឋាន) និង (៦) ត្រួតពិនិត្យឧបករណ៍ពន្លត់អគ្គិភ័យរៀងរាល់ ២ឆ្នាំម្តង។ ព័ត៌មានលំអិតនៃគោលការណ៍ណែនាំសុវត្ថិភាពអាចរកបាននៅក្នុងរបាយការណ៍នេះ (Findeisen 2015)។ ម៉្យាងវិញទៀត វាតម្រូវអោយរក្សាឯកសារដូចជា សៀវភៅណែនាំ និង O&M អោយមាននៅកន្លែងណាមួយក្នុងទីតាំងឡជីវខ្សែខ្នាតធំ និងដាក់ស្លាកគ្រោះថ្នាក់ជីវខ្សែ សុវត្ថិភាព និងការការពារដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១៦ (Westenbroek and Martin 2019)។



រូបភាពទី១៦ ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃប្រព័ន្ធគ្រោះថ្នាក់និងសុវត្ថិភាពក្នុងការផលិត និងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន (Westenbroek and Martin 2019)¹

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.
- Sadi 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 និងសង្គមនៃគម្រោងដីឧស្ម័ន

ជំពូកនេះពិពណ៌នាអំពីតម្រូវការផ្នែកច្បាប់ និងឯកសារដែលវិនិយោគិនត្រូវការសម្រាប់ការវិនិយោគរបស់ពួកគេនៅក្នុងឡដីឧស្ម័នខ្ពស់។ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់និងគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឡដីឧស្ម័នខ្ពស់នៅកម្ពុជាត្រូវបានពិភាក្សា។ ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាននិងសង្គមនៃគម្រោងដីឧស្ម័នក៏ត្រូវបានពិភាក្សាផងដែរ។

៩.១ លក្ខខណ្ឌច្បាប់ទូទៅ និងតម្រូវការសម្រាប់គម្រោងដីឧស្ម័ន

នីតិវិធីលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យ និងឯកសារដែលត្រូវការដើម្បីទទួលបានការអនុញ្ញាតសម្រាប់សាងសង់ឡដីឧស្ម័នគឺខុសគ្នាពីប្រទេសមួយទៅប្រទេសមួយ។ វិនិយោគិន ត្រូវតែចងក្រងឯកសារនៃការអនុលោមតាមគម្រោងជាមួយនឹងច្បាប់ជាតិទាក់ទងនឹងបញ្ហាដូចជាការដោះស្រាយ និងការកែច្នៃឡើងវិញនូវលាមកសត្វ និងកាកសំណល់សរីរាង្គតាមបទប្បញ្ញត្តិនៃការបំភាយ (ផ្សែង សំឡេងរំខាន និងការបំភាយក្លិន) ផលប៉ះពាល់ទឹកក្រោមដី ការការពារសម្រស់ធម្មជាតិ សុវត្ថិភាពការងារនិងអគារ ។ល។ វាមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការទាក់ទងទៅអាជ្ញាធរដែនដីក្នុងដំណាក់កាលដំបូងនៃគម្រោងដើម្បីផ្តល់ព័ត៌មានផ្ទាល់ខ្លួន និងត្រូវការជំនួយក្នុងដំណើរការអនុញ្ញាតិ និងការអនុវត្តគម្រោង (Wellinger et al. 2013)។ ការបំពេញនូវបញ្ហាសុវត្ថិភាពសំខាន់ៗ និងការកំណត់ការការពារ និងវិធានការការពារខូចខាត ជាលក្ខខណ្ឌសម្រាប់ទទួលបានលិខិតអនុញ្ញាតសាងសង់ (Seadi et al. 2008)។ នៅពេលទទួលបានការអនុញ្ញាតសាងសង់ឡដីឧស្ម័ន វាចាំបាច់ត្រូវធានាថាអ្នកស្នើសុំការអនុញ្ញាតមានផ្ទៃដីគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់បោះចោលកាកសំណល់ដីឧស្ម័នដែលសំបូរទៅដោយសារធាតុចិញ្ចឹម។ តម្រូវការធ្វើការជាមួយក្រុមហ៊ុនរៀបចំផែនការដែលមានបទពិសោធន៍ក្នុងការទទួលបានលិខិតអនុញ្ញាតសាងសង់ គឺមានសារៈសំខាន់ ឬមួយវាជាការចាំបាច់ អាស្រ័យលើស្ថានភាពក្នុងតំបន់ឧទាហរណ៍ ពួកគេអាចដឹងថាតើត្រូវការរយៈពេលប៉ុន្មានសម្រាប់ការអនុញ្ញាតនីតិវិធីដើម្បីសាងសង់ និងដំណើរការឡដីឧស្ម័ន (Camirand 2019)។ លើសពីនេះទៀត ច្បាប់ (បទប្បញ្ញត្តិនិងការអនុញ្ញាត) និងគោលការណ៍ណែនាំសម្រាប់គម្រោងឡដីឧស្ម័ន (មុននិងក្នុងកំឡុងពេលប្រតិបត្តិការ) ខាងក្រោម វិនិយោគិនទាំងនោះចាំបាច់ត្រូវអនុវត្តតាម៖

- បទប្បញ្ញត្តិក្នុងស្រុកទាក់ទងនឹងឡដីឧស្ម័ន។
- ការផ្តល់សិទ្ធិអំណាចពីភ្នាក់ងារការពារបរិស្ថាន និងសុខភាព។
- សុវត្ថិភាពនៃផលិតផលសេវាកម្ម និងសកម្មភាពឧស្សាហកម្ម។
- លិខិតអនុញ្ញាតសាងសង់ឡដីឧស្ម័នពីអាជ្ញាធរ។
- ផែនការអាជីវកម្ម និងការវាយតម្លៃហានិភ័យ។
- អ្នកជំនាញខាងបច្ចេកទេសដីឧស្ម័នសម្រាប់ប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ។

- ការវិវត្តនៅក្នុងស្រុកក្នុងការលក់អគ្គិសនីទៅបណ្តាញអគ្គិសនី ឬសហគមន៍នៅពេល ផលិតកម្មអគ្គិសនីខ្ពស់ជាងតម្រូវការ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រព័ន្ធដីវឌ្ឍន៍ដែលមានស្រាប់ នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាអាចផ្គត់ផ្គង់ប្រហែល ៨០% នៃតម្រូវការអគ្គិសនីសរុបនៅក្នុងកសិដ្ឋាន របស់ពួកគេ។
- ការពិពណ៌នានិងសេចក្តីប្រកាសព័ត៌មានស្តីពីរូបធាតុដើមដីវឌ្ឍន៍ (ឯកសារផ្លូវការដែលគួរតែ រក្សាទុកក្នុងឡដីវឌ្ឍន៍)។
- គ្រប់រូបធាតុដើមដីវឌ្ឍន៍គួរតែត្រូវបានវិភាគ និងសាកល្បងជាប្រចាំដើម្បីរក្សាស្តង់ដារគុណភាព និងប្រកាន់ខ្ជាប់នូវតម្រូវការស្របច្បាប់សម្រាប់គុណភាពរូបធាតុដើមទាំងនោះ។
- ច្បាប់និងការផ្តល់សិទ្ធិដើម្បីធានាថាសារធាតុចិញ្ចឹមនៅក្នុងដីវឌ្ឍន៍ដែលបោះបង់ចោលលើដីដាំ ដុះត្រូវបានត្រួតពិនិត្យយ៉ាងពេញលេញ។
- ការកាត់បន្ថយកាកសំណល់ និងបទបញ្ញត្តិនៃការកែច្នៃឡើងវិញ។
- ការការពារសុខភាពនិងសុវត្ថិភាពការងារ។

៩.១.១ ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់ និងគោលនយោបាយសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនៅកម្ពុជា

ក្របខ័ណ្ឌច្បាប់៖ ខុសពីប្រទេសដទៃទៀតដែលមានច្បាប់សម្រាប់ការអភិវឌ្ឍដីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ នៅកម្ពុ ជានៅមានកង្វះខាតនៃលក្ខខណ្ឌច្បាប់និងក្របខ័ណ្ឌស្តីពីនីតិវិធី និងតម្រូវការស្តង់ដារសម្រាប់ការចុះឈ្មោះវិនិ យោគលើបច្ចេកវិទ្យានេះនៅឡើយ។ បច្ចុប្បន្ននេះ ប្រសិនបើវិនិយោគិន ម្ចាស់កសិដ្ឋាន ឬអ្នកអភិវឌ្ឍគម្រោង កំពុងរៀបចំគម្រោងលើអាជីវកម្មឡដីវឌ្ឍន៍ វាត្រូវបានគេណែនាំឱ្យទាក់ទង BTIC ឬ NBP ដើម្បីជួយលើនីតិ វិធីទាំងអស់នោះដូចជា ការវាយតម្លៃសេដ្ឋកិច្ច វិស្វកម្ម លទ្ធកម្ម សំណង់ និងការគ្រប់គ្រង ហៅកាត់ថា (EPCM) ដើម្បីជំនួយការក្នុងការដាក់ពាក្យស្នើសុំជំនួយពីរដ្ឋាភិបាល អង្គការក្រៅរដ្ឋាភិបាល ឬពីដៃគូ អភិវឌ្ឍ (ប្រសិនបើមាន)។ ពួកគេក៏អាចជួយពិគ្រោះយោបល់ខាងបច្ចេកទេស និងឯកសារស្តីពីបទបញ្ញត្តិដីវ ឌ្ឍន៍ និងគោលការណ៍ណែនាំអំពីសុវត្ថិភាពដីវឌ្ឍន៍ និងប្រតិបត្តិការនិងតំហែទាំ។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅតែមានតម្រូវការច្បាប់សម្រាប់ដីវឌ្ឍន៍និងគោលការណ៍ណែនាំ និងផែនទីបង្ហាញផ្លូវដើម្បីគាំទ្របន្ថែម ដើម្បីអនុវត្តប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពនៃការអភិវឌ្ឍឡដីវឌ្ឍន៍នៅកម្ពុជានាពេលអនាគត។ ក្នុងន័យនេះ រដ្ឋាភិ បាលអាចគាំទ្រក្នុងការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាដីវឌ្ឍន៍ដោយបង្កើតបទបញ្ញត្តិដែលអនុគ្រោះដល់និរន្តរភាពនៃដី វឌ្ឍន៍ខ្នាតធំនេះ។ បន្ថែមពីនេះទៀត មូលនិធិឡដីវឌ្ឍន៍ពីដៃគូអភិវឌ្ឍ និងរដ្ឋាភិបាលគឺជាធនធានដ៏សំខាន់ សម្រាប់គាំទ្រដល់ NBP និង BTIC ដើម្បីនិរន្តរភាពយូរអង្វែងនៃការអភិវឌ្ឍឡដីវឌ្ឍន៍នៅក្នុងប្រទេស។ ការ បង្កើតបរិយាកាសអំណោយផលសម្រាប់ការផ្សព្វផ្សាយដីវឌ្ឍន៍ អាស្រ័យលើអ្នកធ្វើការពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ លើការវិនិយោគដីវឌ្ឍន៍នេះ (MAFF 2016)។

គោលនយោបាយឡធីវឌ្ឍន៍លើឡធីវឌ្ឍន៍៖ ថ្មីៗនេះ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ បានបង្កើតក្រុមការងារបច្ចេកទេសជីវឌ្ឍន៍ជាតិដើម្បីកែសម្រួលឯកសារស្តីពីគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍឡធីវឌ្ឍន៍ និងក្របខ័ណ្ឌច្បាប់និងការគាំទ្របច្ចេកទេស លើគម្រោងជីវឌ្ឍន៍សម្រាប់ទិសដៅឆ្នាំ២០២១ ដល់ឆ្នាំ២០៣០។ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទនឹងបង្កើតគណៈកម្មាធិការប្រឹក្សាជាតិសម្រាប់យន្តការសម្របសម្រួលប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព សម្រាប់ការអនុវត្តគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍឡធីវឌ្ឍន៍។ លើសពីនេះ ក្រុមការងារបច្ចេកទេសខេត្តក្រុងនឹងត្រូវបានបង្កើតឡើងសម្រាប់សម្របសម្រួល និងអនុវត្តសកម្មភាពនៅថ្នាក់មូលដ្ឋាន ដើម្បីរួមចំណែកដល់ការអនុវត្តគោលនយោបាយអភិវឌ្ឍន៍ឡធីវឌ្ឍន៍ (MAFF 2016)។ ម៉្យាងវិញទៀត កម្មវិធីជីវឌ្ឍន៍គួរតែព្យាយាមទាក់ទាញឡធីវឌ្ឍន៍នៅតាមប្រព័ន្ធរដ្ឋាភិបាលក្នុងពេលដំណាលគ្នា ដើម្បីធ្វើកិច្ចសហប្រតិបត្តិការរវាងក្រសួងនានា។ ឧទាហរណ៍៖

- ១) ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ចនិងហិរញ្ញវត្ថុ៖ ការសម្រេចចិត្តលើការឧបត្ថម្ភធន និងការលើកលែងពន្ធសម្រាប់វិនិយោគិននិងអ្នកប្រើប្រាស់ជីវឌ្ឍន៍។
- ២) ក្រសួងបរិស្ថាន៖ ស្នើច្បាប់ទាក់ទងនឹងការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលអគ្គិសនីដែលផលិតដោយជីវឌ្ឍន៍ទៅក្នុងកសិដ្ឋាន ឬសហគមន៍។
- ៣) ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ៖ រៀបចំកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលផ្នែកជីវឌ្ឍន៍ដល់មន្ត្រីផ្សព្វផ្សាយ មហាវិទ្យាល័យកសិកម្ម និងវិនិយោគិនកសិកម្ម និងបសុសត្វ។

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

៩.២ ទិដ្ឋភាពបរិស្ថាន

ជីវឌ្ឍន៍ គឺជាថាមពលកកើតឡើងវិញដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាដំណោះស្រាយក្នុងការផ្លាស់ប្តូរសំណល់សរីរាង្គ និងកាកសំណល់ទៅជាផលិតផលមានតម្លៃដូចជា អគ្គិសនី កម្ដៅ ជីវឌ្ឍន៍ និងជីសរីរាង្គ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រសិនបើឡធីវឌ្ឍន៍មិនមានទីតាំងល្អ ការរចនាប្លង់ និងការប្រតិបត្តិការ វាអាចបង្កអន្តរាយដល់បរិស្ថាន និងសហគមន៍ផងដែរ។ យោងតាមបទបញ្ជាបរិស្ថាននិងគោលការណ៍ណែនាំ ឧទាហរណ៍ដូចជា កន្លែងគួរដាក់ឡធីវឌ្ឍន៍ និងការផ្តល់អនុសាសន៍សម្រាប់ចំងាយពីកន្លែងសាងសង់ដែលនៅជិតបំផុតក្នុងតំបន់ទីក្រុង ឬសហគមន៍ក្នុងតំបន់ជនបទ ក៏ដូចជាកន្លែងស្តុកជីវឌ្ឍន៍ និងការប្រើប្រាស់ជីវឌ្ឍន៍ដើម្បីអាចចៀសវាងបញ្ហាបរិស្ថានបាន (Hus 2020)។

៩.២.១ បទបញ្ញត្តិបរិស្ថាន

បទបញ្ញត្តិស្តីពីបរិស្ថានសម្រាប់ឡត្រូវបានផ្តល់ជូនតាមរយៈសេចក្តីណែនាំលេខ ៨៧ ស្តីពីការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់រោងចក្រសហគ្រាស ដោយរាប់បញ្ចូលទាំងបទដ្ឋានដូចជា៖ (១) កន្លែងញែកកាកសំណល់និងស្តុកទុកសំរាម; (២) ការហាមឃាត់ការចោលសំរាមរោងចក្រ និងកាកសំណល់តាមគ្រួសារ; (៣) ការហាមឃាត់មិនឱ្យបង្ហូរទឹកកង្វក់ដែលមិនបានឆ្លងកាត់ប្រព័ន្ធចម្រោះមុនបង្ហូរចូលទៅក្នុងទឹក; (៤) តម្រូវការសម្រាប់ការអនុញ្ញាតដឹកជញ្ជូនកាកសំណល់នានា; (៥) ការគ្រប់គ្រងកាកសំណល់ដែលគ្រោះថ្នាក់ និងសារធាតុដែលបំពុលបរិស្ថាន ដោយការត្រួតពិនិត្យជាប់លាប់នៃគុណភាពបរិស្ថាន និងស្តង់ដារបញ្ចេញចោលសារធាតុរាវ និង(៦) ស្តង់ដារការបំភាយទឹកដែលត្រូវបញ្ចេញទៅក្នុងបរិស្ថាន រួមទាំងតម្រូវការប្រព័ន្ធចម្រោះ ឬប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងលិចផលកាកសំណល់ 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 ត្រូវបានណែនាំអោយគ្រប់គ្រងកាកសំណល់របស់ខ្លួនអោយបានត្រឹមត្រូវដោយបំបែកវាទៅជាជីវឧស្ម័ន ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់បរិស្ថានពីកាកសំណល់សត្វ (MAFF 2018)។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ បទបញ្ញត្តិបរិស្ថាននិងគោលនយោបាយសម្រាប់ឧស្សាហកម្មជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជាក្នុងពេលបច្ចុប្បន្ន មិនត្រូវបានកំណត់នៅឡើយទេ។ ក្រសួងកសិកម្មរុក្ខាប្រមាញ់និងនេសាទ ក្រសួងបរិស្ថាន និងក្រសួងឧស្សាហកម្មរ៉ែនិងថាមពល គួរតែធ្វើការរួមគ្នាដើម្បីអនុវត្តបទបញ្ញត្តិដែលមានស្រាប់ និងរៀបចំបទបញ្ញត្តិស្តីពីការគ្រប់គ្រងការបំពុលបរិស្ថានដូចជា ទឹក ខ្យល់ និងដីជាដើម ក៏ដូចជាប្រភេទរូបធាតុដើមជីវឧស្ម័ន និងការវាយតម្លៃផលប៉ះពាល់បរិស្ថាន ហៅកាត់ថា EIA ទៅលើជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ។ ជាពិសេស បទបញ្ញត្តិក៏គួរតែអនុវត្តចំពោះការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គផងដែរ។

បទពិសោធន៍ដែលទទួលបានពីសហភាពអឺរ៉ុប៖ បទបញ្ញត្តិបរិស្ថានស្តីពីការអភិវឌ្ឍជីវឧស្ម័នពីប្រទេសផ្សេងៗ ជាពិសេសប្រទេសនៅអឺរ៉ុបដែលមានឡជីវឧស្ម័នជាច្រើនទសវត្សមកហើយ អ្នកវិនិយោគជីវឧស្ម័នត្រូវតែដាក់ពាក្យសុំលិខិតអនុញ្ញាតយោងទៅតាមបទបញ្ញត្តិទាំងនោះ។ ការអនុញ្ញាតផ្នែកបរិស្ថានលើជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ គឺពឹងផ្អែកលើច្បាប់ការពារបរិស្ថាន។ ការដោះស្រាយប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈនៃការដោះស្រាយបញ្ហាសំរាមត្រូវការជាចាំបាច់នូវតម្រូវការលិខិតអនុញ្ញាតបរិស្ថាននៃឡជីវឧស្ម័ន ឧទាហរណ៍ដូចជា ការចិញ្ចឹមសត្វខ្នាតធំត្រូវអោយមានលិខិតអនុញ្ញាតបរិស្ថាន ប៉ុន្តែនៅពេលដែលកាកសំណល់ជីវម៉ាស់នៃកសិដ្ឋានផ្ទាល់ខ្លួនត្រូវបានប្រើប្រាស់ ការអនុញ្ញាតអាចត្រូវបានរាប់បញ្ចូលទៅក្នុងលិខិតអនុញ្ញាតបរិស្ថានរបស់កសិដ្ឋាន។

ស្រដៀងគ្នានេះដែរ ម្ចាស់កសិដ្ឋានត្រូវដាក់ឯកសារដែលមានផែនការសាងសង់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន ដើម្បីទទួលបានអាជ្ញាប័ណ្ណសម្រាប់ការវិនិយោគជីវឧស្ម័ន។

តម្រូវការស្តង់ដារផ្សេងទៀត រួមមានការរក្សាទុកលាមកសត្វ និងប្រភេទជីវម៉ាសប្រភេទផ្សេងៗ ដំណើរការឡធានាជីវឧស្ម័ន ការញែក និងការធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃជីវឧស្ម័ន និងការផ្ទុកជីវឧស្ម័ន។ បញ្ហាបរិស្ថានដែលបានកំណត់រួមមានការសាយភាយខ្យល់ដូចជា ក្លិន H₂S ធ្នូលី និងអាម៉ូញាក់ សំលេងរំខាន និងការបំពុលដីនិងទឹកក្រោមដី ឬទឹកលើដី។ ការផ្តល់សិទ្ធិអនុញ្ញាត ត្រូវប្រើទៅតាមតម្រូវការស្តង់ដារជាមូលដ្ឋានសម្រាប់ការអនុញ្ញាត ប៉ុន្តែគេអាចកំណត់តម្រូវការផ្សេងទៀត ប្រសិនបើតម្រូវការនោះមិនមានតុល្យភាពរវាងផលប៉ះពាល់បរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ច (European Parliament and Council 2009)។ ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈនៃរូបធាតុដើមសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន ការផលិត និងប្រតិបត្តិការរោងចក្រស្តង់ដារផ្សេងៗគ្នា អាចអនុវត្តសម្រាប់ការសាងសង់ឡធានាជីវឧស្ម័នក៏ដូចជាសម្រាប់វត្ថុធាតុដើម និងផលិតផលផ្សេងៗ។ ខាងក្រោមនេះពិពណ៌នាអំពីតម្រូវការមួយចំនួនសម្រាប់ចំណីសត្វផ្សេងៗគ្នា និងការប្រើប្រាស់ឡធានាជីវឧស្ម័នជាជីសរីរាង្គ។

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

ការប្រើប្រាស់កម្ដៅនិងថាមពលអគ្គិសនីពីឡធានាជីវឧស្ម័នអាចធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវនិរន្តរភាពបរិស្ថានជាពិសេសការកាត់បន្ថយនៃការឡើងកម្ដៅផែនដី និងការថយចុះស្រទាប់អូហ្សូន។ យោងតាម Grope et al. (2019) បានបង្ហាញថាឡធានាជីវឧស្ម័ន ១ មេហ្គាវ៉ាត់អាចកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នកាបូនិចក្នុងបរិមាណប្រមាណ ៧០០០ តោនក្នុងមួយឆ្នាំ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងការប្រើប្រាស់អគ្គិសនីពីឥន្ធនៈហ្វូស៊ីល។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការទទួលយកជីវឧស្ម័នក្នុងសង្គម ជារឿយៗត្រូវបានរារាំងដោយសារការព្រួយបារម្ភអំពីបរិស្ថាននិងសុខភាព។ ជីវឧស្ម័នអាចចូលរួមចំណែកយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការលុបបំបាត់ការបំភាយឧស្ម័នដូចជា CO₂, CH₄, NH₃ និង N₂O ដែលត្រូវបានបង្កើតចេញពីគម្រោងជីវឧស្ម័ន។ ផលប៉ះពាល់ផ្នែកបរិស្ថានបណ្តា

លមកពីកាកសំណល់ផ្សេងៗ ការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន ការស្តុកទុក និងការបន្សុទ្ធនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នទៅលើជីត្រូវបានពិភាក្សាយ៉ាងយកចិត្តទុកដាក់។ ការបំភាយឧស្ម័ន CH₄ និង N₂O ទៅក្នុងបរិយាកាសត្រូវតែមានការយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់។ ក្នុងចំណោមការបំពុលបរិស្ថានទាំងអស់ដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាការបំភាយដោយប្រយោលពីចំហេះជីវឧស្ម័ន កម្រិតអុកស៊ីដអាសូត (NO_x) គឺជាការព្រួយបារម្ភបំផុតនៃបរិស្ថាន (Paolini et al. 2018)។

ផលប៉ះពាល់នៃកាកសំណល់ និងការបន្សុទ្ធជីវឧស្ម័ន៖ ផលប៉ះពាល់នៃជីវឧស្ម័នខ្នាតធំលើការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG ត្រូវបានជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការស្តុកទុករូបធាតុដើមសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន។ N₂O ភាគច្រើន អាចត្រូវបានលុបបំបាត់ចោលកំឡុងពេលស្តុកទុកកាកសំណល់បិទជិតក្នុងករណីការប្រើប្រាស់លាមកសត្វសម្រាប់ឡជីវឧស្ម័ន។ ការបំភាយចេញពីការស្តុកទុកជីវម៉ាសដែលមិនមានគម្របបិទជិត ក៏ត្រូវបានគេកំណត់ថាជាប្រភពនៃការបំភាយឧស្ម័នអាម៉ូញាក់នៅតាមបណ្តាញផលិតកម្មជីវឧស្ម័នទាំងមូល (Sommer 1997)។ ម៉្យាងវិញទៀត កាកសំណល់រឹងទីក្រុង មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើផលប៉ះពាល់នៃរុក្ខជាតិ ឬដំណាំទាំងមូលដូចជា៖ (១) លក្ខណៈពិសេសនៃការរលាយនៃសមាសធាតុដែលអាចរំលាយបាន; (២) ប្រសិទ្ធភាពនៃការប្រមូលចរន្តឧស្ម័នដែលបានបញ្ចេញដោយប្រតិបត្តិការជីវសាស្ត្រ; (៣) ប្រសិទ្ធភាពនៃការលុបបំបាត់សារធាតុបំពុលដែលប្រមូលបាន និង(៤) អត្រាបំភាយ NO_x ពីចំហេះជីវឧស្ម័ន (Beylot et al. 2015)។

ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នជំនួសឥន្ធនៈហ្វូស៊ីលធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវគុណភាពខ្យល់ និងកាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ GHG តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការបាត់បង់មេតាន អាចប៉ះពាល់ដល់និរន្តរភាពនៃដំណើរការទាំងមូល។ ការសន្សំសមតុល្យ CO₂ កើនឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ប្រសិនបើមេតាន ត្រូវបានកំណត់ត្រឹម ០.០៥% ប៉ុន្តែដំណើរការនេះលែងមាននិរន្តរភាពនៅពេលដែលការបាត់បង់មេតានឈានដល់ ៤% (Paolini et al. 2018)។

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

បន្ថយដោយការអនុវត្តល្អបំផុតសម្រាប់ការថែរក្សាគុណភាពដី។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការគ្រប់គ្រងកំរិត អាសូត គឺពិបាកដោយសារតែការប្រែប្រួលនៃរូបធាតុដើមសម្រាប់ឡធីវឌ្ឍន៍ (Paolini et al. 2018)។

ការបំបាត់ N_2O និងមេតានពីការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ នៅតែមានភាពល្អប្រសើរ បើ ប្រៀបធៀបទៅនឹងដីម៉ាស់និងដីលាមកសត្វដែលមិនបានប្រើប្រាស់ទាល់តែសោះ។ ជាពិសេស ការបន្ថែម កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដល់ស្រូវបង្កើនអត្រាការបំបាត់មេតាន ពី១៧ ទៅ ៣០ ក្រាមក្នុងម^២ ក៏ប៉ុន្តែគ្មានផល ប៉ះពាល់អ្វីគួរអោយកត់សំគាល់ចំពោះបរិមាណ N_2O ទេ (Win et al. 2014)។ ទាក់ទងនឹងថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិត លោហៈធាតុ និងមីក្រូសរីរាង្គមាននៅក្នុងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ដែលអាចបង្កអន្តរាយ ជាទូទៅត្រូវបានគេ ចាត់ទុកថាវាមានហានិភ័យទាបក្នុងការចម្លងមេរោគនៅក្នុងខ្សែសង្វាក់ចំណីអាហារ។ ប៉ុន្តែ បន្ទុកដីនៃការ បំពុលដោយសារធាតុសរីរាង្គដែលបណ្តាលមកពីការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ គួរតែត្រូវវាយតម្លៃពី ផលប៉ះពាល់យ៉ាងពេញលេញ (Suominen et al. 2014)។ ជាទូទៅ ការបំបាត់ឧស្ម័នពីការស្តុកទុកកាក សំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍មានសារៈសំខាន់ជាងការបញ្ចេញដោយការប្រើប្រាស់របស់វាទៅក្នុងដី (Buratti et al. 2013)។

៩.៣ ទិដ្ឋភាពសង្គម

ដូចគ្នាទៅនឹងទិដ្ឋភាពច្បាប់ និងបរិស្ថានដែរ បទប្បញ្ញត្តិសង្គម និងផលប៉ះពាល់នៃទីតាំងឡធីវឌ្ឍន៍ ខ្នាតធំ ត្រូវតែរួមបញ្ចូលជាមួយវិធីសាស្ត្រគម្រោងនៅពេលគ្រោងដំឡើងឡធីវឌ្ឍន៍។ វាមានទំនាក់ទំនងយ៉ាង ខ្លាំងជាមួយនឹងការប្រើប្រាស់ដីធ្លី និងស្ថានភាពសង្គមទាក់ទងនឹងការផ្តល់សិទ្ធិអំណាចដល់សហគមន៍។ វា ចាំបាច់ក្នុងការកំណត់លក្ខខណ្ឌសង្គមសមស្របសម្រាប់ការអនុវត្តគម្រោងឡធីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ។ ព័ត៌មានខាង ក្រោមគួរតែត្រូវបានពិចារណា៖ (១) តម្រូវការសង្គម ដូចជាកម្ដៅ អគ្គិសនី និងដីសរីរាង្គ និងការព្រួយបារម្ភអំពី ក្លិន ក៏ដូចជាបញ្ហាការចោលសំរាមជាដើម និង(២) ទីតាំងឡធីវឌ្ឍន៍ខ្នាតធំ។ ការកំណត់តម្រូវការកម្ដៅ អគ្គិសនី និងកាកសំណល់ឡធីវឌ្ឍន៍ត្រូវការជាចាំបាច់ ដើម្បីប្រមើលមើលការប្រកួតប្រជែងជាមួយនឹង ជម្រើសងាយស្រួល ឬថោកជាងនេះ (Pandyaswargo et al. 2019)។ ក្រៅពីនេះ ប្រជាជនមានការព្រួយ បារម្ភយ៉ាងខ្លាំងអំពីផលប៉ះពាល់ដូចជាក្លិន សំឡេងរំខាន និងការផ្លាស់ប្តូរទេសភាព ក៏ដូចជាការលេចចេញនៅ រូបរាងនៃគំរូអាក្រក់នៅក្នុងប្រព័ន្ធផ្សព្វផ្សាយដែលធ្វើអោយមានការភ័យខ្លាចកាន់តែខ្លាំងឡើង។ ការកំណត់ថា តើទីតាំងនៅជនបទ ឬទីប្រជុំជនមានសារៈសំខាន់ក្នុងការប៉ាន់ប្រមាណទំហំ និងបច្ចេកវិទ្យាសមស្របសម្រាប់ គម្រោងឡធីវឌ្ឍន៍។ ជាពិសេស ការអនុលោមតាមតំបន់សុវត្ថិភាព និងចម្ងាយទៅអាគារ ព្រៃឈើ ទន្លេ បឹង ឬប្រភពនានា ត្រូវតែគោរពដើម្បីការពារហានិភ័យនៃផលិតកម្មឡធីវឌ្ឍន៍។ ហេតុដូច្នេះ ការទាក់ទងឱ្យបានឆាប់ ជាមួយសាលាក្រុង និងការអនុញ្ញាតពីអាជ្ញាធរនៅក្នុងតំបន់ អាចមានប្រយោជន៍ក្នុងការទប់ស្កាត់ជម្លោះជាមួយ សហគមន៍ និងអាជីវកម្មក្នុងស្រុក ឧទាហរណ៍ដូចជា ជំលោះជាមួយអ្នកចែកចាយអគ្គិសនីជាដើម (Wellinger et al. 2013)។

៩.៣.១ លក្ខខណ្ឌសង្គម និងការពិចារណាលើយេនឌ័រ

លក្ខខណ្ឌសង្គមគួរតែត្រូវបានគេកំណត់ ហើយអាជ្ញាធរគួរតែខំដោះស្រាយរាល់បទបញ្ញត្តិទាក់ទងនឹងឡធីវឌ្ឍន៍ដល់វិនិយោគិន។ ទាក់ទងនឹងកត្តាសង្គម កម្រិតអប់រំរបស់កសិករដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការទទួលបានបច្ចេកវិទ្យាធីវឌ្ឍន៍ខ្ពស់ខ្នាតធំ ដើម្បីអោយពួកគាត់មានសមត្ថភាពក្នុងការគិតពិចារណាពីអត្ថប្រយោជន៍និងដំណើរការឡធីវឌ្ឍន៍។ ទោះយ៉ាងណា ចំណេះដឹងកសិករ និងការទទួលបានព័ត៌មានអំពីឡធីវឌ្ឍន៍នៅកម្ពុជានៅមានកំរិតនៅឡើយ។ ដូច្នោះ អភិបាលកិច្ចមូលដ្ឋានត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាកត្តាសំខាន់ក្នុងការផ្សព្វផ្សាយ បណ្តុះបណ្តាល និងការអនុវត្តគោលនយោបាយថាមពលធីវឌ្ឍន៍នៅថ្នាក់មូលដ្ឋាន (Yang et al. 2021)។

ម៉្យាងវិញទៀត បញ្ហាប្រឈមក្នុងសង្គម គឺការប្រើប្រាស់កម្លាំងពលកម្មក្នុងមូលដ្ឋានដើម្បីធានាសុវត្ថិភាព ភាពងាយស្រួលក្នុងការប្រតិបត្តិការ និងការពិចារណាលើឧបសគ្គខាងសីលធម៌។ លក្ខខណ្ឌការងារគួរតែត្រូវបានធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ដោយពង្រឹងបទប្បញ្ញត្តិទាក់ទងនឹងជីវភាពកម្មករប្រចាំថ្ងៃដូចជា ការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវប្រាក់ឈ្នួលនិងអត្ថប្រយោជន៍ផ្សេងៗ ក៏ដូចជាបទដ្ឋានសុខភាពនិងសុវត្ថិភាព និងសិទ្ធិសម្រាប់ប្រតិបត្តិការឡធីវឌ្ឍន៍ក្នុងការចរចាជាសមូហភាព។ ការធានាសុវត្ថិភាពតែងតែជាកង្វល់នៅពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាធីវឌ្ឍន៍ត្រូវបានអនុវត្ត។ តាមរយៈការបំពាក់នូវប្រតិបត្តិករដែលមានសមត្ថភាពខាងតំហែទាំ និងបច្ចេកទេសអាចត្រូវបានដោះស្រាយចំពោះការព្រួយបារម្ភនេះ ហើយវត្តមាននៃកន្លែងស្រដៀងគ្នានៅក្នុងតំបន់នីមួយៗអាចធ្វើឱ្យកាន់តែប្រសើរឡើងសម្រាប់សម្របខ្លួនដើម្បីទទួលបានបច្ចេកវិទ្យានេះ (Chingono and Mbohwa 2016)។

ការចូលរួមកម្លាំងពលកម្មក្នុងស្រុកធ្វើឱ្យមានការកើនឡើងនូវជំនួយផ្នែកបច្ចេកទេស ដែលអាចចូលដំណើរការបានកាន់តែច្រើន និងសេវាកម្មមានតំលៃសមរម្យ។ បទប្បញ្ញត្តិសង្គមសម្រាប់ការបែងចែកការងារគួរតែអនុវត្តតាមការពិចារណាយេនឌ័រ ដោយការបែងចែកពលកម្មរវាងភេទ។ យុទ្ធសាស្ត្រចីរភាពរួមមាន ការត្រួតពិនិត្យ វាយតម្លៃ និងលើកកម្ពស់សមភាពយេនឌ័រ និងការផ្តល់សិទ្ធិអំណាចដល់ស្ត្រីហៅកាត់ថា GEEW ក្នុងការចូលរួមការបណ្តុះបណ្តាលធីវឌ្ឍន៍ (Mohanty 2017)។ បទប្បញ្ញត្តិសង្គមដែលមានស្រាប់ស្តីពីការបែងចែកការងារតំណាងឱ្យក្របខ័ណ្ឌមួយ វាពិតជាពិបាកកំណត់ណាស់។ គំរូផ្សេងៗគ្នាគួរតែត្រូវបានពិចារណាអោយស្របទៅតាមជំហរការងាររបស់ស្ត្រីនៅក្នុងសង្គម។ ស្ត្រីគួរតែត្រូវបានចូលរួមនៅក្នុងគណៈកម្មាធិការក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តណាមួយ។ ឧទាហរណ៍ នៅពេលមានបញ្ហាជាមួយឡ ស្ត្រីជាអ្នកដែលអាចដោះស្រាយប្រកបដោយស្ថេរភាព។ ប៉ុន្តែ នៅពេលទាក់ទងទៅនឹងផលប៉ះពាល់ដោយដំណើរការខុសប្រក្រតីរបស់ឡធីវឌ្ឍន៍ វាចាំបាច់ត្រូវការបុរសនៅក្នុងសេវាកម្មជួសជុលអោយមានដំណើរការឡធីវឌ្ឍន៍វិញ។ នេះបង្ហាញថា GEEW មានឥទ្ធិពលវិជ្ជមានគួរឱ្យកត់សម្គាល់លើកំណើនសេដ្ឋកិច្ច និងការអភិវឌ្ឍខុស្សាហកម្ម

ប្រកបដោយចីរភាព ដែលជាកត្តាជំរុញនៃការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រក្នុងការធ្វើសមាហរណកម្មសង្គម និងនិរន្តរភាពបរិស្ថាន (UNIDO 2015)។

៩.៣.២ ផលប៉ះពាល់សង្គម

ការអភិវឌ្ឍបច្ចេកវិទ្យាជីវឧស្ម័ន គឺជាធាតុផ្សំដ៏សំខាន់នៃកម្មវិធីថាមពលតាមជនបទ ប៉ុន្តែសក្តានុពលរបស់វាមិនទាន់ត្រូវបានធ្វើអាជីវកម្មទៅឡើយ។ ឡើយជីវឧស្ម័នខ្នាតធំផ្តល់នូវផលវិជ្ជមានជាច្រើនដល់សង្គមតាមរយៈការបង្កើតការងារដល់និស្សិតដែលទទួលបានការបណ្តុះបណ្តាលត្រឹមត្រូវ យុវជនគ្មានការងារធ្វើ និងសហគ្រិនតាមរយៈសេវាកម្មថែទាំជាប្រចាំ ក៏ដូចជាតំហែទាំងនិងការជួសជុលឡើយជីវឧស្ម័ន។ ការសម្របសម្រួលផលិតកម្មនិងការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ននិងជីជីវឧស្ម័ន និងការគ្រប់គ្រងការបំពុល អាចបង្កើនប្រសិទ្ធភាពលើកម្ពស់ និងអភិវឌ្ឍកសិកម្ម និងការចិញ្ចឹមសត្វនៅតាមតំបន់ជនបទ។ បច្ចេកវិទ្យានេះបង្កើតកន្លែងធ្វើការ និងការងារថ្មីៗសម្រាប់សហគមន៍ផងដែរ។ ជាទូទៅ មានតំរូវការការងារសម្រាប់មនុស្សដែលមានជំនាញ ពាក់កណ្តាលជំនាញ ឬគ្មានជំនាញក្នុងការកសាង និងសាងសង់ឡើយជីវឧស្ម័ន។ ប្រការនេះ ធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនូវកន្លែងរស់នៅក្នុងភូមិ ដូច្នោះការធ្វើចំណាកស្រុកទៅកាន់ទីក្រុងត្រូវបានកាត់បន្ថយ។ ការវិនិយោគលើឡើយជីវឧស្ម័នផ្តល់នូវសកម្មភាពព្រាក់ចំណូលបន្ថែមពីលើទិន្នផលផលិតផលកសិកម្ម ដោយប្រើប្រាស់ជីសរីរាង្គពីឡើយជីវឧស្ម័ន 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.
- Sadi 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.