ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

ការអនុវត្តវិធីសាស្ត្របង្រៀនតាមបែប ប្លូមតាក់សូណូមី និងការបញ្ជ្រាបការ អប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយ និរន្តរភាព

លើមុខវិជ្ជា ជីវវិទ្យា

ប្រើប្រាស់ថវិកាដោយគម្រោងអភិវឌ្ឍន៍ វិស័យ អប់រំមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ (USESDP)

ឆ្នាំ២០២០

បុព្វកថា

ទស្សនវិស័យអប់រំនាសតវត្សរ៍ទី២១ បាននាំមកនូវវឌ្ឍនភាពទាំងផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រ និងបច្ចេកវិទ្យាឌីជីថល ដែលជាមូលដ្ឋានគ្រឹះក្នុងការអភិវឌ្ឍសង្គម និងសេដ្ឋកិច្ច។ ឆ្លើយតបទៅនឹងទស្សនៈខាងលើនេះ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានយកចិត្តទុកដាក់លើការបណ្ដុះបណ្ដាល និងការអភិវឌ្ឍធនធានមនុស្សប្រកបដោយចីរភាព ដោយដាក់ចេញនូវគោលដៅជាអាទិភាព សម្រាប់ការធ្វើកំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ ឈរលើសសរស្តម្ភចំនួន៥ រួមមាន៖ (១)ការអនុវត្តគោលនយោបាយគ្រូបង្រៀន (២)ការវាយតម្លៃ (៣)ការងារអធិការកិច្ច (៤)កម្មវិធីសិក្សា និងបរិស្ថានសិក្សា និង(៥)ឧត្តមសិក្សា។ ការធ្វើកំណែទម្រង់គ្រូបង្រៀន និងកម្មវិធីសិក្សា គឺដើម្បីជានាឱ្យកម្ពុជាមានការអប់រំប្រកបដោយគុណភាព មានធនធានមនុស្សប្រកបដោយសមត្ថភាពវិជ្ជាជីវៈ និងដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការទីផ្សារពលកម្ម។

ទ្រឹស្ដីនៃការរៀននិងបង្រៀន វិធីសាស្ត្របង្រៀន វិធីបង្រៀន និងយុទ្ធវិធីបង្រៀនល្អៗ សម្រាប់លើកកម្ពស់ឧត្ដមភាពគ្រូបង្រៀន និងគុណភាពនៃការសិក្សា ត្រូវបានរៀបចំឡើងទៅតាមទស្សនៈ និងចក្ខុវិស័យថ្មីៗ ដោយបានធ្វើការសំយោគចំណេះដឹងពីទ្រឹស្ដីអប់រំបែបស្ថាបនានិយម កម្រិតគិតរបស់ប្លូមតាក់សូណូមី និងវិធីសាស្ត្របង្រៀនបច្ចុប្បន្នរបស់ប្រទេសមួយចំនួនក្នុងតំបន់ និងសាកលលោក ដើម្បីឱ្យសិស្សានុសិស្សទទួលបានវិជ្ជាសម្បទា បំណិនសម្បទា ចរិយាសម្បទា និងកាយសម្បទា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា សង្ឃឹមថាគ្រប់ស្ថាប័នពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ នឹងចូលរួមគាំទ្រអនុវត្តវិធីសាស្ត្របង្រៀនទាំងអស់នេះ ដើម្បីពង្រឹងសក្ដានុពលរបស់គ្រូបង្រៀនគ្រប់កម្រិតសិក្សា និងអភិវឌ្ឍជំនាញវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀនឱ្យកាន់តែបានល្អប្រសើរឡើង។

ក្រសួង សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅ និងកោតសរសើរចំពោះគណៈកម្មការអភិវឌ្ឍវិធីសាស្ត្របង្រៀន គ្រូឧទ្ទេស និងលោកគ្រូ-អ្នកគ្រូ ដែលបានខិតខំប្រឹងប្រែងយកអស់កម្លាំងកាយចិត្ត និងប្រាជ្ញា ធ្វើឱ្យស្នាដៃដ៏មានសារៈសំខាន់នេះសម្រេចបាន ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់សង្គមជាតិយើង។

ថ្ងៃ ច័ន្ទ ១៤ រោច ខែ មិគសិរ ឆ្នាំជូត ទោស័ក ព.ស. ២៥៦៤

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ១៤ ខែ ធ្នូ ឆ្នាំ២០២០

រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

បណ្ឌិតសភាចារ្យ **ហង់ជួន ណារ៉ុន**

អារម្ភកថា

ក្នុងការអភិវឌ្ឍប្រទេសជាតិ ធនធានមនុស្សជាកម្លាំងយ៉ាងសំខាន់សម្រាប់ការអភិវឌ្ឍសង្គមជាតិឱ្យទទួលបានជោគជ័យ។ គោលដៅចម្បងរបស់ផែនការអភិវឌ្ឍសង្គម សេដ្ឋកិច្ច គឺការបណ្តុះបណ្តាលសិស្សានុសិស្សឱ្យក្លាយទៅជាពលរដ្ឋពេញលេញដែលពោរពេញទៅដោយវិជ្ជាសម្បទា បំណិនសម្បទា ចរិយាសម្បទា និងកាយសម្បទា។ ការអប់រំជាយុទ្ធសាស្ត្រយ៉ាងសំខាន់ដើម្បីឈានទៅសម្រេចគោលដៅនេះឱ្យបានជោគជ័យ។ ដូចនេះការកែលម្អវិស័យអប់រំជាការធានានូវការលើកកម្ពស់គុណភាពអប់រំ ដែលជានិន្នាការរួមរបស់បណ្តាប្រទេសក្នុងពិភពលោក។ ចំណែកឯការអភិវឌ្ឍសមត្ថភាពលើវិធីសាស្ត្របង្រៀនសម្បូរបែបនិងកិច្ចតែងការបង្រៀនតាមបែបវិទ្យាសាស្ត្រ គឺជាស្នូលនៃការបង្កើនគុណភាពនិងប្រសិទ្ធភាពអប់រំ។ ឈរលើស្មារតីនេះ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាដោយមានការឧបត្ថម្ភផ្នែកថវិកាពីធានាគារអភិវឌ្ឍន៍អាស៊ីបានបង្កើតគណៈកម្មការកែលម្អកម្មវិធីសិក្សា និងសៀវភៅជីវវិទ្យា រួមទាំងវិធីសាស្ត្របង្រៀនដោយប្រើវិធីសាស្ត្រ វិធីបង្រៀនតាមបែបប្លូម និងវិធីបង្រៀនដោយបញ្ជ្រាបទ្រឹស្តីនៃការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចិរភាព (ESD)។

សៀវភៅវិធីសាស្ត្របង្រៀនជីវវិទ្យា សម្រាប់ការបណ្តុះបណ្តាលគ្រូមធ្យមសិក្សានេះត្រូវបានរៀបចំមេរៀនតាមលំដាប់លំដោយ និងមានឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងតាមខ្លឹមសារមេរៀននីមួយៗ។ ដើម្បីឱ្យអ្នកសិក្សាទទួលបានលទ្ធផលល្អសម្រាប់យកទៅបង្រៀននៅតាមគ្រឹះស្ថានសិក្សានានា។

គណៈកម្មការរៀបចំសៀវភៅវិធីសាស្ត្របង្រៀនជីវវិទ្យា សង្ឃឹមទុកជាមុនថាសៀវភៅនេះ និងបានជាប្រយោជន៍ដ៏សំខាន់សម្រាប់អ្នកអនុវត្ត ជាពិសេសគ្រូបង្រៀនក្នុងការអនុវត្តការបង្រៀនប្រកបដោយគុណភាពប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ និងជំរុញឱ្យការអប់រំនៅកម្ពុជាមានការអភិវឌ្ឍដូចបណ្តាប្រទេសនានាក្នុងតំបន់ និងនៅលើសកលលោក។

គណៈកម្មការរៀបចំសៀវភៅ

គ្រូឧទ្ទេសជីវវិទ្យាNIE និងគ្រូបង្រៀនNGS

គណៈកម្មការគ្រប់គ្រង

១. ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ **ហង់ជួន ណារ៉ុន** រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

២. ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ **ណាត ប៊ុនរឿន** រដ្ឋលេខាធិការក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

៣. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត **សៀង សុវណ្ណា** នាយកវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៤. លោក **ឌី ប៊ុណ្ណា** នាយករងវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៥. លោកបណ្ឌិត **នួច ទិវ៉ា** នាយករងវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៦. លោកស្រី **ប៊ុន សុផានី** នាយិការងវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៧. លោក **ថៃ ហេង** នាយករងវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

គណៈកម្មការនិពន្ធ រៀបរៀង និងចងក្រងសៀវភៅ

១. គ្រូឧទ្ទេស ជីវវិទ្យា វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

២. គ្រូបង្រៀន ជីវវិទ្យា សាលាជំនាន់ថ្មី

គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ និងកែលម្អ

១. លោក **ម៉ៅ សារឿន** ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អប់រំនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

២. លោក **ចេង ថុន** អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អប់រំនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៣. លោក **គឹម លាង** អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អប់រំនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

មាតិកា

បុព្វកថា i
អារម្ភកថា ii
មេរៀនទី១ ៖ ទ្រឹស្តីអប់រំប្លូមតាក់សូណូមី 1
១.១ កម្រិតនៃការគិតទាំង៦ របស់លោក Benjamin Bloom (1950) 1
១.២ ហេតុអ្វីបានជាចាំបាច់ត្រូវប្រើប្រាស់កម្រិតនៃការគិតរបស់លោកប្លូម? 1
១.៣ ការអនុវត្តទ្រឹស្តី Bloom 2
១.៤ វិធីសាស្រ្តក្នុងការប្រើប្រាស់កម្រិតគិតរបស់ Bloom 2
១.៥ កិរិយាសព្ទសំខាន់ៗមួយចំនួននៃកម្រិតការគិតទាំង៦របស់ Bloom 2
១.៥.១.កម្រិតចងចាំ 3
១.៥.២. កម្រិតយល់ដឹង 3
១.៥.៣. កម្រិតអនុវត្តន៍ 4
១.៥.៤. កម្រិតវិភាគ 6
១.៥.៥. កម្រិតវាយតម្លៃ 7
១.៥.៦. កម្រិតបង្កើតថ្មី 8
កិច្ចតែងការបង្រៀន Bloom's taxonomy (គំរូទី១) 21
កិច្ចតែងការបង្រៀន (គំរូទី២) 24
មេរៀនទី២ ៖ ប្រូទីសនិងផ្សិត 29
២.១. លក្ខណៈពិសេសនៃសារពាង្គកាយអឺការីយ៉ូត 29
២.២. ប្រូទីស 29
២.២.១ ប្រូទីសសត្វ 29
២.២.២ ប្រូទីសរុក្ខជាតិ 32
២.៣. ទម្រង់ និងរចនាសម្ព័ន្ធរបស់ផ្សិត 34
២.៣.១ ទម្រង់ផ្សិត 34
២.៣.២ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ផ្សិត 34
២.៤. ការបន្តពូជ និងការលូតលាស់របស់ផ្សិត 35
២.៤.១ ការបន្តពូជ 35
២.៤.២ ការលូតលាស់របស់ផ្សិត 35
២.៥. ការចិញ្ចឹមជីវិតរបស់ផ្សិត 36
២.៦. ភាពនានារបស់ផ្សិត 36
២.៦.១ អឺមីកូតា 37
២.៦.២.ស៊ីកូមីសែត 37
២.៦.៣.អាសកូមីសែត 38
២.៦.៤.បាស៊ីដ្យូមីសែត 40

២.៧. លីកែន 41
មេរៀនទី៣៖ បញ្ញាបការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចិរភាព (ESD) 38
៣.១ បញ្ញត្តិទូទៅនៃ ESD 38
៣.២ ប្រវត្តិនៃការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាព (ESD) 39
៣.៣ ខ្លឹមសារបញ្ញាបការអប់រំ 41
កិច្ចតែងការបង្រៀនបញ្ញាប ESD (គំរូទី១) 43
កិច្ចតែងការបង្រៀនបញ្ញាប ESD (គំរូទី២) 47
មេរៀនទី៤ ៖ វីរុស និងបាក់តេរី 46
៤.១. សេចក្ដីផ្ដើម 46
៤.២. វីរុស 46
៤.២.១ ទម្រង់របស់វីរុស 46
៤.២.២ ការតម្លើងទ្វេរបស់វីរុស 47
៤.៣ ការចម្លងជំងឺ 50
៤.៤. បាក់តេរី 51
៤.៤.១ ទម្រង់បាក់តេរី 51
៤.៤.២ ទំហំបាក់តេរី 52
៤.៤.៣ ការចិញ្ចឹមជីវិត និងតម្រូវការរបស់វីរុស 52
៤.៤.៤ ការបន្តពូជ និងការលូលាស់របស់បាក់តេរី 53
៤.៤.៥ បាក់តេរីចង្រៃ និងបាក់តេរីមានប្រយោជន៍ 55

មេរៀនទី១ ៖ ទ្រឹស្តីអប់រំប្លូមតាក់សូណូមី

១.១ កម្រិតនៃការគិតទាំង៦ របស់លោក Benjamin Bloom (1950)

កម្រិតនៃការគិត គឺជាផ្នែកមួយយ៉ាងសំខាន់នៅក្នុងកម្មវិធីសិក្សាគោល (Curriculums) កម្មវិធីសិក្សាលម្អិត (Syllabuses) វីធីសាស្ត្របង្រៀន (Methodologies) ការវាយតម្លៃការរៀន និងការបង្រៀន (Assessment) និងកិច្ចតែងការបង្រៀនដែលផ្តោតទៅលើកម្រិតនៃការគិតរបស់សិស្ស។ ហេតុដូច្នេះហើយទើបគ្រូបង្រៀនគ្រប់រូប ត្រូវដឹងថាតើកម្រិតនៃការគិតមួយណា ដែលគួរគប្បីបង្រៀនទៅកាន់សិស្សនៅក្នុងខ្លឹមសារមេរៀននីមួយៗ។ កម្រិតនៃការគិតបែប Bloom's Taxonomy នេះត្រូវបានកែសម្រួលឡើងវិញដោយសិស្សរបស់លោក Benjamin Bloom ឈ្មោះលោក Lorin Anderson នាទសវត្សទី៩០។ ខាងក្រោមនេះ គឺជាតារាងប្រៀបធៀបកម្រិតនៃការគិតតាមទ្រឹស្តី Bloom's Taxonomy របស់លោកទាំងពីរ៖

តារាង 1 កម្រិតនៃការគិតរបស់ប្លូម និងការកែប្រែថ្មីរបស់ Lorin Anderson

ពាក្យដើមរបស់ទ្រឹស្តីប្លូម (Bloom, 1950s)	ពាក្យថ្មីរបស់ទ្រឹស្តីប្លូម (Bloom, 1990s)
១) ចំណេះដឹង (Knowledge)	១) ចងចាំ (Remembering)
២) ការយល់ដឹង (Comprehension)	២) យល់ដឹង (Understanding)
៣) ការអនុវត្ត (Application)	៣) អនុវត្តន៍ (Applying)
៤) ការវិភាគ (Analysis)	៤) វិភាគ (Analyzing)
៥) ការសំយោគ (Synthesis)	៥) វាយតម្លៃ (Evaluating)
៦) ការវាយតម្លៃ (Evaluation)	៦) បង្កើតថ្មី (Creating)

ការផ្លាស់ប្តូរពាក្យ

- ឈ្មោះក្រុមទាំង៦ត្រូវប្តូរពីនាមទៅជាកិរិយាសព្ទ។
- ដោយសារតែកម្រិតនៃការសិក្សាឆ្លុះបញ្ចាំងពីកម្រិតនៃការគិតផ្សេងៗគ្នា ហើយការគិតគឺជាដំណើរការយ៉ាងសកម្ម ទើបកិរិយាសព្ទត្រូវបានគេប្រើប្រាស់។
- ក្រុមរងនៃក្រុមធំទាំង៦ ក៏ត្រូវជំនួសដោយកិរិយាសព្ទ។
- ក្រុមតូចខ្លះត្រូវបានកែសម្រួល។
- កម្រិតចំណេះដឹងត្រូវបានដាក់ឈ្មោះឡើងវិញដោយ "កម្រិតចងចាំ"។
- កម្រិតការយល់ដឹង ត្រូវបានជំនួសដោយកម្រិតយល់ដឹង និងការសំយោគ ត្រូវបានជំនួសដោយកម្រិតបង្កើតថ្មីដើម្បីឆ្លុះបញ្ចាំងឱ្យកាន់តែប្រសើរឡើងពីធម្មជាតិនៃការគិត[1]។

១.២ ហេតុអ្វីបានជាចាំបាច់ត្រូវប្រើប្រាស់កម្រិតនៃការគិតរបស់លោកប្លូម?

កម្រិតនៃការគិតរបស់លោកប្លូម មានសារៈសំខាន់ដូចខាងក្រោម៖

ក) ដើម្បីរៀបចំកម្មវិធីសិក្សា។

ខ) ដើម្បីសរសេរ និងកំណត់នូវវត្ថុបំណងមេរៀន។

គ) ដើម្បីរកឱ្យឃើញនូវបំណិនពីភាពងាយស្រួលទៅលំបាក។

[1] http://rite.ed.qut.edu.au/oz-teachernet/training/bloom.html(accessed July 2003); Pohl, 2000, p.8

ឃ) ដើម្បីបន្ស៊ីវត្ថុបំណងទៅនិងវិធីសាស្ត្រ និងស្តង់ដាវាយតម្លៃឱ្យមានប្រសិទ្ធភាព។

ង) ដើម្បីដាក់បញ្ចូលចំណេះដឹងដែលសិស្សត្រូវរៀន និងដំណើរការនៃការគិតឱ្យបានត្រឹមត្រូវ។

ច) ដើម្បីសម្រួលការសួរសំណួរ។

១.៣ ការអនុវត្តទ្រឹស្តី Bloom

ការអនុវត្តត្រូវធ្វើឱ្យបានសមស្របសម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងថ្នាក់រៀននីមួយៗ។

- ផ្តោតលើកម្រិតការគិតជាក់លាក់របស់សិស្សផ្សេងៗគ្នា។
- ពង្រឹងការគិតរបស់សិស្សរហូតដល់កម្រិតគិតបែបខ្ពស់ (វិភាគ វាយតម្លៃ បង្កើតថ្មី)។
- វិធីសាស្ត្រដទៃទៀតរួមមាន៖
  - សិស្សទាំងអស់ធ្វើកិច្ចការចាប់ពីកម្រិតចងចាំ និងយល់ឡើងទៅជ្រើសរើសយកយ៉ាងហោចណាស់សកម្មភាពមួយសម្រាប់កម្រិតនីមួយៗ។
  - សិស្សខ្លះធ្វើកិច្ចការកម្រិតនៃការគិតទាប រីឯសិស្សខ្លះធ្វើកិច្ចការកម្រិតនៃការគិតខ្ពស់។
  - សិស្សទាំងអស់ជ្រើសរើសសកម្មភាពពីគ្រប់កម្រិតនៃការគិតទាំង៦។
  - សកម្មភាពខ្លះត្រូវបានដាក់ឈ្មោះថា "សំខាន់" រីឯសកម្មភាពខ្លះទៀតត្រូវបានដាក់ឈ្មោះថា "អាចជ្រើសរើសបាន"។
  - ដំណើរការគិតបង្ហាញពីការយកចិត្តទុកដាក់ពិសេស ឧទាហរណ៍ប្រៀបធៀប (ធ្វើការងារជាមួយសិស្សទាំងអស់ ក្រុមតូច ឬជាបុគ្គល)។
  - សិស្សខ្លះទៀត ធ្វើកិច្ចការតាមរយៈកម្រិតគិតថ្នាក់ទាប និងបន្ទាប់មករៀបចំសកម្មភាពផ្ទាល់ខ្លួនរបស់គេនៅក្នុងកម្រិតគិតថ្នាក់ខ្ពស់។
  - រាល់សិស្សទាំងអស់សរសេរកិច្ចការផ្ទាល់ខ្លួនរបស់គេពីកម្រិតនៃការគិតទាំង៦នេះ។

១.៤ វិធីសាស្ត្រក្នុងការប្រើប្រាស់កម្រិតគិតរបស់ Bloom

វិធីសាស្ត្រក្នុងការប្រើប្រាស់កម្រិតគិតរបស់ប្លូមរួមមាន៖

១. ការសិក្សារបស់សិស្ស និងគ្រូបង្រៀន គួរបញ្ចូលកម្រិតគិតទាំង៦ របស់សិស្ស Bloom តាមលទ្ធភាពដែលអាចធ្វើទៅបាននៅក្នុងមេរៀនទាំងអស់ ឬម៉ោងសិក្សានីមួយៗ។ គោលបំណង គឺនាំសិស្សទៅរកកម្រិតគិតថ្នាក់ខ្ពស់។ ដូច្នេះ ការរៀន និងការបង្រៀនរបស់អ្នក គួរធានាថា សិស្សទាំងអស់មានឱកាសបង្ហាញការគិតកម្រិតខ្ពស់រៀងៗខ្លួន។

២. សិស្សទាំងអស់ត្រូវបានចាប់ផ្តើមពីកម្រិតចងចាំ និងយល់ដឹងជាមុនសិន។ បន្ទាប់មកជ្រើសរើសសកម្មភាពយ៉ាងច្រើន យ៉ាងហោចណាស់ឱ្យបានមួយកម្រិតនៃការអនុវត្ត វិភាគ វាយតម្លៃ និងបង្កើតថ្មី។

៣. ក្នុងពេលជាមួយគ្នា សិស្សខ្លះអាចធ្វើកិច្ចការពីកម្រិតចងចាំ និងយល់ដឹង។ រីឯ សិស្សដទៃទៀតអាចធ្វើកិច្ចការងារចាប់ពីកម្រិតអនុវត្ត វិភាគ វាយតម្លៃ និងបង្កើតថ្មី។

៤. សិស្សទាំងអស់ អាចជ្រើសរើសសកម្មភាពពីកម្រិតណាមួយក៏បាន។

១.៥ កិរិយាសព្ទសំខាន់ៗមួយចំនួននៃកម្រិតការគិតទាំង៦របស់ Bloom

ខាងក្រោមនេះជាកិរិយាសព្ទ ដែលបានកំណត់ពីកម្រិតនៃការគិតរបស់លោកប្លូម៖

១.៥.១.កម្រិតចងចាំ

មានដូចជាៈ ចង់ចាំ និយាយឡើងវិញ ស្គាល់ រាយនាម ពណ៌នា កំណត់កិនភាគ កំណត់ឈ្មោះ កំណត់ទីតាំង ស្វែងរក តភ្ជាប់ បង្ហាញ បែងចែក ឱ្យឧទាហរណ៍ ធ្វើតាម គូរតាម ដកស្រង់សំដីថាតាម ចេះបែងចែកក្រុម អាន សរសេរ។ល។ (Recognizing, Listing, Describing, Identifying, Retrieving, Naming, Locating, Finding, List, Memories, Relate, Show, Locate, Distinguish, Give example, Quote, Reproduce, Repeat, Label, ecall, Know, Group, Read, Write, Outline, Listen, Group, Choose, Recite, Review, Quote, Record, Match, Select, Underline, Cite, Sort, etc.)

ឧទាហរណ៍ៈ តើគេចែកសត្វឆ្អឹងកងជាប៉ុន្មានថ្នាក់?

កម្រិតចងចាំ-ចំណេះដឹង (Remembering-Knowledge)

ចងចាំព័ត៌មាន និងគំនិតគ្រូបង្រៀនគួរគប្បីៈ

ក) បង្ហាញព័ត៌មានអំពីប្រធានបទដល់សិស្ស។

ខ) សួរសំណួរដែលទាមទារឱ្យសិស្សចងចាំនូវព័ត៌មានដែលគ្រូបានបង្រៀន។

គ) ផ្តល់ឱ្យសិស្សនូវអត្ថបទផ្ទាល់មាត់ ឬជាលាយលក្ខណ៍អក្សរអំពីមុខវិជ្ជាដែលសិស្សត្រូវឆ្លើយ។ តាមរយៈការចងចាំព័ត៌មានដែលសិស្សបានរៀន។

សំណួរគំរូ	**សកម្មភាពសិស្ស និងលទ្ធផលសិក្សា**
- តើអ្នកចងចាំអំពី...ដែរឬទេ?	- ធ្វើបញ្ជីនៃព្រឹត្តិការណ៍សំខាន់ៗ។
- តើអ្នកស្គាល់...ដោយរបៀបណា?	- ធ្វើតារាងពេលវេលា។
- តើអ្នកឱ្យនិយមន័យ...តាមរបៀបណាដែរ?	- ធ្វើតារាងស្តីពីព័ត៌មានពិត។
- តើអ្នកជ្រើសរើសយកអ្វីដែរ?	- សរសេរបញ្ជីព័ត៌មានដែលអ្នកចងចាំ។
- រៀបរាប់អ្វីដែលកើតឡើងនៅពេល...?	- រាយនាម...ដែលមាននៅក្នុងអត្ថបទ។
- តើ...នៅកន្លែងណាដែរ?	- ធ្វើតារាងបង្ហាញ។
- តើមួយណាដែរ?	
- តើនរណាគេ?	
- ចូលរាយនាម...។	
- តើ...អ្វី?	
- តើអ្នកអាចដាក់ឈ្មោះ...? ។ល។	

១.៥.២. កម្រិតយល់ដឹង

មានដូចជាៈ បកប្រែ ឱ្យឧទាហរណ៍ សង្ខេប ទាយ ធ្វើចំណាត់ថ្នាក់ ប្រៀបធៀប ពន្យល់ ពិភាក្សា។ល។ (Interpreting, Exemplifying, Summarizing, Inferring, Paraphrasing, Classifying, Restate, Comparing, Explaining, Identify, Discuss, Retell, Research, Annotate, Translate, Give examples of, Paraphrase, Reorganize, Associate, Describe, Report, Recognize, Review, Observe, Outline, Account for, Interpret, Give main idea, Estimate, Define, etc.)

ឧទាហរណ៍ៈ តើត្រីក្រាញ់ជាប្រភេទសត្វឆ្អឹងកងដែរឬទេ? ហេតុអ្វី?

កម្រិតយល់ដឹង (Understanding- Comprehension)

អាចយល់ពីគំនិតសំខាន់ អាន បកប្រែ ឬសង្ខេបគំនិតសំខាន់គ្រូបង្រៀនគួរគប្បី៖

ក) សួរសំណួរដែលសិស្សអាចឆ្លើយដោយខ្លួនឯងតាមរយៈការនិយាយពីការពិត ឬស្គាល់គំនិតសំខាន់។

ខ) ដាក់តេស្តដល់សិស្សដោយផ្អែកលើអ្វីដែលសិស្សបានរៀននៅក្នុងថ្នាក់។

សំណួរគំរូ	**សកម្មភាពសិស្ស និងលទ្ធផលសិក្សា**
- តើអ្នកអាចប្រៀបធៀប... ដោយរបៀបណា? - តើអ្នករកភាពខុសគ្នា... ដោយរបៀបណា? - តើអ្នកពន្យល់អត្ថន័យឱ្យបានច្បាស់...ដោយរបៀបណា? - តើអ្នកធ្វើឱ្យមានភាពទូទៅ... ដោយរបៀបណា? - តើអ្នកសំដែងអារម្មណ៍... ដោយរបៀបណា? - តើអ្នកអាចសន្និដ្ឋានអ្វីបានដែរអំពី... ? - តើអ្នកសង្កេតឃើញអ្វីដែរ...? - តើអ្នកស្គាល់ភិនភាគ... ដោយរបៀបណា? - ចូរបកស្រាយលើ... - តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងប្រសិនបើ...? - តើអ្វីទៅជាគោលគំនិតនៃ...? - តើអ្នកអាចនិយាយអ្វីបានដែរអំពី...? - តើអ្នកអាចឱ្យឧទាហរណ៍នូវអ្វីដែលអ្នកចង់និយាយដែរឬទេ? - តើអ្នកអាចឱ្យនិយមន័យនៃ... ដែរឬទេ?	- គូររូបដើម្បីបង្ហាញពីព្រឹត្តិការណ៍ជាក់លាក់ណាមួយ។ - បង្ហាញពីអ្វីដែលអ្នកគិតថាជាគោលគំនិតសំខាន់។ - ធ្វើជារូបភាពតុក្កតាដើម្បីបង្ហាញពីលំដាប់លំដោយនៃព្រឹត្តការណ៍។ - ចូរសរសេរ និងសំដែងរឿង។ - និយាយរឿងឡើងវិញដោយប្រើពាក្យផ្ទាល់ខ្លួនរបស់អ្នក។ - រៀបចំតារាងព្រឹត្តិការណ៍។ - រៀបចំសៀវភៅផាត់ពណ៌។

១.៥.៣. កម្រិតអនុវត្តន៍

មានដូចជា៖ អនុវត្ត ប្រើប្រាស់ គណនា បំប្លែង ធ្វើ ផ្លាស់ប្តូរ សម្ភាសន៍ បង្ហាញ ប្រមូលផ្តុំ ដោះស្រាយ កសាង។ល។ (Implementing, Carrying out, Using, Executing, Manipulate, Exhibit, Illustrate, Calculate, Interpret, Make, Practice, Apply, Operate, Interview , Paint, Change, Compute, Sequence, Show, Solve, Collect, Demonstrate, Dramatize, Construct, Use, Adapt, Draw, etc.)

ឧទាហរណ៍៖ ចូរប្អូនគូររូបភាពមួយដែលបង្ហាញអំពីលក្ខណៈពិសេសរបស់ត្រីគឺជាប្រភេទមួយរបស់សត្វឆ្អឹងកង។

កម្រិតអនុវត្តន៍ (Applying- Application)

អនុវត្តន៍គំនិតអរូបីនៅក្នុងស្ថានភាពរូបីដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហា ឬធ្វើឱ្យវាទាក់ទងនឹងបទពិសោធន៍ដែលមានស្រាប់របស់សិស្ស គ្រូបង្រៀនគួរគប្បី៖

ក) ផ្តល់ឱកាសឱ្យសិស្សដើម្បីប្រើប្រាស់គំនិត ទ្រឹស្តី ឬវិធីសាស្ត្រនៃការដោះស្រាយ និងអនុវត្តគំនិត ទ្រឹស្តី ឬវិធីសាស្ត្រនៃការដោះស្រាយបញ្ហាទាំងនោះទៅក្នុងស្ថានភាពថ្មី

ខ) ពិនិត្យឡើងវិញនូវស្នាដៃរបស់សិស្សដើម្បីធានាថា គ្រូបង្រៀនកំពុងប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រនៃការដោះស្រាយបញ្ហាដោយឯករាជ្យ

គ) ផ្តល់សំណួរដែលទាមទារឱ្យសិស្សចេះកំណត់និយមន័យ និងដោះស្រាយបញ្ហា

សំណួរគំរូ	**សកម្មភាពសិស្ស និងលទ្ធផលសិក្សា**
- តើវិធានការអ្វីខ្លះដែលអ្នកមានដើម្បីធ្វើ___? - តើអ្នកអភិវឌ្ឍ___ដោយរបៀបណាដើម្បីបង្ហាញ__? - តើអ្នកនឹងជ្រើសរើសមធ្យោបាយអ្វីផ្សេងទៀតដើម្បី___? - តើលទ្ធផលនឹងក្លាយទៅជាអ្វីដែរប្រសិនបើ______? - តើអ្នកបង្ហាញដោយរបៀបណាដែរ_______? - តើអ្នកផ្លាស់ប្តូរដោយរបៀបណាដែរ________? - តើអ្នកកែសម្រួលដោយរបៀបណាដែរ______? - តើអ្នកអភិវឌ្ឍដោយរបៀបណាដែរ_______? - ហេតុអ្វីបានជា____________មានប្រសិទ្ធភាព? - តើអ្នកប្តូរពី______ទៅ________ដោយរបៀបណា? - តើអ្នកអាចរកឧទាហរណ៍អ្វីបានខ្លះ? - តើអ្នកដោះស្រាយ_______ដោយរបៀបណា? - តើរឿងនេះអាចកើតមានឡើងដែរ ឬទេនៅក្នុង____? - តើអ្នកអាចធ្វើចំណាត់ថ្នាក់ក្រុមតាមលក្ខណៈសម្បត្តិដូចជា____ដែរឬទេ? - តើផ្នែកអ្វីខ្លះដែលអ្នកនឹងផ្លាស់ប្តូរ ប្រសិនបើ_____? - តើអ្នកអាចយកវិធីសាស្ត្រដែលអ្នកបានរៀនទៅប្រើប្រាស់ក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃរបស់អ្នកដែរឬទេ? - តើសំណួរអ្វីដែលអ្នកនឹងសួរ______? - តាមរយៈព័ត៌មានផ្តល់ឱ្យ តើអ្នកអាចបង្កើតការណែនាំមួយចំនួនអំពី_____ បានដែរឬទេ? - តើព័ត៌មាននេះ និងមានសារៈសំខាន់ដែរឬប្រសិនបើ__?	- បង្កើតនៅគំរូដើម្បីបង្ហាញអំពីរបៀបដែលវានឹងដំណើរការ។ - បង្កើតសៀវភៅរក្សាឯកសារទុក។ - ប្រមូលរូបថតផ្សេងៗ ដើម្បីបង្ហាញពីចំណុចជាក់លាក់ណាមួយ។ - បង្កើតល្បែងល្បងប្រាជ្ញាដែលប្រើប្រាស់គំនិតដែលបានមកពីការសិក្សា។ - ធ្វើរូបភាពពីដីឥដ្ឋ។ - គូររូបភាពព្យុះនឹងជញ្ជាំងដោយប្រើប្រាស់សម្ភារឧបទេសដដែលៗ។ - សរសេរសៀវភៅស្តីអំពី... សម្រាប់អ្នកដទៃអាន។

១.៥.៤. កម្រិតវិភាគ

មានដូចជា៖ ប្រៀបធៀប រៀបចំ រកឱ្យឃើញ បញ្ចូល ធ្វើពិសោធ ត្រួតពិនិត្យ ចោទសួរ សាកសួរ ស៊ើបអង្កេត ស្រាវជ្រាវ រិះគន់។ល។ (Comparing, Organizing, De-constructing, Attributing, Outlining, Finding, Structuring, Integrating, Distinguish, Question, Appraise, Experiment, Inspect, Examine, Probe, Separate, Inquire, Arrange, Investigate, Shift, Research, Order, Calculate, Criticize , Compare, Contrast, Survey, Detect, Group, Sequence, Test, Debate, Analyze, Diagram, Relate, Dissect, Categories, Discriminate, etc.)

ឧទាហរណ៍ ចូរប្អូនប្រៀបធៀបពីលក្ខណៈដូចនិងខុសគ្នារបស់សត្វឆ្អឹងកងនៅក្នុងថ្នាក់ត្រីនិងថ្នាក់កង្កែប។

កម្រិតវិភាគ (Analyzing-Analysis)

ចេះបំបែកគំនិតឱ្យទៅជាផ្នែកតូចៗ និងចេះបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃផ្នែកទាំងនោះ គ្រូបង្រៀនគួរគប្បី៖

ក) ទុកពេលឱ្យសិស្សបានពិនិត្យមើលពីគោលគំនិតនានា និងចេះបំបែកគំនិតឱ្យទៅជាផ្នែកតូចៗដែលជាមូលដ្ឋាន។

ខ) តម្រូវឱ្យសិស្សពន្យល់ថា តើហេតុអ្វីបានជាពួកគេជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដោះស្រាយបញ្ហាបែបនេះ និងហេតុអ្វីបានជាដំណោះស្រាយមួយនេះមានប្រសិទ្ធភាព?

សំណួរគំរូ	**សកម្មភាពសិស្ស និងលទ្ធផលសិក្សា**
- តើអ្នកអាចប្រៀបធៀបផ្នែកដែលខុសប្លែកពីគ្នាដោយរបៀបណា? - តើអ្នកមានការបកស្រាយយ៉ាងដូចម្តេចដែរសម្រាប់ ...? - តើ...ជាប់ទាក់ទងជាមួយ...ដោយរបៀបណាដែរ? - ចូរពិភាក្សាពីចំណុចគាំទ្រ និងចំណុចបដិសេធនៃ ...។ - តើអ្នកអាចរៀបផ្នែកទាំងអស់នេះតាមលំដាប់លំដោយដោយរបៀបណា? - តើអ្វីជាការវិភាគនៃ...? - តើអ្នកអាចធ្វើសេចក្តីសន្និដ្ឋាន...បានដែរឬទេ? - តើគំនិតអ្វីខ្លះដែលធ្វើឱ្យ...មានសុពលភាព? - តើអ្នកអាចពន្យល់អំពី...យ៉ាងដូចម្តេច? - តើអ្នកអាចគូសបញ្ជាក់អំពី...? - តើអ្វីទៅជាបញ្ហាជាមួយនឹង...? - ហេតុអ្វីបានជាអ្នកគិតថា...? - តើមានហេតុការណ៍អ្វីខ្លះដែលអាចកើតមានឡើង?	- រៀបចំកម្រងសំណួរដើម្បីប្រមូលព័ត៌មាន។ - ធ្វើសង្កេតដើម្បីបង្កើតព័ត៌មានថ្មីសម្រាប់គាំទ្រអំពីទស្សនៈមួយ។ - បង្កើតតារាង (flow chart) បង្ហាញពីដំណាក់កាលសំខាន់ៗ។ - បង្កើតក្រាហ្វិកដើម្បីបកស្រាយទិន្នន័យដែលបានប្រមូល។ - បង្កើតដើមឈើគំនិតដើម្បីបង្ហាញពីទំនាក់ទំនង។ - ដាក់តាំងបង្ហាញ ពីខ្លឹមសារមេរៀន។ - សរសេរជីវប្រវត្តិរបស់អ្នកសិក្សា។ - រៀបចំរបាយការណ៍សិក្សា។ - ពិនិត្យ និងកែលម្អស្នាដៃសិល្បៈឡើងវិញ។ - វាយតម្លៃខ្សែភាពយន្ត។

- តើវាប្រហាក់ប្រហែលទៅនឹង...ដូចម្តេច? - អ្វីទៅជាមូលហេតុនៃបញ្ហា...? - តើអ្នកអាចមើលឃើញលទ្ធផលរំពឹងទុកអ្វីខ្លះ? - ហេតុអ្វីបានជា...មានការផ្លាស់ប្តូរ? - តើអ្នកអាចប្រៀបធៀប...របស់អ្នកជាមួយនឹងអ្វីដែលបានធ្វើបទបង្ហាញនៅក្នុង...? - តើអ្នកអាចពន្យល់ថា តើមានអ្វីនិងកើតពេលដែល..? - តើ...ស្រដៀង...នឹង...យ៉ាងដូចម្តេច? - តើអ្វីជាបញ្ហាខ្លះក្នុងចំណោមបញ្ហានៃ...? - តើអ្នកអាចបែងចែកឱ្យដាច់ពីគ្នាវាង...?	

១.៥.៥. កម្រិតវាយតម្លៃ

មានដូចជា៖ ត្រួតពិនិត្យ បង្កើតសម្មតិកម្ម រិះគន់ ធ្វើពិសោធ កាត់ក្តី ធ្វើតេស្ត ពិនិត្យតាមដានព្យាករណ៍ ដាក់ពិន្ទុ ការពារ បដិសេធ សម្រេចចិត្ត។ល។ (Checking, Hypothesizing, Monitoring, Critiquing, Experimenting, Judging, Testing, Detecting, Judge, Rate, Validate, Determine, Predict, Assess, Score, Revise, Infer, Priorities, Tell why, Compare, Evaluate, Conclude, Defend, Select, Measure, Choose, Deduce, Debate, Justify, Recommend, Discriminate, Appraise, Value, Probe, Argue, Decide, Criticism, Rank, Reject)

ឧទាហរណ៍៖ ចូរពិភាក្សាដើម្បីរកភស្តុតាងបញ្ជាក់ថាសត្វឆ្អឹងកងនៅក្នុងថ្នាក់បក្សីត្រូវបានវិវត្តន៍មកពីថ្នាក់ល្មូន?

កម្រិតវាយតម្លៃ (Evaluating-Evaluation)

ធ្វើការកាត់ក្តី ឬវាយតម្លៃអំពីតម្លៃនៃគំនិត និងសម្ភារឧបទេសដោយប្រើប្រាស់ស្តង់ដានិងលក្ខណៈវាយតម្លៃនានាដើម្បីគាំទ្រនូវគំនិតទាំងនោះ គ្រូបង្រៀនគួរគប្បី៖

ក) ផ្តល់ឱកាសឱ្យសិស្សធ្វើការកាត់ក្តី ឬវាយតម្លៃដោយផ្អែកលើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យសមស្រប

ខ) ឱ្យសិស្សបង្ហាញថាពួកគេអាចកាត់ក្តី រិះគន់ ឬបកស្រាយនូវដំណើរការ សម្ភារឧបទេស វិធីសាស្រ្ត។ល។ ទាំងនោះដោយប្រើប្រាស់ស្តង់ដា និងលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យនានា

សំណួរគំរូ	សកម្មភាពសិស្ស និងលទ្ធផលសិក្សា
- តើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យអ្វីខ្លះដែលអ្នកប្រើប្រាស់ដើម្បីវាយតម្លៃ...? - តើគេបានប្រើទិន្នន័យអ្វីខ្លះដើម្បីវាយតម្លៃ...? - តើអ្នកគួរមានជម្រើសអ្វីខ្លះ? - តើអ្នកកំណត់តថភាពតាមរបៀបណា?	- រៀបចំបញ្ជីលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដើម្បីវាយតម្លៃ...។ - ចូរពិភាក្សាអំពីបញ្ហាដែលអ្នកចូលចិត្ត...។ - ចូររៀបចំឯកសារអំពីរូបមន្តសំខាន់៥។ - ចូរបញ្ចុះបញ្ចូលអ្នកដទៃ។

- តើអ្វីជាចំណុចសំខាន់បំផុតនៃ...? - តើអ្នកអាចមានមតិយោបល់អ្វីដែរឬទេ? - តើអ្នកធ្វើចំណាត់ថ្នាក់...ដោយវិធីណា? - តើអ្វីជាគំនិតរបស់អ្នកស្តីអំពី...? - តើអ្នកអាចផ្ទៀងផ្ទាត់...តាមវិធីណា? - តើព័ត៌មានអ្វីខ្លះដែលអ្នកប្រើប្រាស់ដើម្បីកំណត់អាទិភាពនៃ...? - ចូរវាយតម្លៃពី... - ធ្វើចំណាត់ថ្នាក់សារៈសំខាន់នៃ... - ចូរកំណត់នូវតម្លៃនៃ... - តើមានដំណោះស្រាយដែលល្អជាងដើម្បី... - វិនិច្ឆ័យតម្លៃនៃ...ដែលអ្នកគិតអំពី...? - តើអ្នកអាចការពារគោលជំហររបស់អ្នកអំពី...បានដែរឬទេ? - តើអ្នកគិតថា...ជារឿងល្អ ឬអាក្រក់? - តើការផ្លាស់ប្តូរអ្វីខ្លះចំពោះ...ដែលអ្នកអាចផ្តល់ជាអនុសាសន៍បាន? - តើអ្នកជឿដែរឬទេ? - តើអ្នកគឺជាមនុស្ស...ដែរឬទេ? - តើអ្នកមានអារម្មណ៍យ៉ាងណា ប្រសិនបើ...? - តើ...មានប្រសិទ្ធភាពរបៀបណា?	- ចូរបង្កើតគណៈកម្មការមួយដើម្បីពិភាក្សាអំពីគំនិតផ្សេងៗ (ឧទាហរណ៍ ការសិក្សានៅសាលារៀន)។ - ចូរសរសេរសំបុត្រទៅ... ដើម្បីឱ្យដំបូន្មានលើការផ្លាស់ប្តូរដែលចាំបាច់ នាំទៅដល់...។ - សរសេររបាយការណ៍។ - រៀបចំករណីមួយដើម្បីធ្វើបទបង្ហាញនូវទស្សនៈរបស់អ្នកអំពី...។

១.៥.៦. កម្រិតបង្កើតថ្មី

មានដូចជា៖ តាក់តែង បង្កើត ធ្វើផែនការ ផលិត សរសេរ រៀបចំ ចងក្រង អភិវឌ្ឍ ព្យាករណ៍ ស្នើសុំ។ល។ (Designing, Constructing, Planning, Producing, Inventing, Devising, Making, Compose, Assemble, Organize, Invent, Compile, Forecast, Devise, Propose, Construct, Plan, Prepare, Develop, Originate, Imagine, Generate, Formulate, Improve, Act, Predict, Produce, Blend, Set up, Devise, Construct, Compile)

ឧទាហរណ៍៖ ប្រសិនបើប្អូនត្រូវបានផ្តល់ឱកាសក្នុងការបង្កើតការពិសោធន៍មួយដើម្បីបង្ហាញពីការវិវត្តន៍នៃប្រដាប់របត់ឈាម (ពិនិត្យតែសរីរាង្គបេះដូង) របស់សត្វឆ្អឹងកងទាំង៥ថ្នាក់ពីថ្នាក់ត្រីដល់ថ្នាក់ថនិកសត្វ។ តើប្អូននិងជ្រើសរើសសត្វអ្វីខ្លះដើម្បីតំណាងប្រភេទសត្វក្នុងថ្នាក់នីមួយៗរបស់សត្វឆ្អឹងកងក្នុងការពិសោធន៍របស់ប្អូន? ចូរបកស្រាយអំណះអំណាងនៃការជ្រើសរើស។

កម្រិតបង្កើតថ្មី (Creating-Synthesis)

ចេះផ្គុំនូវចំណេះដឹងផ្សេងៗ ដើម្បីបង្កើតនូវចំណេះដឹងរួមមួយ និងកសាងនូវទំនាក់ទំនងនានាសម្រាប់ស្ថានភាពថ្មីៗ គ្រូបង្រៀនគួរគប្បី៖

ក) ផ្តល់ឱកាសឱ្យសិស្សបានសំយោគនូវចំណេះដឹង ដោយប្រើប្រាស់នូវជំនាញនៃការគិត និងការដោះស្រាយបញ្ហា។

ខ) តម្រូវឱ្យសិស្សបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា ពួកគេអាចប្រចាប់បញ្ចូលគ្នានូវគោលគំនិតនានា ដើម្បីកសាងនូវគំនិតថ្មីសម្រាប់ស្ថានភាពថ្មី។

សំណួរគំរូ	សកម្មភាពសិស្ស និងលទ្ធផលសិក្សា
- តើជម្រើសអ្វីខ្លះទៀតដែលអ្នកអាចស្នើសុំសម្រាប់...? - តើការផ្លាស់ប្តូរអ្វីខ្លះដែលអ្នកមានដើម្បីកែលម្អ...? - តើអ្នកនឹងពន្យល់ហេតុផល...តាមវិធីណា? - តើអ្នកបង្កើតផែនការមួយតាមវិធីណាដែរ? - តើអ្នកអាចបង្កើតអ្វីបាន...? - តើតថភាពអ្វីខ្លះដែលអ្នកអាចប្រមូលបាន...? - ចូរព្យាករណ៍ពីលទ្ធផលប្រសិនបើ...? - តើអ្នកបង្ហាញ...តាមវិធីណា? - ចូរបង្កើតវិធីសាស្ត្រមួយដើម្បី...? - តើអ្នកចងក្រងព័ត៌មានពិតសម្រាប់...តាមវិធីណា? - តើអ្នកពន្យល់បកស្រាយដោយផ្អែកលើហេតុផល... តាមរបៀបណា? - តើអ្នកកែលម្អ...តាមវិធីណា? - តើអ្នកអាចតាក់តែង ឬរៀបចំ...ឱ្យក្លាយទៅជា...បានដែរឬទេ? - ហេតុអ្វីបានជាមិនសរសេរបទចម្រៀងសម្រាប់...? - តើអ្នកអាចរកឃើញដំណោះស្រាយសម្រាប់...? - ប្រសិនបើអ្នកមានសិទ្ធប្រើប្រាស់ធនធានទាំងអស់ តើអ្នកនឹងដោះស្រាយតាមវិធីណា? - ហេតុអ្វីបានជាអ្នកមិនកែលម្អវិធីសាស្ត្រ ដើម្បីដោះស្រាយ...? - តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងប្រសិនបើ...? - តើមានវិធីសាស្ត្រប៉ុន្មានដែលអ្នកអាច...?	- បង្កើតម៉ាស៊ីនដើម្បីធ្វើការងារមួយ - គូរប្លង់អគារមួយដើម្បីធ្វើជាកន្លែងស្នាក់នៅសម្រាប់សិក្សា - បង្កើតផលិតផលថ្មីៗ ដាក់ឈ្មោះផលិតផលនិងធ្វើផែនការទីផ្សារ - សរសេរចំណាប់អារម្មណ៍របស់អ្នកទាក់ទងទៅនឹង... - សរសេរកម្មវិធីទូរទស្សន៍ រឿងល្ខោន ការសម្តែងចម្រៀង ស្តីអំពី... - តាក់តែង និងរៀបចំគម្របគំណាត់ហេតុសៀវភៅ ទស្សនាវដ្តី សម្រាប់... - បង្កើតលេខសម្ងាត់ភាសាថ្មី និងសរសេរឯកសារនានាដែលពាក់ព័ន្ធ - ធ្វើពាណិជ្ជកម្ម - កែលម្អវិធីសាស្ត្រដើម្បី... - បង្កើតភាសាថ្មី និងប្រើវាជាឧទាហរណ៍

- តើអ្នកអាចបង្កើតអ្វីដែលថ្មី និងចម្លែកសម្រាប់...?	

វិធីសាស្ត្រខ្លះៗ ក្នុងការប្រើប្រាស់កម្រិតការគិតរបស់ Bloom's Taxonomy រួមមាន៖

- វគ្គសិក្សារបស់សិស្ស និងគ្រូបង្រៀន គួរដាក់បញ្ចូលកម្រិតទាំង៦របស់ Bloom ប៉ុន្តែមិនចាំបាច់មានកម្រិតទាំង៦ នៅក្នុងគ្រប់មេរៀន ឬម៉ោងសិក្សានីមួយៗទេ។ គោលបំណង គឺនាំសិស្សទៅរកកម្រិតគិតថ្នាក់ខ្ពស់ដោយហេតុដូច្នោះហើយ វគ្គសិក្សារបស់អ្នកគួរតែធានាថាសិស្សទាំងអស់មានឱកាសបង្ហាញការគិតថ្នាក់ខ្ពស់របស់គេ។
- ពលសិស្សទាំងអស់ធ្វើការចាប់ពីកម្រិតចង់ចាំ និងយល់ជាមុនសិន។ បន្ទាប់មកជ្រើសរើសសកម្មភាពយ៉ាងហោចណាស់ឱ្យបានមួយពីកម្រិតអនុវត្ត វិភាគ វាយតម្លៃ និងបង្កើតថ្មី។
- ក្នុងពេលជាមួយគ្នា សិស្សខ្លះអាចធ្វើកិច្ចការពីកម្រិតចងចាំ និងយល់ រីឯសិស្សដទៃទៀតអាចធ្វើកិច្ចការចាប់ពីកម្រិតអនុវត្ត វិភាគ វាយតម្លៃ និងបង្កើតថ្មី។
- សិស្សទាំងអស់ អាចជ្រើសរើសសកម្មភាពពីកម្រិតណាមួយក៏បាន។

លំហាត់

ដំណើរការនៃការគិតរបស់ Bloom's Taxonomy បែកចេញជា៦កម្រិតនៃការគិត សម្រាប់យកទៅអនុវត្តប្រើប្រាស់លើគ្រប់មុខវិជ្ជាទាំងអស់នៅក្នុងផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រសង្គម គណិតវិទ្យា និងវិទ្យាសាស្ត្រពិត។ កម្រិតនៃការគិតនៅ ក្នុងក្រឡោនទី១ អត្ថន័យនៅក្នុងក្រឡោនទី២ ឧទាហរណ៍នៃសំណួរសម្រាប់ការអានអត្ថបទសម្រាប់វិទ្យាសាស្ត្រសង្គម គណិតវិទ្យា និងវិទ្យាសាស្ត្រពិត នៅក្រឡោនទី៣ ទី៤ និងទី៥។

ដំណើរការនៃការគិតរបស់ Bloom's Taxonomy				
ដំណើរការនៃការគិត	**អត្ថន័យ**	**វិទ្យាសាស្ត្រសង្គម**	**គណិតវិទ្យា**	**វិទ្យាសាស្ត្រពិត**
ចងចាំ	ចងចាំព័ត៌មាន	តើសត្វទន្សាយបានធ្វើអ្វីខ្លះចំពោះសត្វកញ្ជ្រោង?	តើការេនៃ១០០ស្មើប៉ុន្មាន?	តើរុក្ខជាតិជាអ្វី?
យល់ដឹង	បង្ហាញការយល់ដឹងពីព័ត៌មានដែលគេផ្តល់ឱ្យ	តើអ្នកគិតថាសត្វកញ្ជ្រោងបានលេងល្បិចដាក់ទន្សាយឬ?	ចូរពន្យល់ពីរបៀបប្រើប្រាស់ការេនៃ១០០ ដើម្បីបង្ហាញពហុគុណនៃពីរ។	ចូររករុក្ខជាតិមួយហើយបកស្រាយថា តើហេតុអ្វីបានជារុក្ខជាតិមានពណ៌បៃតង។
អនុវត្ត	ប្រើប្រាស់ចំណេះដឹង រូបមន្ត ឬវិធីសាស្ត្រដែលមានពីមុនយកទៅអនុវត្តក្នុងស្ថានភាពថ្មីមួយទៀត	ប្រសិនបើសត្វកញ្ជ្រោងជួបអ្នកនៅមាត់ទន្លេ តើអ្នកត្រូវធ្វើយ៉ាងដូចម្តេចខ្លះ?	ពណ៌ក្នុងការេ និងត្រីកោណ។ តើលំនាំគំរូបែបណាដែលអ្នកសង្កេតឃើញ?	ចូររករូបភាពរុក្ខជាតិផ្សេងៗគ្នាឱ្យបានដប់។ ចូរតម្រៀបប្រភេទរុក្ខជាតិទាំងនោះទៅក្នុងប្រភេទ

				រុក្ខជាតិដែលមាន ដើមទោល និង ដើមបែកមែក។
វិភាគ	បំបែកព័ត៌មាន ឱ្យទៅជាផ្នែក តូចៗ ដើម្បីរក ការយល់ដឹង និងទំនាក់ទំនង របស់វា។	តើមានផ្នែកអ្វីខ្លះ ដែលថាហេតុអ្វីបាន ជាសត្វទន្សាយអាច មានកន្ទុយខ្លី?	ចូរប្រៀបធៀប ពហុគុណនៃ២ និងពហុគុណនៃ៣ នៅការតែមួយ។	ចូរប្រៀបធៀប រុក្ខជាតិដែលមាន ដើមទោល និង ដើមបែកមែក។ តើ ពួកវាដូចគ្នា ឬខុស គ្នាយ៉ាងដូចម្ដេច?
វាយតម្លៃ	វាយតម្លៃគុណ ភាពនៃសម្ភារៈ ឬ គំនិតដោយ ឈរលើលក្ខ ណៈវិនិច្ឆ័យថ្មី។	បើអ្នកគិតថាសត្វ ទន្សាយជាសត្វល្អ ឬអាក្រក់? ហេតុអ្វី បានជាអ្នកគិត ដូច្នោះ?	តើក្នុងរបៀបអ្វីខ្លះ ដែលការនៃ១០០ ប្រសើរជាងតារាង ផលគុណ?	តើអ្នកគិតថា រុក្ខជាតិរបស់អ្នក នឹងដុះនៅក្នុងទីធ្លា របស់អ្នកដែរ ឬទេ? ហេតុអ្វី?
បង្កើតថ្មី	ចូរដាក់គំនិត ទាំងនោះចូល ទៅក្នុងរបៀបថ្មី មួយទៀត ដើម្បី បង្កើត ផលិតផលថ្មី មួយទៀត។	តើរឿងនេះនឹងខុស គ្នាយ៉ាងដូចម្ដេចដែរ ប្រសិនបើសត្វ ទន្សាយមិនបាន លេងល្បិចដាក់សត្វ កញ្ជ្រោងទេនោះ?	ចូរបង្កើតពណ៌ សម្រាប់តារាង និង ផលគុណសម្រាប់ លេខ៣។	ចូរប្រើប្រាស់ លក្ខណៈសម្បត្តិ នានារបស់រុក្ខជាតិ ដែលមានផ្កា សម្រាប់បង្កើត រុក្ខជាតិថ្មីមួយ ទៀត។

កិច្ចតែងការបង្រៀន Bloom's taxonomy (គំរូទី១)

- កាលបរិច្ឆេទ ថ្ងៃ.. .... ព.ស.២៥៦៥
  ត្រូវនឹងថ្ងៃទី........ខែ.......ឆ្នាំ២០២១
- មុខវិជ្ជា ជីវវិទ្យា
- ថ្នាក់ទី ១០
- មេរៀន រស្មីសំយោគ(ត)
- រយៈពេល១ម៉ោង

១. វត្ថុបំណង

- វិជ្ជាសម្បទា៖ កំណត់បានពីដំណាក់កាលទាំងពីរក្នុងដំណើររស្មីសំយោគបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈរូបភាព។
- បំណិនសម្បទា៖ ញែកបានរវាងដំណាក់កាលទី១ និងដំណាក់កាលទី២ ក្នុងដំណើររស្មីសំយោគបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈរូបភាព។
- ចរិយាសម្បទា៖ ចូលរួមការពារ និងដាំដើមឈើនៅក្នុងសហគមន៍។

២. ខ្លឹមសារមេរៀន

៣. ដំណាក់កាលទាំងពីរនៃរស្មីសំយោគ

៣.១ ដំណាក់កាលទី១ ការចាប់យកថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យ

៣.២ ដំណាក់កាលទី២ ការប្រើប្រាស់ថាមពលសម្រាប់អាហារ

៣. សម្ភារឧបទេស

- សៀវភៅគ្រូ-សិស្សថ្នាក់ទី១០ទំព័រទី៦៧ ដល់៦៨។
- ផ្ទាំងរូបភាព។

៤. វិធីសាស្ត្របង្រៀន

- វិធីសាស្ត្រតាមបែបរិះរកវិធីវិទ្យាសាស្ត្រ និងតាមបែប Bloom's Taxonomy ។

៥. ដំណើរការបង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន (៣នាទី)		
-ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្ដាប់ធ្នាប់ និងអវត្តមាន		-សិស្សស្ងៀមស្ងាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់ (៥នាទី)		
(កម្រិតចងចាំ)		

-អ្វីជាសារពាង្គកាយស្វ័យជីព? -អ្វីជាសារពាង្គកាយបរជីព?		-ជាសារពាង្គកាយផលិតអាហារដោយខ្លួនឯង។ -ជាសារពាង្គកាយដែលមិនអាចផលិតអាហារបានដោយខ្លួនឯង។
(កម្រិតយល់ដឹង) - ចំពោះសារពាង្គកាយស្វ័យជីព តើការផលិតអាហារប្រព្រឹត្តទៅតាមដំណើរអ្វី?		-ប្រព្រឹត្តទៅតាមដំណើររស្មីសំយោគ។
ជំហានទី៣ មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ (៣០នាទី)		
(កម្រិតចងចាំ) -ឱ្យសិស្សគិតពីប្រភេទថាមពលៈ រុក្ខជាតិពឹងផ្អែកលើពន្លឺព្រះអាទិត្យដើម្បីលូតលាស់។ តើរុក្ខជាតិបានពន្លឺព្រះអាទិត្យតាមវិធីណា?	មេរៀនទី១ រស្មីសំយោគ ៣. ដំណាក់កាលទាំងពីរនៃរស្មីសំយោគ: ៣.១ ដំណាក់កាលទី១ ៣.២ ដំណាក់កាលទី២	-រុក្ខជាតិស្រូបយកពន្លឺព្រះអាទិត្យដោយផ្ទាល់ពីពន្លឺព្រះអាទិត្យ។
សំណួរគន្លឹះ: តើរុក្ខជាតិចាប់យកពន្លឺព្រះអាទិត្យយ៉ាងដូចម្តេច? ហើយផលិតថាមពលយ៉ាងដូចម្តេច?		
(កម្រិតយល់ដឹង) -តើរុក្ខជាតិទទួលពន្លឺព្រះអាទិត្យតាមរបៀបណា? -គ្រូបិទរូបភាព (ការចាប់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ) ហើយឱ្យសិស្សសង្កេត និងឆ្លើយ	**សម្មតិកម្ម** **សកម្មភាព**	-សិស្សសង្កេតហើយឆ្លើយ រុក្ខជាតិទទួលយកពន្លឺតាមរយៈស្លឹក។ -រុក្ខជាតិទទួលពន្លឺព្រះអាទិត្យតាមរយៈស្លឹកដែលមាននាទីចាប់យកពន្លឺព្រះអាទិត្យ។ -ដំណាក់កាលទី២គឺជាដំណាក់កាលបំប្លែងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យឱ្យទៅជាអាហារ។
(**កម្រិតអនុវត្ត**) -តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងនៅដំណាក់កាលទី២?		-សិស្សឆ្លើយៈ កោសិកាប្រើប្រាស់ថាមពលដែលចាប់បាន ដើម្បីបំលែងឧស្ម័នកាបូនិច និងទឹក ឱ្យទៅជាឧស្ម័នអុកស៊ីសែន និងគ្លុយកូស។
(**កម្រិតវិភាគ**) -តើរុក្ខជាតិចាប់យកឬទទួលពន្លឺតាមរយៈអ្វី? ហើយមានអ្វីកើតឡើងនៅដំណាក់កាលទី២?	**សិស្សពិភាក្សា**	-រុក្ខជាតិទទួលពន្លឺព្រះអាទិត្យតាមរយៈស្លឹកដែលមាននាទីចាប់យកពន្លឺព្រះអាទិត្យ។ ហើយនៅដំណាក់កាល

		ទី២ ថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យបំលែងជាអាហារ។
(កម្រិតវាយតម្លៃ) -ចូរប្អូនសន្និដ្ឋានតបនឹងសំណួរគន្លឹះ។	- សិស្សធ្វើការសន្និដ្ឋានលើលទ្ធផលដែលទទួលបាន។	- ស្លឹករុក្ខជាតិមាននាទីចាប់យកពន្លឺព្រះអាទិត្យ។ ក្លរ៉ូប្លាសជាធាតុកោសិកាក្នុងកោសិការុក្ខជាតិដែលមានផ្ទុកក្លរ៉ូភីលដែលមានពណ៌បៃតងសម្រាប់ស្រូបយកពន្លឺដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងដំណាក់កាលទី២។
ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (៥នាទី)		
(កម្រិតវាយតម្លៃ) ១. បកស្រាយពីដំណាក់កាលទី១នៃរស្មីសំយោគ ២. បកស្រាយពីដំណាក់កាលទី២នៃរស្មីសំយោគ		១. ស្លឹករុក្ខជាតិមាននាទីចាប់យកពន្លឺព្រះអាទិត្យដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងដំណាក់កាលទី២។ ២. កោសិកាប្រើប្រាស់ថាមពលដែលចាប់បានដើម្បីបំប្លែងឧស្ម័នកាបូនិច និងទឹក ឱ្យទៅជាឧស្ម័នអុកស៊ីសែន និងស្ករ។
ជំហានទី៥ កិច្ចការផ្ទះ (២នាទី)		
(កម្រិតបង្កើតថ្មី) -តើរស្មីសំយោគតាងដោយសមីការយ៉ាងដូចម្តេច?		-សិស្សកត់ត្រាដោយប្រុងប្រយ័ត្ន

កិច្ចតែងការបង្រៀន (គំរូទី២)

- កាលបរិច្ឆេទ ថ្ងៃ................ខែ............... ព.ស.............
  ត្រូវនឹងថ្ងៃទី..........ខែ...........ឆ្នាំ ២០......
- មុខវិជ្ជា ជីវវិទ្យា
- ថ្នាក់ទី ១២(រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែម)
- វិធីសាស្ត្របង្រៀន គោលវិធីសិស្សមជ្ឈមណ្ឌល (IBL)
- កម្រិតគិតរបស់ Bloom's Taxonomy

១. ខត្ថុបំណង ក្រោយពីបញ្ចប់មេរៀននេះសិស្ស:

ក. ចំណេះសម្បទា៖ បង្ហាញពីលក្ខណៈពិសេសនៃអង់ស្យូស្ពែមបានច្បាស់លាស់តាមរយៈការសង្កេតរុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែម។

ខ. បំណិនសម្បទា៖ វិភាគពីនាទីរបស់សរីរាង្គលូតលាស់ និងទម្រង់សរីរាង្គបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែម បានត្រឹមត្រូវតាមរយៈការពិភាក្សាជាក្រុម។

គ. ចរិយាសម្បទា៖ យល់ពីអត្ថប្រយោជន៍ ស្រឡាញ់ និងចូលចិត្តដាំរុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែម។

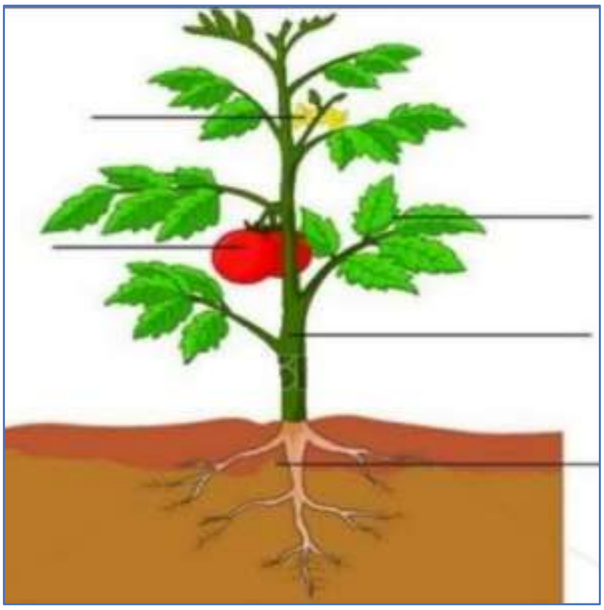
២. សម្ភារឧបទេស

- សៀវភៅសិស្ស ជីវវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ទំព័រ៨ ដល់១១ របស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា។
- សៀវភៅគ្រូ ជីវវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ទំព័រទី៨ ដល់១០ របស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា។
- រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែម គ្រាប់រុក្ខជាតិមានផ្កា និងសរីរាង្គផ្កា។
- ផ្ទាំងរូបភាពទម្រង់ក្នុងរបស់ស្លឹក។

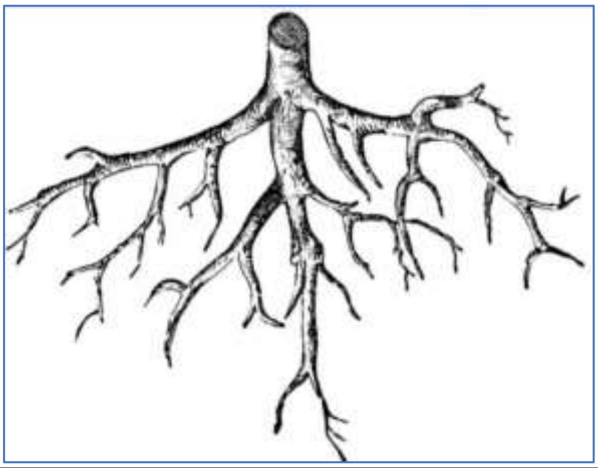
៣. សកម្មភាពបង្រៀន និងរៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន		
-ត្រួតពិនិត្យសណ្តាប់ធ្នាប់ អនាម័យ អវត្តមានសិស្ស		-ប្រធានថ្នាក់រាយការណ៍
ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់		
កម្រិតចងចាំ -តើសរីរាង្គលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិស៊ីមណូស្ពែមមានអ្វីខ្លះ?	**ស៊ីមណូស្ពែម**	-សរីរាង្គលូតលាស់របស់ស៊ីមណូស្ពែមមានឫស ដើម និងស្លឹក។

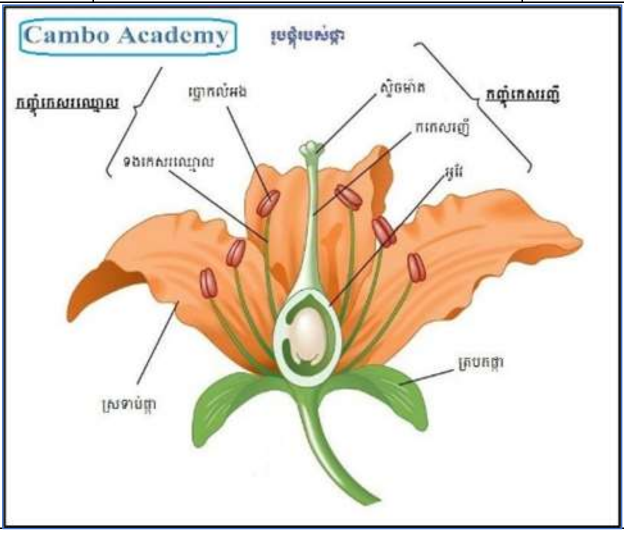
-តើសរីរាង្គបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិស៊ីមណូស្ពែមជាអ្វី? វាមានលក្ខណៈដូចម្តេច?		-សរីរាង្គបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិស៊ីមណូស្ពែមគឺជាកោន។ កោនមានលក្ខណៈជាស្រកា។
កម្រិតយល់ដឹង		

-តើគ្រាប់រុក្ខជាតិស៊ីមណ្ឌូស្ពៃម មានលក្ខណៈយ៉ាងដូចម្ដេច?		-គ្រាប់មានលក្ខណៈននល គ្មានសំបកការពារពីក្រៅ។
-គ្រូចែកគ្រាប់រុក្ខជាតិឱ្យសិស្សសង្កេត និងប្រាប់ពីលក្ខណៈគ្រាប់	**ឃ្លាភ្ជាប់សេចក្ដី** គ្រាប់របស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពៃម មានសំបកការពារពីខាងក្រៅ។	-សិស្សសង្កេត -សិស្សឆ្លើយ
-តើរុក្ខជាតិដែលមានគ្រាប់ការពារដោយសំបកបែបនេះហៅថារុក្ខជាតិអ្វី?		-គ្រាប់មានសំបកការពារ -រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពៃម
	ជំហានទី៣ មេរៀនថ្មី	
-គ្រូបិទរូបភាពរុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពៃម លើក្ដារខៀន	អង់ស្យូសស្ពៃម លក្ខណៈពិសេសរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពៃម៖	-សិស្សសង្កេតមើល
		
កម្រិតវិភាគ -តើលក្ខណៈពិសេសរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពៃមមានអ្វីខ្លះ? -បង្ហាញរុក្ខជាតិមួយដើមឱ្យសិស្សសង្កេត -តើប្អូនសង្កេតឃើញរុក្ខជាតិនេះមានសរីរាង្គអ្វីខ្លះ?	-រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពៃមមានសរីរាង្គលូតលាស់ ដូចជា ឬស ដើម ស្លឹក និងសរីរាង្គបន្តពូជគឺផ្កា។ *សកម្មភាព*	-មាន៖ សរីរាង្គលូតលាស់ និងសរីរាង្គបន្តពូជ -សិស្សសង្កេត -មានឬស ដើម ស្លឹកជាសរីរាង្គលូតលាស់ និងផ្កាជាសរីរាង្គបន្តពូជ។
សកម្មភាព៖ ចូរប្អូនសិក្សាទៅលើនាទីរបស់សរីរាង្គលូតលាស់។		*សកម្មភាព៖*

-គ្រូចែកសិស្សជាក្រុម -គ្រូចែកសន្លឹកកិច្ចការ -គ្រូដឹកនាំសិស្សសិក្សាផ្ទាល់ទៅមជ្ឈដ្ឋាន		-សិស្សអនុវត្តតាមក្រុម



ក្រុមសិក្សាពីឫស **កម្រិតវិភាគ** ផ្ដល់រូបភាពទម្រង់ឫសរុក្ខជាតិ (ឬពិនិត្យឫសរុក្ខជាតិផ្ទាល់)	**១. សរីរាង្គលូតលាស់** **ក. ឫស** -ឫសជាសរីរាង្គធំជាងគេដែលមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការស្រូបយកទឹក អំបិលខនិជពីក្នុងដីបញ្ជូនទៅដើម និងមាននាទីស្តុកអាហារ ព្រមទាំងចងភ្ជាប់រុក្ខជាតិនៅនឹងដី។	
<u>កម្រិតវាយតម្លៃ</u> -ឫសរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែមមាននាទីអ្វីខ្លះ?	-ឫសមាននាទី៖ • ចងភ្ជាប់រុក្ខជាតិទៅនឹងដី ស្រូបទឹក អំបិលខនិជ ពីដីរួចដឹកនាំតាមស៊ីឡែម ទៅដើមនិងស្លឹក។	-ឫសមាននាទី៖ • ចងភ្ជាប់រុក្ខជាតិទៅនឹងដី • ស្រូបទឹក អំបិលខនិជ ពីដីរួចដឹកនាំតាមស៊ីឡែមទៅដើមនិងស្លឹក។ • ស្តុកអាហារ។
ក្រុមសិក្សាពីដើម ផ្ដល់រូបភាពទម្រង់ដើមរុក្ខជាតិ (ពិនិត្យផ្ទាល់ទៅមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ)។ **<u>កម្រិតវិភាគ</u>**	**ខ. ដើម**	
-តើដើមមាននាទីដូចម្ដេចខ្លះ?	ដើមរុក្ខជាតិមាននាទីទ្រទ្រង់ផ្នែកនៅលើដី និង ដឹកនាំទឹក និង អំបិលខនិជ បន្តពីឫសទៅស្លឹក និងមាននាទីដឹកនាំអាហារ ឬសារ	-ដើមមាននាទី៖ • ទ្រទ្រង់ផ្នែកនៅលើដី • ដឹកនាំ ទឹក អំបិលខនិជ ពីឫសទៅស្លឹកតាមស៊ីឡែម

	ជាតុសរីរាង្គពីស្លឹកទៅគ្រប់សរីរាង្គដើម្បីចិញ្ចឹម និងស្តុកទុក។	• និងដឹកនាំសារធាតុសរីរាង្គ ឬអាហារពីស្លឹកទៅគ្រប់សរីរាង្គតាមផ្លូវអែម។
ក្រុមសិក្សាពីស្លឹក(មីក្រូទស្សន៍) **កម្រិតវិភាគ** ផ្តល់រូបភាពទម្រង់ស្លឹកក្នុងរុក្ខជាតិ(បើគ្មានមីក្រូទស្សន៍) (បើមានមីក្រូទស្សន៍៖ សិស្សក្រុមនេះប្រើប្រាស់មីក្រូទស្សន៍ រួចគូរទម្រង់ស្លឹកដោយសង្ខេប)	**គ. ស្លឹក** ស្លឹកមានតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ ក្នុងការធ្វើរស្មីសំយោគ ដើម្បីផលិតអាហារ។ ទម្រង់ស្លឹកមានបីស្រទាប់ គឺស្រទាប់អេពីឌែម មាននាទីការពារផ្ទៃស្លឹក បណ្តូរឧស្ម័ននិងរំភាយចំហាយទឹកតាមរន្ធស្តូម៉ាត ស្រទាប់ប៉ាលីសាត មាននាទីធ្វើរស្មីសំយោគព្រោះកោសិកាមានក្លរ៉ូប្លាស ដែលផ្ទុកក្លរ៉ូភីល។ស្រទាប់ស្ពោតមាននាទីដឹកនាំសារធាតុខនិជ ទឹកនិងសារធាតុសរីរាង្គ។	-សិស្សសង្កេតទម្រង់ស្លឹករុក្ខជាតិ ហើយដាក់ឈ្មោះតាមផ្នែកនីមួយៗ • មានបីស្រទាប់ • អេពីឌែមលើ និង អេពីឌែមក្រោម • ស្រទាប់ប៉ាលីសាត • ស្រទាប់ស្ពោត ស្រទាប់អេពីឌែម មាននាទីការពារផ្ទៃស្លឹក បណ្តូរឧស្ម័ន និង រំភាយចំហាយទឹកតាមរន្ធស្តូម៉ាត • ស្រទាប់ប៉ាលីសាតមាននាទីដឹកនាំសារធាតុខនិជ ទឹកនិងសារធាតុសរីរាង្គ។
		

ក្រុមសិក្សាពីផ្កា **កម្រិតវិភាគ** ផ្តល់រូបភាពទម្រង់ផ្កា ឬផ្កាទៅសិស្ស – តើផ្កាជាអ្វី? តើផ្នែកផ្សេងៗរបស់ផ្កាមានអ្វីខ្លះ?	**១.២ សរីរាង្គបន្តពូជ** -ផ្កាជាសរីរាង្គបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែមដែលមានទម្រង់ពីក្រៅទៅក្នុង៖ • ត្របកផ្កា • ស្រទាប់ផ្កា • កញ្ចុំកេសរឈ្មោល៖ ប្លោកលម្អង និង ទងកេសរឈ្មោល • កញ្ចុំកេសរញី៖ ស្ទិចម៉ាត កេសរញី អូវែ ផ្ទុក អូវុល។	 -ផ្កាជាសរីរាង្គបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែមដែលមានទម្រង់ពីក្រៅទៅក្នុង៖ • ត្របកផ្កា • ស្រទាប់ផ្កា • កញ្ចុំកេសរឈ្មោល៖ប្លោកលម្អង និង ទងកេសរឈ្មោល • កញ្ចុំកេសរញី៖ស្ទិចម៉ាត កេសរញី អូវែ ផ្ទុកអូវុល។
ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ		
-តើសរីរាង្គលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែមមានអ្វីខ្លះ? -តើសរីរាង្គបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែមជាអ្វី?		-សរីរាង្គលូតលាស់មានឫស ដើម និង ស្លឹក។ -សរីរាង្គបន្តពូជគឺផ្កា។
ជំហានទី៥ កិច្ចការផ្ទះ		
-ឱ្យសិស្សសង្កេត កត់ត្រាពីចំនួនត្របកផ្កា ស្រទាប់ផ្កា កេសរញីរបស់រុក្ខជាតិអង់ស្យូស្ពែមចំនួន៥ប្រភេទ។		-សិស្សកត់ត្រា និងអនុវត្តកិច្ចការផ្ទះ។

មេរៀនទី២ ៖ ប្រូទីសនិងផ្សិត

២.១. លក្ខណៈពិសេសនៃសារពាង្គកាយអឺការីយ៉ូត

ទោះបីកោសិកាសត្វ និងកោសិការុក្ខជាតិមានលក្ខណៈខុសគ្នាមួយចំនួនក៏ដោយ ក៏ទម្រង់កោសិកាទាំងពីរប្រភេទនេះមានលក្ខណៈប្រហាក់ប្រហែលគ្នាខ្លះៗដែរ។ ទាំងកោសិកាសត្វនិងកោសិការុក្ខជាតិណ្វៃយ៉ូរបស់វាមានផ្ទុក ADN។ កោសិកាដែលមានណ្វៃយ៉ូពេញលេញហៅថា កោសិកាអឺការីយ៉ូត។

កោសិកាអឺការីយ៉ូតមានធាតុបង្កដូចជា៖

- មានភ្នាសណ្វៃយ៉ូ។
- មាននុយក្លេអូលមួយ ឬច្រើន។
- ADN រុំព័ទ្ធប្រូតេអ៊ីនអ៊ីស្តូន។
- ADN មានចំនួនប្រហែល១៥.១០^{៧}ទៅ១៥.១០^{១១}គូបាស។
- សែនភាគច្រើនមានផ្ទុកអាំងត្រុង (Introns)។
- ក្រូម៉ូសូម មានពី រឬច្រើន។
- ទំហំកោសិកាធំ ជាធម្មតាមាឌរបស់វាមានទំហំចាប់ពី មីក្រូម៉ែត្រ(um^3)ទៅមីលីម៉ែត្រ (mm)
- មានប្រព័ន្ធភ្នាសស្រទាប់ក្រៅ និងភ្នាសជាតុកោសិកាដូចជាមីតូកុងឌ្រី ក្លរ៉ូប្លាស ប្រដាប់កុលស៊ី និង រេទីគុយឡូមអង់ដូប្លាស។
- មានបំពង់តូចៗ (រចនាសម្ព័ន្ធប្រូតេអ៊ីន ដែលមានរាងជាស៊ីឡាំងវែងស្ថិតនៅក្នុងស៊ីតូប្លាសដែលទ្រទ្រង់កោសិកា) និងមីក្រូភីឡាម៉ង់និងភីឡាម៉ង់មធ្យម។

២.២. ប្រូទីស

ប្រូទីសជាសារពាង្គកាយដែលមានលក្ខណៈពិសេស ហើយមានច្រើនប្រភេទ។ វាមានភ្នាសព័ទ្ធជុំវិញណ្វៃយ៉ូ ជាសារពាង្គកាយឯកកោសិកា ឬពហុកោសិកា។ វាជាភាវរស់បរជីព ឬស្វ័យជីព។ គេចែកប្រូទីសជាបីក្រុមធំៗគឺ ប្រូទីសសត្វ ប្រូទីសរុក្ខជាតិ និងប្រូទីសផ្សិត។

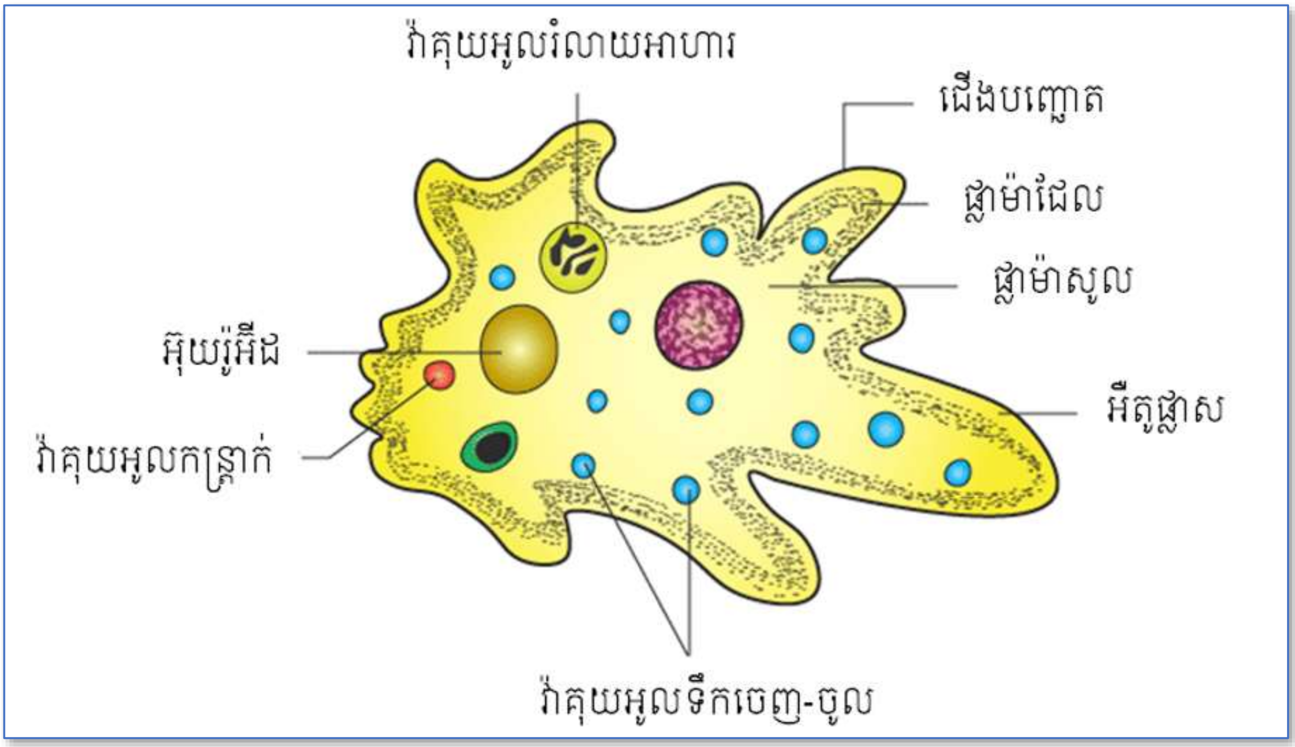
២.២.១ ប្រូទីសសត្វ

ប្រូទីសសត្វ ជាសារពាង្គកាយឯកកោសិកា មានរូបផ្គុំសាំញ៉ាំបន្តិច ក្រៅពីស៊ីតូប្លាស ភ្នាសកោសិកានិងណ្វៃយ៉ូ វាមានជាតុកោសិកា ដែលមាននាទីបម្លាស់ទីរម្លាយអាហារនិងបញ្ចេញចោល។ វារស់នៅក្នុងទឹកសាប ទឹកប្រៃ និងក្នុងសារពាង្គកាយដទៃទៀត។ ប្រូទីសសត្វទាំងអស់ជាភាវរស់បរជីព។ ប្រូទីសសត្វដែលលើកយកមកសិក្សាមានដូចជា អាមីប ប៉ារ៉ាមេស៊ី និងស្ប៉ូរ៉ូសូអ៊ែរ។

១.អាមីប

អាមីប គឺជាសារពាង្គកាយឯកកោសិកា ដែលមានរាងមិនកំណត់។ អាមីបធ្វើចលនាដោយជើងបញ្ឆោតហើយវាក៏ប្រើជើងបញ្ឆោតនេះសម្រាប់ព័ទ្ធចាប់ចំណីអាហារផងដែរ។ ការបន្តពូជរបស់អាមីបប្រព្រឹត្តទៅដោយឥតភេទគឺដោយចែកខ្លួនជាពីរ នៃកោសិកាមេមួយ។ មុនដំបូងណ្វៃយ៉ូចែកខ្លួនជាពីរបន្ទាប់មកស៊ីតូប្លាសក៏ចែកខ្លួនជាពីរដែរហើយទីបញ្ចប់កើតបានជាសារពាង្គកាយថ្មីពីរ។

ជាទូទៅចំណែកខ្លួននេះប្រព្រឹត្តទៅក្នុងរយៈពេល ១៥ទៅ៣០នាទី។ អាមីបរស់នៅក្នុងទឹកសាប ដូចជាត្រពាំង បឹងបួរជ្រោះ និងអូរជីសើមជាដើម។ អាមីបអាចរស់នៅជាបរាសិត។



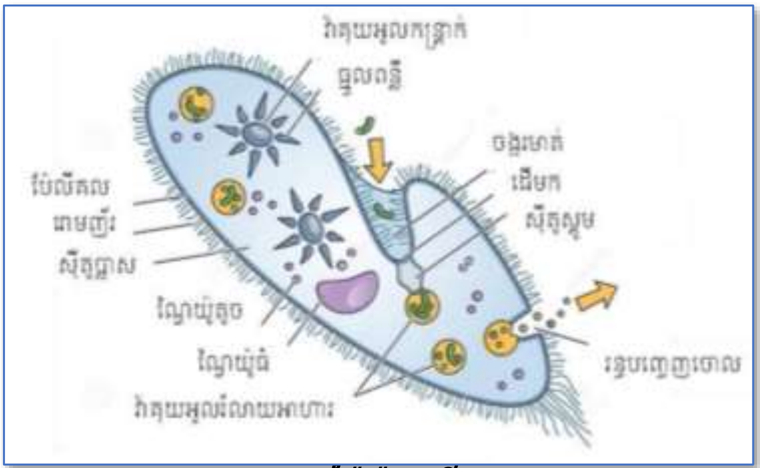
រូប 1 រូបផ្តុំអាមីប[2]

ឧទាហរណ៍ អាមីបដែលរស់នៅបរាសិតក្នុងពោះវៀនធំរបស់មនុស្ស អាចបង្កជំងឺរាគមួល។ អាមីបអាចមានទម្រង់ជាគីស ដែលអាចធន់និងសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ហើយអាចផ្អាកសកម្មភាពបានរយៈពេលយូរ។ គីសនេះត្រូវបញ្ចេញមកក្រៅ តាមលាមកដែលគេបន្ទោរបង់ ហើយធ្លាក់ទៅក្នុងទឹកសាប ឬលើដី។ មនុស្សនឹងឆ្លងពោគនេះនៅពេលដែលគេផឹកទឹក និងបរិភោគអាហារដែលមានគីស។

២.ប៉ារ៉ាមេស៊ី

ប៉ារ៉ាមេស៊ីជាប្រូទីសសត្វ ដែលមានទម្រង់សាំញ៉ាំជាងគេ។ វាមានណ្វៃយ៉ូពីរ រោមញ័រជាច្រើនសម្រាប់ហែល វ៉ាគុយអូលកន្ត្រាក់ វ៉ាគុយអូលរំលាយអាហារ មាត់មួយ ដើមកមួយ។ វារស់នៅក្នុងទឹកសាបផង និងទឹកប្រៃផង។ វាផ្លាស់ទីដោយរោមញ័រ ចលនានៃការបក់របស់រោមញ័រ អាចធ្វើឱ្យសារពាង្គកាយតូចៗដែលនៅក្នុងទឹកចូលទៅក្នុងមាត់របស់ប៉ារ៉ាមេស៊ី។ ក្រោយពីចូលទៅក្នុងមាត់រួចចំណីអាហារទាំងនោះត្រូវបានបិទជិត ហើយត្រូវបានរំលាយនៅក្នុងវ៉ាគុយអូលរំលាយអាហារ។ វ៉ាគុយអូលកន្ត្រាក់ជាអ្នកប្រមូលផ្តុំ និងបញ្ចេញចោលកាកសំណល់ពីកោសិកា។ ប៉ារ៉ាមេស៊ីមិនដូចអាមីប ដែលអាចប្តូររូបរាងបានច្រើនប្រភេទនោះទេ។ ប៉ារ៉ាមេស៊ីមានស្រទាប់មួយរុំព័ទ្ធពីក្រៅហៅថាភ្នាសប៉ែលីគុល ដែលជាស្រទាប់មានទម្រង់ច្បាស់លាស់។

[2] https://byjus.com/biology/amoeba/.

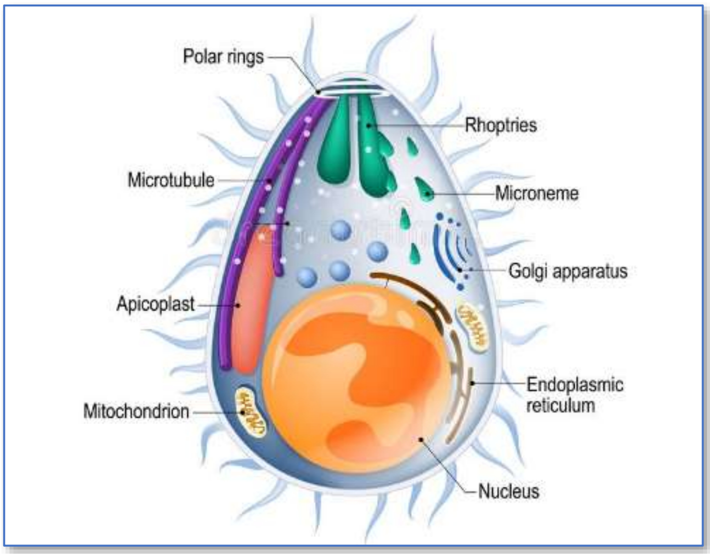


រូប 2 រូបផ្គុំប៉ារ៉ាមេស៊ី [3]

ការបន្តពូជរបស់ប៉ារ៉ាមេស៊ី ប្រព្រឹត្តទៅដោយឥតភេទ គឺដោយការចែកខ្លួនជាពីរ ។ ប៉ុន្តែក៏មានប៉ារ៉ាមេស៊ីខ្លះបន្តពូជដោយភេទដែរ គឺដោយដំណើរជំនាប់ប្តូរ។ ណ្វៃយ៉ូធំរបស់ប៉ារ៉ាមេស៊ី ជាអ្នកត្រួតពិនិត្យមេតាប៉ូលីសរបស់កោសិកា និងការបន្តពូជ ឯណ្វៃយ៉ូមិនសូវសំខាន់ចំពោះជីវិតប៉ារ៉ាមេស៊ីទេ ប៉ុន្តែវាត្រូវការនៅពេលធ្វើជំនាប់ប្តូរ។

៣.ស្ប៉ូរ៉ូស្វអ៊ែរ

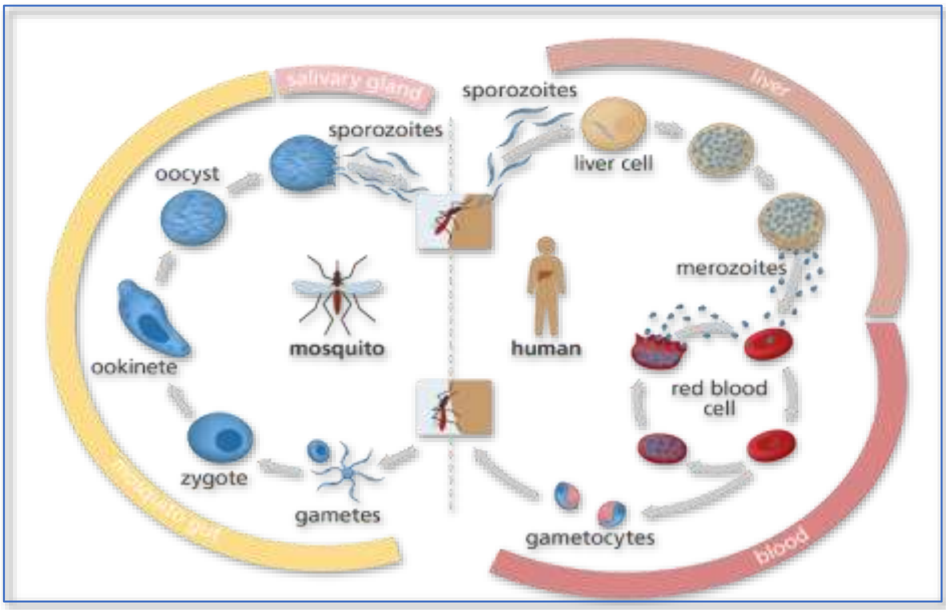
ស្ប៉ូរ៉ូស្វអ៊ែរជាប្រូទីសសត្វ ដែលរស់នៅជាបរាសិតដែលទាញយកចំណីអាហារពីសារពាង្គកាយធ្នួលរបស់វា។ ស្ប៉ូរ៉ូស្វអ៊ែរអាចបង្កជំងឺដល់សត្វ និងមនុស្សផងដែរ។ ការបន្តពូជរបស់វាប្រព្រឹត្តទៅដោយការផលិតស្ប៉ូ។ វដ្តជីវិតរបស់ស្ប៉ូរ៉ូស្វអ៊ែរមានភាពសាំញ៉ាំហើយជាប់ទាក់ទងនឹងការលូតលាស់ ការបន្តពូជ នៅក្នុងសារពាង្គកាយធ្នួលជាច្រើនប្រភេទ។ ប្លាស្មូដ្យូមជាស្ប៉ូរ៉ូស្វអ៊ែរមួយប្រភេទ វាជាបរាសិតដែលបង្កជំងឺគ្រុនចាញ់ដល់មនុស្ស។ បរាសិតនេះឆ្លងទៅមនុស្សតាមរយៈមូសដែកគោលញីខាំ។



រូប 3 រូបផ្គុំប្លាស្មូដ្យូម [4]

[3] សៀវភៅណែនាំពិសោធជីវវិទ្យាសម្រាប់ការបង្រៀន និងរៀននៅមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ។

[4] https://www.dreamstime.com/plasmodium-malaria-parasite-large-genus-parasitic-protozoa-infection-protozoans-known-as-deadly-disease-image122366659.



រូប 4 វដ្តជីវិតប្លាស្មូដ្យូម[5]

ដំណាក់កាលទី១ មូសដែកគោលញីខាំមនុស្ស ដែលមានមេរោគគ្រុនចាញ់ ហើយស្រូបយកកាម៉ែតរបស់ប្លាស្មូដ្យូម។

ដំណាក់កាលទី២ កាម៉ែតរបស់ប្លាស្មូដ្យូមរីកលូតលាស់ក្នុងបំពង់អាហាររបស់មូស ហើយក្លាយទៅជាស៊ុតបង្កកំណើត។

ដំណាក់កាលទី៣ ស៊ុតលូតលាស់ទៅជាគីស នៅក្នុងគីសមានស្ប៉ច្រើន ស្ប៉ចេញមកក្រៅហើយធ្វើដំណើរទៅកាន់ក្រពេញទឹកមាត់មូស។

ដំណាក់កាលទី៤ នៅពេលដែលមូសនោះទៅខាំមនុស្សណាម្នាក់ វាបញ្ជូនស្ប៉របស់ប្លាស្មូដ្យូមទៅឱ្យមនុស្សនោះ។

ដំណាក់កាលទី៥ ស្ប៉ចូលទៅក្នុងកោសិកាថ្លើមរបស់ជនរងគ្រោះ ហើយធ្វើចំណែកមីតូស។ បន្ទាប់មកស្ប៉ផ្លាស់ទី ហើយឆ្លងទៅដល់កោសិកាឈាមក្រហមរបស់ជនរងគ្រោះ។ នៅក្នុងកោសិកាឈាមស្ប៉បន្តពូជ ហើយធ្វើឱ្យកោសិកាឈាមផ្ទុះបែកក្នុងចន្លោះពេលពី ៤៨ម៉ោងទៅ៧២ម៉ោងយ៉ាងទៀងទាត់។ ស្ប៉ខ្លះលូតលាស់ទៅជាកាម៉ែតដែលចូលរួមក្នុងការបង្កើតវដ្តសារជាថ្មី។

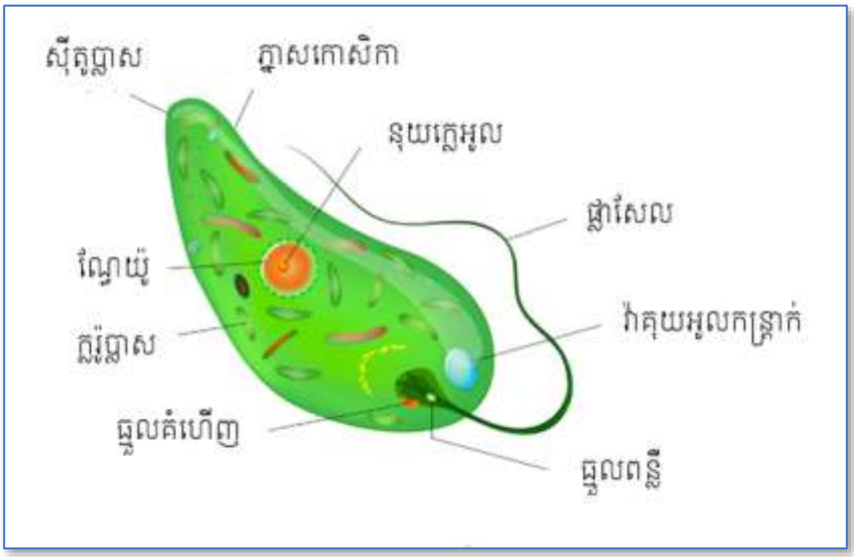
២.២.២ ប្រូទីសរុក្ខជាតិ

គេហៅប្រូទីសរុក្ខជាតិថាសារាយ ព្រោះវាធ្វើរស្មីសំយោគប្រហាក់ប្រហែលនឹងរុក្ខជាតិដែរ។ គេតែងប្រទះឃើញមានសារាយនៅគ្រប់ទីកន្លែង។ ប្រូទីសរុក្ខជាតិក៏ដូចជាប្រូទីសសត្វដែរ វាមានលក្ខណៈប្លែកៗគ្នាច្រើន។ សារាយខ្លះមានសារពាង្គកាយតូចល្អិតឯកកោសិកាមានផ្លាសែល ខ្លះទៀតមានទំហំធំ ហើយជាសារពាង្គកាយពហុកោសិកា។ ប្រូទីសរុក្ខជាតិនោះ មានក្លរ៉ូប្លាសសម្រាប់ផ្ទុកជាតិពណ៌ធ្វើរស្មីសំយោគគឺក្លរ៉ូភីល។ ប្រូទីសរុក្ខជាតិរស់នៅក្នុងទឹកសាប ទឹកប្រៃ និងដីសើម។ ការបន្តពូជរបស់ប្រូទីរុក្ខជាតិមានភាពខុសគ្នា។ ប្រភេទដែលលើកយកមកសិក្សាគឺ អឺក្លែននិងឌីយ៉ាតូមេ។

[5] https://www.malariagen.net/about/what-is-malaria.

១.អឺគ្លែន

អឺគ្លែនជាសារពាង្គឯកកោសិកា។ វាមានលក្ខណៈពីរយ៉ាងគឺ ប្រូទីសសត្វផង និងប្រូទីរុក្ខជាតិផង។ វាមានលក្ខណៈជារុក្ខជាតិព្រោះវាមានក្លរ៉ូប្លាស និងជាតិពណ៌សម្រាប់ធ្វើរស្មីសំយោគ ដែលហៅថាក្លរ៉ូភីល។ វាគ្មានភ្នាសគ្រោងកោសិកាទេ។ ដូចគ្នានឹងប្រូតូសូអ៊ែរខ្លះដែរ អឺគ្លែនអាចផ្លាស់ទីដោយផ្លាសែល។

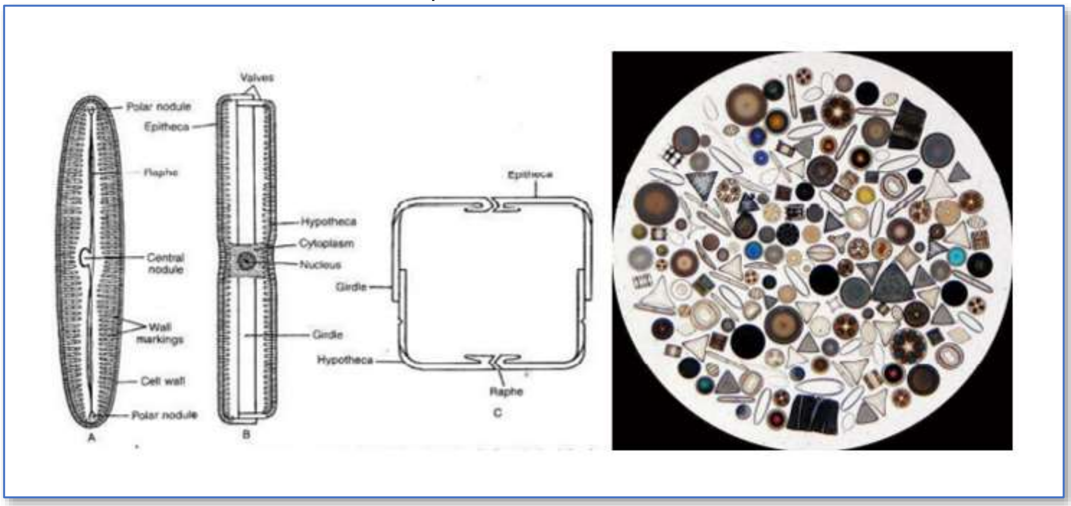


រូប 5 រូបផ្គុំអឺគ្លែន [6]

អឺគ្លែន ជាភាវរស់ស្វ័យជីពផង និងបរជីពផង វាមានផ្លាសែលមួយ ឬពីរសម្រាប់ផ្លាស់ទី។ កោសិកាមានទំហំធំ ផ្នែកកណ្ដាលមានណ្វៃយ៉ូ និងក្លរ៉ូប្លាសជាច្រើន សម្រាប់ផ្ទុកជាតិពណ៌ក្លរ៉ូភីល។ ក្លរ៉ូភីលធ្វើឱ្យអឺគ្លែនមានពណ៌បៃតង។ នៅពេលដែលមានពន្លឺគ្រប់គ្រាន់ អឺគ្លែនធ្វើរស្មីសំយោគ ហើយនៅពេលដែលវាគ្មានពន្លឺ វារស់នៅជាបរជីព ដោយស្រូបយកចំណីអាហារពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ។

២.ឌីយ៉ាតូមេ

វាជាសារាយឯកកោសិកា ដែលមានផ្ទុកជាតិពណ៌លឿងត្នោត ឌីយ៉ាតូមេមានប្រហែល ១០០០០ប្រភេទ។ វាជាសារពាង្គកាយឯកកោសិកា ដែលរស់នៅក្នុងទឹកសាបផង ទឹកប្រៃផង។



រូប 6 រូបរាងផ្សេងៗនៃដ្យាតូមេ [7]

---

[6] https://www.istockphoto.com/search/2/image?mediatype=illustration&phrase=euglena+viridis.

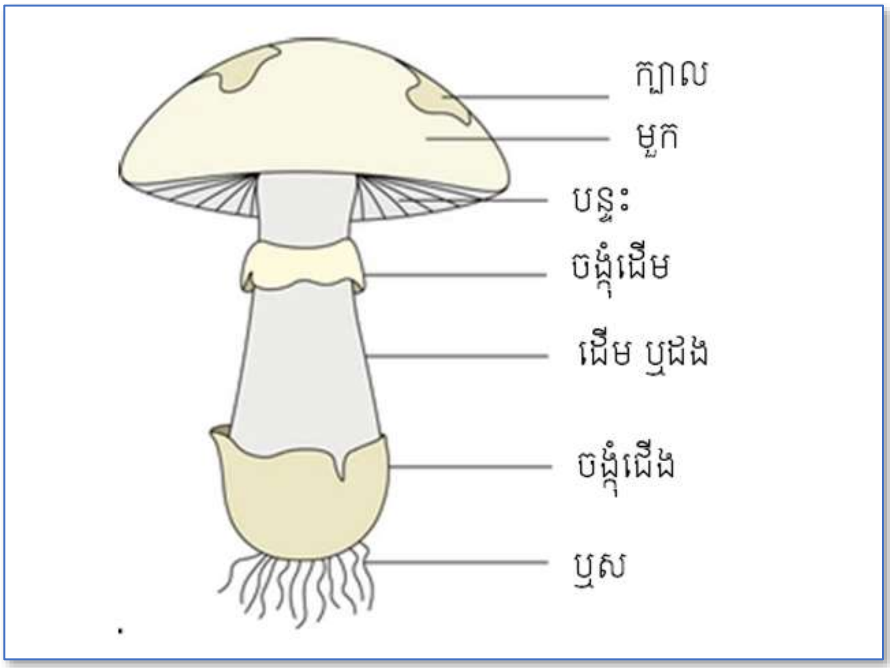
[7] https://www.science.org.au.

សារពាង្គកាយវាស្រោបដោយសំបកជាតិស៊ីលីសពីរផ្ទាំង។ ឌីយ៉ាតូមេនីមួយៗ មានណ្វៃយ៉ូមួយ និងក្លរ៉ូបាសមួយ ឬច្រើន។ ទោះបីឌីយ៉ាតូមេគ្មានផ្លាសែលក៏ដោយ ក៏អាចផ្លាស់ទីបានដែរ។ ជាទូទៅ ឌីយ៉ាតូម បន្តពូជដោយឥតភេទ ប៉ុន្តែការបន្តពូជដោយភេទក៏អាចកើតមានឡើងបានដែរ។ ឌីយ៉ាតូមេរស់នៅយ៉ាងច្រើនសំបើមក្នុងទឹកសាប និងក្នុងទឹកប្រៃ ដែលវាជាចំណីរបស់ត្រី និងសត្វផ្សេងៗរស់នៅក្នុងទឹក។ វាមានបរិមាណច្រើនជាងគេនៃប្លង់តុងរុក្ខជាតិ ក្រោយពេលវាងាប់ទៅ សំបកជាតិស៊ីលីសរបស់វាក្លាយជាស្រទាប់ដែលក្រាលនៅបាតសមុទ្រ ស្រទាប់នេះមានសណ្ឋានជាថ្ម ហើយវិវត្តរាប់លានឆ្នាំ។ វាជារ៉ែមួយដែលគេយកមកច្នៃធ្វើជាថ្នាំដុសធ្មេញ ឬវត្ថុដទៃទៀត។

២.៣. ទម្រង់ និងរចនាសម្ព័ន្ធរបស់ផ្សិត

២.៣.១ ទម្រង់ផ្សិត

សារពាង្គកាយផ្សិតភាគច្រើនមានរាងជាសរសៃឆ្មារៗហៅថាអ៊ីប។ ចំពោះផ្សិតខ្លះអ៊ីបទាំងនេះកើតឡើងពីកោសិកាទោលតភ្ជាប់គ្នា។ ចំពោះផ្សិតដទៃទៀត អ៊ីបជាបំពង់បន្តគ្នានៃស៊ីតូប្លាសដែលមានណ្វៃយ៉ូជាច្រើន។ នៅខាងក្រោបំពង់នោះមានភ្នាសមួយព័ទ្ធពីក្រៅនៅក្នុងបំពង់នោះគ្មានភ្នាសសម្រាប់ខណ្ឌចែកណ្វៃយ៉ូពីមួយទៅមួយឡើយ។ ម៉ាសរបស់អ៊ីបប្រទាក់ក្រឡាគ្នាបង្កើតបានជាសារពាង្គកាយមួយរបស់ផ្សិតហៅថា "មីសេល្យូម"។



រូប 7 ទម្រង់រូបផ្តុំរបស់ផ្សិត [8]

២.៣.២ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ផ្សិត

ផ្សិត និងបាក់តេរីមានលក្ខណៈខុសគ្នាពិតៗ។ បាក់តេរីជាសារពាង្គកាយប្រូការីយ៉ូត ហើយផ្សិតជាសារពាង្គកាយអឺការីយ៉ូត។ ផ្សិតមានណ្វៃយ៉ូ និងភ្នាសណៃយ៉ូ ដូចពួកអឺការីយ៉ូតផ្សេងៗទៀតដែរ។ ភ្នាសកោសិការបស់វាផ្ទុកនូវជាតិគីទីន។ ផ្សិតមានទម្រង់ប្លែកៗគ្នា ហើយទំហំធំជាងបាក់តេរី។ ផ្សិតមួយចំនួន មានផ្សិតធំ

[8] https://www.istockphoto.com/vector/structure-of-mushroom-gm1223236041-359250827.

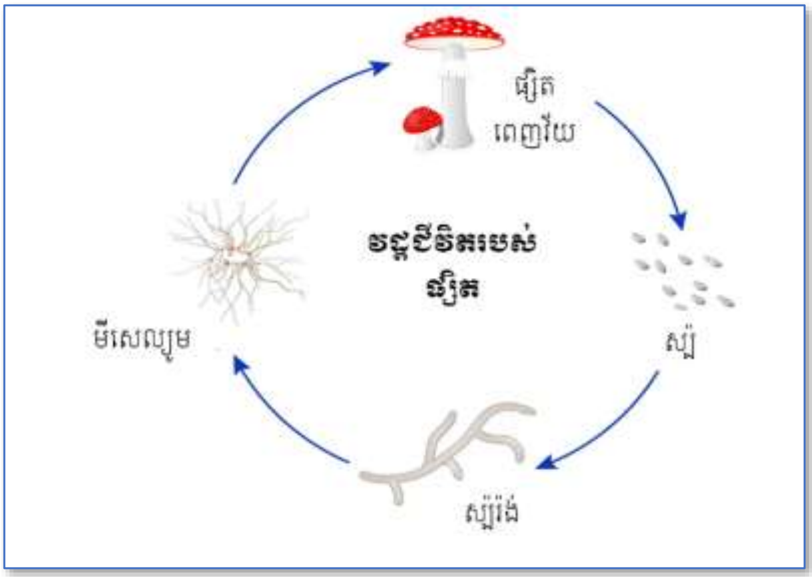
និងផ្សិតពុល វាមានទំហំធំហើយអាចមើលឃើញដោយភ្នែកទទេបាន ប៉ុន្តែយើងប្រើប្រាស់មីក្រូទស្សន៍សម្រាប់ពិនិត្យនូវសម្ភារសំខាន់ៗរបស់វា ដើម្បីធ្វើការសង្កេតឱ្យបានពេញលេញ។ ផ្សិតអាចជាឯកកោសិកា ឬពហុកោសិកាដែលស្តែងឡើងនៅក្នុងទម្រង់ច្បាស់លាស់។ ផ្សិតប្រភេទតែមួយអាចជាឯកកោសិកា ឬពហុកោសិកាទៅតាមមជ្ឈដ្ឋានដែលវារស់នៅ។

ឧទាហរណ៍៖ ចំពោះផ្សិតដែលបង្កជំងឺ កាលណាវានៅក្នុងសារពាង្គកាយរបស់មនុស្ស។ វាមានកោសិកាតែមួយ តែបើនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបណ្តុះទីពិសោធន៍ វាតម្រៀបគ្នាជាសារពាង្គកាយពហុកោសិកាដ៏សាំញ៉ាំ។ ផ្សិតឯកកោសិកា ឬមេតំបែគឺមានរាងមូលទ្រវែង ហើយមើលឃើញច្បាស់តាមរយៈមីក្រូទស្សន៍។

២.៤. ការបន្តពូជ និងការលូតលាស់របស់ផ្សិត

២.៤.១ ការបន្តពូជ

ផ្សិតភាគច្រើនអាចបន្តពូជដោយឥតភេទ។ ក្នុងករណីខ្លះការផ្តាច់អង្គត់មីសេល្យូម បណ្តាលឱ្យមានការលូតលាស់ ជាឯកត្តៈមួយថ្មីទៀត។ ផ្សិតភាគច្រើនបន្តពូជដោយឥតភេទតាមរយៈកោសិកាម្យ៉ាងហៅថាស្ប៉។ ស្ប៉នីមួយៗមានភ្នាសកោសិការក្សាសំណើម។ ស្ប៉អាចផ្លាស់ពីកន្លែងមួយទៅកន្លែងមួយតាមរយៈខ្យល់ ឬទឹក។ ប្រសិនបើស្ប៉ធ្លាក់លើដីដែលជាមជ្ឈដ្ឋានមានអាហារ និងសំណើមសមស្រប វាលូតលាស់ទៅជាមីសេល្យូមថ្មីមួយ។ ផ្សិតភាគច្រើនក៏បន្តពូជតាមភេទដែរ។ មួក និងជើងរបស់ផ្សិតធំជាផ្នែកបន្តពូជដែលហៅថាផ្នែកផ្ទុកស្ប៉។ ផ្នែកផ្ទុកស្ប៉បញ្ចេញស្ប៉ដែលបានមកពីការបន្តពូជដោយភេទ។



រូប 8 វដ្តជីវិតរបស់ផ្សិត[9]

២.៤.២ ការលូតលាស់របស់ផ្សិត

ផ្សិតលូតលាស់ខ្លាំងបំផុតនៅសីតុណ្ហភាពទាប គឺក្តៅល្មម ហើយមានសំណើមជានិច្ច។ ប៉ុន្តែលូតលាស់យឺតជាងបាក់តេរី។ វាអាចលូតលាស់នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដែលមានជាតិអាស៊ីត និងស្ករច្រើនដែលបាក់តេរីមិនអាចលូតលាស់បានឡើយ។ ផ្សិតភាគច្រើនមិនអាចលូតលាស់បានដោយគ្មានអុកស៊ីសែន និងឧស្ម័នកាបូនិចទេ។

[9] https://www.alamy.com/mushroom-life-cycle-from-spores-to-mycelium.

ផ្សិតភាគច្រើនលូតលាស់នៅសីតុណ្ហភាពទាបជាងសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងសារពាង្គកាយមនុស្ស។ សីតុណ្ហភាពទាបសកម្មភាពមេតាបូលីសប្រព្រឹត្តទៅយឺតៗ ប៉ុន្តែសារពាង្គកាយមិនស្លាប់ទេ។ ផ្សិតធន់នឹងសីតុណ្ហភាពត្រជាក់វាអាចលូតលាស់នៅសីតុណ្ហភាពកំណក។ ផ្សិតមិនត្រូវការសីតុណ្ហភាពខ្លាំងទេ វាអាចស្លាប់ដោយសារសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។

២.៥. ការចិញ្ចឹមជីវិតរបស់ផ្សិត

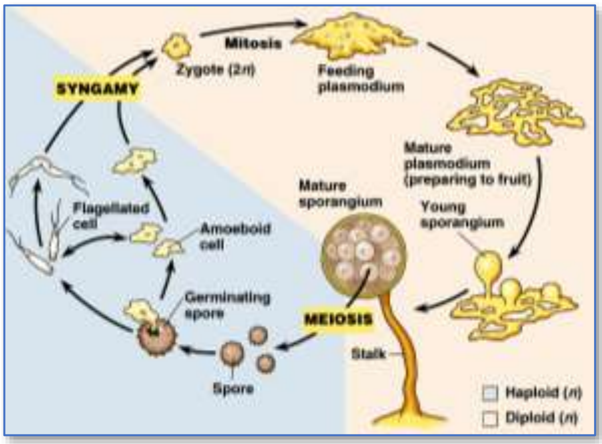
ផ្សិតជាសារពាង្គកាយដែលបំបែកសារធាតុសរីរាង្គ។ ជួនកាលគេហៅវាថាជាអ្នកបង្កើតវដ្តរូបធាតុនៅក្នុងធម្មជាតិ។ ផ្សិតមិនអាចផលិតអាហារដោយខ្លួនឯងផ្ទាល់ដូចរុក្ខជាតិបានទេ។ ម្យ៉ាងទៀតវាគ្មានមាត់សម្រាប់ស៊ីអាហារដូចមនុស្ស ឬសត្វទេ។ ផ្សិតស្រូបយកអាហារតាមភ្នាសកោសិការបស់វា។ ផ្សិតទាំងអស់ជាភាវរស់បរជីព វាគ្មានក្លរ៉ូប្លាស ឬក្លរ៉ូភីលទេ។ ផ្សិតចិញ្ចឹមជីវិតដោយបញ្ចេញអង់ស៊ីមនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានជុះវិញខ្លួនវាដើម្បីបំបែកអាហារឱ្យទៅជាម៉ូលេគុលតូចៗ ពេលនោះផ្សិតស្រូបយកម៉ូលេគុលទាំងនោះតាមជម្រាប។

ផ្សិតភាគច្រើនជាសារប្រូភីត។ សារប្រូភីតជាសារពាង្គកាយដែលស្រូបយកអាហាររបស់វាពីសាកសព ឬពីរូបធាតុសរីរាង្គរលួយ។ គេច្រើនឃើញផ្សិតដុះនៅលើស្លឹកឈើរលួយ ឬកាកសំណល់សត្វ។ ផ្សិតសារប្រូភីតបញ្ចេញអង់ស៊ីមបំបែករូបធាតុសរីរាង្គទាំងនោះ។ ហេតុនេះផ្សិតមានសារៈសំខាន់នៅក្នុងការបំបែករុក្ខជាតិ និងសត្វងាប់។

ផ្សិតខ្លះទៀតជាបរាសិត វាតែងតែស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមដោយផ្ទាល់ពីធ្នូលរបស់វាដោយមិនចាំបាច់បញ្ចេញនូវអង់ស៊ីមទេ។ ផ្សិតបរាសិតភាគច្រើនលូតលាស់នៅលើរុក្ខជាតិ។ អ៊ីហ្វរបស់វាលាតសន្ធឹងនៅចន្លោះភ្នាសកោសិការុក្ខជាតិធ្នូលរបស់វាបន្ទាប់មកវាស្រូបយកអាហារពីកោសិកាធ្នូល។

២.៦. ភាពនានារបស់ផ្សិត

ផ្សិតមានច្រើនក្រុមខុសៗគ្នាទៅតាមរូបរាង និងរបៀបបន្តពូជរបស់វាដូចជា មិចសូមីសែត និងអឺមីកូតា។ វាវារយឺតៗនៅខាងលើស្លឹកឈើងាប់ និងមែកតូចៗ។ ពេលវាធ្វើដំណើរ វាស៊ីបាក់តេរីតាមរបៀបផាកូស៊ីតូស។ មិចសូមីសែតវាររហូតមួយជីវិតរបស់វាហាក់បីដូចជាអាមីបដ៏ធំមួយ។ ប៉ុន្តែការបន្តពូជរបស់វាប្រព្រឹត្តទៅដូចផ្សិតដែរ។ មិចសូមីសែតមានពីរប្រភេទគឺៈ ប្រភេទកោសិកាមានទម្រង់ និងប្រភេទកោសិកាគ្មានទម្រង់។



រូប 9 វដ្តជីវិតមិចសូមីសែត [10]

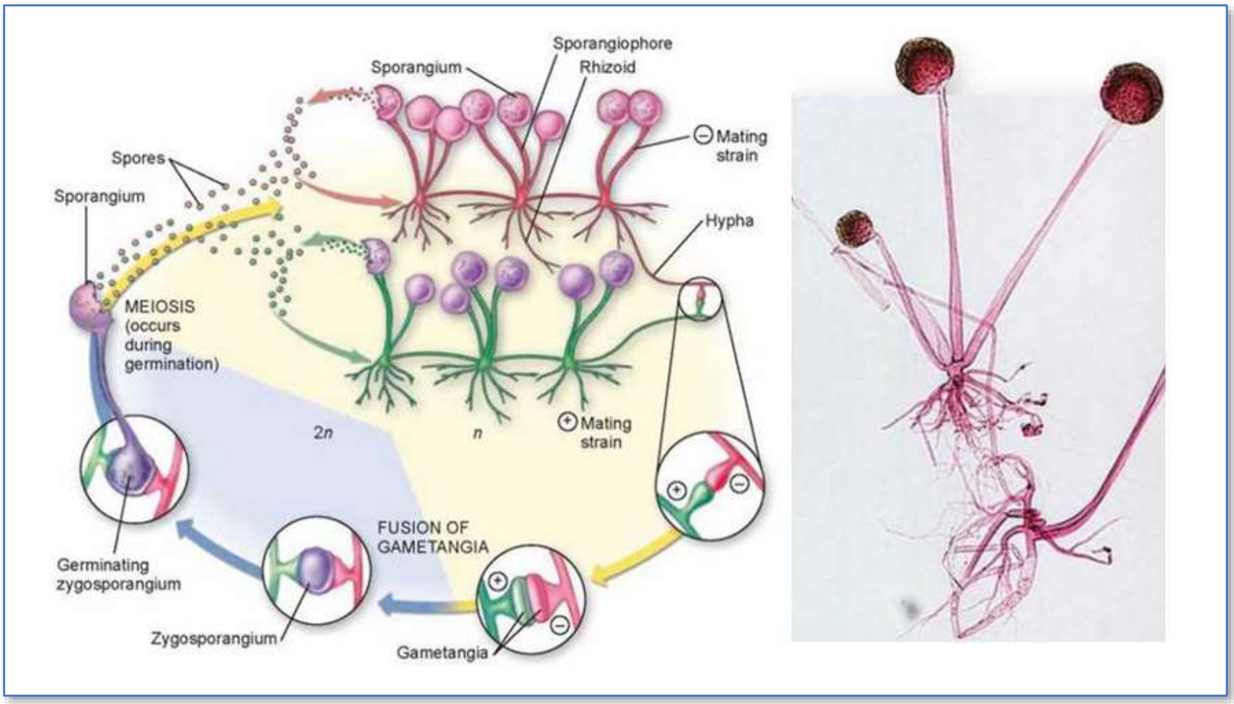
[10] https://prestrikenow.com/services/mold/.

២.៦.១ អឺមីកូតា

អឺមីកូតា ឬផ្សិតធំ ភាគច្រើនមានអ៊ីបដែលបង្កើតជាមីសេល្យូម។ មីសេល្យូមទាំងអស់មានភ្នាសកោសិកាដែលបង្កើតពីគីទីន។ អឺមីកូតាចែកចេញជាប្រភេទផ្សេងៗ អាស្រ័យទៅតាមរបៀបបន្តពូជរបស់វាដូចជាស៊ីកូមីសែត អាសកូមីសែត និងបាស៊ីដ្យូមីសែត។

២.៦.២.ស៊ីកូមីសែត

ស៊ីកូមីសែត ឬផ្សិតជំនាប់ប្តូរភាគច្រើនជាសាប្រូភីតដែលដុះលើដី។ ឧទាហរណ៍៖ ផ្សិតផ្ការលើបាយ ឬលើនំប៉័ង។ ផ្សិតផ្ការនៅលើបាយឈ្មោះរីសូពុស ជាតួយ៉ាងមួយនៃក្រុមនេះ។ រីសូពុស អាចលូតលាស់នៅលើអាហារជាច្រើនប្រភេទ។ អ៊ីបរបស់វាលូតលាស់ពីលើអាហារ។ កន្លែងដែលមានអ៊ីបប៉ះនឹងអាហារបណ្តាញអ៊ីបដុះចាក់ចូលទៅក្នុងអាហារនោះ។ សរសៃឆ្មារដូចឫសទាំងនេះ ហៅថារីស្សូអ៊ីត។ រីសូពុសបន្តពូជដោយឥតភេទដោយការដុះអ៊ីបត្រង់ឡើងលើ ហើយនៅខាងចុងអ៊ីបនេះមានថង់ស្បូមួយពណ៌ខ្មៅកើតឡើង។ ថង់នេះហៅថាស្ប៉័រង់។ នៅខាងចុងស្ប៉័រង់នីមួយៗមានសុំតូចៗរាប់ពាន់ដែលមានណ្វៃយ៉ូមួយ ឬច្រើន។ ស្ប៉ូទាំងនោះអាចដឹកនាំទៅឆ្ងាយតាមរយៈចរន្តខ្យល់។ ប្រសិនបើវាជ្រុះលើដីដែលមានសារជាតុចិញ្ចឹមគ្រប់គ្រាន់វានឹងបង្កើតបានមីសេល្យូមថ្មីៗឡើង។



រូប 10 វដ្តជីវិតស៊ីកូមីសែត [11]

កាលណាលក្ខខណ្ឌមិនប្រកប ស៊ីកូមីសែតបន្តពូជដោយភេទ។ ការបន្តពូជរបស់រីសូពុសមានការចូលរួមពីមីសេល្យូមពីដែលមានសម្ភារតំណពូជខុសគ្នា។ មីសេល្យូមទាំងពីរប្រភេទនោះហៅថាពូជវិជ្ជមាន (+) និងពូជអវិជ្ជមាន (-) ពូជទាំងពីរនេះដូចគ្នាបេះបិទ ប៉ុន្តែវាមានជាតុគីមីខុសគ្នាបន្តិចបន្តួច។ ពេលដែលអ៊ីបពូជ

[11] https://hotcore.info/kareff-08079.html.

វិជ្ជមាន និងអ៊ីបពូជអវិជ្ជមានប៉ះគ្នា ណៃយ៉ូរបស់វាលាយចូលគ្នា។ ការលាយចូលគ្នាបង្កើតបានស៊ុកូតមួយ។ ស៊ីកូតបង្កើតបានភ្នាសយ៉ាងក្រាស់មួយព័ទ្ធជុំវិញខ្លួនវាហើយក្លាយទៅជាស៊ីកូស្ពោ។ ស៊ីកូស្ពោនេះអាចរស់នៅបានទៅបីខែ។ កាលណាវាចាប់ផ្តើមលូតលាស់ វាធ្វើមីយ៉ូសហើយអ៊ីបថ្មីចាប់ផ្តើមលូតលាស់ចេញពីស៊ីកូស្ពោ។

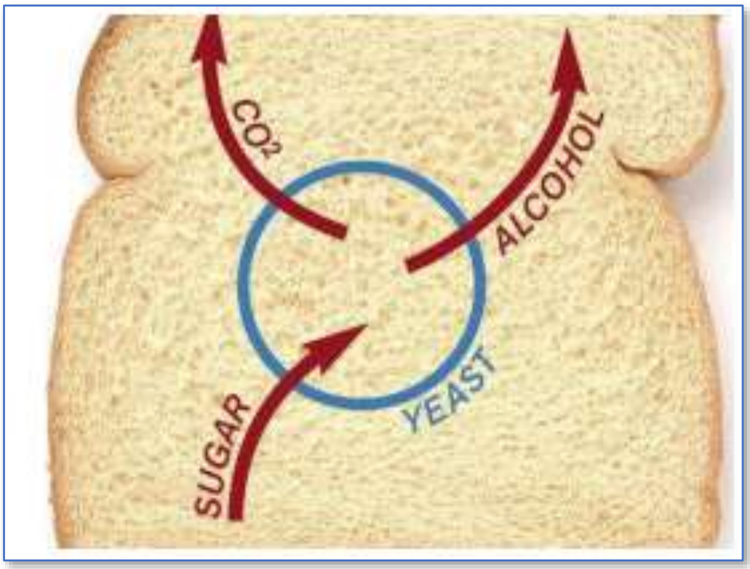
២.៦.៣.អាសកូមីសែត

គេឱ្យឈ្មោះវាថាអាសកូមីសែតព្រោះផ្នែកបន្តពូជរបស់វាមានរាងដូចថង់ហៅថាអាស។ ប្រភេទអាសកូមីសែតមានមេតំបែពេនីសេស្យូម និងអាស្ពែស៊ីលុស។ មេតំបែខុសពីផ្សិតដទៃ ព្រោះវាមានសារពាង្គកាយឯកកោសិកា។ វាគ្មានរូបរាងជាអ៊ីបទេ ប៉ុន្តែវាមានថង់សដូចអាសកូមីសែតដទៃទៀតដែរ។ មេតំបែបន្តពូជដោយឥតភេទដោយការចេញពន្លក។ នៅពេលដែលកោសិកាមេតំបែចាស់វាបានបង្កើតពន្លួយតូចមួយហៅថាពន្លក។ ណៃយ៉ូធ្វើចំណែកណៃយ៉ូកូនមួយធ្វើដំណើរចូលទៅក្នុងពន្លួយនោះបន្ទាប់មកមេតំបែបន្តពូជដោយភេទ បង្កើតបានជាស្ព័កោសិកាមេតំបែពីរភ្ជាប់គ្នាបង្កើតបានជាស៊ីកូតមួយ។ កោសិកាស៊ីកូតនេះទទួលរងមេយ៉ូសដើម្បីបង្កើតជាកោសិកាកូនបួន។

រូប 11 មេដំបែ [12]

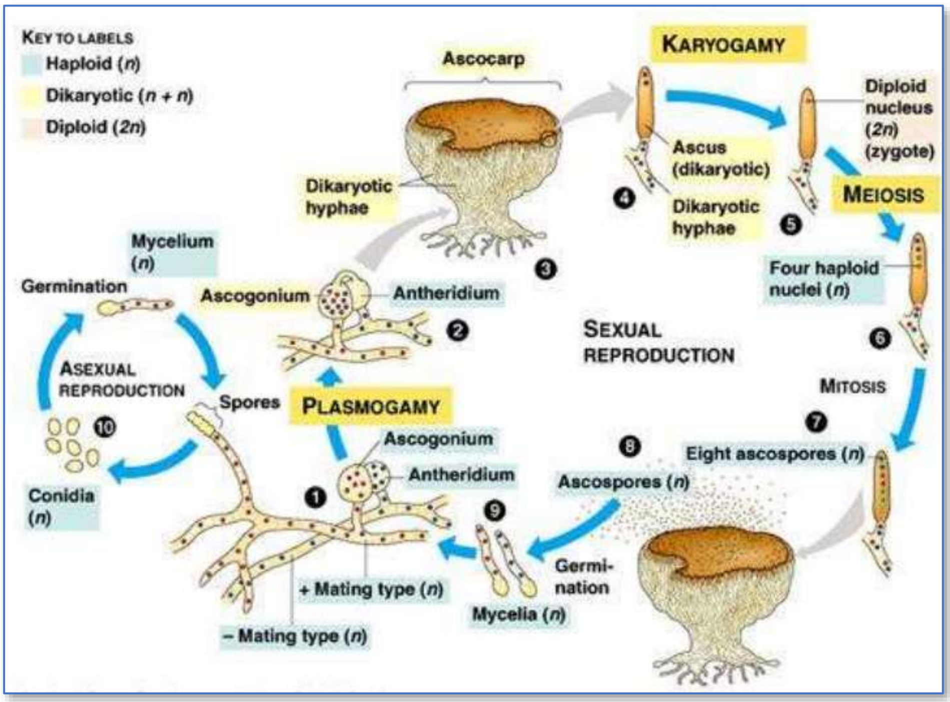
ណៃយ៉ូកូននីមួយៗបង្កើតភ្នាសក្រាស់ព័ទ្ធជុំវិញខ្លួនវាហើយក៏ក្លាយទៅជាស្ព័។ ស៊ីតូប្លាសរបស់កោសិកាដំបូងរលាយបាត់ ពេលនោះភ្នាសកោសិកាបានក្លាយជាថង់មួយដែលផ្ទុកស្ព័។ ថង់នេះហៅថាអាស។ ពេលដែលស្ព័បានកកើតឡើង ហើយអាសក៏បែកហើយបញ្ចេញស្ព័ទាំងនោះទៅក្រៅ។ ស្ព័នីមួយៗលូតលាស់ទៅជាកោសិកាមេតំបែមួយថ្មី ប្រសិនបើធ្លាក់ទៅលើដីសើម និងក្តៅល្មម។ មេតំបែត្រូវបានគេយកទៅប្រើប្រាស់នៅក្នុងឧស្សាហកម្មនំដុតនៅពេលមេតំបែលូតលាស់វាប្រើប្រាស់ស្ករធ្វើជាប្រភពថាមពល ហើយផលិតបានជាស្រា និងឧស្ម័នកាបូនិចព្រមទាំងកាកសំណល់ផ្សេងៗ។ ឧស្ម័នកាបូនិចធ្វើឱ្យនំប៉័ងឡើង។ រន្ធតូចៗដែលអ្នកឃើញក្នុងចំណិតនំប៉័ងគឺជាពពុះតូចៗនៃឧស្ម័នកាបូនិចដែលផលិតដោយមេតំបែ (រូប12)។ អាសកូមីសែតដទៃទៀតក្រៅពីមេតំបែលូតលាស់ជាអ៊ីប ប៉ុន្តែវាបង្កើតស្ព័នៅក្នុងអាសមួយ។ អាសនេះកកើតឡើងនៅផ្នែកខាងចុងនៃអ៊ីបមួយចំនួន។ ក្នុងអាសនីមួយៗមានស្ព័បួន ឬប្រាំបី។ អាសកូមីសែតដទៃទៀតបង្កើតស្ព័តាមរបៀបផ្សេងទៀត។ ពេនីសេស្យូម និងអាស្ពែស៊ីលុសបង្កើតស្ព័ជាច្រវ៉ាក់ហៅថាកូនីឌី។

[12] https://fineartamerica.com/featured/yeast-cells-sem-steve-gschmeissner.html.



រូប 12 ដំណើរការល្បើងផ្សិតមេដំបែនៅក្នុងនំប៉័ង [13]

ពេនីសេស្យូម និងអាស្ពែស៊ីលុសជាប្រភេទផ្សិតផ្ទួរដែលគេច្រើនជួបប្រទះ។ ផ្សិតទាំងនេះច្រើនមានពណ៌បៃតងខ្ចី ឬបៃតងចាស់ដែលគេច្រើនជួបប្រទះវានៅលើផ្លែឈើរលួយ។ ពេនីសេស្យូមត្រូវបានគេយកទៅប្រើប្រាស់ក្នុងការផលិតប្រូម៉ាត និងថ្នាំអង់ទីយូទិច។ ផ្សិតអាសកូមីសែតខ្លះលូតលាស់នៅជុំវិញ ឬនៅក្នុងឬសរបស់រុក្ខជាតិ។ ផ្សិតទាំងនេះជួយរុក្ខជាតិក្នុងការស្រូបយកសារធាតុខនិជពីដី។ ផ្ទុយទៅវិញផ្សិតស្រូបយកផលិតផលដែលផលិតដោយរុក្ខជាតិ ។



រូប 13 វដ្តជីវិតអាសកូមីសែត [14]

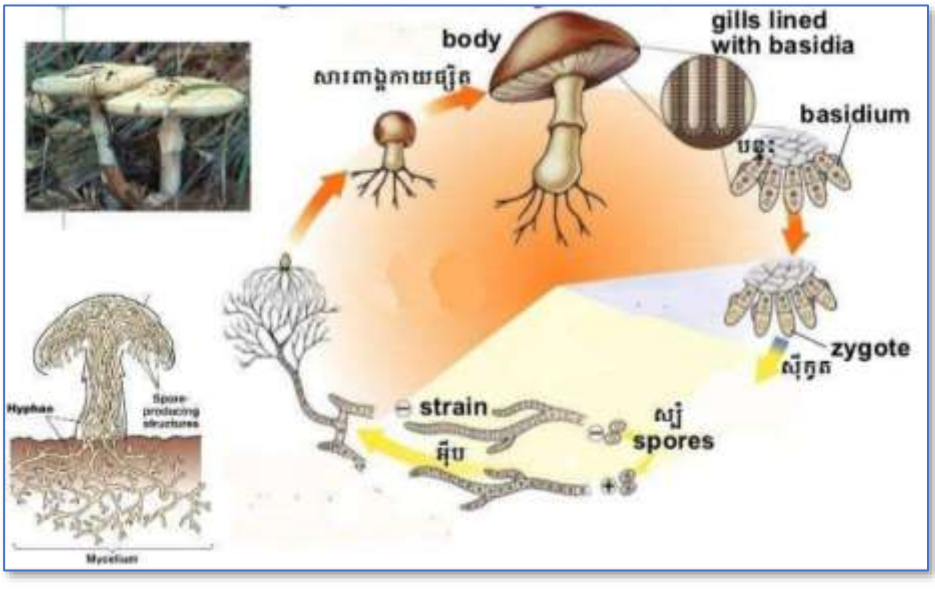
[13] https://www.finecooking.com/article/yeasts-crucial-roles-in-breadbaking.

[14] https://gzahn.github.io/mycology/.

២.៦.៤.បាស៊ីដ្យូមីសែត

ផ្សិតធំមួយភាគធំជាបាស៊ីដ្យូមីសែត។ ពេលដែលអ្នកឃើញផ្សិតដុះចេញពីដី គឺអ្នកបានឃើញផ្នែកមួយនៃផ្សិតប៉ុណ្ណោះ។ ផ្នែកដែលមានរាងដូចឆ័ត្រ ជាផ្នែកបន្តពូជរបស់ផ្សិត (រូប14)។ វាអាស្រ័យទៅនឹងបណ្តាញអ៊ីប ដែលដុះរាលដាលនៅគ្រប់ទិសទីនៃផ្ទៃដី។ អ៊ីបទាំងនេះប្រមូលអាហារសម្រាប់ទ្រទ្រង់ផ្សិតនៅលើផ្ទៃដី។ អ៊ីប ស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមពីរូបធាតុសរីរាង្គរលួយនៅក្នុងដី។ នៅផ្នែកលើដីនៃផ្សិតធំបង្កើតឡើងពីអ៊ីបជាច្រើន ដែលផ្តុំគ្នាយ៉ាងជិតស្និទ្ធ។ នៅខាងក្រោមមួកនៃផ្សិតមានរបាំងបញ្ឈរៗជាច្រើនហៅថាបន្ទះ។ អ៊ីបដែលមានក្នុងបន្ទះរីកធំហៅថាបាស៊ីតដែលជាផ្នែកដែលបង្កើតស្ប៉ររបស់ផ្សិតធំ។ តាមធម្មតាបាស៊ីតនីមួយៗបង្កើតស្ប៉របាននៅលើផ្ទៃខាងក្រៅរបស់វា។ ស្ប៉រទាំងនេះត្រូវដឹកនាំទៅឆ្ងាយតាមចរន្តខ្យល់ហើយចាប់ផ្តើមលូតលាស់ជាអ៊ីបថ្មីនៅក្នុងតំបន់មួយផ្សេងទៀត។

រូប 14 ប្រភេទផ្សេងៗរបស់ផ្សិតធំ



រូប 15 វដ្តជីវិតបាស៊ីដ្យូមីសែត[15]

[15] https://web.augsburg.edu/~capman/bio152/fungi/.

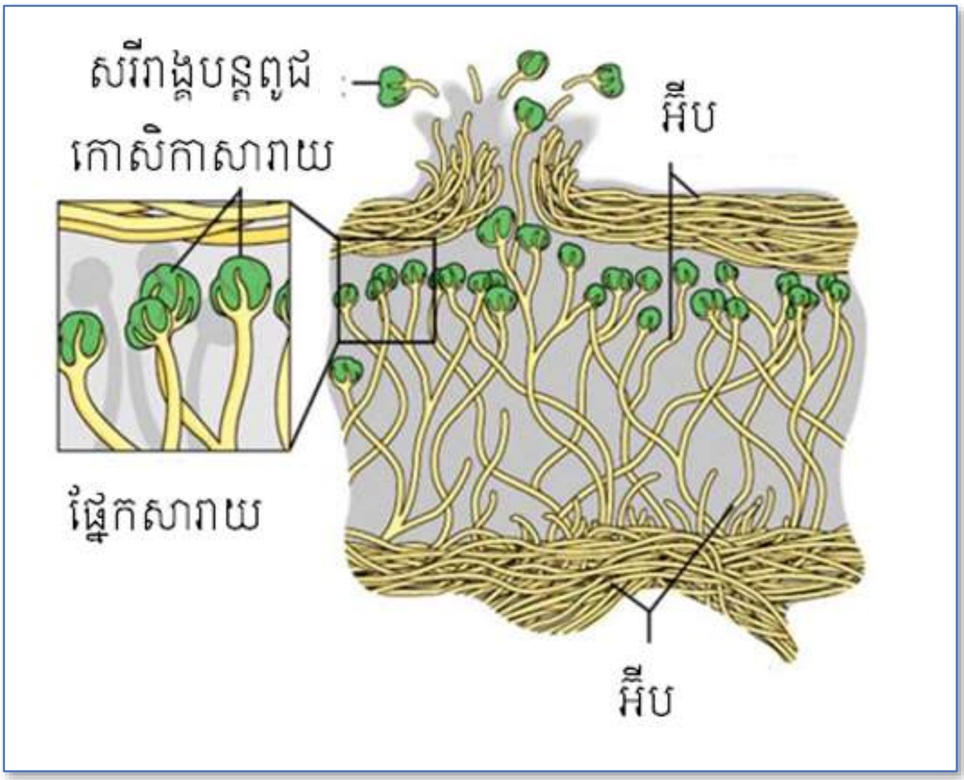
បាស៊ីដ្យូមីសែតទាំងអស់ មិនសុទ្ធតែមានលក្ខណៈដូចផ្សិតធំទាំងអស់នោះទេ។ ផ្សិតទាំងនេះមានទំហំ និងរូបរាងខុសៗគ្នា ប៉ុន្តែវាផលិតស្ប៉រនៅលើបាស៊ីត។ ឧទាហរណ៍៖ផ្សិតចំបើង ផ្សិតត្រចៀកកណ្ដុរ ...។ បាស៊ីដ្យូមីសែតផ្សេងៗលូតលាស់នៅលើផ្ទៃស្លឹករុក្ខជាតិ ផ្សិតទាំងនោះហៅថាក្រាដែលបង្កជំងឺធ្ងន់ធ្ងរចំពោះរុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ។ ផ្សិតទាំងនោះបណ្ដាលឱ្យខូចខាតដំណាំអស់យ៉ាងច្រើនក្នុងមួយឆ្នាំៗ។

២.៧. លីកែន

លីកែនជាសារពាង្គកាយមួយដែលកើតឡើងពីផ្សិត និងសារាយបៃតង។ ពេលដែលសារពាង្គកាយទាំងពីររស់នៅរួមគ្នាពួកវាក៏មានទំនាក់ទំនងសហប្រាណជាមួយគ្នា (រូប16)។ សហប្រាណជាទំនាក់ទំនងជិតស្និទ្ធ រវាងសារពាង្គកាយពីរដែលហុចផលប្រយោជន៍ឱ្យគ្នាទៅវិញទៅមក។ លីកែនលូតលាស់ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមិនប្រកប ដែលសារាយហើយនិងផ្សិតតែមួយមុខមិនអាចរស់បាន។ បណ្ដាញអ៊ីបលីកែនសន្ទឹងដើម្បីស្រូបយក និងរក្សាទឹកទុក។ អ៊ីបទាំងនេះផ្ដល់សំណើមដល់សារាយដែលស្ថិតនៅខាងចុង។ ផ្សិតបញ្ចេញអាស៊ីតរំលាយដុំថ្មយឺតៗ ការរំលាយនេះផ្ដល់សារជាតុខនិជដល់សារាយ។ ផ្ទុយមកវិញ សារាយផ្ដល់អាហារដល់ផ្សិតតាមរយៈរស្មីសំយោគរបស់វា។ លីកែនមាននាទីមួយយ៉ាងសំខាន់នៅក្នុងធម្មជាតិ ពេលដែលវាលូតលាស់ វាបំបែកថ្មបន្តិចម្ដងៗឱ្យទៅជាអាស៊ីតដែលបញ្ចេញពីលីកែនបណ្ដាលឱ្យថ្មពុកផុយ។ រូបជាតុសរីរាង្គដែលបញ្ចេញពីលីកែន និងធូលីដែលរសាត់តាមខ្យល់មកលាយជាមួយនឹងកំទេចកំទីថ្មបង្កើតបានជាដី។ ដំណើរនេះប្រព្រឹត្តទៅយ៉ាងយឺតដោយចំណាយពេលយូរឆ្នាំ។

រូប 16 លីកែនៅលើសំបកដើមឈើ[16]

[16] http://verdego.com/lichens/.



រូប 17 ទម្រង់លីកែន[17]

[17] https://www.pinterest.com/pin/302796774951607434/.

មេរៀនទី៣៖ បញ្រ្ជាបការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចិរភាព (ESD)

៣.១ បញ្ញត្តិទូទៅនៃ ESD

ការអប់រំ គឺជាឧបករណ៍ដ៏សំខាន់មួយសម្រាប់ការសម្រេចបាននូវនិរន្តរភាព។ ប្រជាជននៅជុំវិញពិភពលោកបានទទួលស្គាល់ថា និន្នាការនៃការអប់រំនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ គឺមានគោលដៅអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ចប្រកបដោយចីរភាព ព្រមទាំងការយល់ដឹងពីបច្ចេកវិទ្យាដែលជាគន្លឹះក្នុងការផ្លាស់ប្តូរសង្គមឆ្ពោះទៅរកនិរន្តរភាព។ កិច្ចប្រជុំ Toolkit នៅប្រទេសថៃបានលើកឡើងពីបញ្ញត្តិ៣គឺ៖

- និរន្តរភាពនៃការអប់រំ Sustainability Education (SE)៖ គឺជាការរៀនពេញមួយជីវិត និងជាផ្នែកមួយដ៏សំខាន់សម្រាប់ការអប់រំប្រកបដោយគុណភាព។
- ការអប់រំសម្រាប់និរន្តរភាព Education for Sustainability (EIS)៖ គឺជាការអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំដែលឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការនាពេលបច្ចុប្បន្ន ដោយមិនចាំបាច់ធ្វើឱ្យមនុស្សជំនាន់ក្រោយមានការលំបាក។
- ការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាព Education for Sustainable Development (ESD)៖ គឺជាការផ្តល់ឱកាសដល់អ្នកសិក្សាដើម្បីធ្វើការសម្រេចចិត្ត និងចាត់វិធានការប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវលើការថែរក្សាបរិស្ថាន ការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច និងសុខមាលភាពសង្គមប្រកបដោយតម្លាភាព និងយុត្តិធម៌ សម្រាប់មនុស្សជាតិក្នុងពេលបច្ចុប្បន្នក៏ដូចជាអនាគតដោយគោរពនូវភាពចម្រុះខាងវប្បធម៌។ ជាងនេះទៀត ការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាពគឺជាការអប់រំដ៏ទូលំទូលាយមួយក្នុងការផ្លាស់ប្តូរមនុស្ស និងសង្គមតាមរយៈការប្រើប្រាស់ខ្លឹមសារមេរៀនលទ្ធផលសិក្សា និងវិធីសាស្រ្តបង្រៀននានា ដើម្បីលើកកម្ពស់បរិស្ថាន សេដ្ឋកិច្ច និងសង្គម។

ការអប់រំបានផ្តោតយ៉ាងសំខាន់លើការអភិវឌ្ឍដែលជាប្រយោជន៍សម្រាប់មនុស្ស និងសង្គមឱ្យល្អប្រសើរក្នុងពេលអនាគត។ លោក Ian Boyne បានលើកឡើងថា ការអប់រំគឺជាធាតុចម្បងសម្រាប់អភិវឌ្ឍមនុស្ស ការបង្កើតសង្គមដ៏ពិសិដ្ឋមួយ និងការអភិវឌ្ឍទីផ្សារការងារនាពេលបច្ចុប្បន្ន។ UNESCO បានពន្យល់ក្នុងសៀវភៅមួយ “រៀនដើម្បីរស់” ដែលមានន័យថា ស្វែងរកវិធីនៃការអភិវឌ្ឍឱ្យកាន់តែប្រសើរឡើងនូវគុណភាពជីវិតរបស់យើងទាំងអស់គ្នាដោយមិនបំផ្លាញបរិស្ថាន។ Education for Sustainable Development (ESD) គឺជាដំណើរការបង្រៀន-រៀនដែលផ្អែកលើ ទស្សនៈនិងគោលការណ៍ជានាបាននូវនិរន្តរភាពដែលមានទំនាក់ទំនងនៅគ្រប់កម្រិតភូមិសិក្សាតាមរយៈការផ្តល់នូវគុណភាពអប់រំ និងជំរុញនូវការអភិវឌ្ឍធនធានមនុស្សប្រកបដោយនិរន្តរភាព។

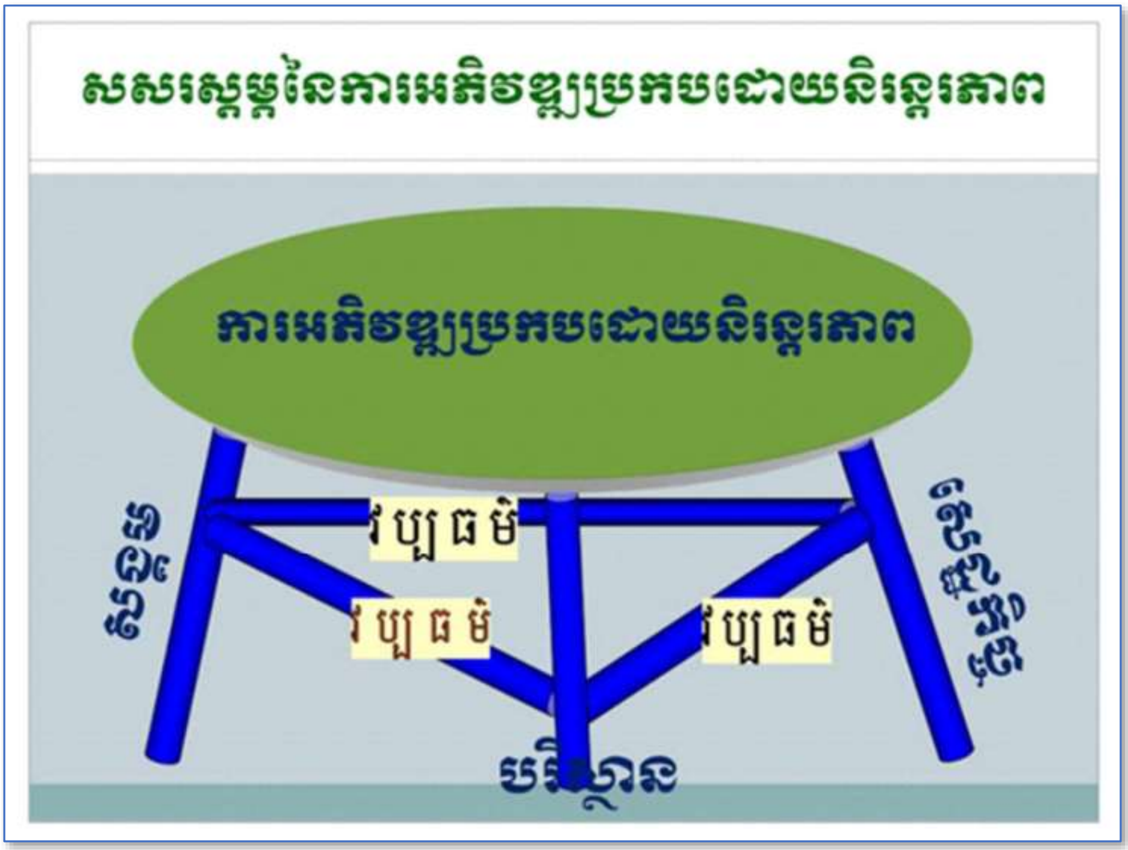
សកម្មភាពសំខាន់ៗនៃ ESD រួមមាន៖

- មនុស្សធ្វើការអភិវឌ្ឍខ្លួនឯង។
- សិស្សត្រូវបានរៀបចំឱ្យក្លាយទៅជាមនុស្សដែលមានទំនុកចិត្ត និងឯករាជ្យ ។
- សមភាព និងសមធម៌ត្រូវបានលើកកម្ពស់។
- អ្នកសិក្សាត្រូវមានសកម្មភាពអាទិភាពផ្ទាល់ខ្លួន។
- អ្នកសិក្សាត្រូវគិតអំពីការអភិវឌ្ឍផ្នែកដទៃទៀត។

- អ្នកសិក្សាត្រូវអភិវឌ្ឍជាអចិន្ត្រៃយ៍។

៣.២ ប្រវត្តិនៃការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាព (ESD)

ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាពបានចាក់ឫសទៅក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្រនៃអង្គការសហប្រជាជាតិនៅក្នុងចលនាបរិស្ថាន។ នៅពាក់កណ្តាលឆ្នាំ១៩៨០ អង្គការសហប្រជាជាតិបានដាក់ចេញជាយុទ្ធសាស្ត្រធំៗ ដើម្បីដោះស្រាយពីតម្រូវការក្នុងសង្គម និងបរិស្ថាន។ ចាប់តាំងពីឆ្នាំ១៩៨៧មក អង្គការ UNESCO តែងតែបានពិភាក្សាអំពីការអប់រំ សម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាព (ESD) ដោយផ្តោតទៅលើជាតុសំខាន់ៗចំនួនបីសម្រាប់ការអនុវត្ត ដែលជាលទ្ធផលគឺរហូតមកដល់ឆ្នាំ២០០៥ ESD ត្រូវបានដាក់ឱ្យអនុវត្តន៍ពេញលេញជាសាកល។ ជាតុសំខាន់ទាំងបីនោះរួមមាន៖ បរិស្ថាន (ត្រូវបានការពារ) សង្គម (មានសមធម៌) និងសេដ្ឋកិច្ច (មានលទ្ធភាពឈានទៅរកភាពជោគជ័យ) ដែលទំនាក់ទំនងនៃជាតុទាំង៣នេះ បាននាំមកនូវជាមួយភាពចម្រុះក្នុងទំនាក់ទំនងនៃវប្បធម៌ (រូប18)។



រូប 18 សសរស្តម្ភនៃការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាព

អង្គការ UNESCO បានកំណត់នូវមូលដ្ឋានគ្រឹះសម្រាប់ការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាពមាន៥ (Five Pillars of ESD)[18] គឺ៖

១. រៀនដើម្បីឱ្យមានចំណេះដឹង (Learn to know)

- ស្គាល់ពីធម្មជាតិ និងវិវត្តន៍របស់វា។
- ឆ្លុះបញ្ចាំងពីតម្រូវការដែលមិនធ្លាប់មានក្នុងសង្គម។
- ទទួលស្គាល់ពីតម្រូវការក្នុងស្រុក និងផលប៉ះពាល់ពីអន្តរជាតិ។

[18] សូមមើលអង្គការ UNESCO ការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តភាព (ESD) ឆ្នាំ២០០៥។

- ដោះស្រាយបញ្ហាជាសាកល និងអាទិភាពក្នុងស្រុក។

២. រៀនដើម្បីឱ្យមានចំណេះធ្វើ (Learn to do)

រួមចំណែកដល់ការស្វែងរកការងារសម្រាប់ជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ និងសកម្មភាពកសាងពិភពលោកមួយប្រកបដោយនិរន្តរភាព និងមានសុវត្ថិភាពសម្រាប់មនុស្សគ្រប់គ្នា។

៣. រៀនដើម្បីឱ្យស្គាល់ខ្លួនឯង (Learn to be)

- កសាងគោលការណ៍ និងតម្លៃនៃការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាព។
- ដោះស្រាយបញ្ហាសុខុមាលភាពក្នុងវិស័យទាំងបីនៃនិរន្តរភាព បរិស្ថាន សង្គម និងសេដ្ឋកិច្ច។
- រួមចំណែកដល់ការអភិវឌ្ឍពេញលេញរបស់មនុស្សលើចិត្ត និងរាងកាយ បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ និងសាសនា។

៤. រៀនរស់នៅជាមួយគ្នាឱ្យមានសុខដុមរមនា (Learn to live together)

- កសាងសមត្ថភាពសម្រាប់ធ្វើតាមសហគមន៍ការសម្រេចចិត្ត ការអត់ឱនក្នុងសង្គម ការថែរក្សាបរិស្ថាន និងគុណភាពនៃជីវិត។

៥. រៀនដើម្បីផ្លាស់ប្តូរខ្លួនឯង និងសង្គម (Learn to transform oneself and society)

- ឱ្យតម្លៃលើមរតកវប្បធម៌ដើម្បីការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាពទៅក្នុងគ្រប់ទិដ្ឋភាពទាំងអស់នៃការសិក្សា។
- ផ្តល់អំណាចដល់ពលរដ្ឋ ដើម្បីធានាឱ្យមាននូវការទទួលខុសត្រូវលើការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាពនាពេលអនាគត។

អង្គការ UNESCO បានកំណត់យក ESD ដាក់បញ្ចូលក្នុងកម្មវិធីសិក្សាដើម្បីផ្តល់នូវការអភិវឌ្ឍជំនាញវិជ្ជាជីវៈសម្រាប់គ្រូបង្រៀន សិស្ស អ្នកអភិវឌ្ឍកម្មវិធីសិក្សា អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយអប់រំ អ្នកនិពន្ធសៀវភៅសិក្សា និងអ្នកផលិតសម្ភារឧបទេសសម្រាប់ការបង្រៀន និងរៀន។

ការយល់ដឹងពីការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាព

មុំទាំងបី ឬសសរទាំងបីរបស់ ESD៖

១. បរិស្ថាន

- ថាមពលមិនចេះរីងស្ងួត។
- ជីវៈចម្រុះ។
- បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ។
- ការសង្គ្រោះកាកសំណល់។
- ធនធានធម្មជាតិ។
- ការកាប់បំផ្លាញព្រៃឈើ។
- ទឹកសាប។
- ការបំពុលបរិយាកាស។
- គ្រោះមហន្តរាយធម្មជាតិ។

២. សង្គម

- សន្តិភាព និងសន្តិសុខ។
- សមភាពយេនឌ័រ។
- សុខភាព។
- អភិបាលកិច្ចល្អ។
- សិទ្ធមនុស្ស។
- ភាពចម្រុះវប្បធម៌។
- ការរើសអើង។
- ចំណាកស្រុក។

៣. សេដ្ឋកិច្ច

- ការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រ។
- ការបែងចែកប្រាក់ចំណូលស្មើៗគ្នា។
- ការទទួលខុសត្រូវរួមគ្នា។
- ទេសចរណ៍ និងការប្រើប្រាស់ដីប្រកបដោយនិរន្តរភាព។
- ឱកាសសេដ្ឋកិច្ច។
- ការផ្តល់ការងារ។
- ការអភិវឌ្ឍជនបទ និងទីក្រុង។

ទំនាក់ទំនងនៃមុំទាំងបី ឬសសរទាំងបីរបស់ ESD គឺនាំមកនៅភាពចម្រុះនៃវប្បធម៌ដូចជា៖

- ការបណ្តុះទម្លាប់។
- ជំនឿ។
- ឥរិយាបថ។ល។

៣.៣ ខ្លឹមសារបញ្ជ្រាបការអប់រំ

ឧទាហរណ៍ទី១ ក្នុងមេរៀនទី៤ " ផ្សិត " នៃជំពូកទី១ " នានាភាពនៃការរស់ " របស់សៀវភៅជីវវិទ្យាថ្នាក់ទី១០ ដែលមានបង្ហាញខ្លឹមសារអំពីរូបផ្តុំរបស់ផ្សិត និងតួនាទីរបស់ផ្សិតក្នុងធម្មជាតិ។ តាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀននេះ យើងអាចបញ្ជ្រាបសំណួរខាងក្រោមក្នុង*ជំហានទី៣នៃកិច្ចតែងការបង្រៀន*។

"តើផ្សិតបានផ្តល់សារៈប្រយោជន៍អ្វីខ្លះចំពោះសង្គម បរិស្ថាន សេដ្ឋកិច្ច និងវប្បធម៌?"

សង្គម៖ ផ្សិតជាប្រភពអាហារដែលជួយទ្រទ្រង់ដល់សុខភាពរបស់មនុស្សតាមរយៈការផ្តល់នូវសារជាតុចិញ្ចឹមដែលមានប្រយោជន៍ (វីតាមីន) ធ្វើជាឱសថបុរាណ (លីងជឺ យិុនស៊ិន) និងឱសថសម័យ (អង់ទីប្យូទិច) រួមទាំងបម្រើឱ្យវិស័យកសិកម្ម សិប្បកម្ម និងឧស្សាហកម្មដើម្បីបង្កើនជាសមិទ្ធិផលផ្សេងៗដូចជា នំប៉័ង ប្រូម៉ាស ភេសជ្ជៈដែលមានអាល់កុល។ល។

បរិស្ថាន៖ ផ្សិតជាភាវរស់ដែលមានតួនាទីនៅក្នុងធម្មជាតិជាអ្នកបំបែកកាកសំណល់ និងសាកសពនៅលើភពផែនដី ដែលជួយឱ្យបរិស្ថានស្អាត បង្កើតបានជាស្រទាប់ផែនដី រួមទាំងផ្តល់ជាជីវជាតិដល់ប្រភេទរុក្ខជាតិទាំងឡាយសម្រាប់ចិញ្ចឹមជីវិត (បំពេញឱ្យដំណើរការនៃវដ្តអាហាររបស់ភាវរស់)។

សេដ្ឋកិច្ច៖ ចំពោះមេរៀននេះ គឺយើងលើកយកតែផ្សិតមានប្រយោជន៍មកសិក្សា។ ផ្សិតមួយចំនួនត្រូវបានគេដាំដុះដើម្បីលក់យកថវិការសម្រាប់ផ្គត់ផ្គង់ជីវភាពក្នុងគ្រួសារ ឬប្រជាជនអាចបរិភោគដោយខ្លួនឯងបានដោយមិនចាំបាច់ចំណាយថវិការទិញវា។ ប្រសិនបើការដាំដុះផ្សិតមានការរីកចម្រើនខ្លាំងធ្វើឱ្យប្រជាជនមានការងារធ្វើ និងនាំចេញផ្សិតទៅក្រៅប្រទេសដែលធ្វើឱ្យសេដ្ឋកិច្ចប្រជាជន និងប្រទេសជាតិមានការរីកចម្រើនផងដែរ។

វប្បធម៌៖ នៅពេលដែលមនុស្សមានការយល់ដឹងបានច្បាស់លាស់អំពីអត្ថប្រយោជន៍របស់ផ្សិតចំពោះសង្គម បរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ច ជាពិសេសគឺគាំទ្រដល់សុខភាពផងដែរនោះ ទើបនាំឱ្យយើងមានទម្លាប់ចូលចិត្តដាំដុះផ្សិត បរិភោគផ្សិត និងចូលរួមថែរក្សាអភិរក្សផ្សិតមានប្រយោជន៍បានគ្រប់ៗគ្នា។

៦ ចំណាំ៖ អ្នកអាចបញ្ជ្រាប ESD នៅក្នុងជំហានផ្សេងៗនៃកិច្ចតែងការបង្រៀនបានអាស្រ័យទៅលើខ្លឹមសារមេរៀន និងភាពបត់បែនរបស់អ្នក។

កិច្ចតែងការបង្រៀនបញ្ជ្រាប ESD (គំរូទី១)

- កាលបរិច្ឆេទ ថ្ងៃ......................... ខែ................ ឆ្នាំ........... ទោស័ក ព.ស.២៥៦...

ត្រូវនឹងថ្ងៃទី........... ខែ............ ឆ្នាំ២០២១

- មុខវិជ្ជា ជីវវិទ្យា
- ថ្នាក់ទី ១០
- វិធីសាស្ត្រ គោលវិធីសិស្សមជ្ឈមណ្ឌល

១. វត្ថុបំណង ក្រោយពីបញ្ចប់មេរៀននេះសិស្ស

- **វិជ្ជាសម្បទា** -ពន្យល់ពីលក្ខណៈខុសគ្នាអំពី គុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តរវាងជីគីមី និងជីធម្មជាតិបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈសកម្មភាពនៃការអង្កេត និងការពិភាក្សាក្រុម។
  -ពន្យល់ពីរបៀបប្រើប្រាស់ជីគីមី និងជីធម្មជាតិបានត្រឹមត្រូវពីតាមរយៈសកម្មភាពសង្កេត និងការពិភាក្សាក្រុម។
- **បំណិនសម្បទា** ប្រៀបធៀបពីជីគីមី និងជីធម្មជាតិបានត្រឹមត្រូវតាមរយការសង្កេត។
- **ចរិយាសម្បទ** បណ្តុះស្មារតីសិស្សឱ្យមានទំលាប់ និងជ្រើសរើសការប្រើប្រាស់ជីធម្មជាតិជាងជីគីមីនៅក្នុងជីវភាពរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ។

២. សម្ភារឧបទេស

- ឯកសារៈ សៀវភៅគោលជីវវិទ្យាថ្នាក់ទី១០ របស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា។
- សៀវភៅសិស្សទំព័រទី ៩៨ ដល់៩៩
- សៀវភៅគ្រូទំព័រទី៩៨ ដល់៩៩
- ជីគីមី (NPK) ជីធម្មជាតិ (អាចម៍គោ ស្លឹកឈើងាប់ កាសំណល់ផ្សេងៗ...)

៣. ដំណើការរៀន-បង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន		
ពិនិត្យអវត្តមាន អនាម័យ និងសណ្តាប់ធ្នាប់ថ្នាក់រៀន		ប្រធានថ្នាក់រាយការណ៍អវត្តមាន
ជំហានទី២ មេរៀនចាស់ (សាច់ដុំ)		
-តើសាច់ដុំនៅផ្នែកខាងក្រោមនៃដៃឈ្មោះអ្វី?		-សាច់ដុំវារបី
-ពេលយើងបត់ដៃ តើសាច់ដុំណាដែលមានសកម្មភាព?		-គឺសាច់ដុំវារពីរកន្ត្រាក់ហើយទាញឆ្អឹងតូចកំភួនដៃឱ្យបត់ឡើង។
-ពេលយើងលាដៃ តើសាច់ដុំណាដែលមានសកម្មភាព?		-គឺសាច់ដុំវារបីកន្ត្រាក់ឡើងរឹងហើយទាញឆ្អឹងធំកំភួនដៃឱ្យលាតសន្ធឹងចុះក្រោម។

-ដើម្បីជួយដំណាំកសិកម្មមានការលូតលាស់ល្អតើប្អូនត្រូវធ្វើយ៉ាងដូចម្តេច?	ឃ្លាភ្ជាប់មេរៀនថ្មី	-ដាក់ជីនៅគល់ ឬបាញ់ជីទឹក
ជំហានទី៣ មេរៀនថ្មី		
-បង្ហាញពីជីNPKនិងល្បាយជីធម្មជាតិ រួចសួរសំណួរ	មេរៀនទី១ ជី ១.១. ជីធម្មជាតិ ១.២. ជីគីមី	-សង្កេតពីលក្ខណៈរបស់ជីធម្មជាតិនិងជីគីមីរួចឆ្លើយសំណួរ

-ចែកសិស្សជាក្រុមៈ -ឱ្យសិស្សគិតពីសម្មតិកម្មអំពីធាតុផ្សំជីកំប៉ុសក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ រួចឱ្យពួកគេសរសេរនៅលើក្ដារខៀន -ដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់ចម្លើយក្រុមណាត្រឹមត្រូវជាងគេយើងត្រូវធ្វើដូចម្ដេច?	សមាសធាតុផ្សំរបស់ជីធម្មជាតិៈ លាមកសត្វ ស្លឹកឈើងាប់ និង កាកសំណល់ផ្ទះបាយ។	-សិស្សអង្គុយតាមក្រុម -សិស្សរកសម្មតិកម្មហើយសរសេរនៅលើក្ដារខៀន។ -សិស្សស្ដាប់រួចកែលម្អតាមក្រុមនីមួយៗ
-បិទតារាងធាតុផ្សំនៃជី រួចឱ្យសិស្សផ្ទៀងផ្ទាត់ ជាមួយតារាងមានបិទលើក្ដារខៀន។ -គ្រូពន្យល់ពីចំនុចខ្វះខាត របស់សិស្ស -ឱ្យសិស្សសរសេរ សមាសធាតុផ្សំរបស់ជីធម្មជាតិលើក្ដារខៀនបន្ទាប់ពីកែរួច។ -តើអ្វីខ្លះជាភាពខុសគ្នា រវាងជីគីមីនិងជីធម្មជាតិ?	**សកម្មភាព** តារាងធាតុផ្សំនៃជី -ជីជាសារធាតុមួយចំនួនដែលបន្ថែមទៅលើដី ដើម្បីបង្កើតផលិតភាពរបស់ដី។ -ជីធម្មជាតិវាផ្សំសារធាតុសំណល់ នៅជុំវិញខ្លួននិងផ្សំពីសារធាតុគីមី។ **លទ្ធផល និងសន្និដ្ឋាន** -ជីចែកចេញជាពីរប្រភេទគឺ ជីគីមី និងជីធម្មជាតិ។ ជីគីមីផ្សំពីថ្មរ៉ែ ឬសារធាតុគីមីផ្សេងៗ។ ជីធម្មជាតិ ជាជីដែលបានមកពីវត្ថុផ្សេងៗមាន ជីវិតដូចជារុក្ខជាតិ សត្វ កម្ទេចកំទីដែលសេសសល់ពីរុក្ខជាតិនិងសត្វ។	-សិស្សសរសេរអ្វីដែលបានកែរួចលើក្ដារខៀន។ -សិស្សរៀបរាប់ពីធាតុផ្សំនៃជី - ជីគីមី ផលិតចេញពីរោងចក្រធំៗ មានធាតុផ្សំពីសារ ធាតុគីមី មានតម្លៃថ្លៃ ប្រើ ប្រាស់ធាប់ខូចដី ប៉ះពាល់ខ្លាំងដល់សុខភាព។ ជីធម្មជាតិ ងាយស្រួលរក និងផលិត មានតម្លៃថោក មិនធ្វើឱ្យខូចដី មិនប៉ះ ពាល់ដល់សុខភាព

ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ

-តើជីធម្មជាតិអាចផ្សំពីអ្វីខ្លះ? -ប្រសិនបើយើងប្រើជីគីមី ទឹកសម្រាប់បាញ់លើដំណាំស្រូវ តើមានផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះ? ហើយធ្វើដូចម្ដេច ដើម្បីចៀសវាងពីគ្រោះថ្នាក់?	<u>ការបញ្ជ្រាប</u> ESD -បរិស្ថានៈ ប៉ះពាល់ដល់សុខភាព មនុស្ស (ធ្វើឱ្យពុល) បំផ្លាញប្រព័ន្ធ អេកូឡូស៊ីនៅក្នុងស្រែ។ -សេដ្ឋកិច្ចៈ ជីគីមីមានតម្លៃថ្លៃ ផ្ដល់នូវលទ្ធផលដាំណាំលឿនជាង ប៉ុន្តែធ្វើឱ្យដីកសិកម្មធាប់	-ជីធម្មជាតិផ្សំពីៈ រុក្ខជាតិ សត្វ កាកសំណល់ពីរុក្ខជាតិ និងសត្វ។ -ធ្វើឱ្យអ្នកបាញ់ថ្នាំពុល ងាប់ក្ដាម ខ្យង និងសត្វផ្សេងៗ ទៀតនៅក្នុងស្រែ។

-តើជីគីមី និងជីធម្មជាតិមួយណាមានតម្លៃថោកជាង និងផ្តល់ទិន្នផលច្រើនជាង ? -តើយើងគួរជ្រើសរើសយកការប្រើប្រាស់ជីធម្មជាតិ ឬជីគីមីសម្រាប់ដំណាំកសិកម្មរបស់យើង ? ហេតុអ្វី ?	ខូចគុណភាព។ ចំពោះជីធម្មជាតិផ្តល់ទិន្នផលច្រើន តែមិនបណ្តាលឱ្យដីខូច។ -សង្គមៈ ប្រែក្លាយសហគមន៍កសិកម្មមួយទៅជាសហគមន៍ដែល ប្រើប្រាស់ជីគីមីជំនួសឱ្យការប្រើប្រាស់ជីគីមី។ សហគមន៍នោះក្លាយជាសហគមន៍ដែលកសិករមានសុខភាពល្អ។	-ជីគីមីផ្តល់នូវទិន្នផលខ្ពស់លឿន តែដីខាប់ហិរ ខូចគុណភាព ហើយជីធម្មជាតិ ផ្តល់ទិន្នផលខ្ពស់ ប៉ុន្តែមិនបណ្តាលឱ្យខូចដី។ ជីធម្មជាតិពិព្រោះជីធម្មជាតិទទួលបានផលច្រើនតែមិនបណ្តាលឱ្យខូចគុណភាពដី។ -មានវប្បធម៌រួមគ្នាលើកតម្កើងនូវការប្រើប្រាស់ជីធម្មជាតិជាងជីគីមីនៅក្នុងសហគមន៍។
ជំហានទី៥ បណ្តាំផ្ញើ		
-ចូរប្អូនរៀបរាប់ធាតុផ្សំបង្កើតបានជាជីក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ។		-មានរុក្ខជាតិសំណល់។

កិច្ចតែងការបង្រៀនបញ្ជ្រាប ESD (គំរូទី២)

- កាលបរិច្ឆេទថ្ងៃទី................. ខែ............ ឆ្នាំ..............
- មុខវិជ្ជា ជីវវិទ្យា
- ថ្នាក់ទី ១១
- មេរៀន ជំពូកទី១ កោសិកា មេរៀនទី១ សមាសធាតុគីមីក្នុងកោសិកា
- រយៈពេល១ម៉ោង

I. វត្ថុបំណង

- **វិជ្ជាសម្បទា** ពន្យល់ពីមូលហេតុនៃលីពីត ដែលបង្កជំងឺបេះដូងបានច្បាស់លាស់ តាមរយៈការពិភាក្សាក្រុម ។
- **បំណិនសម្បទា** ជ្រើសរើសការបរិភោគបរិមាណលីពីតតិចក្នុងរបបអាហារប្រចាំថ្ងៃបានត្រឹមត្រូវ។
- **ចរិយាសម្បទា** ថែរក្សាសុខភាពឱ្យបានល្អ។

១. ខ្លឹមសារមេរៀន

២.២ លីពីត

២. សម្ភារឧបទេស

- សៀវភៅសិស្សជីវវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ទំព័រទី៤ ដល់៥ របស់ក្រសួងអប់រំយុវជន និងកីឡាបោះពុម្ពឆ្នាំ២០១១។
- សៀវភៅគ្រូជីវវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ទំព័រ៤ ដល់៥ របស់ក្រសួងអប់រំយុវជន និងកីឡាបោះពុម្ពឆ្នាំ២០១០។
- ប័ណ្ណសំណួរចំនួន៤សន្លឹក។

៣. វិធីសាស្ត្របង្រៀន

- គោលវិធីសិស្សមជ្ឈមណ្ឌល
- យុទ្ធវិធីបង្រៀន៖ បញ្ជ្រាប (ESD)

៤. ដំណើរការបង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន (៣នាទី)		
- ត្រួតពិនិត្យអនាម័យសណ្ដាប់ធ្នាប់ថ្នាក់រៀន និងអវត្តមាន។		- សិស្សស្លៀមស្មាតអង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន - ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់ (៥នាទី)		
-ដូចម្ដេចដែលហៅថាសមាសធាតុសរីរាង្គ?		-សមាសធាតុសរីរាង្គគឺជាសមាសធាតុដែលផ្សំឡើងដោយធាតុកាបូ -មានគ្លុយស៊ីត លីពីត ប្រូទីត និងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច។
-ដូច្នេះថ្ងៃនេះយើងសិក្សាបន្តគឺ		-ប្រេងកាត សាំង ម៉ាសូត។

លីពីត។		
ជំហានទី៣ មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ (៣០នាទី)		
-ដូចម្តេចដែលហៅថាលីពីត? -តើលីពីតបង្កឡើងពីបណ្តុំអ្វីខ្លះ? ចែកសិស្សជាក្រុមពិភាក្សា៖ ក្រុមទី១៖ តើគេចែកលីពីតជាប៉ុន្មានប្រភេទ? អ្វីខ្លះ?	**ជំហានទី៣** **មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ** (រយៈពេល ៣០នាទី) ២.២ លីពីត -លីពីតជាសមាសធាតុសរីរាង្គបង្កដោយអាតូមកាបូន អ៊ីដ្រូសែន និង អុកស៊ីសែនតែវាខុសពីគ្លុយស៊ីតដោយមានអុកស៊ីសែនតិចតែអ៊ីដ្រូសែនច្រើន។ លីពីតបង្កឡើងពីបណ្តុំរវាងគ្លីសេរ៉ូល និង អាស៊ីតខ្លាញ់។ - លីពីតមានពីរប្រភេទគឺ លីពីតឆ្អែត និងលីពីតមិនឆ្អែត។	-លីពីតជាសមាសធាតុសរីរាង្គបង្កដោយអាតូមកាបូន អ៊ីដ្រូសែន និង អុកស៊ីសែនតែវាខុសពីគ្លុយស៊ីតដោយមានអុកស៊ីសែនតិចតែអ៊ីដ្រូសែនច្រើន ។ -លីពីតបង្កឡើងពីបណ្តុំរវាងគ្លីសេរ៉ូល និង អាស៊ីតខ្លាញ់ ។ - លីពីតមានពីរប្រភេទគឺ លីពីតឆ្អែត និងលីពីតមិនឆ្អែត។
ក្រុមពី២៖លីពីតឆ្អែត និងលីពីតមិនឆ្អែតកើតឡើងយ៉ាងដូចម្តេច?	-លីពីតឆ្អែតកើតឡើងពីអាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត និងគ្លីសេរ៉ុល។ -លីពីតមិនឆ្អែតកើតឡើងពីអាស៊ីតខ្លាញ់មិនឆ្អែត និង គ្លីសេរ៉ុល។	-លីពីតឆ្អែតកើតឡើងពីអាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត និងគ្លីសេរ៉ុល និង លីពីតមិនឆ្អែតកើតឡើងពីអាស៊ីតខ្លាញ់មិនឆ្អែត និងគ្លីសេរ៉ុល។
ក្រុមទី៣៖ តើលីពីតអ្វីដែលបង្កជំងឺបេះដូង ចូលពន្យល់ពីមូលហេតុដែលបង្កជំងឺបេះដូង ក្រុមទី៤៖ តើលីពីតមានសារៈសំខាន់អ្វីខ្លះ?	-លីពីតដែលបង្កជំងឺបេះដូងគឺ លីពីតឆ្អែត។ លីពីតនេះមាននៅក្នុងសាច់និងខ្លាញ់កាលណាវាមានបរិមាណច្រើនកកក្នុងឈាម។ -លីពីតផ្តល់ថាមពលនិងស្តុបទុកថាមពល លីពីតបង្កើតភ្នាសកោសិកា រំលាយវីតាមីន និងការពារស្បែកបន្ថយរំហួតទឹក។	-លីពីតដែលបង្កជំងឺបេះដូងគឺលីពីតឆ្អែត។ លីពីតនេះមាននៅក្នុងសាច់និងខ្លាញ់កាលណាវាមានបរិមាណច្រើនកកក្នុងឈាម។ -លីពីតផ្តល់ថាមពលនិងស្តុបទុកថាមពល លីពីតបង្កើតភ្នាសកោសិកា រំលាយវីតាមីន និងការពារស្បែកបន្ថយរំហួតទឹក។
តើការប្រើប្រាស់លីពីតដោយមិនបានប្រុងប្រយ័ត្នប៉ះពាល់អ្វីខ្លះដល់សង្គម បរិស្ថាន និង សេដ្ឋកិច្ច?	-ការបញ្ជ្រាប ESD	-សង្គម៖ លីពីតឆ្អែតអាចបណ្តាលឱ្យមានជំងឺបេះដូងធ្វើឱ្យកម្លាំងក្នុងសង្គមថ្ងៃក្រោយថយចុះ។

		-បរិស្ថាន៖ កាលណាយើងមានជំងឺដោយសារការកើននៃលីពីតក្នុងខ្លួននាំឱ្យបរិស្ថានគ្មានលំនឹង។ -សេដ្ឋកិច្ច៖ចំណាយថវិកាច្រើនក្នុងការព្យាបាល។
ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (**៤នាទី**)		
-ដូចម្តេចដែលហៅថាលីពីត? -ដើម្បីការពារសុខភាពកុំឱ្យកើតជំងឺបេះដូងដោយសារលីពីតតើយើងត្រូវធ្វើដូចម្តេច? - កាលណាមិនកើតមានជំងឺបេះដូងតើយើងទទួលបានផលប្រយោជន៍អ្វីខ្លះ?		-លីពីតជាសមាសធាតុសរីរាង្គបង្កដោយអាតូមកាបូន អ៊ីដ្រូសែន និង អុកស៊ីសែនតែវាខុសពីគ្លុយស៊ីតដោយមានអុកស៊ីសែនតិចតែអ៊ីដ្រូសែនច្រើន។ - លីពីតមិនសូវសំខាន់ក្នុងរបបអាហារប្រចាំថ្ងៃប៉ុន្មានទេ ដើម្បីការពារសុខភាពយើងត្រូវជ្រើសរើសការបរិភោគបរិមាណលីពីតតិចជាពិសេសលីពីតឆ្អែតដូចជាខ្លាញ់ជ្រូក ខ្លាញ់គោជាដើម។ - ចំណេញថវិការ សុខភាពល្អ គ្រួសាររីកចម្រើន ប្រទេសរីកចម្រើន។
ជំហានទី៥ កិច្ចការផ្ទះ (**៣នាទី**)		
-ចូរប្រៀបធៀបលីពីតឆ្អែត និង លីពីតមិនឆ្អែត?		សិស្សកត់ត្រាដោយប្រុងប្រយ័ត្ន និងអនុវត្តនៅផ្ទះ។

មេរៀនទី៤ ៖ វីរុស និងបាក់តេរី

៤.១. សេចក្តីផ្តើម

នៅលើពិភពលោកយើងនេះមានភាវៈរស់ច្រើនប្រភេទណាស់ ដែលមានរូបរាង និងទំហំខុសៗគ្នា។ ក្រៅពីភាវៈរស់ខាងលើនេះនៅមានភាគល្អិតតូចៗជាច្រើនទៀត ដែលពុំអាចមើលឃើញដោយភ្នែកទទេបាន គឺ វីរុស និងបាក់តេរី។

រីត្រូវីរុស នៅក្នុងជីវិតនៃជីវៈចម្រុះ

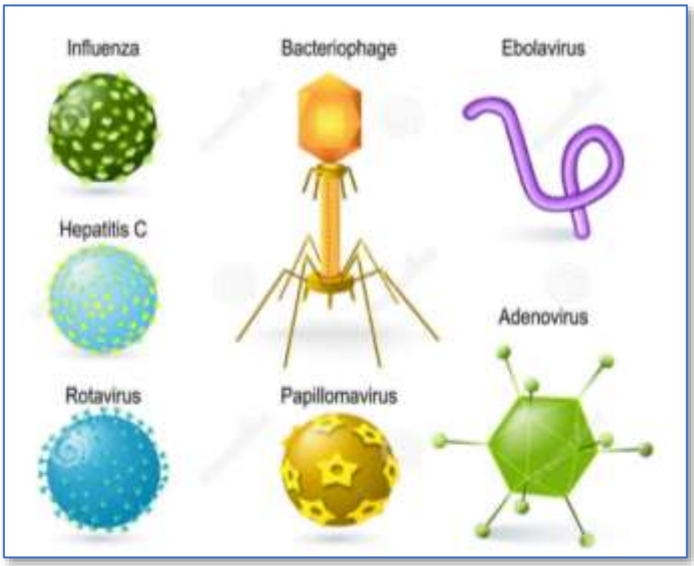
តាមការសិក្សាថ្មីៗនេះបានបង្ហាញថា វីរុសជាច្រើនមានសម្ភារសេនេទិច ARN ច្រើនជាង ADN កាលណា ADN របស់វីរុសចម្លងទៅកោសិកាណាមួយនោះ ADN របស់វាក៏ចាក់បញ្ចូលទៅក្នុង ADN របស់កោសិកាធ្នូល ហាក់បីដូចជាសែនផ្ទាល់របស់កោសិកានោះ។ វីរុសជាច្រើនដែលផ្ទុក ARN ប្រើវិធីចម្លងដោយប្រយោល ច្រើនជាងវិធីដោយផ្ទាល់។ មុនដំបូងវាបម្លែងអង្កត់ទ្វេរបស់ ADN ទៅជា ARN ដោយប្រើអង់ស៊ីមប៉ូលីម៉េរាស ប្រភេទពិសេសមួយហៅថា Reverse transcriptase។ បន្ទាប់មក ADN នេះបញ្ចូលទៅក្នុង ADNរបស់កោសិកា។ ដោយហេតុថាការបញ្ចូលព័ត៌មានចេញពី ARN ទៅ ADN ច្រើនជាង ADN ទៅ ARN វីរុសARNទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា រីត្រូវីរុស (Retro Virus) វីរុសHIV ដែលបង្កឱ្យមានជម្ងឺអេដស៍គឺជារីត្រូវីរុស ដូចជាជំងឺដែលបង្កឱ្យមានជំងឺដុំពក (Tumor forming virus) ជាច្រើន។ ការចម្លងក្រមរបស់ ARN វីរុសចាំបាច់ដើម្បីបង្កើតវីរុសថ្មី ហើយកើតមានតែបន្ទាប់ពី ADN របស់វាបានចម្លងចូល ADN របស់កោសិកាធ្នូលប៉ុណ្ណោះ។ ការចាក់បញ្ចូលនេះគឺជាដំណាក់កាលចាំបាច់នៅក្នុងវដ្តជីវិតរបស់រីត្រូវីរុស (Retro virus)មួយ។

៤.២. វីរុស

វីរុសជាភាគល្អិតតូចបំផុតមានលក្ខណៈនៅចន្លោះភាវៈមានជីវិតនិងភាវៈឥតជីវិត ហើយក៏មិនមែនជាកោសិកាដែរ។ វីរុសអាចបន្តពូជបានទាល់តែវាស្ថិតនៅក្នុងកោសិកាធ្នូលមានជីវិត។ ថ្វីបើមានសម្ភារសេនេទិចជា ADN ឬARN ក៏ដោយក៏វាគ្មានធាតុកោសិកាអ្វីទាំងអស់ដែលចាំបាច់ធ្វើមេតាប៉ូលីស ការលូតលាស់ និងការបន្តពូជរបស់វាឡើយ។

៤.២.១ ទម្រង់របស់វីរុស

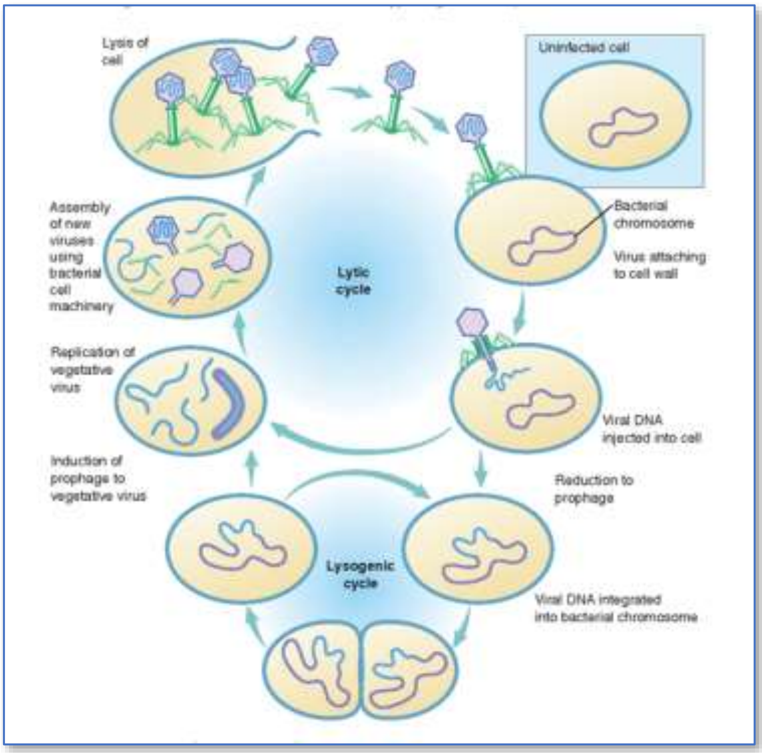
វីរុសជាភាគល្អិតតូចបំផុតដែលអាចមើលឃើញតាមតែមីក្រូទស្សន៍អេឡិចត្រូនិចប៉ុណ្ណោះ។ អ៊ីណូវ៉ាស្គីជនជាតិរុស្ស៊ី បានរកឃើញវីរុសបង្ករជំងឺលើថ្នាំជក់ក្នុងឆ្នាំ១៨៩២។ វីរុសត្រូវបានបែងចែកជា វីរុសសត្វ វីរុសរុក្ខជាតិ និងវីរុសបាក់តេរី។ វីរុសមានរាងដំបង ឬស្វ៊ែរ ដែលមានវិមាត្រប្រហែល ១០ ទៅ ២៥០nm ($1nm=10^{-6}$)។ ប្រើមីក្រូទស្សន៍អេឡិចត្រូនិចពង្រីកវាពី ១០០០០ទៅ ១០០០០០ ទើបអាចមើលវាឃើញ។ សារពាង្គកាយវីរុសមានម៉ាសប្រូតេអ៊ីនតែមួយ ដែលមានពីរផ្នែកសំខាន់ៗ គឺស្នូលជាសម្ភារសេនេទិច និងសំបកប្រូតេអ៊ីនដែលព័ទ្ធពីខាងក្រៅ។ សម្ភារៈតំណពូជជាស្នូលនោះអាចជា ADN និង ARN។ ប្រភេទវីរុសនីមួយៗរស់នៅជាបរាសិតក្នុងសារពាង្គកាយសត្វ ឬរុក្ខជាតិ "ធ្នូល" ដោយវាបំផ្លាញកោសិកាសារពាង្គកាយនោះ។ ក្រៅពីសារពាង្គកាយធ្នូលវីរុសមិនអាចរស់នៅបានទេ។



រូប 19 រូបរាងផ្សេងៗនៃវីរុស

៤.២.២ ការគម្លើនទ្វេរបស់វីរុស

វីរុសមិនអាចបង្កើតឱ្យបានច្រើនដោយខ្លួនឯងបានទេដូច្នេះហើយវាត្រូវតែចូលទៅក្នុងកោសិកាដោយប្រើប្រាស់អង់ស៊ីមរបស់កោសិកានៅលើរីបូសូម ដើម្បីធ្វើឱ្យវីរុសមានចំនួនទ្វេឡើងថែមទៀត។ ការបង្កើតវីរុសដ៏ច្រើននៅក្នុងកោសិការបៀបនេះហៅថាចលនការគម្លើងទ្វេរបស់វីរុស។



រូប 20 ការគម្លើងទ្វេរបស់វីរុស វដ្ត Lytic និងវដ្ត Lysogenic[19]

[19] https://www.semanticscholar.org/paper/33-Viruses-Concept-Outline-33.1-Viruses-Are-Strands/624b3bacfd77e9319114c5518cdf1b266c70cf93/figure/7.

នៅក្នុងវដ្ត Lytic អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុសចូលទៅក្នុងកោសិកាហើយធ្វើឱ្យកោសិកាផ្ទុះបែកបញ្ចេញនូវវីរុសថ្មីៗ។ នៅក្នុងវដ្ត Lysogenic វីរុសចាក់បញ្ចូលទៅក្នុងកោសិកាធ្នូលហើយអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុសតម្លើងទ្វេនៅពេលកោសិកាធ្វើចំណែក។

១. ទិដ្ឋភាពទូទៅនៃការចម្លងវីរុស

វីរុសមិនមែនជាកោសិកាហើយមិនមែនជាភាវៈរស់ វាស្នាក់អាស្រ័យលើកោសិកាធ្នូលដែលវាឆ្លងចូល។ គំនិតផ្សេងទៀតយល់ថាវីរុសជាផ្នែកបន្ថែមសេនេទិចនៃកោសិកាធ្នូលរបស់វា។ ការគាំទ្រគំនិតយល់ឃើញទាំងពីរខាងលើ គឺជាយថាប្រភេទកម្រិតខ្ពស់របស់វីរុសពិសេសណាមួយ និងយថាប្រភេទរបស់ធ្នូលមួយដែលវីរុសនោះឆ្លងកាត់។ យថាប្រភេទរបស់វីរុស និងកោសិកាធ្នូលជាមូលដ្ឋានលទ្ធភាពរបស់វីរុសដែលវាធ្វើការភ្ជាប់ទៅនឹងកោសិការធ្នូល និងលទ្ធភាពអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុស ដែលវាចូលផ្ទាល់ក្នុងការចម្លងវីរុសសចូលទៅក្នុងកោសិការធ្នូលនោះ។ ចំពោះវីរុសដែលឆ្លងចូលទៅក្នុងកោសិការធ្នូល កោសិកាធ្នូលនោះគ្មានលទ្ធភាពទប់ទល់ ដូច្នេះវាត្រូវតែបណ្តោយឱ្យវីរុសចូល ហើយក៏មិនបង្អាក់សេណូមរបស់អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ីចរបស់វីរុសបានឡើយ។ វីរុសត្រូវនឹងកោសិកាធ្នូល មានន័យថាវីរុសមានលទ្ធភាពត្រួតត្រា និងប្រើប្រាស់មេតាបូលីសរបស់កោសិកាធ្នូលសម្រាប់ការចម្លងវីរុស។ ការចម្លងវីរុសមានលទ្ធភាពអាចជ្រៀតចូលដោយត្រូវគ្នាជាមួយកោសិកាធ្នូល ហើយត្រូវប្រើប្រាស់មេបូលីសរបស់កោសិកាធ្នូល។ អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ីចរបស់វីរុសមានសមត្ថភាពត្រួតត្រាការចម្លងវីរុសចូលទៅក្នុងកោសិកា។

វីរុសមានសមត្ថភាពសំខាន់ៗពីរគឺៈ អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច និងសំបកក្រៅហៅថា កាប់ស៊ីត (Capsid)។ អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ីចមានពីរប្រភេទ AND និងARN ដែលផ្ទុកសម្ភារៈតំណពូជ។ កាប់ស៊ីតកើតឡើងពីប្រូតេអ៊ីនដែលត្រូវបានរុំព័ទ្ធអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច។ កាប់ស៊ីត និងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចទាំងពីរបិទជិតហៅថានុយក្លេអូកាប់ស៊ីត។ ការចម្លងជាប់ទាក់ទងទៅនឹងការចម្លងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច និងប្រូតេអ៊ីនកាប់ស៊ីតថ្មី។ វីរុសខ្លះមានសំបកដែលទទួលជាពិសេសពីកោសិកា និងមានសមាសភាគឡៃវ៉ូ ឬក្លាសស៊ីតូប្លាសជាច្រើន។ ក្នុងករណីខ្លះ ប្រូតេអ៊ីនរបស់វីរុសត្រូវបានបន្ថែមទៅលើសំបករបស់វាទៀត។

នៅក្នុងកោសិកាធ្នូល សំណុំសែនអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចដឹកនាំសម្ភារៈតំណពូជផ្ទាល់ទៅឱ្យវីរុសថ្មីដែលទើបនឹងកើត ហើយប្រើប្រាស់រចនាសម្ព័ន្ធរបស់កោសិកាធ្នូល និងមេតាបូលីសរបស់កោសិកាធ្នូល ដើម្បីបង្កើតប្រូតេអ៊ីនវីរុស និងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច។ ក្នុងករណីច្រើនសំណុំសែនអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុសគឺជាក្រមសម្រាប់បិទសកម្មភាពមេតាបូលីសដែលមានទំនាក់ទំនងជាធម្មតានៅក្នុងការចម្លងរបស់កោសិកាធ្នូល។ វីរុសប្រើប្រាស់ធាតុគីមីជីវៈរបស់កោសិកា និងរចនាសម្ព័ន្ធ ដើម្បីផលិតវីរុសថ្មី ក្នុងករណីពិសេស វីរុសប្រើប្រាស់រីបូសូមរបស់កោសិការធ្នូលសម្រាប់បង្កើតប្រូតេអ៊ីន និងATP វីរុស ដើម្បីដឹកនាំការសំយោគខាងក្រៅ។

លទ្ធផលនៃការចម្លងចំពោះវីរុសផ្លាស់ប្តូរនៅខាងក្រៅកោសិកាធ្នូល តែងតែបណ្តាលឱ្យកោសិកាធ្នូលរបស់វាស្លាប់។ ការចម្លងកើតឡើងតែនៅក្នុងកោសិកាធ្នូលប៉ុណ្ណោះ។ ការចម្លងវីរុសតម្រូវឱ្យវីរុសមានការរីកចម្រើនលូតលាស់នៅក្នុងកោសិកាធ្នូល ហើយត្រួតត្រាមេតាបូលីសរបស់កោសិកាធ្នូល។

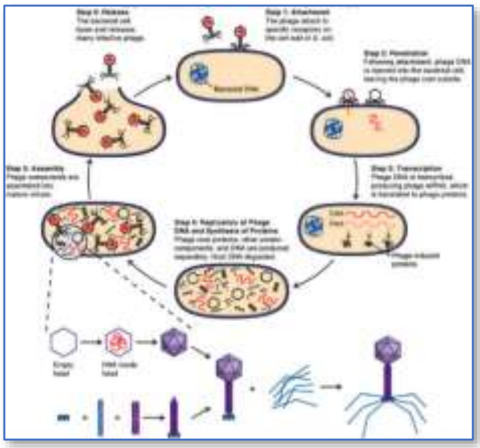
ការតម្លើងទ្វេរបស់វីរុសកើតឡើងដោយភ្ជាប់ទៅនឹងកោសិកាធ្នូល។ បន្ទាប់មកវីរុសសត្វ និងរុក្ខជាតិជាច្រើនចាក់ទម្លុះកោសិកា ហើយស្រោមកាប់ស៊ីតរបស់វីរុសត្រូវបំបែកយ៉ាងរហ័ស។ ដូចនេះអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុសជម្រុះសំបកចោល ហើយនៅជាសេរីក្នុងកោសិកាធ្នូល។ នៅក្នុងកោសិកាធ្នូលអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិ

ចរបស់វីរុសបញ្ចេញការសំយោគអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច និងប្រូតេអ៊ីនរបស់វីរុស។ វីរុសថ្មីៗត្រូវបានបង្កើតពីការសំយោគសមាសធាតុផ្សំរបស់អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច និងកាប់ស៊ីតរបស់វីរុសហើយបញ្ចេញពីកោសិកាជាបន្តបន្ទាប់។

២. ការចម្លងវីរុស

ការចម្លងវីរុសកើតឡើងនៅក្នុងសេរីចលនការចម្លងវីរុស ដែលវីរុសភ្ជាប់ទៅនឹងផ្ទៃខាងក្រៅរបស់កោសិកាផ្ទុល។ ជាទូទៅ **ចលនការដំបូង** វីរុសបញ្ចេញអង់ស៊ីមរំលាយភ្នាសកោសិកាផ្ទុល នៅត្រង់កន្លែងដែលវាទាក់ជាប់លើផ្ទៃកោសិកានោះ។ **ចលនការទីពីរ** ហៅថាការចាក់ទម្លុះជ្រៀតចូលកើតឡើងនៅពេលវីរុស ឬក៏សេណូមអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វាកាត់ភ្នាសប្លាស្មា ហើយចូលទៅក្នុងកោសិកាកាផ្ទុល។ **ចលនការទីបី** ជាការជម្រុះស្រទាប់សំបកអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុសត្រូវបានបញ្ចេញពីកាប់ស៊ីត។ ចំពោះវីរុសដែលឆ្លងចូលទៅក្នុងកោសិកាបាក់តេរី ការចាក់ទម្លុះជ្រៀតចូលជាធម្មតា គ្មានស្រទាប់សំបកទេ ដែលតែងតែកើតឡើងនៅពេលដែលសេណូមអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចវីរុសស្ថិតនៅក្នុងកោសិកាផ្ទុល។ ចំពោះវីរុសដែលឆ្លងនៅក្នុងកោសិការុក្ខជាតិ និងកោសិកាសត្វជាធម្មតា វីរុសទាំងមូលចាក់ទម្លុះជ្រៀតចូលទៅក្នុងកោសិកាផ្ទុល តែសម្ភារៈតំណពូជ (អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច) ដោយគ្មានស្រទាប់សំបកទេ សកម្មភាពនេះកើតឡើងនៅក្នុងស៊ីតូប្លាស ឬណ្វៃយ៉ូ។ នៅក្នុងកោសិកាផ្ទុលអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចរបស់វីរុស ត្រួតពិនិត្យមេតាបូលីសរបស់កោសិកាផ្ទុល។ ដំបូងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចវីរុសត្រួតពិនិត្យការសំយោគប្រូតេអ៊ីនផ្ទាល់មុនគេបង្អស់ (early protein synthesis)។ នេះជាសកម្មភាពប្រូតេអ៊ីន និងប៉ូលីមេរ៉ាសដែលត្រូវការចាំបាច់មុនគេ ដើម្បីជាពុម្ពចម្លងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចវីរុស។ ក្រោយមកសំណុំសែនអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចវីរុស ដែលចម្លងថ្មីកើនច្រើនឡើងៗ ដែលត្រូវបានផលិត។ ប្រូតេអ៊ីនថ្មីចាំបាច់ណាស់ សម្រាប់ការសំយោគកាប់ស៊ីត ដែលបានបង្កើតឡើងនៅពេលចុងក្រោយ (ការសំយោគប្រូតេអ៊ីនចុងក្រោយ)។ បន្ទាប់មកសំណុំសែនអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុង កាប់ស៊ីត។ ដំណើរនេះត្រូវបានគេហៅថា ការប្រមូលផ្តុំ ឬវីរុសពេញវ័យ។ ក្នុងរយៈពេលដំណើរពុំនេញវ័យ កាប់ស៊ីតត្រូវបានកសាងមុនគេបន្ទាប់មកអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចវីរុសត្រូវបានគ្រប់ដណ្តប់នៅក្នុងកាប់ស៊ីត។

នៅទីបញ្ចប់ ការចាកចេញកើតឡើងនៅពេលដែលវីរុសផ្តុំគ្នា ហើយចាកចេញពីកោសិកាផ្ទុល។ វីរុសជាច្រើនចេញពីកោសិកាបែកធ្លាយ ហើយកោសិកាផ្ទុលត្រូវស្លាប់នៅដំណើរនោះឯង។ វីរុសដែលត្រូវបានរំដោះចេញ ហៅថាវីរុសរំដោះរួច ដែលឆ្លងនៅពេលដែលពួកវាជួបប្រទះនឹងកោសិកាផ្ទុលរស់ដោយសមស្របដែលអាចដំណើរការស្វ័យដំឡើងទ្វេវីរុសថ្មីម្តងទៀត (រូប21)។



រូប 21 ដំណាក់កាលនីមួយៗនៃការបន្តពូជវីរុស[20]

[20] http://sciencewithmrsb.weebly.com/microorganisms.html.

ចលនការនៃការចម្លងវីរុសគឺ

- ការរំលាយភ្នាសកោសិកាផ្ទួលជ្រៀតចូល
- ការចាក់ទម្លុះជ្រៀតចូល
- ការជម្រុះស្រទាប់សំបក
- ការសំយោគប្រូតេអ៊ីនដំបូងគេ
- ការដំឡើងទ្វេអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច
- ការសំយោគប្រូតេអ៊ីនជាក្រោយ
- ការផ្គុំគ្នាឡើងវិញ
- ការរំដោះចេញ។

៤.៣ ការចម្លងជំងឺ

ជាទូទៅវីរុសមួយប្រភេទបង្កជំងឺតែទៅលើសារពាង្គកាយមួយប្រភេទប៉ុណ្ណោះ។ តែវីរុសខ្លះដែលបង្កជំងឺដល់មនុស្ស ក៏អាចបង្កជំងឺលើសត្វដែរ។ ឧទាហរណ៍៖ ជំងឺរលាកខួរក្បាលជាជំងឺរបស់មនុស្ស និងសត្វស្វា។ លើសពីនេះទៅទៀត វីរុសបង្កឱ្យមានជំងឺច្រើនយ៉ាងដូចជា ជំងឺកញ្ជ្រឹល អុតស្វាយ ស្រឡទែន គ្រុនផ្តាសាយធំ គ្រុនស្វិតដៃជើង រលាកថ្លើម (ប្រភេទ A B និង C) ជាពិសេសទៅទៀតគឺ ជំងឺអេដស៍ ដែលបង្កដោយវីរុស HIV (Human Immunodeficiency Virus) ដែលវីរុសនេះ មានការចម្លងនៅក្នុងឡាំផូស៊ីត T នៃប្រព័ន្ធការពារភាពស៊ាំរបស់មនុស្ស ដែលធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធការពារភាពស៊ាំនេះចុះខ្សោយជាលំដាប់ (AIDS: Acquired Immunodeficiency Syndrome) ហើយត្រូវបាត់បង់មុខងាររបស់វា ដែលប្រឆាំងទប់ទល់នឹងមេរោគមកពីខាងក្រៅ ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យមេរោគគ្រប់ប្រភេទមានឱកាសបង្កជំងឺគ្រប់យ៉ាង បំផ្លាញសុខភាពបុគ្គលដែលមានផ្ទុកវីរុស HIV នូវទីបញ្ចប់ជំងឺអេដស៍ក៏កើតមានឡើង សេចក្តីស្លាប់ក៏មកដល់ព្រោះគ្មានថ្នាំព្យាបាលឡើយ។

តារាង 2 ជំងឺដែលបង្កដោវីរុស

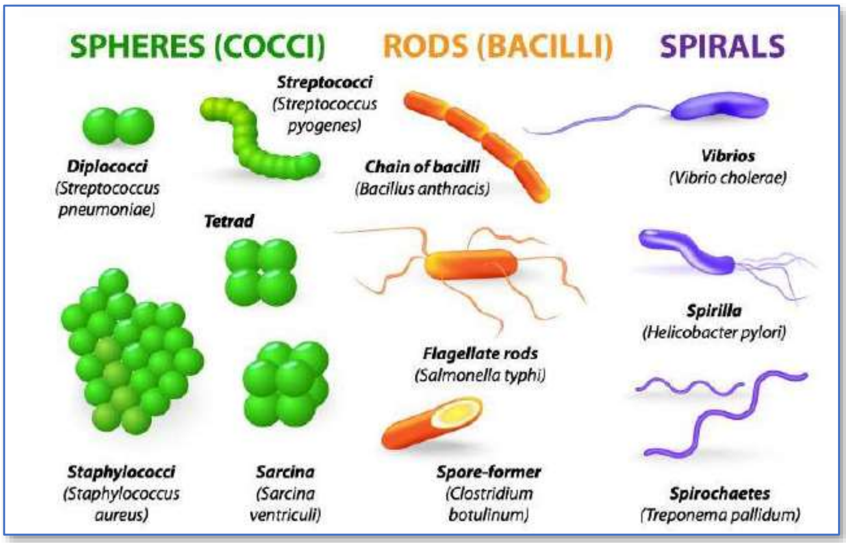
ជំងឺ	របៀបឆ្លង	រោគសញ្ញា
កញ្ជ្រឹល	ចរន្តខ្យល់	កន្ទួលក្រហមលើស្បែក ឡើងកំដៅ តឹងច្រមុះ ឈឺបំពង់ក។
អ៊ុតស្វាយ	ចរន្តខ្យល់	គ្រុន ស្នាមកន្ទួលលើស្បែក។
ស្រឡទែន	ចរន្តខ្យល់	ហើមក្រពេញទឹកមាត់។
គ្រុនផ្តាសាយធំ	ចរន្តខ្យល់	គ្រុន ឈឺក្បាល ឈឺសាច់ដុំ ឈឺបំពង់ក ក្អកហៀសំបោរ។
រលាកថ្លើម	ឈាម ចំណីអាហារ ទឹក ការរួមភេទ	គ្រុនរងារ ចង្អោរ ហើមថ្លើម ស្បែកលឿង ឈឺសន្លាក។
គ្រុនស្វិតដៃជើង	ចំណីអាហារ ទឹក	ឈឺក្បាល តឹងកញ្ចឹងក សាច់ដុំកម្រើកលែងរួច។
អេដស៍	ការរួមភេទ ការប្រើម្ជុលចាក់រួមគ្នា ឆ្លងពីម្តាយទៅកូន (ក្នុងផ្ទៃ)	ប្រព័ន្ធស៊ាំចុះខ្សោយ មានប្រជុំរោគសញ្ញានៃជំងឺឱកាសនិយមផ្សេងហើយបណ្តាលឱ្យស្លាប់។

៤.៤. បាក់តេរី

បាក់តេរី ជាភាវៈរស់ឯកកោសិកា ហើយវាមានទំហំតូច ដែលអាចមើលឃើញតាមរយៈមីក្រូទស្សន៍តែប៉ុណ្ណោះ។ វិមាត្ររបស់វាប្រែប្រួលពី1µm ទៅ 5 µm(1µm= 10^{-3}mm) ទឹកទន្លេ ឬបឹង1mm^3 អាចមានបាក់តេរីពី100 ទៅ 1000។ ដីដាំដំណាំ1g អាចមានបាក់តេរីរាប់លាន។ បាក់តេរីខ្លះបង្កជំងឺ តែក៏មានបាក់តេរីខ្លះទៀតផ្តល់ផលប្រយោជន៍ជាច្រើនដែរ។ បាក់តេរីមានសម្ភារៈប្រូតូប្លាស ចាំបាច់សម្រាប់ធ្វើការលូតលាស់ និងការចំណែកខ្លួននៅពេលដែលវាមានអាហារ និងលក្ខខណ្ឌចាំបាច់គ្រប់គ្រាន់។ បាក់តេរីស្រូបយកសារធាតុងាយ ហើយសំយោគទៅជាសារធាតុស៊ាំញ៉ាំ។ វាប្រើប្រាស់សារធាតុអាហារ ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុង និងសារធាតុកាកសំណល់ជាវត្ថុរាវ ដែលបញ្ចេញដោយមនុស្ស និងសត្វមកពីខាងក្រៅ។ បាក់តេរីមិនអាចស្រូបយកវត្ថុរឹង ហើយធ្វើការរំលាយអាហារ និងបញ្ចេញវត្ថុរឹងនោះទៅក្នុងបរិស្ថានបានឡើយ។

៤.៤.១ ទម្រង់បាក់តេរី

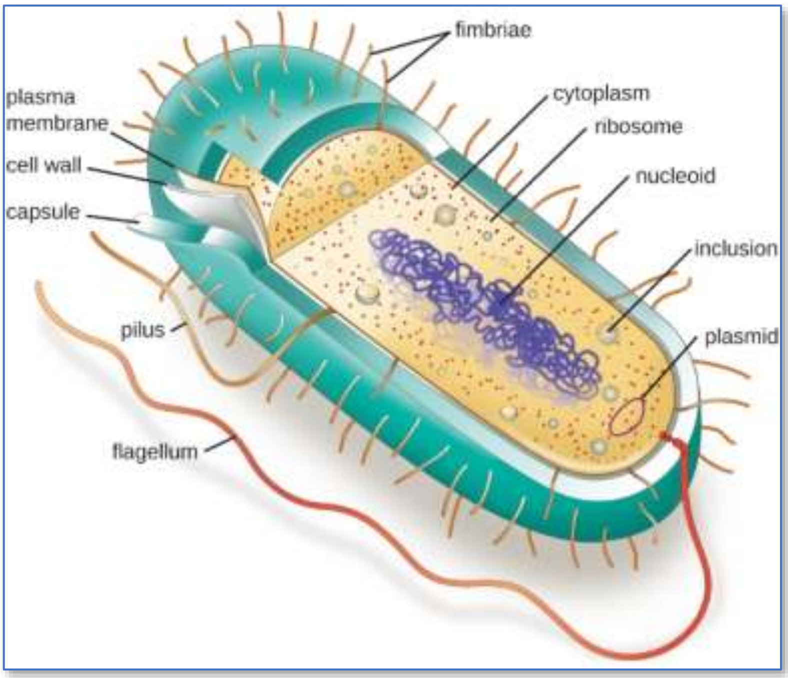
បាក់តេរីជាសារពាង្គកាយអឺការីយ៉ូត។ បាក់តេរីមានរូបរាង របៀបបម្លាស់ទី និងរបៀបចិញ្ចឹមជីវិតផ្សេងៗគ្នា។ គេសន្មតថា បាក់តេរីមានទម្រង់បីគឺ បាក់តេរីមានរាងស្វ៊ែ បាក់តេរីមានរាងជាដំបង និងបាក់តេរីមានរាងជាស្ពៀ។ បាក់តេរីមានរាងស្វ៊ែ ហៅថាកុកស៊ី កុកស៊ីមិនមូលក្លំទេ វាអាចមានរាងទ្រវែង ឬរាងស្វ៊ែ។ នៅពេលធ្វើចំណែកកោសិកាវាតោងតម្រៀបភ្ជាប់គ្នា បង្កើតបានជាទម្រង់ផ្សេងៗ។ កុកស៊ីដែលធ្វើចំណែកខ្លួន ហើយតោងភ្ជាប់គ្នាជាគូៗហៅថា ឌីប្លូកុកស៊ី។ កុកស៊ី ដែលធ្វើចំណែកហើយតាមរបៀបមិនទៀងទាត់ភ្ជាប់គ្នាជាទម្រង់ដូចចង្កោមផ្លែទំពាំងបាយជូរហៅថា ស្តាភីឡូកុកស៊ី។ បាក់តេរីមានរាងជាដំបងហៅថាបាស៊ី មានរាងវែង ហើយសំប៉ែត ឬមានរាងខ្លី ហើយមូល។ បាក់តេរី ដែលមានរាងជាអូវ៉ែ ហើយខ្លីក្រាស់គេឱ្យឈ្មោះថា កូកូបាស៊ី នៅផ្នែកខាងចុងនៃពួកបាស៊ីជាទូទៅគឺ មូល ជួនកាលមានរាងបួនជ្រុង រាងផត ឬរាងខូង។ បាក់តេរីមានរាងស្ពៀហៅថា ស្ពៀរីឡូម ពួកស្ពៀរីឡូម អ័ក្សវែងស្ថិតនៅនឹងមិនអាចបត់បែនបាននៅពេលវាធ្វើចលនា។ ស្ពៀរីឡូមដែលមានរាងជាដំបង ហើយកោងដូចសញ្ញាក្បៀស (,) ហៅថាវីប្រូ។ ពួកស្ពៀរីឡូមដែលអ័ក្សវែងរបស់វាដែលអាចបត់បែនបាននៅពេលធ្វើចលនាឱ្យឈ្មោះថាពីរ៉ូសែត។



រូប 22 ទម្រង់រូបរាងបាក់តេរី[21]

[21] https://microbenotes.com/classification-of-bacteria/.

កោសិកាបាក់តេរីមានតែភ្នាសប្លូតូប្លាស និងមានតែភ្នាសស៊ីតូប្លាសតែប៉ុណ្ណោះ ហើយគ្មានណ្វៃយ៉ូពិតប្រាកដទេ។ AND របស់វាផ្តុំគ្នានៅផ្នែកកណ្តាលនៃកោសិកា ប៉ុន្តែពុំទាន់មានភ្នាសណ្វៃយ៉ូសម្រាប់ផ្តាច់ចេញពីស៊ីប្លាសទេ។



រូប 23 ទម្រង់បាក់តេរី[22]

៤.៤.២ ទំហំបាក់តេរី

បាក់តេរីមានទំហំតូចណាស់ ដែលយើងអាចមើលឃើញតាមរយៈមីក្រូទស្សន៍ប៉ុណ្ណោះ។ បាក់តេរីកុកស៊ីមានអង្កត់ផ្ចិតពី0.៤μm ទៅ ២μm។ បាក់តេរីដែលតូចបំផុត គឺមានអង្កត់ផ្ចិត 0.២μm និងប្រវែង 0.៥μm។ បាក់តេរីបង្ករជំងឺមានទំហំធំបំផុតគឺ មានអង្កត់ផ្ចិត ១μm និងប្រវែង ៣μm។ ទំហំមធ្យមរបស់បាក់តេរីបាស៊ី គឺមានអង្កត់ផ្ចិត0.៥μm និងមានប្រវែង២μm។ ពួកបាស៊ី មិនដែលបង្កជំងឺ អាចមានទំហំធំជាងនេះនិងមានអង្កត់ផ្ចិតរហូតដល់ ៤μm និងមានប្រវែង ២0μm។ ស្ពៀរីឡូម គឺជាសារពាង្គកាយតូចមួយមានប្រវែងពី១μm ទៅដល់ ១0μm។ ប្រភេទបាក់តេរីផ្សេងគ្នាមានទំហំខុសគ្នា និងមានភាពខុសគ្នា មួយចំនួនទៀតនៅក្នុងប្រភេទទាំងនោះ ប៉ុន្តែជាទូទៅ ទំហំនៃប្រភេទនីមួយៗ គឺថេរជានិច្ច។

៤.៤.៣ ការចិញ្ចឹមជីវិត និងតម្រូវការរបស់វីរុស

បាក់តេរីជាសារពាង្គកាយបរជីព ឬស្វ័យជីព។ បាក់តេរីភាគច្រើនជាបរជីព វាត្រូវការអាហារដែលមានស្រាប់ពីមជ្ឈដ្ឋាន។ បាក់តេរីបរជីពទាំងនោះមានរបៀបចិញ្ចឹមជីវិត ជាសារប្រូភីត ឬបារាសិត។ ពួកបាក់តេរីសារប្រូភីត រស់នៅ និងចិញ្ចឹមជីវិតលើរុក្ខជាតិ ឬសត្វងាប់ ហើយជាធម្មតាវាមិនបង្ករជំងឺទេ។ ចំណែកឯបាក់តេរីបារាសិតរស់នៅលើសារពាង្គកាយរស់ វាស្រូបយកអាហារដោយផ្ទាល់ពីសារពាង្គកាយធ្នូល ហើយបង្ករជំងឺដល់កោសិកាធ្នូលនោះទៀតផង។

បាក់តេរីខ្លះមានប្រយោជន៍ដែរ ដោយសារវារស់នៅជាស្វ័យជីព ហើយអាចសំយោគសារធាតុសរីរាង្គពីសារធាតុខនិជ ដោយប្រើប្រាស់ថាមពលគីមីដែលបានមកពី អុកស៊ីតកម្មនៃសារធាតុខ្លះ ដែលមាននៅក្នុង

[22]https://bio.libretexts.org/Courses/New_England_College/Microbiology_with_NEC/03%3A_Prokaryotic_Diversity/3.02%3A_Unique_Characteristics_of_Prokaryotic_Cells.

មជ្ឈដ្ឋាន (គីមីសំយោគ)។ បាក់តេរីខ្លះអាចធ្វើសំយោគ ដូចរុក្ខជាតិបៃតងដែរ វាបំប្លែងកាបូនឌីអុកស៊ីត និង ទឹក ឱ្យទៅជាសារធាតុសរីរាង្គ និងអុកស៊ីសែន។ បាក់តេរីខ្លះទៀត រស់នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមានអុកស៊ីសែន ហើយ បាក់តេរីខ្លះទៀតរស់នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានខ្យល់អុកស៊ីសែន។ ដើម្បីរស់បាន លូតលាស់ និងធ្វើចំណែកខ្លួន បាក់តេរីត្រូវការនូវកត្តាចាំបាច់មួយចំនួនៈ

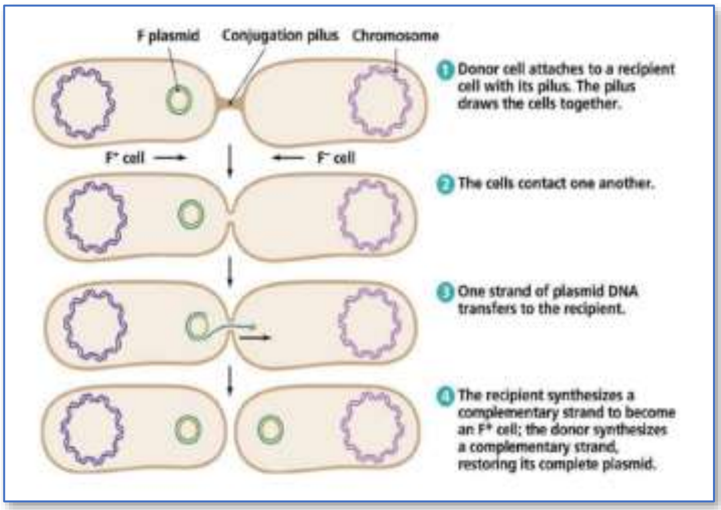
- ប្រភេទចំណីអាហារ សម្រាប់ឱ្យសារពាង្គកាយលូតលាស់គ្រប់គ្រាន់
- បរិមាណអុកស៊ីសែន គ្រប់គ្រាន់ សម្រាប់ប្រភេទនីមួយៗ
- ចំណីគ្រប់គ្រាន់
- សីតុណ្ហភាពសមស្របតាមប្រភេទនីមួយៗ
- កម្រិតបាស និងអាស៊ីត សមស្របតាមប្រភេទនីមួយៗ
- ពន្លឺតិចតួច ហើយសមស្របតាមប្រភេទនីមួយៗ

៤.៤.៤ ការបន្តពូជ និងការលូតលាស់របស់បាក់តេរី

១.ការបន្តពូជរបស់បាក់តេរី

សារពាង្គកាយរបស់បាក់តេរីក៏មានលំនាំជីវិត ដូចសារពាង្គកាយដ៏ទៃទៀតដែរ។ បាក់តេរីភាគច្រើន បន្តពូជដោយឥតភេទ។ បាក់តេរីបន្តពូជដោយចែកខ្លួនជាពីរ។ ក្នុងពេលចំណែកខ្លួននោះក្រូម៉ូសូមរបស់បាក់តេរី បានចម្លងចេញយ៉ាងត្រឹមត្រូវ។ កោសិកាមេមួយបានចែកខ្លួនជាកោសិកាកូនថ្មីពីរ ហើយកោសិកានីមួយៗ បានចម្លងក្រូម៉ូសូមបានត្រឹមត្រូវពីកោសិកាដើម។ ដំណើរពេញលេញនៃការបំបែកខ្លួនរបស់បាក់តេរីចំណាយ ពេល២០ ទៅ ៣០នាទី ប្រសិនបើលក្ខខណ្ឌសមស្រប។

បាក់តេរីខ្លះ បន្តពូជដោយភេទដែរ ក្នុងដំណើរការនោះបាក់តេរីបានផ្លាស់ប្តូរ ADN គ្នាទៅវិញទៅមក បន្ទាប់មកកោសិកានីមួយៗមានសមាសធាតុថ្មីមួយ។ បាក់តេរីខ្លះអាចបន្តពូជដោយឥតភេទបានចំនួនបាក់តេរី រាប់លានតែក្នុងរយៈពេលពីរ ទៅបីថ្ងៃប៉ុណ្ណោះ។ ប៉ុន្តែមានកត្តាខ្លះដូចជា កម្តៅ ភាពត្រជាក់ កង្វះអាហារ ... ដែលរារាំងមិនឱ្យអត្រានៃការបន្តពូជកើនឡើងឆាប់រហ័ស។

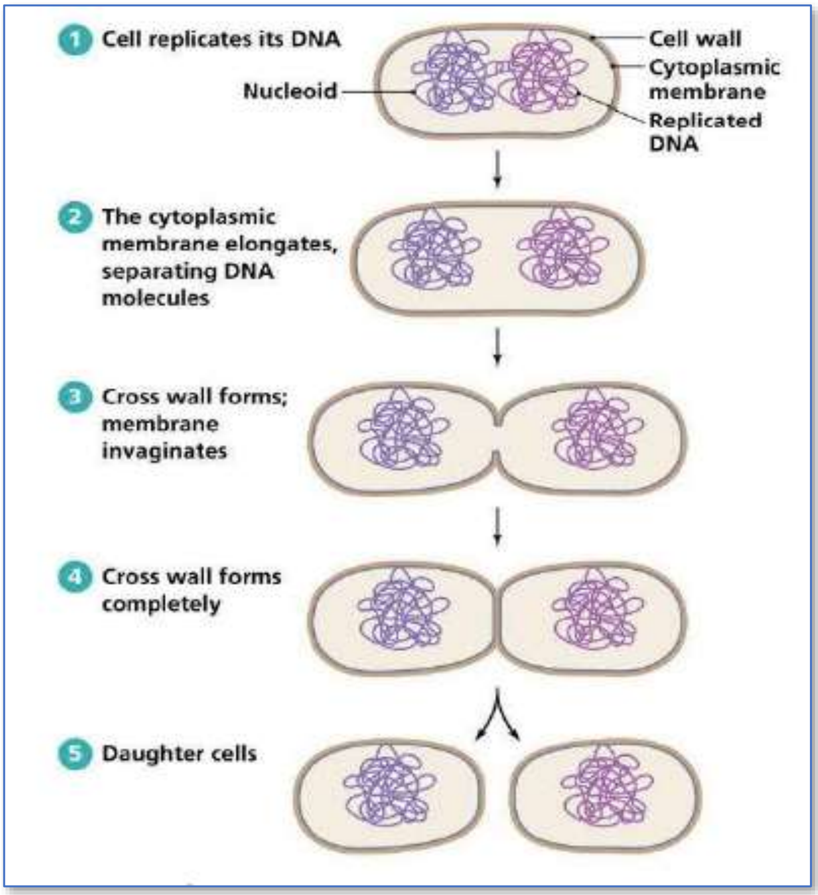


រូប 24 ការបន្តពូជដោយភេទរបស់បាក់តេរី[23]

[23] https://pl.pinterest.com/pin/conjugation--331085010086817700/.

២.ការលូតលាស់របស់បាក់តេរី

ការលូតលាស់របស់បាត់តេរី គឺដូចគ្នានឹងការបន្តពូជរបស់បាក់តេរីដែរ។ កោសិកាបាក់តេរីលូតលាស់ បង្កើនចំនួនដោយឆ្លងកាត់មេតាប៉ូលីស បានបម្លែងសមាសធាតុដែលនៅក្នុងវាដូចជា កាបូន អាសូតផូស្វ័រ និងសារធាតុផ្សេងៗទៀត ទៅជាសមាសធាតុផ្សំនៃកោសិកា។ ពេលនោះកោសិកាបាក់តេរីជាច្រើន បានធ្វើចំណែកទៅជាកោសិកាកូនដែលមាទំហំប៉ុនៗគ្នា តាមរយៈការធ្វើចំណែកខ្លួនជាពីរ។ តាមប្រភេទនីមួយៗរបស់បាក់តេរីបន្តពូជដោយធ្វើការចែកខ្លួនជាពីរ ហើយទទួលបាននៅលទ្ធិផលទ្វេនៃចំនួនបាក់តេរី ដូចនេះ ក្នុងអំឡុងពេលធ្វើសកម្មភាពលូតលាស់របស់បាក់តេរី ចំនួនបាក់តេរីបន្តកើនឡើងទ្វេ។ កោសិកាមេមួយចែកខ្លួនជាកោសិកាកូនពីរ ហើយបន្តធ្វើចំណែកទៅជាកោសិកាកូនបួន និងបន្តធ្វើចំណែកបន្តបន្ទាប់ក្នុងរយៈពេលកំណត់មួយ។ រយៈពេលផ្តល់ជូន ដើម្បីសម្រេចបាននូវការធ្វើចំណែកទ្វេពីមួយជំនាន់ទៅមួយជំនាន់ទៀត គេឱ្យឈ្មោះថា រយៈពេលចំណែកទ្វេ ឬរយៈពេលក្នុងមួយជំនាន់។ រយៈពេលនៃការធ្វើចំណែកទ្វេអាចវែង ឬខ្លី ទៅតាមប្រភេទបាក់តេរី និងតាមមជ្ឈដ្ឋានដែលវារស់នៅ។ បាក់តេរីខ្លះមានរយៈពេលធ្វើចំណែកខ្លួនខ្លី គឺរយៈពេល ១០នាទី និងបាក់តេរីខ្លះទៀតមានរយៈពេលធ្វើចំណែកវែងរហូតដល់២៤ម៉ោង។



រូប 25 ការបន្តដោយឥតភេទរបស់បាក់តេរី[24]

តាមរយៈការបណ្តុះបាក់តេរីលូតលាស់មួយគេអាចគណនានូវរយៈពេលដែលបាក់តេរីធ្វើចំណែកខ្លួន ឬរយៈពេលមួយជំនាន់របស់បាក់តេរីតាមរូបមន្តៈ

[24] https://pl.pinterest.com/pin/conjugation--331085010086817700/.

$g = \frac{t}{n}$

g: រយៈពេលក្នុងមួយជំនាន់ (រយៈពេធ្វើជំណែករបស់បាក់តេរី)។
t: រយៈពេលលូតលាស់របស់បាក់តេរី។
T: រយៈពេលលូតលាស់របស់បាក់តេរី។
n: ចំនួនជំនាន់ដែលបាក់តេរីធ្វើចំណែកខ្លួនT: រយៈ។
ពេលលូតលាស់របស់បាក់តេរី។

ចំនួនកោសិកាបាក់តេរីដែលទទួលបាន ក្នុងរយៈពេលលូតលាស់របស់បាក់តេរីៈ

$N_t = N_0 \times 2^n$

N_0: ចំនួនកោសិកាបាក់តេរីនៅរយៈពេល 0។
N_t: ចំនួនកោសិកាបាក់តេរីនៅរយៈពេល t។
Nt: ចំនួនកោសិកាបាក់តេរីនូវរយៈពេល t។
N_0: ចំនួនកោសិកាបាក់តេរីក្នុងរយៈពេល0។
n: ចំនួនជំនាន់ដែលបាក់តេរីធ្វើចំណែកខ្លួន។

ចំនួនជំនាន់ដែលបាក់តេរីធ្វើចំណែកខ្លួនគឺៈ

$$n = \frac{\text{logNt} - \text{logN0}}{log2}$$

Log= 0.33

ឧទាហរណ៍ៈ កោសិកាបាក់តេរី E.Coli រយៈពេល ២០នាទី ធ្វើចំណែកកោសិកាម្តង។ តើកោសិកា E.Coli ១ ត្រូវការរយៈពេលប៉ុន្មាន ដើម្បីលូតលាស់កោសិកាបានចំនួន ១០០០កោសិកា?

ដំណោះស្រាយ

រយៈពេលដែកកោសិកា E.Coli ត្រូវការ

តាមរូបមន្ត $g = \frac{t}{n}$

ដោយ $n = \frac{\text{logNt}-\text{logN0}}{log2}$

No: ចំនួនកោសិកានូវរយៈពេល 0

Nt: ចំនួនកោសិកានូវរយៈពេល

=> $n = \frac{\text{log1000}-\text{log}}{log2} = \frac{logN\ 10^3}{log2} = \frac{3}{0.33}$

=> t = g × n = 20 នាទី × 9 = 180 នាទី = 3 ម៉ោង

ដូចនេះៈ

រយៈពេលបាក់តេរី E.Coli ត្រូវការ ដើម្បីលូតលាស់បង្កើតបានជាកោសិកាចំនួន ១០០០ គឺ t = 3 ម៉ោង។

៤.៤.៥ បាក់តេរីចង្រៃ និងបាក់តេរីមានប្រយោជន៍

១.បាក់តេរីចង្រៃ

បាក់តេរីភាគច្រើន ជាភ្នាក់ងារបង្កជំងឺ ចំពោះមនុស្ស សត្វ និងរុក្ខជាតិ។ បាក់តេរីបង្កជំងឺ អាចឆ្លងដោយមានរបៀបចម្លងជាច្រើនបែប បាក់តេរីខ្លះផ្លាស់ទីដោយខ្យល់ ដំណក់ទឹកតូចៗ ដែលកើតឡើងដោយសារការកន្តាស់។ បាក់តេរីខ្លះ អាចចម្លងតាមរយៈការប៉ះពាល់ផ្ទាល់ ដូចជាការចាប់ដៃជាដើម។ ជំងឺកាមរោគ ជាជំងឺបង្កដោយបាក់តេរីដោយ

ការរួមភេទ។ បាក់តេរី ដែលស្ថិតនៅក្នុងអាហារបណ្ដាលឱ្យឈឺចាប់ក្នុងពោះ។ សកម្មភាពបម្លែងរបស់បាក់តេរី នឹងធ្វើឱ្យអាហារផ្អូម ហើយបង្កទុកទោសដល់អ្នកបរិភោគ បាក់តេរីផលិតជាតិពុល ដែលធ្វើឱ្យវាកាន់តែសាហាវទៀតផង។

ឧទាហរណ៍ ក្លូទ្រីឌីយ៉ូមបូទុលីនូម ជាបាក់តេរីមិនត្រូវការខ្យល់ តែវាទទួលថាមពលពីល្បឿង សារពាង្គកាយនេះផលិតតុកស៊ីត ដែលបង្កជាតិពុលដល់ចំណីអាហារគ្រប់ប្រភេទ បាក់តេរីនេះលូតលាស់នៅក្នុងអាហារកំប៉ុង ដែលគេពុំកំដៅឱ្យឆ្អិនល្អមុនពេលបញ្ចូលក្នុងកំប៉ុង។

មុនពេលនៃការរីកចំរើនខាងទ្រឹស្ដី មេរោគ និងជំងឺមនុស្ស យើងបានថែរក្សាការពារម្ហូបអាហារដោយប្រើវិធីផ្សេងៗ។ វិធីទាំងអស់នោះមិនអាចឱ្យបាក់តេរីទទួលបានលក្ខខណ្ឌប្រកបក្នុងការដុះដាលលូតលាស់ដូចជា៖ របបអាហារ សំណើម សីតុណ្ហភាព អុកស៊ីសែន។ល។

វិធីថែរក្សាម្ហូបអាហារ

វិធី	ចំណីអាហារ	ប្រសិទ្ធភាព
ក្លាសេ(សីតុណ្ហភាពក្រោម៥ អង្សាសេ)	សាច់ បង្អែម នំប៉ុង ប៊ឺរ	បញ្ឈប់ការលូតលាស់ និងការបន្តពូជរបស់បាក់តេរី
ដាក់ក្នុងទូរទឹកកក	សាច់ ស៊ុត ប៊ឺរ ទឹកដោះគោ	ពន្យឺតការលូតលាស់ និងការបន្តពូជ
កម្ដៅសម្លាប់មេរោគ និងធ្វើឱ្យចុះត្រជាក់លឿន	ទឹកដោះគោ អាហារធ្វើពីស៊ុត ទឹកផ្លែឈើ ភេសជ្ជៈ	បាក់តេរីស្ទើរតែទាំងអស់ ត្រូវងាប់ដោយកម្ដៅ និងការចុះត្រជាក់យ៉ាងលឿន
សម្ងួត	សាច់ គ្រាប់ធញ្ញជាតិ ម្សៅផ្លែឈើ ស្ករ ម្សៅទឹកដោះគោ ម្សៅធ្វើពីស៊ុត	បំបាត់សំណើម ដែលបាក់តេរីត្រូវការសម្រាប់ដុះលូតលាស់
ផលិតអាហារកំប៉ុង	បន្លែ ផ្លែឈើ សាច់	សីតុណ្ហភាពខ្ពស់អាចសម្លាប់គ្រប់បាក់តេរី
ប្រើអំបិល ស្ករ អាស៊ីតឡាក់ទិច ទឹកខ្មេះ ផេះ...។	សាច់ ផ្លែឈើ ត្រសក់ ស្ពៃក្ដោប បន្លែ	សម្លាប់បាក់តេរីដោយធ្វើឱ្យបាក់តេរីខ្សោះជាតិទឹក។ បញ្ឈប់ការលូតលាស់បាក់តេរីដោយអាស៊ីត។

បណ្ដាជំងឺមួយចំនួនដែលបង្កឡើងពីបាក់តេរី៖

- ជំងឺបំពង់ក (Sore throat) បង្កដោយបាក់តេរីស្ដាភីឡូកូក (Staphylococus aurcus) ស្ត្រិបតូកូក (Streptococcus pyogenes) និងបាក់តេរីផ្សេងៗទៀត។ រោគសញ្ញាក្ដៅខ្លួនខ្លាំង កំហាកមានជាតិខ្ទុះពណ៌ក្រហម។ ព្យាបបាលដោយប្រើថ្នាំ Penicillin និង Erythromycin។
- ជំងឺរលាកសួត (Pneumonia) បង្កឡើងដោយបាក់តេរីឈ្មោះ ស្ត្រិបតូកូកភ្នឺម៉ូញ៉ា (Streptococcus Pneumonias)។ ព្យាបាលដោយប្រើថ្នាំ Penicillin។
- ជំងឺខាន់ស្លាក់ (Dipth) បណ្ដាលមកពីបាក់តេរី។ រោគសញ្ញាឈឺបំពង់កត្រជាក់ខ្លាំង ក្អកនិងពិបាកលេបទឹកមាត់និងអាហារ។ ព្យាបាលដោយប្រើថ្នាំ Penicillin និង Tetracycliine
- ជំងឺរបេង៖ បណ្ដាលមកពី Mycobacteria ។ រោគសញ្ញាក្ដៅខ្លួន ស្រកទម្ងន់ ក្អក។ ព្យាបាលដោយប្រើថ្នាំឱ្យសមស្របតាមវេជ្ជបញ្ជា។

- ជំងឺរលាកក្រពះនិង ពោះវៀន (Gasstro- enteristis) បណ្តាលមលពីបាក់តេរី Campylobacteri
- ជំងឺរាកមួល (Diarrhea) បណ្តាលមកពីបាក់តេរី Escherichia coli ។
- ជំងឺអាសន្នរោគ (Cholera) បណ្តាលមកពី Vibro cholera។
- គ្រុនពោះវៀន (Typhoid fever) បណ្តាលមកពីបាក់តេរី Salmonella typhi តាមរយៈទឹកនិងចំណីអាហារមិនស្អាត។ រោគសញ្ញាក្តៅខ្លួន ឈឺក្បាល ខ្សោយ ក្តៅពោះ និងឈឺពោះ។
- ជំងឺស្វាយ (Syphilis) បណ្តាលមកពីបាក់តេរី Treponema pallidum ឆ្លងតាមរយៈការរួមភេទ
- ជំងឺឃ្លង់ (Leprosy) បង្កដោយបាក់តេរីឈ្មោះ Mycobacterium leprae
- ជំងឺគ្រុនក្តៅឡើងក្រហម (Scarlet fever) បណ្តាលមកពីបាក់តេរី Streptococcus pyogenes ដែល បណ្តាលឱ្យមានជំងឺរលាកបំពង់ក
- ជំងឺប្រមេះ(Gonorrhea)បណ្តាលមកពីបាក់តេរី Neisseria gonorrhoeae ឆ្លងតាមរយៈរួមភេទ។

២.បាក់តេរីមានប្រយោជន៍

បាក់តេរីមាននាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការផ្តល់សុខភាព ដូចជាបាក់តេរីដែលរស់នៅធម្មតាក្នុងខ្លួនមនុស្ស ពុំមានផ្តល់ទុក្ខទោសដល់មនុស្សឡើយ។ បាក់តេរីខ្លះបញ្ចេញសារធាតុផ្សេងៗដែលបង្អាក់ការលូតលាស់របស់បាក់តេរីដែលឱ្យទោសដទៃទៀត។ បាក់តេរីខ្លះទៀតជួយបម្លែងកាកសំណល់អាហារនៅក្នុងពោះវៀន។ បាក់តេរីខ្លះស្ថិតនៅក្នុងពោះវៀនធំ ផលិតវីតាមីនមួយចំនួន ដែលចាំបាច់ដល់តម្រូវការរបស់សារពាង្គកាយ។ បាក់តេរីខ្លះព្យាបាលជំងឺមនុស្ស វាផលិតអង់ទីប្យូទិចសំខាន់ៗបំផុតមួយចំនួន។ ឧទាហរណ៍៖ ថ្នាំស្រ្តិបតូមីស៊ីន និងថ្នាំអេរីត្រូមីស៊ីន។ បាក់តេរីក៏មាននាទីសំខាន់ដែលនៅក្នុងបរិស្ថាន ដោយវាបំបែកជាលិកាសាកសពសត្វ ឬរុក្ខជាតិឱ្យទៅជាសារជាតុសរីរាង្គ ហើយបញ្ជូនសារជាតុទាំងនោះទៅក្នុងបរិស្ថានវិញ។ សារជាតុទាំងនោះត្រូវបានយកទៅប្រើដោយភាវរស់ដទៃទៀត ដើម្បីចិញ្ចឹមជីវិត។ បើគ្មានបាក់តេរីជាអ្នកបំបែកទេ នោះសារជាតុសំខាន់ៗដូចជា៖ អុកស៊ីសែន កាបូន អាសូត ផូស្វ័រ ស្ពាន់ធ័ត និងត្រូវបាត់បង់អស។ បើគ្មានបាក់តេរីទេ នោះជីវិតនៅលើផែនដី និងសាបសូន្យ។ បាក់តេរីមានសារៈសំខាន់ផងដែរ ក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្ម និងកសិកម្ម។ គេប្រើប្រាស់បាក់តេរីក្នុងការផលិត ទឹកដោះគោជូរ ប៊ឺរ ប្រូម៉ា...។

រូប 26 ប្រភេទអាហារដែលផលិតឡើងដោយប្រើបាក់តេរី[25]

ក្រុមហ៊ុនផលិតជាតុគីមីខ្លះ បានប្រើប្រាស់បាក់តេរីក្នុងការបង្កើត ប៊ុយតាណុល អាសេតូន និងឥន្ទនៈដូចជាមេតានជាដើម។ បាក់តេរីខ្លះទៀតត្រូវបានគេប្រើបប្រាស់ក្នុងការផលិតថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតបំផ្លាញ

[25] https://eatsmartmovemoreva.org/kimchi-the-korean-superfood/.

ដំណាំ។ ផលដំណាំសំខាន់ៗដូចជា សណ្តែកសៀង សណ្តែកផ្សេងៗទៀត ប្រើប្រាស់បាក់តេរីក្នុងការចាប់យកអាសូត សម្រាប់ការលូតលាស់របស់វា។