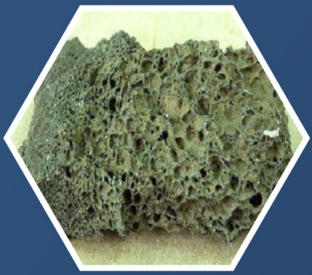
SOIL SCIENCE

# វិទ្យាសាស្ត្រដី



ស្រ៊ាន ពៅ

បោះពុម្ពដោយសាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង

# វិទ្យាសាស្ត្រដី
# Soil Science


រៀបរៀងដោយ

**ស្រ៊ាន ពៅ**

សាស្ត្រាចារ្យ

សាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង

ត្រួតពិនិត្យ និង កែសំរួលដោយ

បណ្ឌិត **ទូច វិសាលសុខ** សាកលវិទ្យាធិការ

បណ្ឌិត **ឥន ម៉ុនស៊ុយ** អគ្គនាយករងអាជ្ញាធរអប្សរា



បោះពុម្ពលើកទី ១

**ឆ្នាំ ២០១០**



**©រក្សាសិទ្ធិគ្រប់យ៉ាង**

# បុព្វកថា

សាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង គឺជាសាកលវិទ្យាល័យរបស់រដ្ឋធំជាងគេបំផុតនៅភូមិភាគពាយព្យ ដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅឆ្នាំ ២០០៧ ក្រោមការផ្តួចផ្តើមគំនិត និងកសាងដោយ ឯកឧត្តម **ស ខេង** ឧបនាយករដ្ឋមន្ត្រី រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងមហាផ្ទៃ។

មហាវិទ្យាល័យកសិកម្ម និងការកែច្នៃអាហារ គឺជាមហាវិទ្យាល័យមួយក្នុងចំណោម មហាវិទ្យាល័យទាំង ៥ របស់សាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង ដែលដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុង ការបណ្តុះបណ្តាលនិស្សិតលើជំនាញកសិកម្ម និងការកែច្នៃអាហារដើម្បីចូលរួមចំណែកក្នុងការ អភិវឌ្ឍន៍ធនធានមនុស្សនៅប្រទេសកម្ពុជាអោយឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការរបស់ប្រទេសជាតិ។

ការផ្សព្វផ្សាយចំណេះដឹង គឺជាបេសកកម្មមួយដ៏សំខាន់ក្នុងចំណោមបេសកកម្មទាំង ៣ របស់សាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង។ អាស្រ័យហេតុនេះ សាស្ត្រាចារ្យ និង អ្នកស្រាវជ្រាវ របស់សាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបងបាននិងកំពុងចងក្រងឯកសារដែលពាក់ព័ន្ធនឹងវប្បធម៌ ភាសា បច្ចេកវិទ្យា វិទ្យាសាស្ត្រ និងការអភិវឌ្ឍន៍ផ្សេងៗ សំដៅរួមចំណែកក្នុងការលើកកំពស់ចំណេះ ដឹង សិស្សានុសិស្ស និស្សិត អ្នកជំនួញ និងកសិករនៅប្រទេសកម្ពុជា។

ខ្ញុំជឿជាក់ថាសៀវភៅ **“វិទ្យាសាស្ត្រដី”** ដែលរៀបរៀងដោយលោក **ស្រាន ពៅ** នឹង ក្លាយជាទុនមួយដ៏សំខាន់សម្រាប់ អ្នកបច្ចេកទេស និស្សិត និងអ្នកទាំងអស់ដែលពាក់ព័ន្ធដើម្បី ពង្រីកចំណេះដឹងខាងវិទ្យាសាស្ត្រដី ដែលជាមូលដ្ឋានគ្រឹះដ៏សំខាន់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម។

សាកលវិទ្យាធិការ

បណ្ឌិត **ឌួច វិសាលសុខ**

# អារម្ភកថា

ដី ដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការផលិតស្បៀងអាហារប្រចាំថ្ងៃ សម្រាប់ការផ្គត់ផ្គង់ដល់មនុស្សរាប់ពាន់លាននាក់នៅលើពិភពលោកនាពេលបច្ចុប្បន្ន។ កសិផលស្ទើរតែទាំងអស់បានមកពីការធ្វើកសិកម្មនៅលើដី ព្រោះថាដីជាមជ្ឈដ្ឋានផ្តល់សារធាតុចិញ្ចឹមដល់រុក្ខជាតិដ៏មានប្រសិទ្ធភាពមួយ។ ការដាំដុះដំណាំដោយមិនបានស្វែងយល់ពីដី គឺមិនអាចទទួលបានទិន្នផលខ្ពស់នោះទេ និងអាចធ្វើអោយដីអន្តរាយនាពេលអនាគតជាក់ជាមិនខាន។

ដូចនេះ ការយល់ដឹងពីវិទ្យាសាស្រ្តដីគឺជាមូលដ្ឋានគ្រឹះដ៏សំខាន់មួយក្នុងការងារបម្រើអោយវិស័យកសិកម្មប្រកបដោយជោគជ័យ និងមាននិរន្តរភាព។

សៀវភៅ **“វិទ្យាសាស្រ្តដី”** នេះត្រូវបានរៀបចំឡើងក្នុងគោលបំណងដើម្បីចូលរួមចំណែកក្នុងការអភិវឌ្ឍន៏ធនធានមនុស្សនៅប្រទេសកម្ពុជា តាមរយៈការផ្សព្វផ្សាយចំណេះដឹងជាភាសាជាតិទៅដល់អ្នកបច្ចេកទេស និស្សិត និងអ្នកទាំងអស់ដែលពាក់ព័ន្ធ។

បាត់ដំបង, ថ្ងៃទី ០១ ខែ មករា ឆ្នាំ ២០១០

**ស្រាន ពៅ**

# មាតិកាសង្ខេប


| | | |
|---|---|---|
| **មេរៀនទី ១** | ការយល់ដឹងពីផែនដី | ១ |
| **មេរៀនទី ២** | រូបសាស្ត្រនៃដី | ៧ |
| **មេរៀនទី ៣** | លក្ខណៈរូបនៃដី | ១៦ |
| **មេរៀនទី ៤** | លក្ខណៈគីមីនៃដី | ៣២ |
| **មេរៀនទី ៥** | សារធាតុសរីរាង្គរបស់ដី | ៤៧ |
| **មេរៀនទី ៦** | ចំណាត់ថ្នាក់ដី | ៥៧ |

# មាតិកាលំអិត

អារម្ភកថា

## មេរៀនទី ១

ការយល់ដឹងពីផែនដី


| | | |
|---|---|---|
| ១. | ភពផែនដី | ២ |
| ២. | ស្រទាប់ផែនដី | ២ |
| ៣. | ខ្សែស្រប និង ខ្សែបណ្ដោយ | ៣ |
| ៤. | មាត្រដ្ឋាននៅលើផែនទី | ៥ |
| ៥. | ខ្សែកំពស់ដីលើផែនទី | ៦ |


## មេរៀនទី ២

រូបសាស្ត្រនៃដី


| | | |
|---|---|---|
| ១. | និយមន័យដី | ៨ |
| ២. | ការកកើតនៃដី | ៨ |
| ២.១ | សិលាមេ | ៨ |
| ២.២ | អាកាសធាតុ | ១២ |
| ២.៣ | សារពាង្គកាយ | ១២ |
| ២.៤ | ទីកន្លែង ឬ សណ្ឋានដី | ១២ |
| ២.៥ | ពេលវេលា | ១២ |

| | | |
|---|---|---|
| ៣. | សមាសធាតុនៃដី | ១២ |
| ៤. | ប្រូហ្វីលដី | ១៣ |


## មេរៀនទី ៣

## លក្ខណៈរូបនៃដី


| | | |
|---|---|---|
| ១. | វាយនភាពដី | ១៧ |
| ១.១ | ត្រីកោណវាយនភាពដី | ១៨ |
| ១.១.១ | របៀបប្រើត្រីកោណវាយនភាពដី | ១៨ |
| ១.១.២ | កម្មវិធីគណនាលក្ខណៈសម្បត្តិទឹក | ១៩ |
| ១.២ | ការវាយតម្លៃវាយនភាពដីដោយដៃ | ២០ |
| ១.៣ | វាយនភាពដី និង លក្ខណៈសម្បត្តិដី | ២១ |
| ២ | ទម្រង់ដី | ២៣ |
| ៣ | ដង់ស៊ីតេដី | ២៤ |
| ៣.១ | ដង់ស៊ីតេធម្មជាតិ | ២៤ |
| ៣.២ | ដង់ស៊ីតេប្រាកដ | ២៦ |
| ៤ | រន្ធដី | ២៦ |
| ៥ | ពណ៌ដី | ២៧ |
| ៥.១ | តារាងពណ៌ដី Munsell | ២៨ |
| ៥.២ | ផ្ទាំងគំរូពណ៌ដី | ៣០ |

## មេរៀនទី ៤

## លក្ខណៈគីមីនៃដី


| | | |
|---|---|---|
| ១. | សារធាតុចិញ្ចឹមរបស់រុក្ខជាតិ | ៣៣ |
| ២. | ប៉េហាស់ដី | ៣៤ |
| ២.១ | ប៉េហាស់ដី និង រុក្ខជាតិ | ៣៥ |
| ២.២ | វិធីសាស្ត្រវាស់ប៉េហាស់ដី | ៣៨ |
| ៣. | សមត្ថភាពកាចុងដោះដូរ | ៣៩ |
| ៣.១ | ភាពចល័តរបស់កាចុងក្នុងដី | ៤១ |
| ៣.២ | ភាពឆ្អែតនៃបាស | ៤២ |
| ៣.៣ | សមត្ថភាពរំលាយ | ៤៣ |
| ៤. | ការបន្ថែមកំបោរលើដី | ៤៣ |
| ៤.១ | គុណសម្បត្តិនៃការដាក់កំបោរក្នុងដី | ៤៤ |
| ៤.២ | ការកំណត់បរិមាណកំបោរ | ៤៤ |


## មេរៀនទី ៥

## សារធាតុសរីរាង្គរបស់ដី


| | | |
|---|---|---|
| ១. | ជីវសាស្ត្រនៃដី | ៤៨ |
| ១.១ | សត្វ និង អតិសុខុមប្រាណក្នុងដី | ៤៨ |
| ២. | សមាសធាតុសរីរាង្គក្នុងដី | ៥១ |
| ៣. | ផលធៀប កាបូន និង អាសូត | ៥៦ |

# មេរៀនទី ៦

## ចំណាត់ថ្នាក់ដី


១. ក្រុមដីលើពិភពលោក ៥៨

២. ដីប្រទេសកម្ពុជា ៦៥

៣. ដីជាតិដីនៅប្រទេសកម្ពុជា ៧៤

# មេរៀនទី ១

## ការយល់ដឹងពីផែនដី

១. ភពផែនដី

២. ស្រទាប់ផែនដី

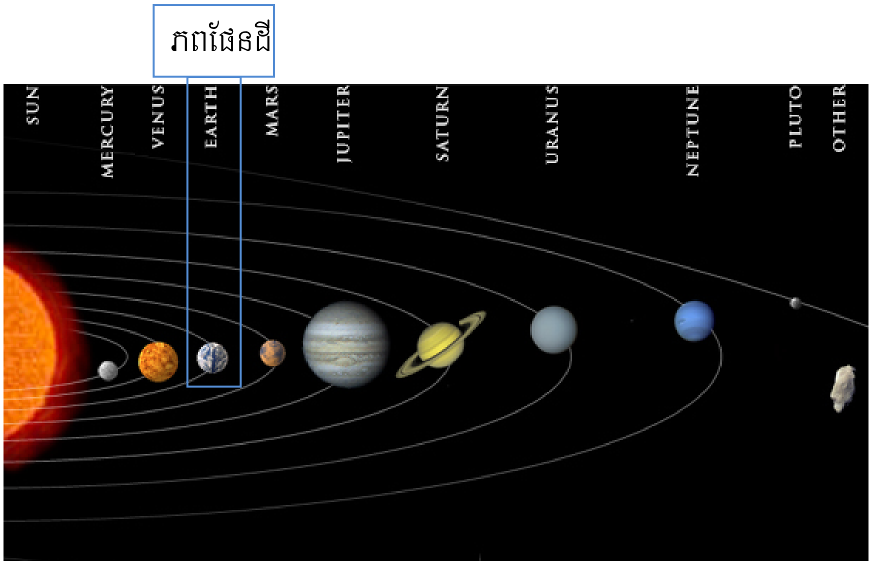
៣. ខ្សែស្រប និង ខ្សែបណ្ដោយ

៤. មាត្រដ្ឋានរបស់ផែនទី

៥. ខ្សែកំពស់ដីលើផែនទី

## ១ ភពផែនដី (Earth Planet)

ផែនដី ជាភពមួយក្នុងចំណោមភពទាំងប្រាំបួនដែលវិលជុំវិញព្រះអាទិត្យ។ ភពផែនដីស្ថិតនៅចន្លោះភពព្រះសុក្រ និងភពព្រះអង្គារ។ ទីតាំងរបស់ភពផែនដីគឺនៅមិនជិតពេក និងមិនឆ្ងាយពេកពីព្រះអាទិត្យនោះទេ (រូបភាព១) ហេតុនេះហើយទើបធ្វើអោយសីតុណ្ហភាពនៅលើផែនដីមិនត្រជាក់ពេក និងមិនក្តៅពេក។ ផែនដីមានរាងស្ទើរស្វៃរហើយសំប៉ែតបន្តិចនៅត្រង់ប៉ូលទាំងពីរ ដែលមានអង្កត់ផ្ចិតប្រហែល ១២៨.០០០ គីឡូម៉ែត្រ។ ប្រវែងពីផ្ចិតទៅប៉ូលខ្លីជាងពីផ្ចិតទៅអេក្វាទ័រ។ ខ្សែវ័ណ្ឌអេក្វាទ័រជាខ្សែសន្មតចែកផែនដីជាពីរផ្នែកគឺ អឌ្ឍគោលខាងជើង និងអឌ្ឍគោលខាងត្បូង (រូបភាព៣)។ ប្រទេសកម្ពុជាស្ថិតក្នុងអឌ្ឍគោលខាងជើង។

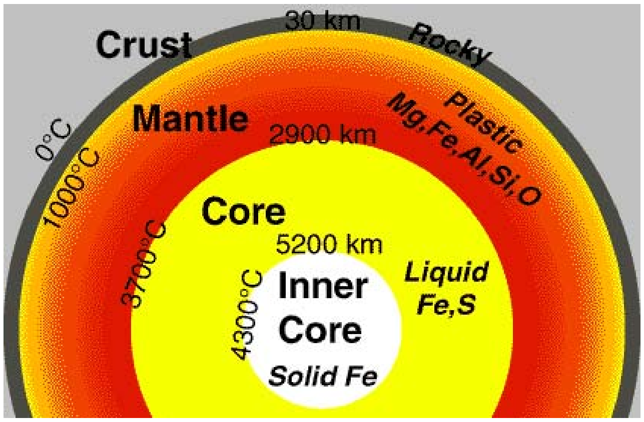



រូបភាព ១ ប្រព័ន្ធព្រះអាទិត្យ ដែលបង្ហាញពីទីតាំងនៃភពទាំង ៩ (NASA, 1999)

## ២ ស្រទាប់ផែនដី (Earth's Layer)

ផែនដី ព្រះអាទិត្យ និងធាតុផ្សេងៗទៀតនៃប្រព័ន្ធព្រះអាទិត្យត្រូវបានកើតឡើងអស់រយៈពេល ៤,៥៤ ពាន់លានឆ្នាំកន្លងមកហើយដែលការកកើតឡើងនេះគឺដោយសារការវង្វិលជុំនៃធូលី និងឧស្ម័ន។ ផែនដីត្រូវបានបែងចែកជាបួនស្រទាប់សំខាន់ៗគឺ ៖ ស្នូលខាងក្នុង (Inner Core) ស្នូលខាងក្រៅ (Outer Core) ស្រទាប់ការពារស្នូល (Mantle) និងសំបកផែនដី (Crust)។ ស្នូលខាងក្នុងភាគច្រើនជាដែកហើយមានសីតុណ្ហភាពក្តៅបំផុតដែលនាំអោយស្រទាប់ខាងក្រៅដែលមានធាតុដែក និងស្ពាន់ធ័រ (១០%) រលាយ។ ស្នូលផែនដីរងនូវសំពាធយ៉ាង

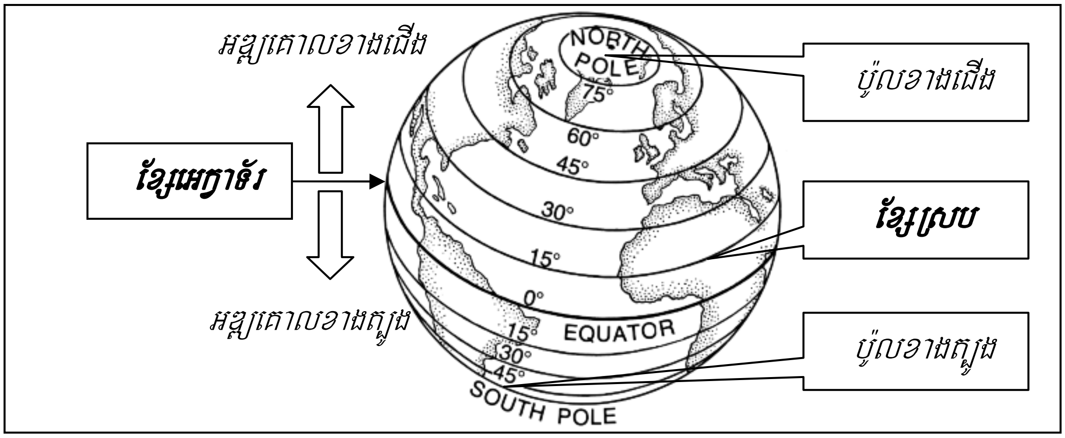
ខ្លាំង ដែលធ្វើអោយស្នូលផែនដីទៅជារឹង។ ស្ទើរតែទាំងអស់នៃទម្ងន់ផែនដីគឺ ស្ថិតនៅក្នុងស្រទាប់ការពារស្នូល ដែលមានធាតុដែក (Fe) ម៉ាញ៉េស្យូម (Mg) អាលុយមីញ៉ូម (Al) ស៊ីលីស្យូម (Si) និងអុកស៊ីសែន (O)។ ស្រទាប់ការពារស្នូលនៅរឹងពេលសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង ១.០០០°C ប៉ុន្តែវាបានប្រែក្លាយទម្រង់យ៉ាងយឺតៗទៅជាលក្ខណៈដូចប្លាស្ទិក។ សំបកផែនដីគឺជាស្រទាប់ដែលស្តើងជាងគេបំផុតហើយមានកាល់ស្យូម (Ca) ខាប់តិចបំផុត និងសារធាតុខនិជនៃសូដ្យូម (Na) អាលុយមីញ៉ូមស៊ីលីកាត (រូបភាព២)។ អាស្រ័យដោយសីតុណ្ហភាពត្រជាក់វាធ្វើអោយថ្មនៅក្នុងសំបកផែនដីរង្គើរ និងពុកផុយ ហេតុនេះហើយទើបធ្វើអោយមានពំនើងផ្ទុតនៅពេលរញ្ជួយដី (Louie, 1996)។




រូបភាព ២ ស្រទាប់សំខាន់ៗនៃផែនដី (Louie, 1996)

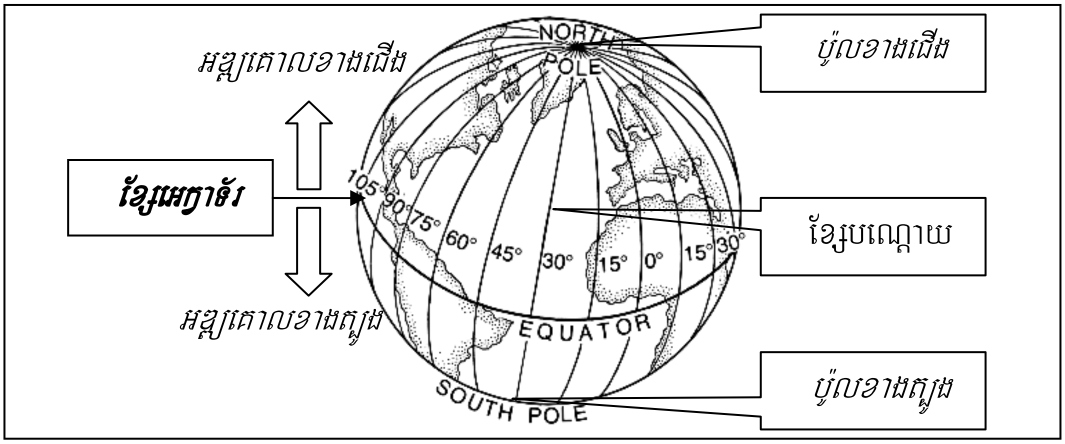
## ៣ ខ្សែស្រប និងខ្សែបណ្តោយ (latitude and Longitude)

ខ្សែស្រប ឬ ខ្សែរយៈទទឹងជាខ្សែដែលគេសន្មតចែកផែនដីតាមខ្សែដេក (គូសចេញពីលិចទៅកើត ឬ ពីកើតទៅលិច) ហើយដឺក្រេ ($^0$) ត្រូវបានកំណត់ថាជាខ្នាតសម្រាប់ក្រិតទីតាំងនៃខ្សែស្រប និងខ្សែបណ្តោយនេះ។ ខ្សែស្របនេះរាប់ចេញពីខ្សែអេក្វាទ័រ ដែលសន្មតយកខ្សែអេក្វាទ័រជាខ្សែស្ថិតនៅទីតាំងសូន្យដឺក្រេ ($0^0$) (រូបភាព៣)។



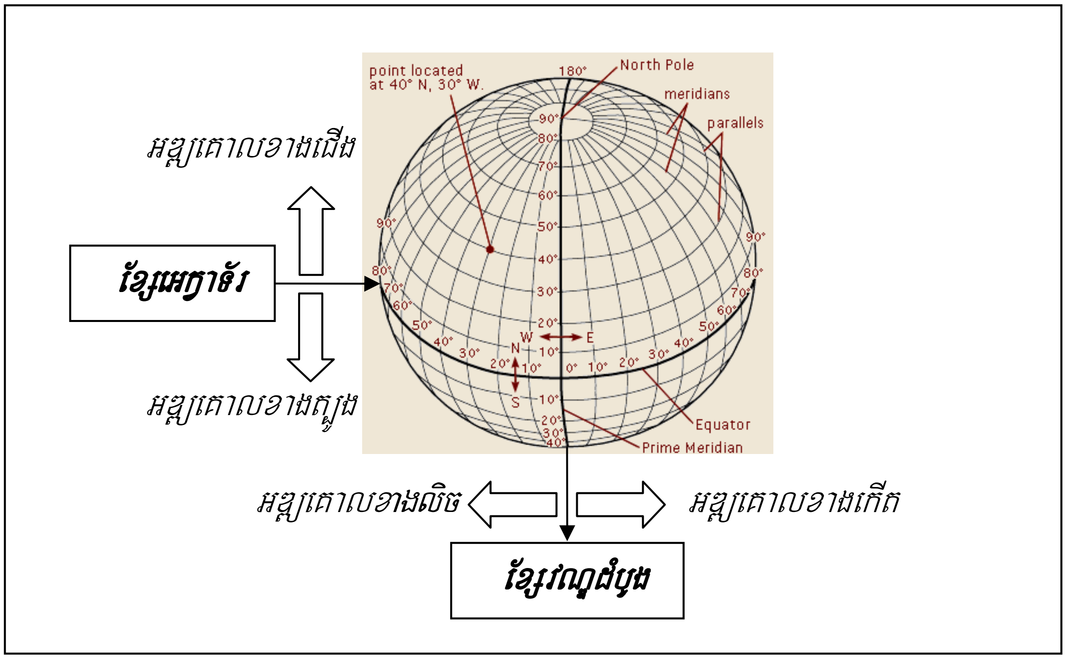

រូបភាព ៣ ផែនដីបង្ហាញពីការបែងចែកខ្សែស្រប (Stern, 2004)

ខ្សែបណ្ដោយ ឬខ្សែរយៈបណ្ដោយជាខ្សែដែលគេសន្មតចែកផែនដីតាមខ្សែឈរ (ពីជើងទៅត្បូង ឬពីត្បូងទៅជើង) (រូបភាព៤)។ ខ្សែបណ្ដោយ $0^{0}$ កាត់លើមន្ទីរសង្កេតគ្រិនវិចស្ថិតនៅជិតទីក្រុងឡុងប្រទេសអង់គ្លេស។



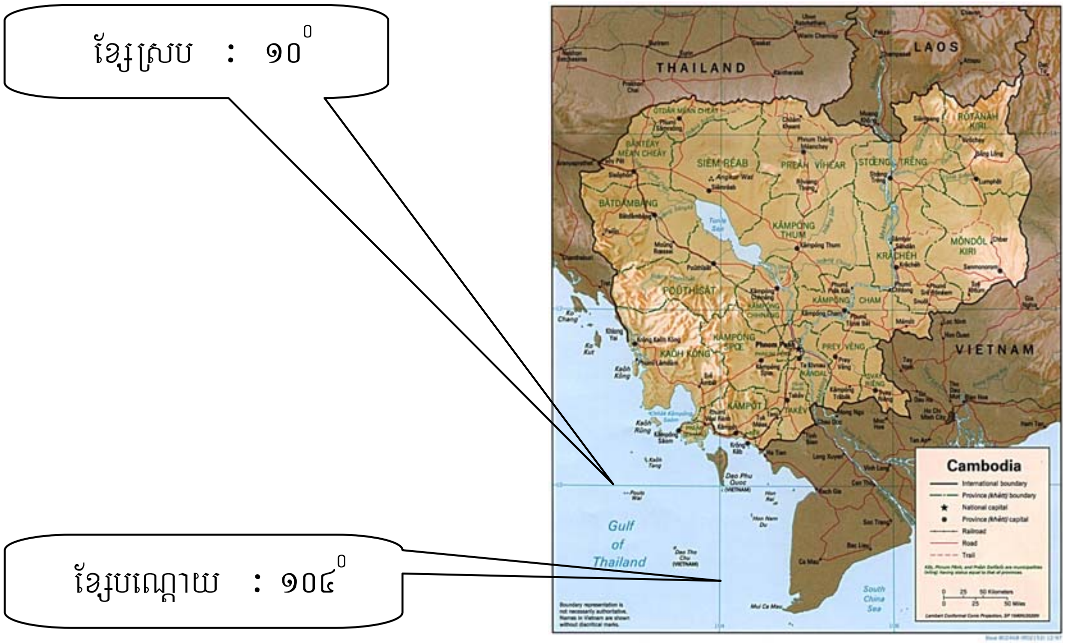

រូបភាព ៤ ផែនដីបង្ហាញពីការបែងចែកខ្សែបណ្ដោយ (Stern, 2004)

ក្រឡាលើផ្ទៃផែនដីទាំងមូល គឺជាការប្រសព្វគ្នារវាងខ្សែស្រប និងខ្សែបណ្ដោយ។ ខ្សែទាំងពីរនេះត្រូវបានគេសន្មតគូសពាសពេញផ្ទៃនៃផែនដី ទោះបីនៅលើផ្ទៃដី ឬផ្ទៃសមុទ្រក្ដី (រូបភាព៥)។ គេអាចមើលឃើញខ្សែទាំងពីរនេះប្រសព្វគ្នានៅលើផែនទីនានាដូចជាផែនទីពិភពលោក ឬផែនទីប្រទេស ឬក៏ផែនទីតំបន់ណាមួយ (រូបភាព៥)។




រូបភាព ៥ ផែនដីបង្ហាញពីខ្សែស្រប និងខ្សែបណ្តោយ (Encyclopædia Britannica, 2009)

ខាងក្រោមនេះ គឺជាផែនទីបង្ហាញពីទីតាំងនៃប្រទេសកម្ពុជាដែលស្ថិតនៅចន្លោះខ្សែស្រប ១០$^0$ (N: 10$^0$) និង ១៥$^0$ (N: 15$^0$) នៃអឌ្ឍគោលខាងជើង និងខ្សែបណ្តោយ ១០២$^0$ (E: 102$^0$) និង ១០៨$^0$ នៃអឌ្ឍគោលខាងកើត (E: 108$^0$) (ផែនទី១) (Wikipedia, 2009) ។

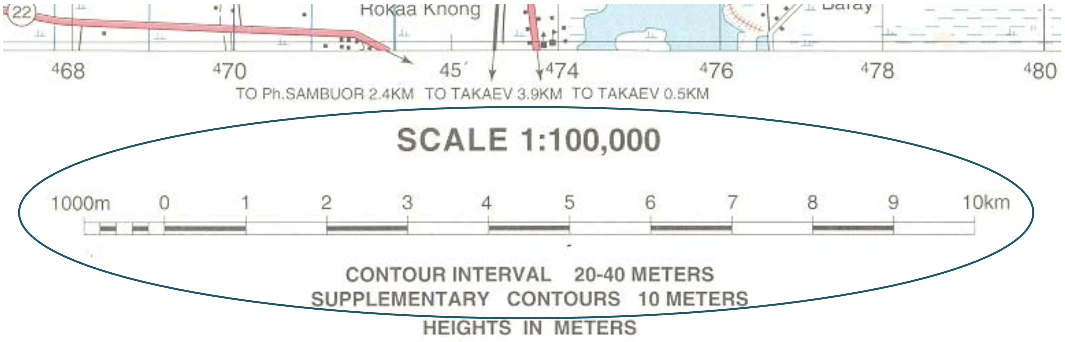



ផែនទី ១ ផែនទីបង្ហាញពីទីតាំងនៃប្រទេសកម្ពុជា (Wikipedia, 2009)

## ៤ មាត្រដ្ឋាននៅលើផែនទី (Scale on the Map)

មាត្រដ្ឋានរបស់ផែនទី គឺជាខ្នាតមួយដែលគេក្រិតនៅលើផែនទីដើម្បីបញ្ជាក់ពីចម្ងាយជាក់ស្តែងនៅលើផែនដី។ ជាទូទៅ គេតែងតែកំណត់មាត្រដ្ឋាននៅលើគ្រប់ផែនទីទាំងអស់។

***ឧទាហរណ៍*** : ខាងក្រោមនេះជាផែនទីមួយដែលមានមាត្រដ្ឋាន ១:១០០.០០០។ តាមមាត្រដ្ឋាននេះ មានន័យថា ១ សង់ទីម៉ែត្រលើផែនទី = ១០០.០០០ សង់ទីម៉ែត្រ ឬ ១ គីឡូម៉ែត្រនៅលើផែនដីជាក់ស្តែង (ផែនទី២)។




ផែនទី ២ ផ្នែកមួយនៃផែនទីខេត្តកំពង់ស្ពឺ បង្ហាញពីមាត្រដ្ឋាន ១:១០០.០០០ (MPWT, 1998)

## ៥ ខ្សែកំពស់ដីលើផែនទី (Contour line on the Map )

នៅលើផែនទី មានខ្សែបញ្ជាក់កំពស់ដីប្រៀបធៀបទៅនឹងនីវ៉ូទឹកសមុទ្រ។ ចំណុចនៅលើដីទាំងប៉ុន្មានដែលស្ថិតនៅលើខ្សែកំពស់ដីនីមួយៗមានកំពស់ដូចគ្នា។ កាលណាចំនោតកាន់តែខ្លាំង ខ្សែកំពស់កាន់តែញឹកជិតៗគ្នា។ ការកំណត់ចន្លោះក្រិតនៃខ្សែកំពស់នៅលើផែនទីមានភាពផ្សេងៗគ្នា។ គេអាចដឹងចន្លោះក្រិតនៃខ្សែកំពស់ដីបាន តាមរយៈការយកតម្លៃលេខនៃខ្សែកំពស់មួយទៅដកនឹងតម្លៃលេខនៃខ្សែកំពស់ទាបជាងបន្ទាប់វា (ផែនទី៣)។ ផែនទីមួយចំនួនទៀតគេប្រើពណ៌ផ្សេងៗគ្នាដើម្បីកំណត់កំពស់ដី។

ផែនទី ៣ គំរូខ្សែកំពស់ដីបង្ហាញលើផែនទី (Banan District, 2008)

# មេរៀនទី ២

## រូបសាស្ត្រនៃដី

១. និយមន័យនៃដី

២. ការកកើតនៃដី

៣. សមាសធាតុនៃដី

៤. ប្រូហ្វីលដី

## ១ និយមន័យនៃដី (Soil definition)

ដី គឺជាការប្រមូលផ្តុំចូលគ្នានៃអង្គធាតុរឹងធម្មជាតិ (សារធាតុខនិជ និងសារធាតុសរីរាង្គ) អង្គធាតុរាវ និងឧស្ម័នស្ថិតនៅផ្នែកខាងលើបង្អស់នៃផែនដីដែលអាចចែកចេញជាស្រទាប់ដី ហើយមានលទ្ធភាពផ្គត់ផ្គង់អោយរុក្ខជាតិដុះលូតលាស់ក្នុងបរិស្ថានធម្មជាតិបាន (NRCS, 2009)។

## ២ ការកកើតនៃដី (Soil formation)

មានកត្តា ៥ យ៉ាង (សិលាមេ អាកាសធាតុ សារពាង្គកាយ ទីកន្លែងឬសណ្ឋានដី និងពេលវេលា) ដែលជាប់ពាក់ព័ន្ធគ្នាក្នុងការកកើតនៃដី (Aduayi and Ekong, 1981)។

### ២.១ សិលាមេ (Parent Material)

សិលាមេ ជាអង្គធាតុដើមនៃដី។ វាជាថ្មរឹងហើយអាចពុកផុយទៅជាដី (តារាង១)។ សារធាតុខនិជមួយចំនួនបានមកពីថ្មមេដែលបំបែកធាតុទៅជាដី។ សារធាតុខនិជនេះហើយដែលជាសារធាតុសម្រាប់ចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិ។ មួយវិញទៀត ថ្មកំបោរប្រែក្លាយទៅជាដីបានបន្សល់ទុកនូវធាតុកាល់ស្យូម (Ca) នៅក្នុងដីដែលវាជាធាតុមួយដ៏សំខាន់ក្នុងការប្រមូលផ្តុំសារធាតុខនិជ និងសារធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងដី។ យោងតាម Aduayi and Ekong (1981) ថ្មមេមានច្រើនប្រភេទ ៖

- ❖ **សិលាភ្នំភ្លើង (*igneous rocks*)** ៖ នៅពេលដែលម៉ាកម៉ា (*magma*) ឬអង្គធាតុរលាយផ្ទុះចេញពីស្រទាប់ការពារស្នូលនៃផែនដីមកលើផែនដី ហើយប៉ះនឹងសីតុណ្ហភាពត្រជាក់ម៉ាកម៉ាក្លាយជាថ្មរឹង (រូបភាព៧)។ លើសពីនេះទៅទៀតនៅក្នុងដំណើរការនៃការកករឹងរបស់ម៉ាកម៉ា ក៏មានអង្គធាតុមួយចំនួនចូលរួមផ្សំជាមួយដូចជា គ្រីស្តាល់ និងសារធាតុផ្សេងៗគ្នាជាច្រើនទៀត។ ការរួមផ្សំគ្នាទាំងអស់នេះហើយដែលបង្ករអោយដីដែលកើតចេញពីថ្មប្រភេទនេះ និង ផ្តល់លក្ខខណ្ឌសមស្របសម្រាប់ការដុះលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ ថ្មចេញពីភ្នំភ្លើងមិនទាំងអស់ទេដែលមានការចូលរួមផ្សំដោយគ្រាមគ្រីស្តាល់នោះ ហើយក៏មានថ្មចេញមកពីអង្គធាតុរលាយ នៃបន្ទុះភ្នំភ្លើងដែលមិនមានធាតុគ្រីស្តាល់ផងដែរ។ ប្រភេទថ្មចេញពីភ្នំភ្លើង

ជាទូទៅជា ថ្មក្រានីត និងថ្មបាសាល់ដែលមានអង្គធាតុខនិជដូចជា៖ *quartz* និង *feldspar* ព្រមទាំង *mica* មួយចំនួន។

- ***Quartz:*** គឺជាខនិជដី ដែលកើតមានឡើងប្រហែល ១៣% នៃសំបកផែនដី និង ៣០% ឬច្រើនជាងនេះនៃដី។ *Quartz* ផ្គុំឡើងដោយធាតុសំខាន់ គឺស៊ីលីស្យូមអុកស៊ីត ($SiO_2$) ហើយអាចប្រទះឃើញវានៅក្នុងថ្មគ្រីស្តាល់ (រូបភាព៦)។ វាបង្កើតចេញជាដីខ្សាច់ផងដែរ ហើយវាជាធាតុសំខាន់នៃថ្មក្រានីត និងថ្មភក់។ *Quartz* ធន់ទៅនឹងការប្រេះបែកដោយសារប្រតិកម្មគីមី និងអាកាសធាតុ ប៉ុន្តែវាប្រេះបែកបាន ដោយសារកត្តាមេកានិកទេ។ ជាទូទៅ វាមានវត្តមានជានិច្ចនៅក្នុងដី។

- ***Feldspars:*** គឺជាការរួមបញ្ចូលគ្នានៃក្រុម អាលុយមីណូស៊ីលីកាត (alumi-nosilicates) និងភាពផ្សេងៗគ្នាទៀតរបស់ប៉ូតាស្យូម សូដ្យូម និងកាល់ស្យូម (រូបភាព៦)។ វាកើតមានឡើងប្រហែល ៦០% នៃសំបកផែនដី។ នៅក្នុង *Feldspar* មាន ៖
  - ***Orthoclase:*** ប៉ូតាដ្យូមអាលុយមីញ៉ូមស៊ីលីកាត ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)
  - ***Albite:*** សូល្យូមអាលុយមីញ៉ូមស៊ីលីកាត ($Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)
  - ***Anorthite:*** កាល់ស្យូមអាលុយមីញ៉ូមស៊ីលីកាត ($CaO.Al_2O_3.6SiO_2$)

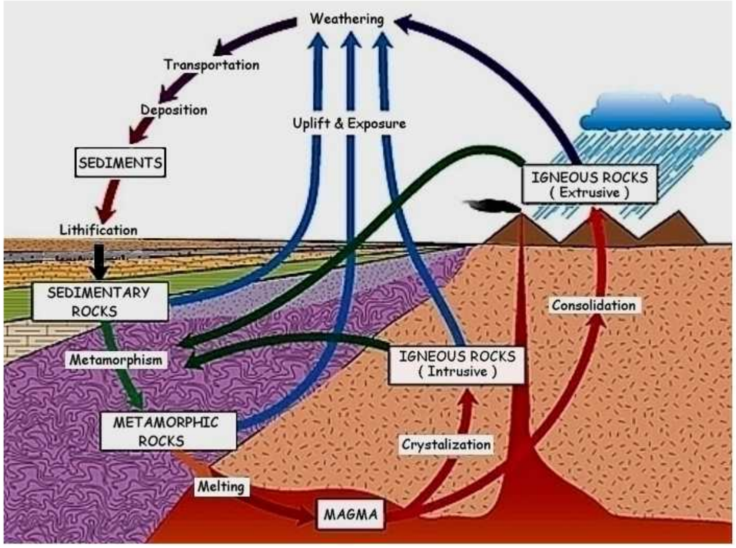
- ***Micas:*** គឺជាអង្គធាតុខនិជដែលកើតមានឡើងជាទូទៅនៅក្នុងថ្មចេញពីភ្នំភ្លើង និងថ្មខ្សាច់ជាច្រើន។ *Micas* មានពីរក្រុមសំខាន់ៗ គឺ *muscovite* micas និង *biotite* mica (រូបភាព៦)។ *Muscovite* mica ជាខនិជដែលគ្មានពណ៌ ដែលមានរូបមន្តគីមី ៖ $Al_3KH_2Si_3O_{12}$ ហើយ *biotite* micas មានពណ៌ក្រម៉ៅដែលមានរូបមន្តគីមី ៖ $Al_3Mg_2KHSi_3O_{12}$។ ជាទូទៅ mica ជាស៊ីលីកាតនៃអាលុយមីញ៉ូម ប៉ូតាស្យូម ដែក ម៉ាញ៉េស្យូម និងសូដ្យូម។

❖ **សិលាកម្ទេចកំណ** ***(sedimentary rocks)*** **:** គឺជាថ្មដែលកើតចេញមកពីការប្រមូលផ្តុំនៃគ្រាប់ ឬកករដែលនាំតាមទឹក (រូបភាព៧)។ ក្រុមថ្មកើតចេញពីការប្រមូលផ្តុំនេះ ជាធម្មតាវាមានវាយនភាពគ្រើមរួមបញ្ចូលទាំងក្តាំងនៃគ្រួស ខ្សាច់ និងគ្រាប់ម៉ដ្ឋនៃឥដ្ឋប្រមូលផ្តុំចូលគ្នា។ សិលាទាំងនោះ ត្រូវបានកើតឡើងពីផ្នែកតូចៗនៃថ្មចេញពីភ្នំភ្លើង និងសិលាប្រែកំណើត ***(metamorphic rocks)*** ដែលផើតតាមខ្យល់ ឬតាមទឹកហូរទើបបង្កើតបានជា សិលាកម្ទេចកំណ (រូបភាព៧)។ សិលាប្រភេទនេះកើតមានឡើងដោយអាស្រ័យទៅនឹងល្បឿនខ្យល់ និងទឹកហូរទើបបង្កើតបានជា សិលាកម្ទេចកំណ ដែលមានការរួមផ្សំគ្នានៃឥដ្ឋ ល្បាយ និងខ្សាច់ ផ្សេងៗគ្នា(តារាង១)។

❖ **សិលាប្រែកំណើត** ***(Metamorphic rocks)*** **:** ពិតណាស់កំណកករដើម្បីក្លាយទៅជា សិលាកម្ទេចកំណ ត្រូវមានការផ្លាស់ប្តូរទីកន្លែងនៃសិលាដែលនាំអោយមានការប្រែប្រួលដោយសារឥទ្ធិពលទៅលើផ្នែកខាងក្រៅនៃសិលា។ ដូច្នេះ នៅពេលដែលថ្មមានការប្រែប្រួល ឬផ្លាស់ប្តូរខ្លាំង បង្កើតបានជាចំណាត់ថ្នាក់ទីបីនៃសិលាហៅថា សិលាប្រែកំណើត។ ដូច្នេះ សិលាប្រែកំណើត ក្លាយមកពីសិលាកម្ទេចកំណ ឬក្លាយមកពីសិលាដែលចេញមកពីភ្នំភ្លើងនៅដំណាក់កាលមុនពេលកើតចេញជាថ្មច្បាស់លាស់។ ដំណើរការនៃការប្រែប្រួលទាំងនោះទាក់ទងទៅនឹងកំដៅ សំពាធ ការប្រែប្រួលលក្ខណៈគីមី។ ការប្រែប្រួលនៃសិលាដោយសារការផ្លាស់ប្តូរទីកន្លែងមួយចំនួនចូលទៅក្នុងសំបកផែនដី ហើយនៅពេលផែនដីធ្វើចលនានាំអោយសិលាប្រែប្រួល ហើយប៉ះកំដៅខ្លាំង និងសំពាធដ៏ខ្លាំងក្លា ឬនៅពេលដែលថ្មចូលទៅប៉ះជាមួយម៉ាកម៉ារលាយ វាក៏រលាយនៅក្នុងម៉ាកម៉ា។ ដំណើរនីមួយៗ នៃការផលិតសិលាគឺជាការបង្កើតចេញជាសិលាថ្មីឡើងវិញ (រូបភាព៧)។

| | |
|---|---|
| **Quartz** | Rock Crystal Flint |
| **Feldspars** | $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ (Orthoclase) $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ (Albite) $CaO.Al_2O_3.6SiO_2$ (Anorthite) |
| **Micas** | $Al_3KH_2Si_3O_{12}$ (Muscovite mica) $Al_3Mg_2KHSi_3O_{12}$ (Biotite micas) |

រូបភាព ៦ ប្រភេទថ្មចេញពីភ្នំភ្លើង (Marsh, 2008)




រូបភាព ៧ វដ្តរបស់សិលា (Short, 1999)

## ២.២ អាកាសធាតុ (Weathering)

អាកាសធាតុ : កំដៅ ភ្លៀង ខ្យល់ កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ ទឹកកក ព្រិល និង សំណើម ធ្វើអោយសិលាប្រេះស្រាំ និងបែកទៅជាដុំតូចៗ។ ឥទ្ធិពលនៃកំដៅធ្វើអោយសិលា មានការរីក និងរួមមាឧបណ្តាលអោយសិលាមានស្នាមប្រេះ ហើយលក្ខខណ្ឌបែបនេះយូរៗទៅ ធ្វើអោយបំណែកនៃសិលាក្លាយជាដុំតូចៗរហូតក្លាយទៅជាដី (Aduayi and Ekong, 1981)។

## ២.៣ សារពាង្គកាយ (Organism)

សារពាង្គកាយរួមមាន: រុក្ខជាតិ សត្វ អតិសុខុមប្រាណ និង មនុស្ស។ ទឹកដើរតួ យ៉ាងសំខាន់ក្នុងការផ្គត់ផ្គង់ ពពួកសារពាង្គកាយអោយរស់រានមានជីវិតលើផែនដី។ អតិសុខុម ប្រាណជាភ្នាក់ងារដ៏ចាំបាច់ក្នុង ការបំបែកសមាសធាតុសរីរាង្គ (សំណល់លើដី) អោយក្លាយ ទៅភាគល្អិតនៅក្នុងដី ហើយភាគល្អិតនេះហើយដែលធ្វើអោយដីមានទម្រង់ល្អ និងមានជីជាតិ។ ការប្រើប្រាស់ដីរបស់មនុស្ស មានឥទ្ធិពលលើការកកើតដី (Aduayi and Ekong, 1981)។

## ២.៤ ទីកន្លែង ឬ សណ្ឋានដី (Topography)

សណ្ឋានដីផ្សេងគ្នាមានបរិមាណទឹកផ្សេងគ្នា ហើយបរិមាណទឹកផ្សេងគ្នាមានភាវរស់នៅ លើដីផ្សេងគ្នា និងរងអាកាសធាតុផ្សេងគ្នា។ ភាពផ្សេងគ្នាទាំងអស់នេះជាកត្តាដែលមានឥទ្ធិពល លើការកកើតនៃដី (Aduayi and Ekong, 1981)។

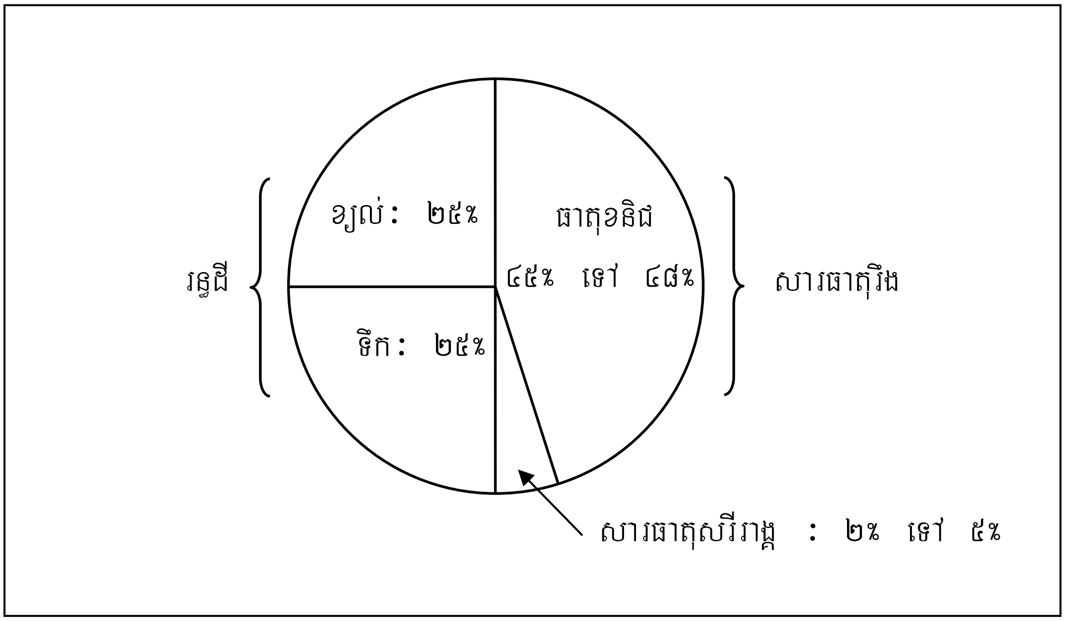
## ២.៥ ពេលវេលា (Time)

ស្រទាប់ដីធ្វើការវិវឌ្ឍន៍គ្រប់ពេលគ្រប់វេលាពីស្តើងទៅក្រាស់។ ដំណើរការនេះប្រព្រឹត្តិ ទៅរាប់ពាន់ឆ្នាំធ្វើអោយមានការប្រែប្រួលស្រទាប់ដី។ ដីថ្មី ជាដីដែលនៅជាប់ដងស្ទឹង ឬ ទន្លេ។ រីឯ ដីចាស់ជាដីដែលនៅឆ្ងាយពីដងស្ទឹង និងទន្លេ (Aduayi and Ekong, 1981)។

# ៣ សមាសធាតុនៃដី (Composition of the Soil)

ដី ដែលមានលក្ខខណ្ឌល្អសម្រាប់ការដុះលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ គឺមានសារធាតុរឹង ប្រមាណ ៥០% និងមានរន្ធប្រមាណ ៥០% (រូបភាព៨)។ សារធាតុរឹងមានពីរប្រភេទ :

ពីសារធាតុខនិជ និងសារធាតុសរីរាង្គ។ សារធាតុខនិជមានប្រមាណពី ៤៥% ទៅ ៤៨% នៃមាឌដីសរុប។ សារធាតុសរីរាង្គប្រមាណ ២% ទៅ ៥% បានមកពីកាកសំណល់នៃសមាសធាតុសរីរាង្គទាំង សត្វ និង រុក្ខជាតិដែលពុកផុយ ឬបំបែកធាតុ។ លក្ខខណ្ឌសមស្របនៃការដុះលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគឺ រន្ធដីមានប្រមាណ ៥០% : ២៥% សម្រាប់ផ្ទុកទឹក និង ២៥% ទៀតសម្រាប់ផ្ទុកខ្យល់ (Soil Survey Division Staff, 1993)។




រូបភាព ៨ សមាសធាតុដីដែលមានលក្ខខណ្ឌល្អសម្រាប់រុក្ខជាតិ

## ៤ ប្រូហ្វីលដី (Soil Profile)

ដីត្រូវបានបែងចែកជាស្រទាប់ៗ ដោយសារឥទ្ធិពលរួមផ្សំគ្នារបស់សារធាតុរីរាង្គទៅលើផ្ទៃដី និងការហូរច្រោះចុះក្រោមអស់រយៈពេលយូរ។ ស្រទាប់ទាំងនោះហៅថា "ហ័រីហ្សុន-*horizons*"។ ស្រទាប់ដី ឬហ័រីហ្សូនបញ្ឈរបន្តបន្ទាប់គ្នាត្រូវបានគេហៅថា "ប្រូហ្វីលដី-*soil profile*" (រូបភាព៩ និង១០) (Soil Survey Division Staff, 1993)។

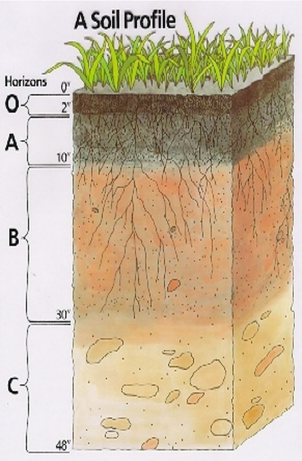
គោលការណ៍នៃការកំណត់ស្រទាប់ដីកសិកម្ម :

❖ ស្រទាប់ A : ជាដីខនិជផ្នែខាងលើ (បើសិនដីនោះត្រូវបានភ្ជួរ (plow) នោះគេដាក់ថា "Ap")

❖ ស្រទាប់ B : ជាស្រទាប់ដីបន្ទាប់

❖ ស្រទាប់ C : ជាស្រទាប់ដែលមានភាគល្អិត និងបំណែកនៃថ្មមេ

❖ ស្រទាប់ R : ជាថ្មមេដែលបង្កើតដីនោះ

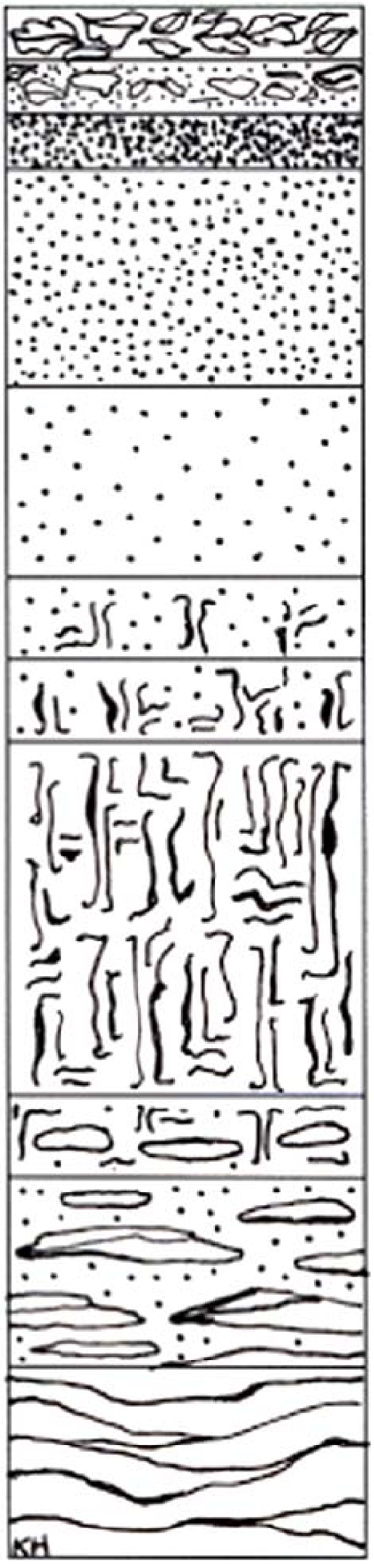



រូបភាព ៩ ប្រូហ្វីលដី (NRCS "USDA")

ដីព្រៃ ជាទូទៅមានធាតុសរីរាង្គ (ស្រទាប់ O) នៅផ្នែកខាងលើនៃដី និងតំបន់ហូរច្រោះចុះក្រោមដែលមានពណ៌ព្រលែត (ស្រទាប់ E "*eluviation*") ហើយស្ថិតនៅខាងក្រោមស្រទាប់ A ។ ស្រទាប់ដីខាងលើ (ស្រទាប់ Ap ឬ A+E) តែងតែគគ្រើមជាងដីនៅស្រទាប់ក្រោមបន្ទាប់ និងមានសារធាតុសរីរាង្គច្រើនជាងស្រទាប់ដទៃ ។ សារធាតុសរីរាង្គចែកជាពណ៌ប្រផេះ ត្នោតក្រម៉ៅ ឬខ្មៅ ដេញឡើងទៅផ្នែកខាងលើនៃស្រទាប់ដី ។ ដីដែលមានសារធាតុសរីរាង្គច្រើនមានពណ៌ខ្មៅនៅផ្នែកខាងលើ ។ ស្រទាប់ A ឬ Ap មានដីជាតិច្រើន និងមានឬសរុក្ខជាតិច្រើនជាងស្រទាប់ដទៃ ។ ដីដែលមិនធ្វើការភ្ជួររាស់មានស្រទាប់ E នៅក្រោមស្រទាប់ A តែងតែមានពណ៌ព្រលែត វាយនភាពគគ្រើមជាង និងមានលក្ខណៈអាស៊ីតច្រើនជាងស្រទាប់ A ឬស្រទាប់ខាងក្រោមដទៃទៀតព្រោះវាមានការហូរច្រោះចុះក្រោមច្រើន ។

ស្រទាប់ដីបន្ទាប់ (ស្រទាប់ B) មានវាយនភាពដីល្អិតជាង ហាប់ជាង និងរឹងជាងដីស្រទាប់លើ ។ ដីស្រទាប់នេះមានបរិមាណធាតុសរីរាង្គតិចជាងដីស្រទាប់លើ ហើយដីមានពណ៌ភ្លឺជាង ពណ៌ច្បាស់ជាង ដូចជាពណ៌ក្រហមស្រទុំ ពណ៌ត្នោត ពណ៌លឿង ដោយសារមានវត្តមានជាតិដែករុំព័ទ្ធលើដីឥដ្ឋច្រើន ។ ស្រទាប់ B ដែលមានដីឥដ្ឋកើនឡើងច្រើនត្រូវបានគេកំណត់ថា "ស្រទាប់ Bt" ។

ស្រទាប់ C ជាកន្លែងដែលថ្មមេពុកផុយជាអន្លើៗ និងសឹករេចរិលហើយបន្សល់ទុកនូវផ្នែកមួយចំនួននៃថ្មមេ ។ វាមានលក្ខណៈស្រដៀងគ្នាខ្លាំងទៅនឹងថ្មមេដែលបង្កើតវា (Soil Survey Division Staff, 1993) ។




Oi: សំណល់សរីរាង្គ ងាយមើលស្គាល់ រាត់រាយ

Oe: ធាតុសរីរាង្គបំបែកជាភាគៗ ឬ អន្លើៗ

Oa: ធាតុសរីរាង្គបំបែកខ្លួនលែងមើលស្គាល់

A: ស្រទាប់ខនិជខាងលើ មានពណ៌ក្រម៉ៅជាង និងធាតុសរីរាង្គច្រើនជាងស្រទាប់ដទៃ។ បើសិនវាជាដីភ្ជួរគេកំណត់ថា Ap

E: ស្រទាប់ច្រោះ តំបន់ដែលមានពណ៌ព្រលែត ហើយច្រោះ ឥដ្ឋ ដែក អាលុយមីញ៉ូម និងធាតុសរីរាង្គដែលអាចរលាយបាន។ ជាធម្មតា វានៅជាមួយស្រទាប់ Ap

EB: ស្ពានភ្ជាប់ពី E ទៅ B ។ លក្ខណៈស្រដៀង E ជាង B

BE: ស្ពានភ្ជាប់ពី E ទៅ B ។ លក្ខណៈស្រដៀង B ជាង E

B: តំបន់បន្ទាប់ពីស្រទាប់ផ្ទៃលើដែលប្រមូលផ្តុំគ្នាច្រើន នូវ ឥដ្ឋ ដែក–ល–។ លក្ខណៈសាមញ្ញ រួមមានការវិវត្តនៃដុំផ្លុងៗ និង/ឬ ទម្រង់ជា ព្រីស។ ដីឥដ្ឋរុំព័ទ្ធជាច្រើននៅលើភាគល្អិត ហើយមានពណ៌ក្រហម និងលឿង ដោយសារការកើនឡើងនៃដែកអុកស៊ីត។

BC: ស្ពានភ្ជាប់ពី B ទៅ C ។ លក្ខណៈស្រដៀង B ជាង C

C: ថ្មមេសឹករេចរឹល ទៅជាដីមួយចំនួនលាយជាមួយដុំថ្មដែលមិនទាន់រលាយ –ល–

R : ផ្ទាំងថ្មរឹង នៅជ្រៅមិនងាយមើលឃើញ

រូបភាព ១០ ប្រូហ្វីលដី (Soil Survey Division Staff, 1993)

# មេរៀនទី៣

## លក្ខណៈរូបនៃដី

១. វាយនភាពដី

២. ទម្រង់ដី

៣. ដង់ស៊ីតេដី

៤. រន្ធដី

៥. ពណ៌ដី

## ១ វាយនភាពដី (Soil Texture)

ទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណនៃទំហំគ្រាប់ដី (<២ mm) ឬភាពល្អិតផ្សេងគ្នាភាពគ្រើម នៃគ្រាប់ខនិជនៅក្នុងដី គឺវាបញ្ជាក់ពី **វាយនភាពដី**។ គ្រាប់ខនិជដែលមានអង្កត់ផ្ចិត >២ mm ជាបំណែកនៃថ្ម និងត្រូវបានវាស់ចែកដាច់ពីដី (តារាង១)។ វាយនភាពដីត្រូវបានកំណត់ដោយទំនាក់ទំនងរវាងបរិមាណនៃ ខ្សាច់ ល្បាយ និងឥដ្ឋ ក្នុងភាគល្អិតរបស់ដី (<២ mm) (Soil Survey Division Staff, 1993; Aduayi & Ekong, 1981 and Davies *et al.*, 1993)។

តារាង ១ ទំហំ ចំនួនគ្រាប់ និងទំហំផ្ទៃប៉ះខាងក្រៅ នៃគ្រាប់ដី គ្រួស និង ថ្ម

| ប្រភេទគ្រាប់ | ទំហំអង្កត់ផ្ចិត (mm) | ចំនួនគ្រាប់ / g | ទំហំផ្ទៃក្រៅ (cm²/g) |
|---|---|---|---|
| ដីឥដ្ឋ | <០,០០២ | ៩០.២៦០.៨៥៣.០០០ | ៨.០០០.០០០ |
| ល្បប់ | ០,០០២–០,០៥ | ៥.៧៦៦.០០០ | ៤៥៤ |
| ខ្សាច់ម៉ដ្ឋខ្លាំង | ០,០៥–០,១ | ៧២២.០០០ | ២២៧ |
| ខ្សាច់ម៉ដ្ឋ | ០,១–០,២៥ | ៤៦.០០០ | ៩១ |
| ខ្សាច់មធ្យម | ០,២៥–០,៥ | ៥.៧០០ | ៤៥ |
| ខ្សាច់គ្រើម | ០,៥–១,០ | ៧២០ | ២៣ |
| ខ្សាច់គ្រើមខ្លាំង | ១,០–២,០ | ៩០ | ១១ |
| គ្រួសម៉ដ្ឋ | ២,០–២០ | ? | ? |
| គ្រួស | ២០–២០០ | ? | ? |
| ថ្ម | >២០០ | ? | ? |

ប្រភព : Sylvia *et al.*, 2005

- **ខ្សាច់** (Sand): គ្រាប់ដីដែលមានទំហំប្រែប្រួលពីខ្សាច់ម៉ដ្ឋ (០,០៥ mm) ទៅខ្សាច់គ្រើម (២ mm) នៃអង្កត់ផ្ចិតមធ្យម។ គ្រាប់ខ្សាច់ទាំងអស់អាចមើលឃើញដោយមិនចាំបាច់ប្រើកែវពង្រីក។ ខ្សាច់នៅពេលត្រដុសនៅចន្លោះរវាងមេដៃ និងចង្អុលដៃមានអារម្មណ៍គ្រើម និងសង្អៀត (Soil Survey Division Staff, 1993)។

- ❖ **ល្បប់** (Silt): គ្រាប់ដីដែលមានទំហំចាប់ពី ០,០៥ mm ទៅ ០,០០២ mm ។ នៅពេលច្របាច់វាដោយមេដៃ និងចង្អុលដៃ មានអារម្មណ៍រលោង និងមិនស្អិត ឬជាប់ដៃទេ ហើយមានស្នាមម្រាមដៃនៅជាប់លើដីនោះ ។ ល្បាយជាល្បាប់ល្អិតតូចៗជាធម្មតាមិនអាចមើលឃើញនឹងភ្នែកទទេបានទេ ប៉ុន្តែអាចមើលឃើញច្បាស់ដោយប្រើមីក្រូទស្សន៍ ឬកែវពង្រីក (Soil Survey Division Staff, 1993) ។
- ❖ **ដីឥដ្ឋ** (Clay): គ្រាប់ដីតូចជាងគេបំផុតដែលមានអង្កត់ផ្ចិត <០,០០២ mm ។ មានតែមីក្រូទស្សន៍អេឡិចត្រូនិកទេដែលអាចមើលឃើញគ្រាប់ដីឥដ្ឋ ។ នៅពេលច្របាច់វាមានអារម្មណ៍រលោងហើយមានលក្ខណៈដូចជាម្សៅនៅពេលស្ងួត និងមានលក្ខណៈស្អិតហើយអាចពត់ពែនលុញជាឃ្លី ឬសូនជារូបបាន នៅពេលដីសើម (Soil Survey Division Staff, 1993) ។

## ១.១ ត្រីកោណវាយនភាពដី (Textural Triangle)

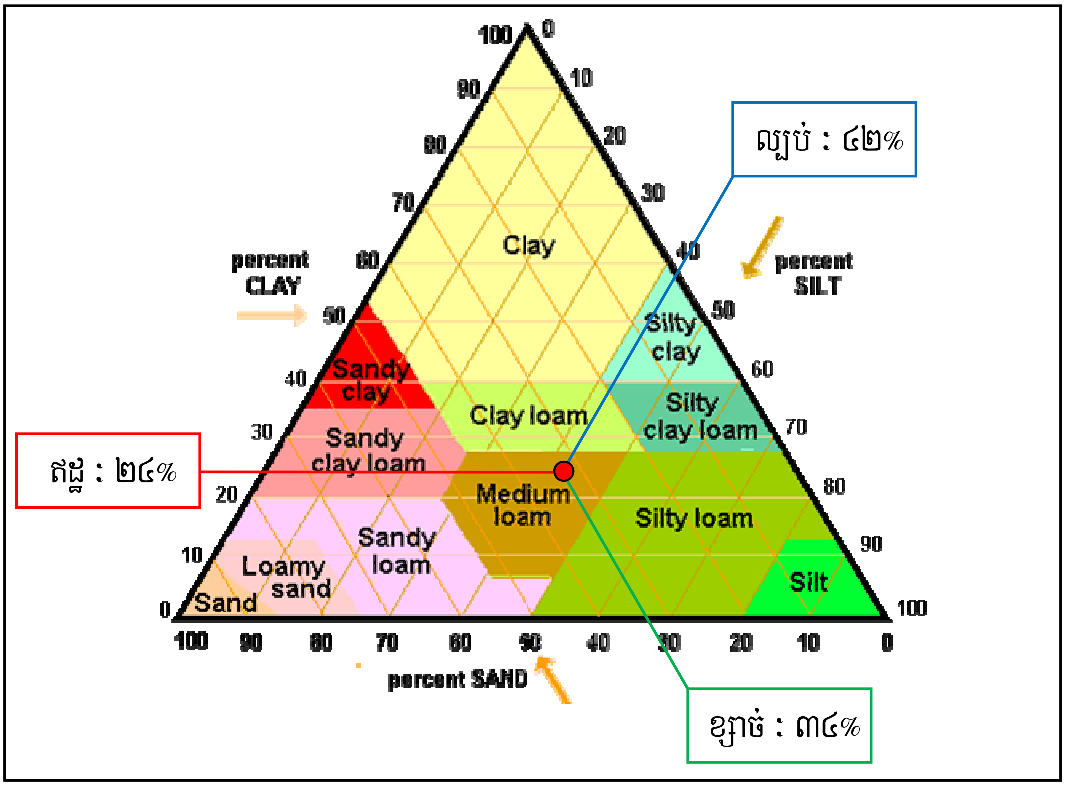
ត្រីកោណវាយនភាពដីត្រូវបានបែងចែកជា ១២ ក្រុមធំៗនៃវាយនភាពដី ។ ក្រុមធំៗនៃវាយនភាពដីទាំងនោះត្រូវបានកំណត់យ៉ាងច្បាស់លាស់អាស្រ័យទៅនឹងសមាមាត្រនៃ ខ្សាច់ ល្បាយ និងឥដ្ឋ ដូចដែលបានឃើញនៅក្នុងត្រីកោណវាយនភាពរបស់ USDA (Soil Survey Division Staff, 1993) ។

### ១.១.១ របៀបប្រើត្រីកោណវាយនភាព (How to Use Textural Triangle)

- ❖ វិភាគទំហំគ្រាប់ដីរបស់ដី : ភាគរយនៃខ្សាច់ ល្បាយ និងឥដ្ឋ
- ❖ គូសបន្ទាត់ទាំងបីតាមចំនួនភាគរយនៃ ខ្សាច់ ល្បាយ និងឥដ្ឋ អោយស្របតាមសញ្ញាព្រួញដែលបង្ហាញលើត្រីកោណវាយនភាព
- ❖ បន្ទាត់ក្រាស់ខ្មៅនៅលើត្រីកោណគឺជាព្រំដែនបែងចែកក្រុមវាយនភាពដីទាំង ១២
- ❖ ចំនុចដែលប្រសព្វគ្នារវាងបន្ទាត់ទាំងបី ដែលបានគូសនៅលើត្រីកោណ បង្ហាញពីវាយនភាពដីដែលកំពុងរក ។

***ឧទាហរណ៍* :** លទ្ធផលនៃការវិភាគគ្រាប់ដីរបស់សំណាកដីមួយមាន ខ្សាច់ចំនួន ៣៤٪ ល្បាយចំនួន ៤២٪ និងឥដ្ឋចំនួន ២៤٪ ។ បើយើងគូសបន្ទាត់ទាំងបីតាមចំនួនភាគ

រយនៃខ្សាច់ ល្បប់ និងឥដ្ឋ នៅលើត្រីកោណវាយនភាពនោះ យើងបានចំនុចប្រសព្វគ្នារវាងបន្ទាត់ទាំងបីនៅលើត្រីកោណស្ថិតនៅត្រង់ក្រុមវាយនភាព **"ល្បាយត្រើម-loam"** (រូបភាព១១)។

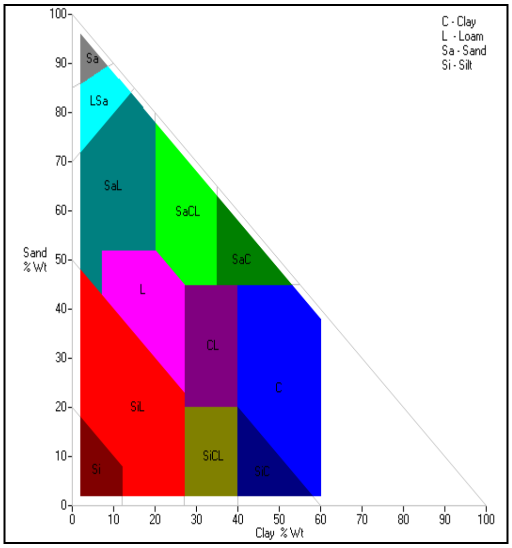



រូបភាព ១១ របៀបកំណត់វាយនភាពដីលើត្រីកោណ (Soil Survey Division Staff, 1993)

## ១.១.២ កម្មវិធីគណនាលក្ខណៈសម្បត្តិទឹក (Hydraulic Properties Calculator)

កម្មវិធីនេះអាចវាយតម្លៃ ភាពចាប់ទឹករបស់ដី លក្ខណៈអគ្គិសនី និងលទ្ធភាពស្តុកទឹក ដោយផ្អែកលើ វាយនភាពដី ធាតុសរីរាង្គ បរិមាណគ្រួស បរិមាណអំបិល និងភាពហាប់របស់ដី (Saxton and Rawls, 2007)។

តាមរយៈកម្មវិធីនេះ គេអាចកំណត់វាយនភាពដីបានដែរ ប៉ុន្តែវាតម្រូវអោយយើងដឹងពីចំនួនភាគរយរបស់ ខ្សាច់ និងឥដ្ឋ (រូបភាព១២)។ ដើម្បីប្រើប្រាស់កម្មវិធីនេះបាន គេត្រូវទាញយកកម្មវិធីពីអ៊ីនធឺណេត បន្ទាប់មកដំឡើងកម្មវិធីនេះនៅក្នុងកុំព្យូទ័រទើបអាចប្រើប្រាស់វាបាន។ កម្មវិធីនេះអាច download ពីគេហទំព័រ : *http:*//hydrolab.arsusda.gov/soilwater/Index.htm




រូបភាព ១២ កម្មវិធីគណនាលក្ខណៈសម្បត្តិទឹក (Saxton and Rawls, 2007)

## ១.២ ការវាយតម្លៃវាយនភាពដីដោយដៃ

**(Estimation of Soil Texture Using Hand)**

ការវាយតម្លៃវាយនភាពដីដោយដៃ មានប្រយោជន៍ណាស់សម្រាប់ការចុះពិនិត្យមើលដីផ្ទាល់ដល់កន្លែងដែលកំពុងធ្វើកសិកម្ម។ យោងតាម White *et al.* (1997)។ គេអាចវាយតម្លៃវាយនភាពដីបានយ៉ាងឆាប់រហ័សដោយដៃដូចតទៅ:

- ❖ យកសំណាកដីប្រហែល ១/៣ នៃបាតដៃ ដាក់លើបាតដៃ
- ❖ រើសកំទិចកំទី គ្រួស និង/ឬ ថ្មចេញអោយអស់
- ❖ ចាក់ទឹកដើម្បីផ្សើមដីនោះ បន្តិចម្តងៗ រហូតដីឆ្អែតទឹក
- ❖ លុញ ឬ សូនដីនោះជារាងមូលដូចឃ្លី រាងមូលទ្រវែងដូចស៊ីឡាំង និង/ឬ រាងមូលដូចកង

**ការវាយតម្លៃវាយនភាពដីអាចកំណត់បានដូចខាងក្រោម :**

- ❖ **ដីខ្សាច់** : ពិបាកលុញ ឬ សូនជារាងមូល។ អាចលុញ ឬ សូនជារាងមូលបាន ប៉ុន្តែមានស្នាមប្រេះ ឬងាយប្រេះបែក (រូបភាព១៣)។ ដីមានលក្ខណៈគ្រើម និងសង្អៀតពេលត្រដុសដោយដៃ។

❖ **ដីល្បាយ** : អាចលុញ ឬ សូនជារាងមូលដូចឃ្លី និង/ឬ រាងមូលទ្រវែងដូចស៊ីឡាំង ប៉ុន្តែមានស្នាមប្រេះតូចៗ។ ដីមានលក្ខណៈមិនស្អិតជាប់ដៃទេ ហើយមានភាពរលោង មិនគ្រើមដូចខ្សាច់ (រូបភាព១៣)។

❖ **ដីឥដ្ឋ** : អាចលុញ ឬ សូន ជារាងមូលដូចឃ្លី និងរាងមូលទ្រវែងដូចស៊ីឡាំង ដោយគ្មានស្នាមប្រេះ ឬបែកព្រមទាំងអាចពត់ ឬបត់បែនបាន ហើយអាចពត់ជារង្វង់ដូចកងបានដោយមិនបាក់ (រូបភាព១៣)។

រូបភាព ១៣ របៀបវាយតម្លៃវាយនភាពដីដោយដៃ (White *et al*., 1997)

## ១.៣ វាយនភាពដី និង លក្ខណៈសម្បត្តិដី (Soil Texture and Soil Properties)

វាយនភាពដីមានទំនាក់ទំនងគ្នាយ៉ាងខ្លាំងទៅនឹងលក្ខណៈសម្បត្តិដីដូចជា : លទ្ធភាពស្តុកទឹក ជីជាតិដី ភាពហាប់នៃដី និងសំណឹកដី (តារាង២ ៤ និង៩)។ ដីល្បាយ គឺជាការរួមផ្សំប្រហាក់ប្រហែលគ្នារវាងខ្សាច់ ល្បាយ និងឥដ្ឋ (ED-STEEP, 2003 and Nathan, 2009)។ យោងតាម Nathan (2009) បានកំណត់ឥទ្ធិពលវាយនភាពដីទៅលើលក្ខណៈសម្បត្តិដីដូចខាងក្រោម :

❖ **ខ្សាច់** ដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការធ្វើអោយមានរន្ធដី ហើយ **ល្បប់** ធ្វើអោយមានទ្រង់ទ្រាយដី និង **ឥដ្ឋ** ជួយសម្បទាលក្ខណៈរូប លក្ខណៈគីមី ដែលមាន

ឥទ្ធិពលទៅលើដីដើម្បីបង្កើនសារធាតុចិញ្ចឹម តាមរយៈការចាប់យកសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់គ្រាប់ដី ។

❖ **វាយនភាពដី** មានឥទ្ធិពលទៅលើលក្ខណៈដីដូចខាងក្រោម ៖

- លទ្ធភាពស្តុកទឹករបស់ដី
- លទ្ធភាពស្តុកសារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិ
- ការហូរច្រោះ
- លទ្ធភាពអាចសម្រេចបាន
- ការចាក់ឫសរបស់រុក្ខជាតិ
- រន្ធដី

❖ **វាយនភាពដី** មានឥទ្ធិពលទៅលើជីជាតិដី និងការគ្រប់គ្រងសារធាតុចិញ្ចឹម ៖

- កង្វះធាតុស៊ុលផួរជួបប្រទះច្រើនបំផុតនៅលើដីខ្សាច់
- អាសូតងាយហូរច្រោះចេញពីដីខ្សាច់ចុះទៅក្រោម
- ប៉ូតាស្យូមអាចហូរច្រោះចេញពីដីខ្សាច់ ប៉ុន្តែមិនចល័តនៅក្នុងដីដែលមានវាយនភាព មធ្យម ទៅម៉ដ្ឋ

តារាង ២ ទំនាក់ទំនងរវាងវាយនភាពដី និងលក្ខណៈសម្បត្តិដី

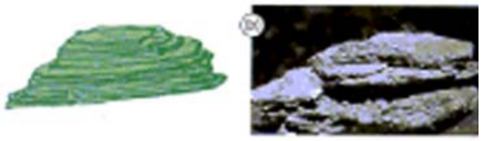
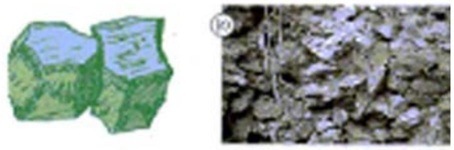
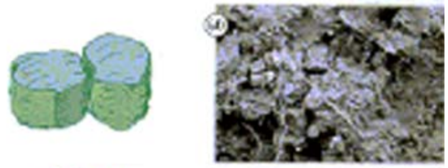
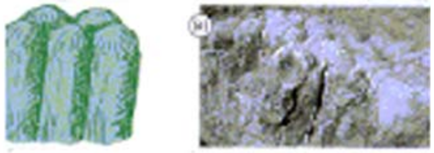
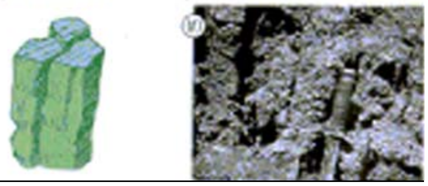
| លក្ខណៈសម្បត្តិដី | វាយនភាពដី | | |
|---|---|---|---|
| | ដីឥដ្ឋ | ដីល្បាយ | ដីខ្សាច់ |
| លទ្ធភាពស្តុកទឹក | ខ្ពស់ | មធ្យម | ទាប |
| ការហូរច្រោះទៅទីជំរាល | មធ្យម | ខ្ពស់ | ទាប |
| សំណឹកដោយខ្យល់ | ទាប | ខ្ពស់ | មធ្យម |
| ជីជាតិដី | ខ្ពស់ | មធ្យម | ទាប |
| ការហូរច្រោះចុះក្រោម | ទាប (លើកលែងពេលប្រេះ) | មធ្យម | ខ្ពស់ |
| ភាពហាប់នៃដី | ខ្ពស់ | មធ្យម | ទាប |

ប្រភព ៖ ED-STEEP, 2003

## ២ ទម្រង់ដី (Soil Structure)

ការប្រមូលផ្តុំគ្នានៃគ្រាប់ដី (soil *aggregation*) គឺជាការភ្ជាប់គ្នានៃគ្រាប់ដីមួយចំនួនបង្កើតបានជាទម្រង់ថ្មីមួយ (*aggregation*)។ គ្រាប់ដីត្រូវបានរៀបចំ ឬចូលរួមជាមួយគ្នានៅអំឡុងពេលផ្តុំគ្នាបង្កើតជាទម្រង់ដែលអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដីគ្រប់គ្នាស្គាល់ថា "*peds*"។ ទម្រង់ទាំងនោះមានការប្រែប្រួលទំហំ ទ្រង់ទ្រាយខុសៗគ្នា (តារាង៣) និងអាចសំគាល់បាន (Soil Survey Division Staff, 1993)។

តារាង ៣ ប្រភេទនៃទម្រង់ដី

| | | |
|---|---|---|
| **ទម្រង់ស្វ៊ែរ (Spheroid)** | រាងគ្រាប់ៗ (Granular)<br>រាងកំទិចៗ (Crumb) | |
| **ទម្រង់សន្លឹក (Platy)** | |  |
| **ទម្រង់ដុំ (Blocky)** | រាងដុំជ្រុងស្រួច (Angular blocky) |  |
| | រាងដុំជ្រុងទាល (Subangular blocky) |  |
| **ទម្រង់ព្រីស (Prismatic)** | ព្រីសក្បាលមូល (Columnar: rounded tops) |  |
| | ព្រីសក្បាលរាប (Prismatic: flat angular tops) |  |
| **គ្មានទម្រង់ (Structureless)** | ❖ **ដុំតាន់ ឬទាំងដុំៗ** : គ្មានទម្រង់ ឬទ្រង់ទ្រាយច្បាស់លាស់។ មាននៅស្រទាប់ C ឬវត្ថុធាតុហាប់ណែន<br>❖ **មួយគ្រាប់** : ជាប្រភេទគ្រាប់ខ្សាច់មួយគ្រាប់ៗ មាននៅស្រទាប់ A ឬ C ដែលគ្មានធាតុសរីរាង្គ និងឥដ្ឋ | |

ប្រភព : Soil Survey Division Staff, 1993 and White *et al*., 1997

ទម្រង់ដី មានលក្ខណៈផ្សេងៗគ្នាច្រើន ហើយលក្ខណៈផ្សេងៗគ្នានេះធ្វើអោយដីមានលក្ខណៈសម្បត្តិខុសគ្នា។ ទម្រង់ដីមានឥទ្ធិពលទៅលើលក្ខណៈរូបនៃដី (រន្ធដី ខ្យល់ និងទឹក) និងលក្ខណៈមេកានិក (ភាពហាប់ ភាពធូរ ភាពធន់ទៅនឹងការហូរច្រោះ)។ ដូច្នេះ ដីដែលមានលក្ខណៈល្អសម្រាប់រុក្ខជាតិ គឺជាដីដែលមានសមាសធាតុរួមផ្សំដូចបានបង្ហាញក្នុង រូបភាព ៨។ ជាទូទៅ ទម្រង់ដីរាងស្វ៊ែរ (រាងគ្រាប់ៗ និងរាងកំទិចៗ) មាននៅស្រទាប់លើនៃដី ហើយទម្រង់ដីរាងកំទិចៗ មានលក្ខណៈល្អជាងទម្រង់ដីរាងគ្រាប់ៗពីព្រោះវាមានរន្ធដីច្រើនជាងអាចបង្ករអោយមានភាពងាយស្រួលក្នុងការចាក់ឫសរបស់រុក្ខជាតិ ហើយអាចស្តុកទឹក និងខ្យល់បានល្អ។ ទម្រង់សន្លឹកអាចមាននៅស្រទាប់ណាមួយនៃប្រូហ្វីលដីហើយភាគច្រើនវាកើតចេញពីសារធាតុគ្រឹះ ឬថ្មមេ ឬការបង្ហាប់ដី។ ទម្រង់ដុំមាននៅកន្លែងសើមរបស់ដីស្រទាប់ក្រោមនៃប្រភេទដីឥដ្ឋធ្ងន់។ ទម្រង់ព្រីសជានិច្ចកាលមាននៅស្រទាប់ក្រោមនៃដីតំបន់ស្ងួតហែង និងពាក់កណ្ដាលស្ងួតហែង (Soil Survey Division Staff, 1993)។

## ៣ ដង់ស៊ីតេដី (Soil Density)

ដង់ស៊ីតេដី ឬម៉ាសមាឌដី គឺជាផលធៀបរវាងម៉ាសដីស្ងួត និងមាឌដី។ ដង់ស៊ីតេដីត្រូវបានបែងចែកជាពីរគឺ: ដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិ (Bulk density) និងដង់ស៊ីតេដីប្រាកដ (Particle density) (Soil Survey Division Staff, 1993 and Reeuwijk, 2002)។

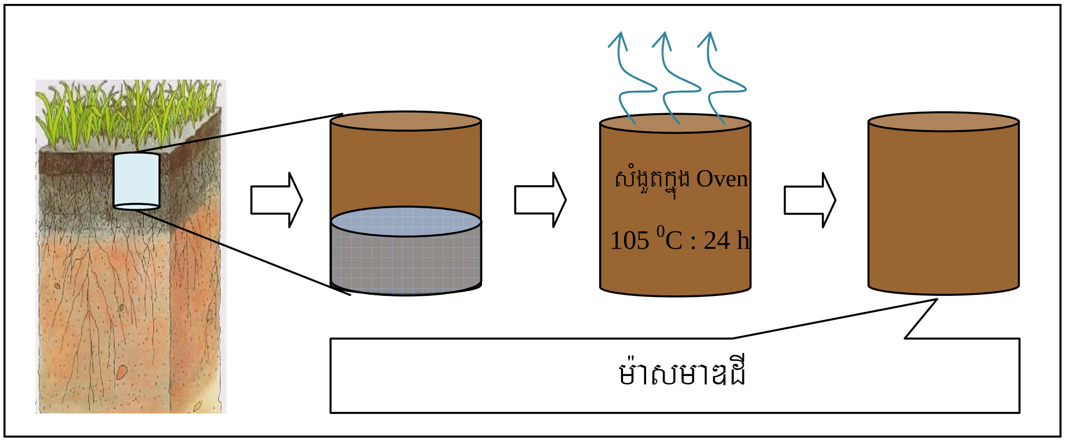
$$\text{ដង់ស៊ីតេដី} = \frac{\text{ម៉ាសដី}}{\text{មាឌដី}}$$

ដែល
- ម៉ាសដី : g
- មាឌដី : $Cm^3$
- ដង់ស៊ីតេដី : $g/Cm^3$

### ៣.១ ដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិ (Bulk Density)

ដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិ គឺជាម៉ាសដីធម្មជាតិក្នុងមួយមាឌដី (រូបភាព១៤)។ ជាទូទៅ គេប្រើស៊ីឡាំងមួយដែលមានមាឌច្បាស់លាស់ទៅសង្កត់ទៅលើដីធម្មជាតិ រួចកាត់ចោលផ្នែកដែលលើសមាត់ស៊ីឡាំងចេញ បន្ទាប់មកយកវាទៅសំងួតក្នុងទូរសំងួត (Oven) ក្នុងសីតុណ្ហភាព

១០៥ $^{0}$C រយៈពេល ២៤ ម៉ោង ឬក្នុងសីតុណ្ហភាព ៨០ $^{0}$C រយៈពេល ៤៨ ម៉ោង ដើម្បីកំណត់ម៉ាសដី (Soil Survey Division Staff, 1993 and Reeuwijk, 2002) ។




រូបភាព ១៤ ការកំណត់ដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិ

តារាង ៤ ទំនាក់ទំនងរវាងដង់ស៊ីតេធម្មជាតិ និងការដុះលូតលាស់របស់ឫសរុក្ខជាតិ

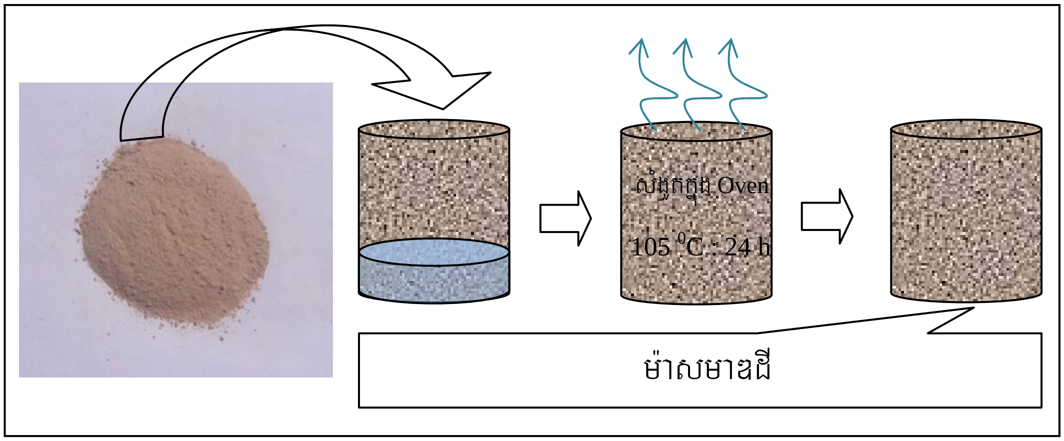
| វាយនភាពដី | ដង់ស៊ីតេល្អប្រសើរ (g/Cm$^3$) | មានឥទ្ធិពលលើឫស (g/Cm$^3$) | រាំងស្ទះដល់ឫស (g/Cm$^3$) |
|---|---|---|---|
| ដីខ្សាច់ ឬ ដីខ្សាច់ល្បាយ | < ១,៦០ | ១,៦៩ | > ១,៨០ |
| ដីល្បាយខ្សាច់ ឬ ដីល្បាយ | < ១,៤០ | ១,៦៣ | > ១,៨០ |
| ដីល្បាយឥដ្ឋខ្សាច់, ដីល្បាយ ឬ ដីល្បាយឥដ្ឋ | < ១,៤០ | ១,៦០ | > ១,៧៥ |
| ដីល្បាយម៉ដ្ឋ ឬដីល្បាយគ្រើម+ម៉ដ្ឋ | < ១,៣០ | ១,៦០ | > ១,៧៥ |
| ដីល្បាយម៉ដ្ឋ+គ្រើម ឬដីល្បាយឥដ្ឋល្បាយម៉ដ្ឋ | < ១,៤០ | ១,៥៥ | > ១,៦៥ |
| ដីឥដ្ឋខ្សាច់, ដីឥដ្ឋល្បាយម៉ដ្ឋ ឬ ដីល្បាយឥដ្ឋមួយចំនួន (ឥដ្ឋ ៣៥-៤៥%) | < ១,១០ | ១,៤៩ | > ១,៥៨ |
| ដីឥដ្ឋ (ឥដ្ឋ > ៤៥%) | < ១,១០ | ១,៣៩ | > ១,៤៧ |

ប្រភព : USDA, 1999a

បើដីមានដង់ស៊ីតេធម្មជាតិ = ១,៤០ g/Cm$^3$ នោះដី ១ ហិកតា (ជម្រៅ ១៥ Cm ) មានទម្ងន់ **២.១០០ តោន** ។

## ៣.២ ដង់ស៊ីតេដីប្រាកដ (Particle Density)

ដង់ស៊ីតេដីប្រាកដ គឺជាម៉ាសនៃគ្រាប់ដី (<២ mm) ក្នុងមួយមាឌនៃគ្រាប់ដី។ ជាទូទៅ គេប្រើស៊ីឡាំងដែលមានមាឌច្បាស់ ច្រកគ្រាប់ដីដើម្បីកំណត់មាឌដី រួចយកវាទៅសំងួតក្នុងទូរសំងួត (Oven) ក្នុងសីតុណ្ហភាព ១០៥ $^{0}$C រយៈពេល ២៤ ម៉ោង ឬ ក្នុងសីតុណ្ហភាព ៨០ $^{0}$C រយៈពេល ៤៨ ម៉ោង ដើម្បីកំណត់ម៉ាសនៃគ្រាប់ដី (រូបភាព១៥)។ ដង់ស៊ីតេដីប្រាកដមានភាពផ្សេងៗគ្នាច្រើន វាអាស្រ័យនឹងកត្តាវាយនភាពដីការផ្តុំនៃគ្រាប់ដី (aggregation) សារធាតុសរីរាង្គផលធៀបរវាងភាពហាប់និងភាពមាំនៃដី ការគ្រប់គ្រងគ្រាប់ដី និងប្រូហ្វីលដី (Soil Survey Division Staff, 1993 and Reeuwijk, 2002)។




រូបភាព ១៥ ការកំណត់ដង់ស៊ីតេដីប្រាកដ

## ៤ រន្ធដី (Soil Porosity)

រន្ធដី គឺជាភាគរយនៃមាឌដីសរុប ដែលមិនគិតពីគ្រាប់ដី។ ដីមានលក្ខខណ្ឌល្អសម្រាប់ដំណាំ គឺមានដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិប្រមាណ ១,៣២ g/Cm$^{3}$ ដែលវាធ្វើអោយដីនោះមាន ៥០% ជា អង្គធាតុរឹង និង ៥០% ជារន្ធដី។ ខាងក្រោមនេះគឺជារូបមន្តកំណត់ភាគរយនៃរន្ធដី:

$$\%\text{ រន្ធដី} = ១០០ - \frac{\text{ដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិ}}{\text{ដង់ស៊ីតេដីប្រាកដ}} \times ១០០$$

រន្ធដី ត្រូវបានបំពេញដោយទឹក និងខ្យល់នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌដីធ្វើកសិកម្ម។ ប្រសិនបើគ្រាប់ដីស្ថិតនៅជាប់ និងជិតគ្នានៅក្នុងដីស្រទាប់លើ ឬដីហាប់ស្រទាប់បន្ទាប់ក្ដីនោះរន្ធដីសរុបមានចំនួនតិច ហើយដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិមានតម្លៃខ្ពស់។ ផ្ទុយមកវិញ បើគ្រាប់ដីតំរៀបគ្នាមានរន្ធច្រើន ក្នុងករណីវាយនភាពដីមធ្យមហើយវាមានសារធាតុសរីរាង្គច្រើន នោះរន្ធដីមានចំនួនច្រើនក្នុងមួយខ្នាតមាឌ និងដង់ស៊ីតេដីធម្មជាតិមានតម្លៃទាប។ ទំហំនៃរន្ធដីមានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើភាពចល័តនៃខ្យល់ និងទឹក។

រន្ធដីដែលមានទំហំអង្កត់ផ្ចិត <0,0៥ mm (ឬល្អិតជាងខ្សាច់) ហៅថារន្ធមីក្រូ (*micro-pores*) ហើយរន្ធដី ដែលមានទំហំអង្កត់ផ្ចិត >0,0៥ mm ហៅថារន្ធម៉ាក្រូ (*macropores*)។ រន្ធម៉ាក្រូ ជាកន្លែងចល័តនៃខ្យល់សម្រាប់ការដុះលូតលាស់នៃឬសរុក្ខជាតិ និងភាពងាយស្រស់ទឹកនៃដី។ ផ្ទុយមកវិញ រន្ធមីក្រូត្រូវបានបំពេញដោយទឹកនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌដីសើម ហើយវាមិនផ្ដល់លក្ខខណ្ឌល្អសម្រាប់អោយខ្យល់ចេញចូលបានច្រើននោះទេ។ ការចល័តនៃទឹកក្នុងដីតាមរន្ធមីក្រូមានភាពយឺតយ៉ាវ។ ដូច្នេះ ការចល័តនៃខ្យល់ និងទឹកនៅក្នុងដីខ្សាច់គ្រើមមានសភាពលឿន ថ្វីបើដីនោះមានរន្ធដីសរុបតិចក៏ដោយ ព្រោះវាមានភាពលើសលុបនៃរន្ធម៉ាក្រូ។

ដីឥដ្ឋ ដែលដីគ្មានទម្រង់ជាគ្រាប់ៗ ធ្វើអោយភាពចល័តនៃខ្យល់ និងទឹកតិច ទោះបីជាដីនោះមានបរិមាណរន្ធដីសរុបច្រើនយ៉ាងណាក៏ដោយ ពីព្រោះរន្ធមីក្រូមានភាពលើសលប់នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌដីបែបនេះ។ ដីបែបនេះជាញឹកញាប់ មាននៅដីស្រទាប់ទីពីរនៃប្រូហ្វីលដី ហើយរន្ធដីដែលបំពេញដោយខ្យល់ និង ទឹកមិនអាចគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការដុះលូតលាស់របស់ឬសរុក្ខជាតិ និងសកម្មភាពរបស់អតិសុខុមប្រាណបានឡើយ។ ការជ្រោយដី និងទម្រង់ជាគ្រាប់ៗរបស់ដីបានជួយបង្កើនចំនួនរន្ធម៉ាក្រូ ដែលនាំអោយមានខ្យល់ចេញចូលបានច្រើននៅក្នុងដី (Soil Survey Division Staff, 1993)។

## ៥ ពណ៌ដី (Soil Color)

ពណ៌ដី គឺជាផ្នែកមួយដែលអាចប្រើសម្រាប់បែងចែកស្រទាប់ដីនៅលើប្រូហ្វីលដី (រូបភាព១៦និង១៧)។ ពណ៌ដីមានភាពងាយបំផុតក្នុងចំណោមនៃការកំណត់លក្ខណៈរបស់ដី។ ដីដែលមានពណ៌ក្រម៉ៅ ទៅខ្មៅបង្ហាញពីសារធាតុសរីរាង្គដែលមានច្រើននៅក្នុងដី ហើយភាគ

ច្រើនបំផុត វាបង្ហាញនៅក្នុងដីស្រទាប់លើបង្អស់នៃប្រូហ្វីលដី ។ ពណ៌ដីបង្ហាញពីប្រវត្តិនៃការវិវឌ្ឍរបស់ដី (Department of Natural Resources, 2005) ។

គំរូនៃពណ៌ដី អាចឆ្លុះបញ្ចាំងពីការច្រោះទឹកតាមធម្មជាតិនៅក្នុងដី ហើយពណ៌ដីមានការប្រែប្រួលអាស្រ័យទៅនឹងជម្រៅដី ។ ពណ៌ក្រហមខ្ចី ឬក្រហមភ្លឺ និង/ឬ លឿងបញ្ចាក់ពីលក្ខខណ្ឌសមស្របក្នុងការដោះទឹកដែលបង្ហាញពីទម្រង់អុកស៊ីតនៃដែក និងធាតុដទៃ (តារាង ៥) នៅក្នុងស្រទាប់ទីពីរនៃប្រូហ្វីលដី (Soil Survey Division Staff, 1993) ។

តារាង ៥ ពណ៌ដីបញ្ចាក់ពីធាតុបង្ករនៅក្នុងដី

| វត្ថុធាតុ | សមាសធាតុគីមី | ពណ៌ដី |
|---|---|---|
| ម៉ង់កាណែសអុកស៊ីត (Manganese Oxide) | $MnO_2$ | ពណ៌ស្វាយខ្មៅ |
| ដែកអុកស៊ីតម៉ាញ៉េទិច (Hematite) | $Fe_2O_3$ | ពណ៌ក្រហម |
| Geothite | FeOOH | ពណ៌លឿង |
| ដែកអ៊ីដ្រុកស៊ីត n អ៊ីដ្រាតេ (Hydrated Ferric Hydroxide) | $Fe(OH)_3*nH_20$ | ពណ៌ត្នោតក្រហម |
| កាល់ស្យូមកាបូណាត (Calcite) | $CaCO_3$ | ពណ៌ស |
| អាលុយមីញ៉ូមស៊ីលីកាតនៃដែក ៣ អ៊ីដ្រាតេហើយមានការរួមផ្សំគ្នាតិចតួចពីប៉ូតាស្យូមនិងម៉ាញ៉េស្យូម (Glauconite) | $KMg(Fe,Al)(SiO_3)_6.3H_2O$ | ពណ៌បៃតង |

ប្រភព : Kubota, 2005b

## ៥.១ តារាងពណ៌ដី Munsell (Munsell® Soil Color Chart)

ពណ៌ពិតប្រាកដនៃពណ៌ប្រផេះ ត្រូវបានប្រើដើម្បីបកស្រាយពីភាពដោះទឹកនៃដី ។ សៀវភៅតារាងពណ៌ដី (Munsell® Soil Color Chart) ត្រូវបានប្រើដើម្បីបកស្រាយពីពណ៌ដីអោយបានជាក់លាក់ (រូបភាព១៦) ។ ដីសំដែងចេញនូវពណ៌យ៉ាងច្រើន ។ ពណ៌អាចចាត់ថ្នាក់ពីពណ៌ក្រហម លឿង ត្នោត បៃតង ខៀវ ប្រផេះ និង ខ្មៅ។ ពណ៌ប្រែប្រួលតាមភាពភ្លឺព្រលែត និងភាពជោគជាំនៃពណ៌ ។ សៀវភៅតារាងពណ៌ដីនេះត្រូវបានបែងចែកគំរូពណ៌ចេញជា ៣២២ ពណ៌ (Department of Natural Resources, 2005) ។ សៀវភៅតារាងពណ៌ដីនេះត្រូវបានបែងចែកជាបីផ្នែក :

❖ **Hue-ភាពលំៗនៃពណ៌** : នៅទំព័រនីមួយៗនៃសៀវភៅតារាងពណ៌ដី គឺជាពណ៌បឋមមួយមានការផ្សំគ្នាពិសេសមួយរវាងពណ៌ក្រហម (R) និងលឿង (Y) ដែលហៅថា "Hue" ។ Hue ត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅលើ ទំព័រនីមួយៗនៃសៀវភៅតារាងពណ៌ដី ។ ***ឧទាហរណ៍*** : 7.5YR, 10YR, 2.5Y, ឬ 5Y ហើយយើងអាចមើលឃើញវានៅជ្រុងខាងស្តាំនៃផ្នែកខាងលើរបស់សៀវភៅ ។ នៅលើទំព័រនីមួយៗមានគំរូពណ៌ច្រើនទៀតដែលស្ថិតនៅក្នុង Hue ។

❖ **Value-តម្លៃ** : សំដៅលើភាពភ្លឺ និងភាពក្រម៉ៅនៃពណ៌ ។ នៅលើទំព័រនីមួយៗមាន ៧ ជួរដេកនៃគំរូពណ៌ ។ នៅក្នុងជួរដេកនីមួយៗ តំណាងអោយតម្លៃពណ៌ប្លែកៗគ្នា ហើយវាមានពណ៌ប្រែប្រួលពីភ្លឺទៅក្រម៉ៅ ។ ពណ៌ក្រម៉ៅបំផុតស្ថិតនៅជួរដេកក្រោមបង្អស់ និងពណ៌ភ្លឺបំផុតស្ថិតនៅជួរដេកលើបង្អស់ ។

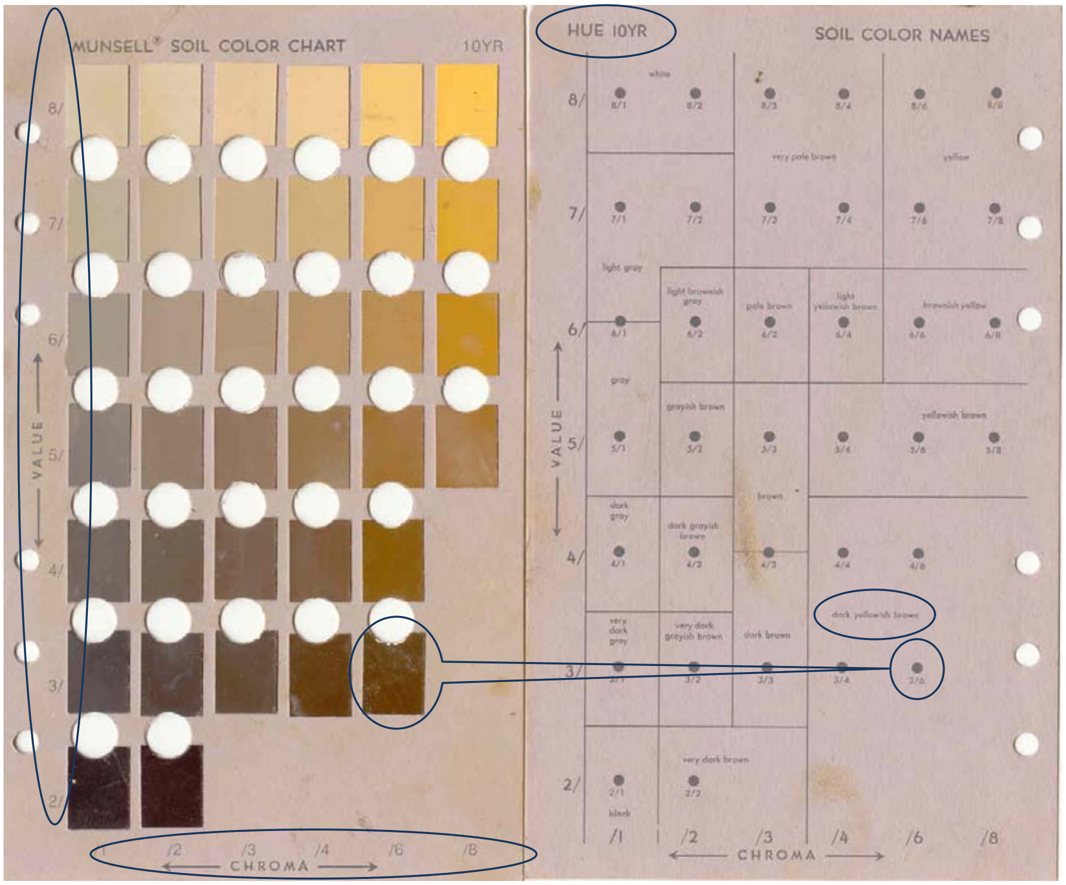
***ឧទាហរណ៍*** : 2, 3, 4, 5, 6, 7, ឬ 8 ហើយគេអាចមើលឃើញវានៅបញ្ឈរខាងឆ្វេងនៃទំព័រនីមួយៗ ។

❖ **Chroma-**ជាភាសាក្រិចមានន័យថា **"ពណ៌"** : នៅលើទំព័រនីមួយៗមាន ៥ ឬ ៦ ជួរឈរនៃគំរូពណ៌ ។ ជួរឈរនីមួយៗតំណាងអោយគំរូពណ៌ប្លែកៗគ្នា ហើយវាមានពណ៌ប្រែប្រួលពីពណ៌ស្រអាប់ទៅច្បាស់ ។

***ឧទាហរណ៍*** : 1, 2, 3, 4, 6, ឬ 8 ហើយយើងអាចមើលឃើញវានៅជួរដេកផ្នែកខាងក្រោមនៃទំព័រនីមួយៗ ។

***ឧទាហរណ៍*** : ដីមួយមានពណ៌ស្រដៀង ឬដូចគំរូពណ៌ស្ថិតនៅលើទំព័រ Hue: 10YR, Value: 3, និង Chroma: 6 (រូបភាព១៦) នោះគេអាចសរសេរ : **10YR3/6** មានន័យថា "Dark Yellowish Brown-ពណ៌ត្នោតលឿងចាស់" ។

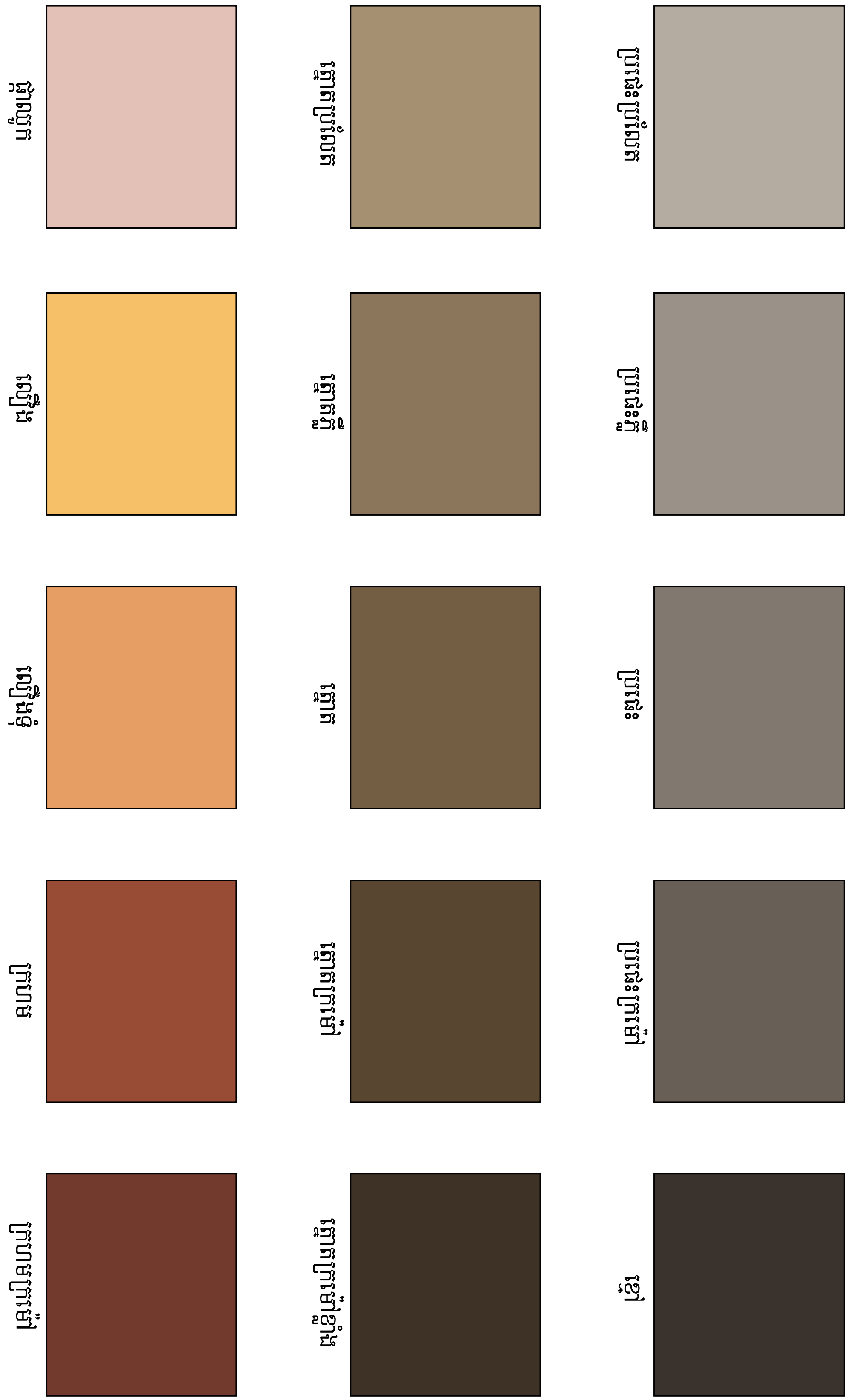
ប្រភព : Department of Natural Resources, 2005




រូបភាព ១៦ តារាងគំរូពណ៌នៅទំព័រ 10YR នៃសៀវភៅតារាងពណ៌ដី Munsell

## ៥.២ ផ្ទាំងគំរូពណ៌ដី (Standard Soil Color Chart)

ផ្ទាំងគំរូពណ៌មាន ១៥ ពណ៌ផ្សេងៗគ្នា ដែលមានលក្ខណៈសាមញ្ញដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់ពណ៌ដីសម្រាប់ការធ្វើចំណាត់ថ្នាក់ដីនៅកម្ពុជាតាមបែបក្សេត្រវិទ្យា (រូបភាព១៧)។ ផ្ទាំងគំរូពណ៌នេះមានចំនួនបីជួរដេកដែលជួរដេកទីមួយមានពណ៌ប្រែប្រួលពីពណ៌ប្រផេះព្រលែត ទៅពណ៌ខ្មៅ ហើយជួរដេកទីពីរមានពណ៌ប្រែប្រួលពីពណ៌ត្នោតព្រលែតទៅពណ៌ត្នោតក្រម៉ៅខ្លាំង និងជួរដេកទីបីមានពណ៌ប្រែប្រួលពីពណ៌ផ្កាឈូកទៅពណ៌ក្រហមក្រម៉ៅ (White, *et al.* 1997)។



រូបភាព ១៧ ផ្ទាំងគំរូពណ៌ដី (White *et al.*, 1997)

# មេរៀនទី ៤

## លក្ខណៈគីមីនៃដី

១. សារធាតុចិញ្ចឹមរបស់រុក្ខជាតិ

២. ប៉េហាស់ដី

៣. សមត្ថភាពដោះដូរកាចុង

៤. ការបន្ថែមកំបោរលើដី

## ១ សារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិ (Plant Nutrient)

រុក្ខជាតិក៏ដូចជាភាវរស់ដទៃទៀតដែរ គឺវាត្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមដើម្បីធ្វើការដុះលូតលាស់ និងបន្តពូជ (តារាង៦)។ ឫសរុក្ខជាតិចាប់យកសារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗស្ទើរតែទាំងអស់តាមរយៈការស្រូបយកពីសូលុយស្យុងដី។ ការបាត់បង់ និងការវិលត្រលប់មកវិញ នៃសារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិ និងលក្ខណៈគីមីនៅក្នុងសូលុយស្យុងដី គឺត្រូវបានត្រួតត្រាដោយលក្ខណៈអង្គធាតុរឹងនៃដី និងសារធាតុសរីរាង្គ។ លក្ខណៈគីមីនៃដីឆ្លុះបញ្ចាំងពីឥទ្ធិពលសារធាតុខនិជនៃដី និងធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងសូលុយស្យុងដី (Soil Survey Division Staff, 1993 and Veldkamp, 1992)។

តារាង ៦ សារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗរបស់រុក្ខជាតិ ទម្រង់ដែលអាចស្រូប និងតួនាទីរបស់វា

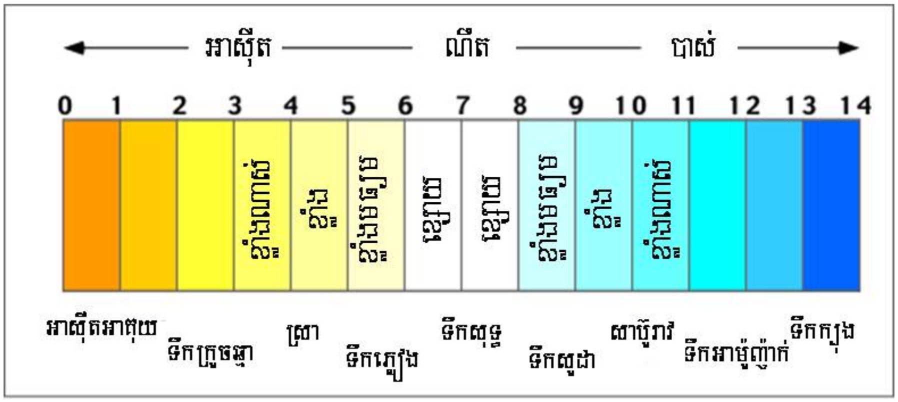
| ធាតុ | ទម្រង់អាចស្រូប | ≈%នៃម៉ាសស្ងួត | តួនាទី |
|---|---|---|---|
| កាបូន (C) | $CO_2$ | ៤៤ | សមាសធាតុសំខាន់នៃម៉ូលេគុលសរីរាង្គ |
| អុកស៊ីសែន(O) | $O_2$ , $H_2O$ | ៤៤ | សមាសធាតុសំខាន់នៃម៉ូលេគុលសរីរាង្គ |
| អ៊ីដ្រូសែន(H) | $H_2O$ | ៦ | សមាសធាតុសំខាន់នៃម៉ូលេគុលសរីរាង្គ |
| **ធាតុចំបង (Primary Nutrients)** | | | |
| នីដ្រូសែន (N) | $NO_3^-$ $NH_4^+$ | ១-៤ | សមាសធាតុរបស់អាស៊ីតអាមីនេ ប្រូតេអ៊ីន នុយក្លេអូទីត អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ក្លរ៉ូហ្វីល កូអង់ស៊ីម និងអង់ស៊ីម |
| ផូស្វ័រ (P) | $H_2PO_4^-$ $HPO_4^{2-}$ | ០,១-០,៨ | សមាសធាតុនៃ ADP និង ATP អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចផូស្វ័រលីពីត និងកូអង់ស៊ីមមួយចំនួន |
| ប៉ូតាស្យូម (K) | $K^+$ | ០,៥-៦ | សំយោគប្រូតេអ៊ីន ប្រតិបត្តិការនៃស្តូម៉ាត |
| **ធាតុបន្ទាប់បន្សំ (Secondary Nutrients)** | | | |
| កាល់ស្យូម (Ca) | $Ca^{2+}$ | ០,២-៣,៥ | សមាសធាតុនៃភ្នាសកោសិកា ការពារទម្រង់ភ្នាស និងការជ្រាបទឹក ធ្វើអោយអង់ស៊ីមមួយចំនួនសកម្មឡើង |
| ម៉ាញ៉េស្យូម (Mg) | $Mg^{2+}$ | ០,១-០,៨ | សមាសធាតុនៃម៉ូលេគុលក្លរ៉ូហ្វីល ធ្វើអោយអង់ស៊ីមជាច្រើនសកម្មឡើង |
| ស៊ុលផួរ (S) | $SO_4^{2-}$ | ០,០៥-១ | ធាតុនៃអាស៊ីតអាមីនេនិងប្រូតេអ៊ីន កូអង់ស៊ីម A |

| ធាតុ | ទម្រង់អាចស្រូប | ≈ៈនៃម៉ាសស្ងួត | តួនាទី |
|---|---|---|---|
| **មីក្រូធាតុ (Micronutrients)** | | | |
| ក្លរ (Cl) | $Cl^-$ | ១០០-១០.០០០ | អូស្មូស និងតុល្យភាពអ៊ីយ៉ុង |
| ដែក (Fe) | $Fe^{2+}$, $Fe^{3+}$ | ២៥-៣០០ | រស្មីសំយោគក្លរ៉ូហ្វីល |
| ម៉ង់កាណែស(Mn) | $Mn^{2+}$ | ១៥-៨០០ | ធ្វើអោយសកម្មនៃអង់ស៊ីមជាក់លាក់ |
| ស័ង្កសី (Zn) | $Zn^{2+}$ | ១៥-១០០ | ធ្វើអោយសកម្មនៃអង់ស៊ីមជាច្រើន និងសកម្មក្នុងទម្រង់ក្លរ៉ូហ្វីល |
| បរ (B) | $BO_3^-$ $B_4O_7^{2-}$ | ៥-៧៥ | ប្រហែលជាជាប់ទាក់ទងក្នុងការដឹកជញ្ជូនកាបូអ៊ីដ្រាតសំយោគអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច |
| ទង់ដែង (Cu) | $Cu^{2+}$ | ៤-៣០ | អ្នកធ្វើអោយសកម្ម ឬ ជាផ្នែកមួយនៃអង់ស៊ីមជាក់លាក់ |
| ម៉ូលីបដែន (Mo) | $MoO_4^{2-}$ | ០,១-៥ | ការភ្ជាប់អាសូត កាត់បន្ថយអាសូត |

ប្រភព : Peter, 2005

## ២ ប៉េហាស់ដី (Soil pH)

pH ដីចង្អុលលក្ខណៈពីទំនាក់ទំនងរវាងភាពអាស៊ីត និងអាល់កាឡាំងនៃសូលុយស្យុងដី។ តម្លៃនៃ pH ដីនៅក្នុងប្រព័ន្ធធម្មជាតិគឺមានលំដាប់ពី ០ ទៅ ១៤ (រូបភាព១៨) ដែល pH=៧: ណឺត ហើយ pH < ៧: អាស៊ីត និង pH >៧: អាល់កាឡាំង ឬ បាស (Soil Survey Division Staff, 1993 and Veldkamp, 1992)។




រូបភាព ១៨ កម្រិតនៃតម្លៃ pH (Veldkamp, 1992 and Pidwirny, 2006)

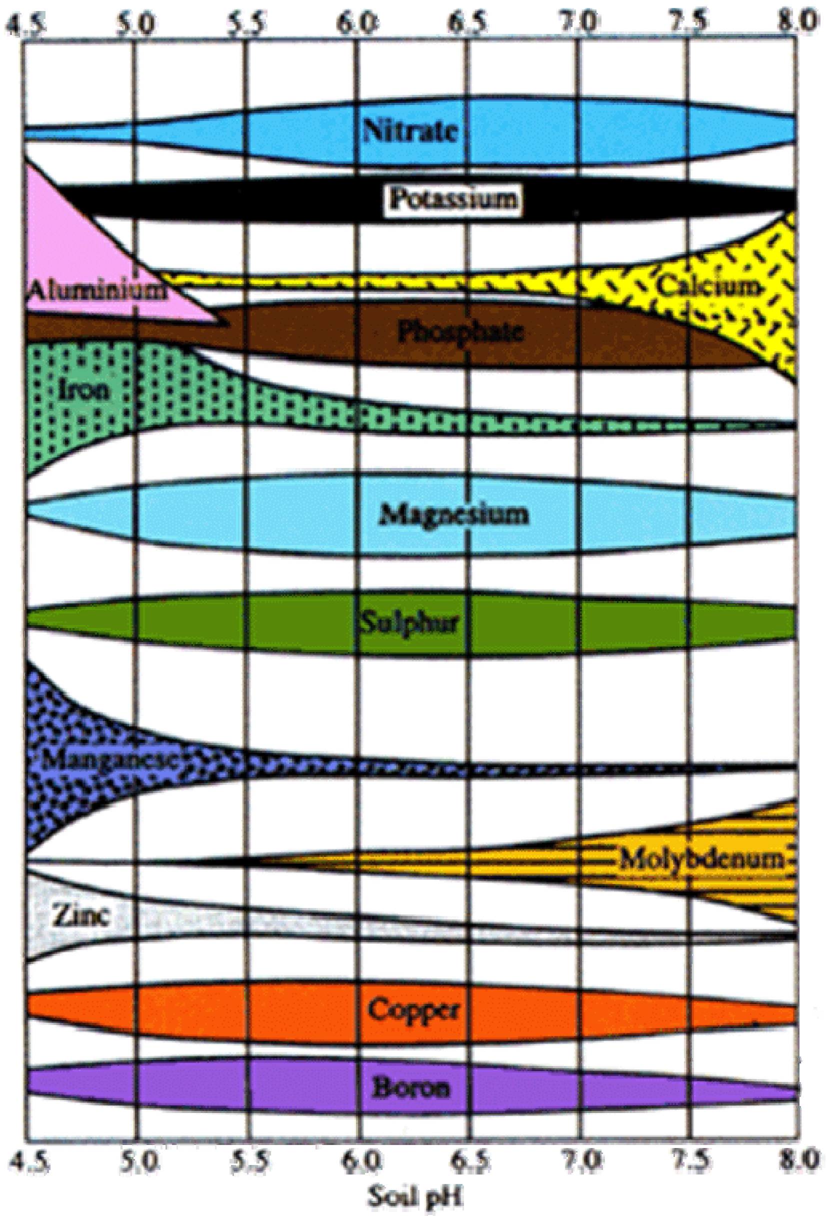
pH ដី គឺជាការវាស់សកម្មភាព ឬភាពខាប់នៃអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន ($H^+$) នៅក្នុងដី និងសូលុយស្យុងទឹក។ pH ត្រូវបានកំណត់ដោយ : $pH=-log[HO_3^+]$ ដែលតម្លៃផ្លាស់ប្តូរមួយក្រិត១នៃ pH ដី មានន័យថាកំហាប់អាស៊ីត ឬបាសផ្លាស់ប្តូរដប់ដងនៅក្នុងដី (Soil Survey Division Staff, 1993)។

***ឧទាហរណ៍:*** ដីមួយមាន pH=៦,0 នោះសកម្មភាព $H^+$ មានច្រើនជាង ១០ ដងនៃដីដែលមាន pH = ៧,0។

## ២.១ ប៉េហាស់ដី និង រុក្ខជាតិ (Soil pH and Plant)

pH ដី អាចឆ្លុះបញ្ចាំងពីការដុះលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ និងតម្រូវការកំបោររបស់ដី ប៉ុន្តែ មិនបង្ហាញពីបរិមាណកំបោរដែលត្រូវការសម្រាប់កែប្រែដីនោះទេ (USDA, 1999b)។ pH ដី មានឥទ្ធិពលលើភាពសេរីរបស់សារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិ ដោយហេតុថា ភាពសេរីនៃសារធាតុចិញ្ចឹមច្រើន ឬតិច អាស្រ័យនឹងកម្រិតរបស់ pH ដី (រូបភាព១៩)។ ដី ដែលមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្លាំងបំផុត (pH<៤) អាចបណ្តាលអោយរុក្ខជាតិស្រូបយកផូស្វ័រពីដីមិនបាន ព្រោះ $Al^{3+}$ បានបឺតយកផូស្វ័រអស់ពីក្នុងដី ដោយសារវត្តមាន $Al^{3+}$ កាន់តែច្រើននៅក្នុងដីដែលមាន pH កាន់តែទាប។ ផ្ទុយទៅវិញ ដីដែលមាន pH ខ្ពស់ (ដីអាល់កាឡាំង) អាចបណ្តាលអោយរុក្ខជាតិលេចចេញនូវកង្វះធាតុសង្កសី (Zn) ឬ/និង ដែក (Fe) (Veldkamp, 1992)។

ដីប្រែទៅជាអាស៊ីតនៅពេលមានកាចុង (ដូចជា កាចុងកាល់ស្យូម ឬ $Ca^{2+}$) ដែលចាប់ដោយកូឡូអ៊ីតដីត្រូវបានផ្តាច់ចេញពីដី ហើយជំនួសដោយអ៊ីយ៉ុងអាលុយមីញ៉ូម ($Al^{3+}$) បន្ទាប់មក $Al^{3+}$ ធ្វើអ៊ីដ្រូលីសក្លាយទៅជាអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតរឹង ($Al(OH)_3$) និង $H^+$ បន្សល់ទុកនៅក្នុងដី។ ដំណើរការអាស៊ីតកម្មយូរអង្វែងនៃការបំបែករបស់ធាតុសរីរាង្គ ក៏បន្សល់ជាតិអាស៊ីតទៅក្នុងសូលុយស្យុងដីដែរ (Soil Survey Division Staff, 1993)។




រូបភាព ១៩ ទំនាក់ទំនងរវាង pH ដី និងភាពសេរីនៃសារធាតុចិញ្ចឹម (USDA, 1999a)

តារាង ៧ pH(H₂O) ដីសមស្របសម្រាប់ដំណាំមួយចំនួន

| ដំណាំ | Crops | pH | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ៤,០ | ៤,៥ | ៥,០ | ៥,៥ | ៦,០ | ៦,៥ | ៧,០ | ៧,៥ |
| ស្រូវ | Paddy Rice | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| សណ្តែកដី | Peanut | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| ពោត | Maiz | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| អំពៅ | Sugarcane | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ដំឡូងបារាំង | Potato | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| ថ្នាំជក់ | Tobacco | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ការ៉ុត | Carrot | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ត្រាវ | Taro | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ស្ពៃក្តោប | Cabbage | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ស្ពៃក្រញ៉ាញ់ | Chinese Cabbage | | | | | ■ | ■ | | |
| ស្ពៃផ្កា | Cauliflower | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ខ្ទឹមបារាំង | Onion | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| ត្រប់ | Egg Plant | | | | | ■ | ■ | | |
| ប៉េងប៉ោះ | Tomato | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| ត្រសក់ផ្អែ | Cucumber | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ល្ពៅ | Pumpkin | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| ឪឡឹក | Watermelon | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| សាឡាដ | Lettuce | | | | | ■ | ■ | | |
| ក្រូច | Orange | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| ទំពាំងបាយជូរ | Grape | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| ម្នាស់ | Pineapple | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| តែ | Tea | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| ប៉ោម | Apple | | | ■ | ■ | ■ | | | |

ប្រភព : Kubota, 2005a

## ២.២ វិធីសាស្ត្រវាស់ប៉េហាស់ដី (Soil pH Measurement)

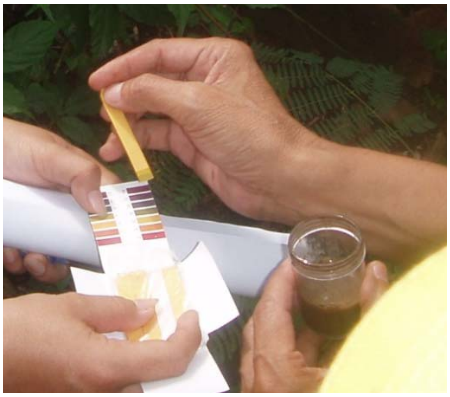
អេឡិចត្រូនិច pH ម៉ែត្រ គឺជាឧបករណ៍មួយដែលមានភាពសុក្រិតជាងគេក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រវាស់ pH របស់ដី (រូបភាព២០)។ ជាគោលការណ៍ គេត្រូវលាយសូលុយស្យុងដីដែលមានសមមាត្រ ១:២,៥ (ដី : អង្គធាតុរាវ)។ អង្គធាតុរាវអាចប្រើបានគឺ ទឹកសុទ្ធ (pH-$H_2O$) ឬសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមក្លរ (pH-KCl) ដែលមានកំហាប់មួយម៉ូល/លីត្រ (១*M* នៃ KCl) (Reeuwijk, 2002)។

**ដំណើរការនៃការវាស់ pH ដី** (Reeuwijk, 2002) :

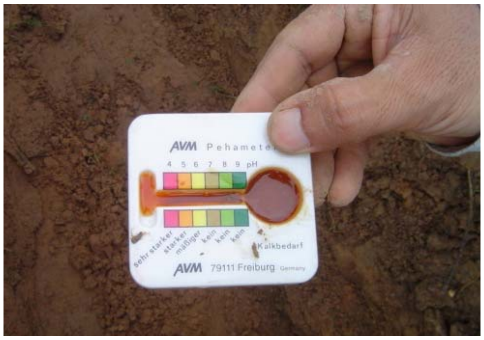
- ថ្លឹងដីចំនួន ២០ ក្រាមដាក់ក្នុងកែវបេស៊ែ ដែលមានចំណុះ ២៥០ មីលីលីត្រ
- ចាក់ ៥០ មីលីលីត្រនៃទឹកសុទ្ធ ឬសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមក្លរ(កំហាប់មួយម៉ូល/លីត្រ)
- ក្រឡុក ឬ កូររយៈពេល ២ ម៉ោង
- បន្ទាប់ពីក្រឡុក ឬកូររួចយកអេឡិចត្រូនិចប៉េហាស់ម៉ែត្រមកវាស់សូលុយស្យុងដីនោះ
- មើលតម្លៃប៉េហាស់នៅលើប៉េហាស់ម៉ែត្រ

ក្រៅពីអេឡិចត្រូនិច pH ម៉ែត្រគេអាចប្រើក្រដាស់ pH (រូបភាព២១) ដើម្បីវាស់ pH របស់ដី ប៉ុន្តែវាមិនសូវមានភាពជាក់លាក់ដូចឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិច pH ម៉ែត្រទេ។ លើសពីនេះទៅទៀតមានឧបករណ៍វាស់ pH របស់ដីច្រើនប្រភេទទៀតដែលឧបករណ៍មួយចំនួន ប្រើអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ (រូបភាប២២) ហើយមួយចំនួនទៀតអាចបង្ហាញតម្លៃ pH ដីយ៉ាងឆាប់រហ័សដោយគ្រាន់តែយកឧបករណ៍នោះចាក់ចូលទៅក្នុងដី (រូបភាព២៣)។

រូបភាព ២០ ការវាស់ pH ដីដោយប្រើអេឡិចត្រូនិច pH ម៉ែត្រ



រូបភាព២១ ការវាស់ pH ដីដោយក្រដាស់pH




រូបភាព ២២ ឧបករណ៍វាស់ pH ដីដោយប្រើអង្គធាតុចង្អុលពណ៌

រូបភាព ២៣ ឧបករណ៍វាស់ pH ដីដោយចាក់ចូលក្នុងដីផ្ទាល់

## ៣ សមត្ថភាពដោះដូរកាចុង (Cation Exchange Capacity-CEC)

សមត្ថភាពដោះដូរកាចុង គឺជាលទ្ធភាពដីដែលចាប់យកកាចុងមកផ្អឹបនឹងខ្លួនវា។ កាចុងទាំងនោះរួមមាន : កាល់ស្យូម **($Ca^{2+}$)** ម៉ាញ៉េស្យូម **($Mg^{2+}$)** ប៉ូតាស្យូម **($K^{+}$)** សូដ្យូម **($Na^{+}$)** អាម៉ូញ៉ូម **($NH_4^{+}$)** អាលុយមីញ៉ូម **($Al^{3+}$)** និងអ៊ីដ្រូសែន **($H^{+}$)**។ ខនិជដីឥដ្ឋ ល្បាយម៉ដ្ឋមួយចំនួន និងសារធាតុសរីរាង្គដែលរលាយក្នុងគ្រាប់ដី (មមោត) ទាំងអស់គឺជាប្រភេទដែលមានបន្ទុកអគ្គីសនីអវិជ្ជមាននៅផ្ទៃខាងក្រៅដែលអាចហៅថា **កូឡូអ៊ីត** (អង្កត់ផ្ចិតពី ០,០១-១០μm) កូឡូអ៊ីតទាំងនោះបង្ហាញអោយឃើញពីបរិមាណអេឡិចត្រុងលើស បរិមាណប្រូតុងដែលមាននៅក្នុងខនិជដីឥដ្ឋ ល្បាយម៉ដ្ឋ ឬមមោត។ បន្ទុកអគ្គីសនីរបស់កូឡូអ៊ីតមានតួនាទីចាប់យកកាចុង និងបង្ការកុំអោយហូរច្រោះចេញពីដី។ កាចុងទាំងអស់ ដែលផ្អឹបជាប់នឹងដីអាចដោះដូរគ្នាជាមួយកាចុងដទៃទៀតបាន ឬ ឫសរុក្ខជាតិអាចស្រូបយកបាននៅក្នុងសូលុយស្យុងដី (Soil Survey Division Staff, 1993; Sposito, 1989; Aduayi & Ekong, 1981 and Tisdale *et al.*, 2002)។ ***ឧទាហរណ៍ :*** $Ca^{2+}$ អាចជំនួសដោយ $Al^{3+}$ និង/ឬ $K^{+}$។ ដីដែលមាន CEC ខ្ពស់អាចចាប់យកកាចុងបានច្រើន។ ប្រសិនបើមានភាពលើសលុបនៃ $Al^{3+}$ នៅក្នុងសូលុយស្យុងដី នាំអោយដីនោះមានភាពលើសលុបនៃកាចុង $Al^{3+}$ ព្រោះ $Al^{3+}$ ជាកាចុងដែលអាចដោះដូរខ្លាំងជាងគេ។ ដូចគ្នានោះដែរ នៅពេលដែលមានបរិមាណដ៏ច្រើន នៃកាចុង $Ca^{2+}$ ត្រូវបានបន្ថែមទៅអោយសូលុយស្យុងដីតាមរយៈការបាចកំបោរ នោះ $Ca^{2+}$ នឹងជំនួស $Al^{3+}$ វិញ ហើយធ្វើអោយសូលុយស្យុងដីនោះទៅជា ណឺត (Soil Survey Division Staff, 1993)។

តារាង ៨ កម្រិតនៃ CEC របស់ដី

| CEC | ទាបណាស់ | ទាប | មធ្យម | ខ្ពស់ | ខ្ពស់ណាស់ |
|---|---|---|---|---|---|
| **meq/១០០g** | <៦ | ៦-១២ | ១២-២៥ | ២៥-៤០ | >៤០ |

ប្រភព : Marx, 1999

CEC ត្រូវបានកំណត់ជាចំនួនម៉ូលនៃបន្ទុកអគ្គិសនីធៀបទៅនឹងម៉ាស់ដី។ ខ្នាតរបស់ CEC គឺ *cmol⁺/kg* (សង់ទីម៉ូលនៃបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានក្នុងមួយគីឡូក្រាម) ឬ *meq/១០០g* (មីលីអេគីវ៉ាឡង់/១០០ក្រាម ដែល : ១cmol⁺/kg = ១meq/១០០g)។ ដីដែលមាន CEC ខ្ពស់ដីនោះមានកាចុងច្រើននៅរុំពទ្ធ័។ CEC ដីមានភាពខុសគ្នាអាស្រ័យនឹងបរិមាណឥដ្ឋ និងអង្គធាតុសរីរាង្គដែលមាននៅក្នុងដីនោះ។ ដីឥដ្ឋមាន CEC ពី ៤ ទៅ ១០០ *meq*/១០០ក្រាមដី ហើយមមោគមាន CEC ប្រមាណ ២០០ *meq*/១០០ក្រាមដី (តារាង៩)។ វាយនភាពដីមានឥទ្ធិពលលើ CEC ដីដែលមានឥដ្ឋច្រើន គឺមាន CEC ខ្ពស់ (Soil Survey Division Staff, 1993 and Nathan, 2009)។

តារាង ៩ ទំនាក់ទំនងរវាងវាយនភាពដី និង CEC

| CEC (*meq/១០០g*) | Soil Texture | វាយនភាពដី |
|---|---|---|
| ២ — ៥ | Sand | ដីខ្សាច់ |
| ៥ — ១២ | Sandy Loam | ដីល្បាយគ្រើមខ្សាច់ |
| ១០ — ១៨ | Loams | ដីល្បាយគ្រើម |
| ១៥ — ៣០ | Silt, Silt Clay Loams | ដីល្បាយ ឬដីល្បាយគ្រើមឥដ្ឋល្បាយ |
| ២៥ — ៤០ | Clay, Clay Loams | ដីឥដ្ឋ ឬដីល្បាយគ្រើមឥដ្ឋ |

ប្រភព : Nathan, 2009

ដីដែលមាន CEC ទាប (១ ទៅ ១០ *meq/១០០g*) គឺជាដីដែលមានខ្សាច់ច្រើន និងមានលទ្ធភាពស្តុកទឹកទាប។ ដីប្រភេទនេះតម្រូវអោយមានការបាចកំបោរដើម្បីកែប្រែ pH ដីក្នុងគោលបំណងកាត់បន្ថយការហូរច្រោះនៃអាសូត និងប៉ូតាស្យូម។ ផ្ទុយមកវិញ ដីដែលមាន CEC ខ្ពស់ (១៥ ទៅ ៤០ *meq/១០០g*) មានដីឥដ្ឋ ឬមមោគច្រើន និងមានលទ្ធភាពស្តុក

ទឹកខ្ពស់ ហើយក៏តម្រូវអោយមានការបាចកំបោរដើម្បីកែប្រែ pH ដី និងធ្វើអោយមានលទ្ធភាពរក្សាសារធាតុចិញ្ចឹមកាន់តែប្រសើរឡើង (តារាង១០) (Soil Survey Division Staff, 1993 and Nathan, 2009) ។

តារាង ១០ ទំនាក់ទំនងរវាង CEC ដីទៅនឹងលក្ខណៈសម្បត្តិដី

| CEC ទាប (១-១០ *meq/ ១០០g*) | CEC ខ្ពស់ (១១-៥០ *meq/ ១០០g*) |
|---|---|
| ដីខ្សាច់ច្រើន និង ដីឥដ្ឋតិច | ដីខ្សាច់តិច ហើយល្បាយ និង ឥដ្ឋច្រើន |
| សារធាតុសរីរាង្គតិច | ធាតុសរីរាង្គក្នុងដីពីមធ្យម ទៅច្រើន |
| លទ្ធភាពស្តុកទឹកទាប | លទ្ធភាពស្តុកទឹកខ្ពស់ |
| pH ដីទាប | pH ដីនិងលក្ខណៈគីមីផ្សេងទៀតមិនងាយប្រែប្រួល |
| សារធាតុចិញ្ចឹមហូរច្រោះចុះក្រោមច្រើន ដូចជា : $Ca^{2+}$, $NH^{+}$ និង $K^{+}$ | មិនសូវបាត់បង់សារធាតុចិញ្ចឹមច្រើនដូចដីដែលមាន CEC ទាប |

ប្រភព : Soil Survey Division Staff, 1993

## ៣.១ ភាពចល័តរបស់កាចុងក្នុងដី (Cation Mobility in Soils)

បន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានរបស់ដីឥដ្ឋ និងសារធាតុសរីរាង្គឆក់យកកាចុងយ៉ាងខ្លាំងនៅក្នុងដី ។ ការចាប់យក និងការផ្តាច់នៃកាចុងទាំងនោះ គឺជាភាពចល័តរបស់កាចុងក្នុងដី ។ មានកត្តាមួយចំនួនដែលមានឥទ្ធិពលលើភាពចល័តរបស់កាចុងក្នុងដី ។ កត្តាពីរសំខាន់ គឺទំនាក់ទំនងនឹងកំលាំងភ្ជាប់នៃកាចុងនីមួយៗ និងចំនួនកាចុង ឬម៉ាសនៃកាចុងទាំងនោះ ។ កំលាំងភ្ជាប់នៃកាចុងនៅក្នុងដីត្រូវបានកំណត់តាមរយៈបន្ទុកអគ្គិសនី និងទំហំ ឬអង្កត់ផ្ចិតនៃអ៊ីយ៉ុង ។ ជាទូទៅកាចុងដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានច្រើន និងមានអង្កត់ផ្ចិតតូចគឺជាកាចុងដែលមានការចាប់ភ្ជាប់នឹងកូឡូអ៊ីតយ៉ាងតឹងណែន និងពិបាកក្នុងការផ្លាស់ប្តូរតាមប្រូហ្វីលដី (Soil Survey Division Staff, 1993) ។ ***ឧទាហរណ៍*** : កាចុង $Al^{3+}$ មានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ៣ ហើយមានអង្កត់ផ្ចិតយ៉ាងតូច និងធ្វើការផ្លាស់ប្តូរយ៉ាងយឺតៗតាមប្រូហ្វីលដី នៅខណៈដែលកាចុង $K^{+}$ មានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានតែមួយហើយមានអង្កត់ផ្ចិតធំជាងដូច្នេះ $K^{+}$ បាត់បង់តាមរយៈច្រោះ

ចុះក្រោមលឿនជាង។ ប្រសិនបើ មានបរិមាណប្រហាក់ប្រហែលគ្នា នោះកំលាំងនៃការស្រូបយកកាចុងនឹងមានលំដាប់ដូចខាងក្រោម (Soil Survey Division Staff, 1993) :

$$Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} = NH^{+} > Na^{+}$$

## ៣.២ ភាពឆ្អែតនៃបាស (Base Saturation-BS)

កាចុង $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $K^{+}$ និង $Na^{+}$ គឺជាកាចុងបាសដែលអាចដោះដូរ (BS) (តារាង ១១) ហើយកាចុងក្រៅពីនេះរបស់ CEC ជាកាចុងអាស៊ីត ($H^{+}$ និង $Al^{3+}$)។ ភាគរយរបស់ BS ត្រូវបានកំណត់ដោយ: BS/CEC x ១០០។ BS សរុបខ្ពស់ (>៥0%) បង្កើនភាពសេរីនៃ Ca, Mg និង K និងការពារមិនអោយ pH ធ្លាក់ចុះ (ក្រាហ្វិក១)។ BS សរុបទាប (<២៥%) ចង្អុលបង្ហាញពីភាពខ្លាំងនៃអាស៊ីត ធ្វើអោយដីមានសកម្មភាព $Al^{3+}$ ខ្លាំងហើយបណ្តាលអោយរុក្ខជាតិពុល (Soil Survey Division Staff, 1993 and Tisdale *et al.*, 2002)។

***ឧទាហរណ៍***: ដីមួយមាន BS សរុប = ១០,៥meq/១០0g និង CEC = ១៥meq/១០0g

**នាំអោយ**: ភាគរយ BS សរុប = [(១០,៥meq/១០0g/១៥meq/១០0g)] x ១០០ = **៧០%**

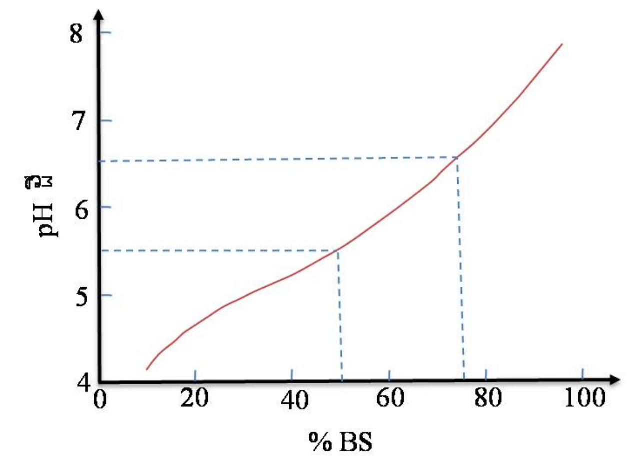
តារាង ១១ កម្រិតនៃកាចុងបាសដោះដូរ (meq/១០0g) និង %BS

| កាចុង | ទាបណាស់ | ទាប | មធ្យម | ខ្ពស់ | ខ្ពស់ណាស់ |
|---|---|---|---|---|---|
| $Na^{+}$ | ០,០-០,១ | ០,១-០,៣ | ០,៣-០,៧ | ០,៧-២,០ | >២,០ |
| $K^{+}$ | ០,០-០,២ | ០,២-០,៣ | ០,៣-០,៧ | ០,៧-២,០ | >២,០ |
| $Ca^{2+}$ | ០,០-២,០ | ២,០-៥,០ | ៥,០-១០ | ១០-២០ | >២០ |
| $Mg^{2+}$ | ០,០-០,៣ | ០,៣-១,០ | ១,០-៣,០ | ៣,០-៨,០ | >៨,០ |
| %BS | ០,០-២០ | ២០-៤០ | ៤០-៦០ | ៦០-៨០ | >៨០ |

ប្រភព : Marx, 1999

ភាគរយ BS មានទំនាក់ទំនងទៅនឹង pH ដី (ក្រាហ្វិក១)។ កាលណាភាគរយនៃ $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ និង $K^{+}$ កើនឡើងនៅក្នុងស្វូលុយស្យុងដីនោះមាន pH ដីក៏កើនឡើងដែរ។

នៅក្នុងឧទាហរណ៍នេះ (ក្រាហ្វិក១)៖ pH ដី = ៥,៥ នោះ %BS = ៥០% ហើយបើ pH ដី = ៧,០ វិញ នោះ %BS = ៩០% (Tisdale *et al*., 2002) ។




ក្រាហ្វិក ១ ទំនាក់ទំនងទូទៅរវាង %BS និង pH ដី (Tisdale *et al*., 2002)

ខ្សែកោងរបស់ក្រាហ្វិកខាងលើនេះបង្ហាញយ៉ាងច្បាស់ពីទំនាក់ទំនងរវាង %BS និង pH របស់ដីច្រើនប្រភេទ។ ក្រាហ្វិកខាងលើនេះអាចប៉ាន់ប្រមាណពី %BS ដើម្បីកំណត់បរិមាណតម្រូវការកំបោរសម្រាប់ដីអាស៊ីត (Tisdale *et al*., 2002) ។

## ៣.៣ សមត្ថភាពរំលាយ (Buffering Capacity)

ភាពធន់ទ្រាំនៃការប្រែប្រួល pH ក្នុងសូលុយស្យុងដីគឺអាស្រ័យនឹងសមត្ថភាពរំលាយរបស់ដី។ ការបង្កើនកម្រិត pH ដី វាមានទំនាក់ទំនងជាមួយនឹងបរិមាណដីឥដ្ឋ និងធាតុសរីរាង្គ។ ដូច្នេះ ដីដែលមានដីឥដ្ឋច្រើន និងធាតុសរីរាង្គច្រើន (សមត្ថភាពរំលាយខ្ពស់) ត្រូវការបរិមាណកំបោរច្រើនជាងដីខ្សាច់ (សមត្ថភាពរំលាយទាប) ដើម្បីបង្កើនកម្រិត pH ដី (Soil Survey Division Staff, 1993 and USDA, 1999b) ។

## ៤ ការបន្ថែមកំបោរលើដី (Soil Liming)

កំបោរត្រូវបានគេប្រើសម្រាប់កែប្រែដីអាស៊ីត (តារាង១២) ដើម្បីកាត់បន្ថយអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងដី និងបង្កើនកម្រិតអាល់កាឡាំង ឬបាសនៅក្នុងសូលុយយ

ស្បុងដីនោះ។ ការវិភាគដីពីភាពបន្សាបនៃអាស៊ីត គឺជាមធ្យោបាយដើម្បីកំណត់បរិមាណកំបោរបាចទៅលើដីនោះ។ ដីដែលមាន pH ដូចគ្នាអាចមានភាពបន្សាបនៃអាស៊ីតខុសគ្នា និងមានតម្រូវការបរិមាណកំបោរផ្សេងគ្នាដែរ។ ជាទូទៅ តម្រូវការកំបោរកើនឡើងនៅពេលដែលដីមានវត្ថុមានជីវជ្ជ និងសារធាតុសរីរាង្គច្រើន។ សារធាតុដែលអាចប្រើសម្រាប់កែប្រែដីអាស៊ីតរួមមាន: ថ្មកំបោរ ($CaCO_3$) ថ្មដូឡូមី [$CaMg(CO_3)_2$] កំបោរដុត ($CaO$) និងផេះឈើ ($K_2CO_3$) (USDA, 1999b and Nathan, 2009)។

## ៤.១ គុណសម្បត្តិនៃការដាក់កំបោរក្នុងដី (Advantages of Liming)

ការបាចកំបោរទៅលើដីនឹងផ្តល់ផលប្រយោជន៍ដូចខាងក្រោម (USDA, 1999b):

- កាត់បន្ថយការពុល នៃអ៊ីយ៉ុងម៉ង់កាណែស ($Mn^{2+}$) និងអ៊ីយ៉ុងអាលុយមីញ៉ូម ($Al^{3+}$)
- បង្កើនសកម្មភាពអតិសុខុមប្រាណ
- ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនៃលក្ខណៈរូបរបស់ដី (ទម្រង់ដី)
- ធ្វើអោយប្រសើរឡើងនូវការចាប់អាសូតរបស់បាក់តេរី នៃពពួកសណ្តែក
- ធ្វើអោយប្រសើរឡើង នៃរសជាតិរបស់ដំណាំចំណីសត្វ
- ចំណាយតិចសម្រាប់ប្រភពនៃ $Ca^{2+}$ និង $Mg^{2+}$ ពេលវាខ្វះចំពោះដីដែលមាន pH ទាប
- ធ្វើអោយមានភាពសេរីនៃសារធាតុចិញ្ចឹម (ភាពសេរីនៃផូស្វ័រ (P) និងម៉ូលីបដែន (Mo) កើនឡើងនៅពេល pH កើនដល់ពី ៦,០ ទៅ ៧,០ ទោះជាមីក្រូធាតុដទៃមានភាពសេរីកើនឡើងនៅពេល pH ធ្លាក់ចុះក្តី)

## ៤.២ ការកំណត់បរិមាណកំបោរ (Determination of Lime)

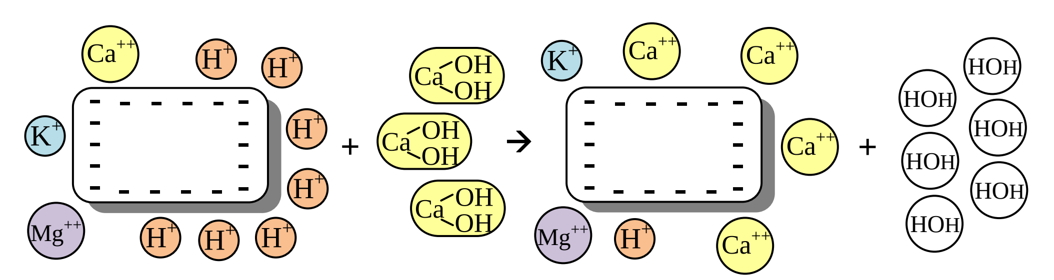
ដើម្បីតម្លើង pH ដី ត្រូវបន្ថែមកំបោរទៅដីអោយបាន ៣ ទៅ ៦ ខែមុនពេលធ្វើការដាំដុះដំណាំ។ ដំណើរការនៃការបំបែកធាតុរបស់កំបោរនៅក្នុងសូលុយស្យុងដីដូចខាងក្រោម :

$$CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \qquad \text{(a)}$$

ជាទូទៅ ១ ម៉ូលនៃ $CaCO_3$ អាចបន្សាបបាន ២ ម៉ូលនៃ HCl (រូបភាព២៤) (Soil Survey Division Staff, 1993 and Tisdale *et al.*, 2002)។

សមីការនៃប្រតិកម្មគីមីអាចសរសេរដូចខាងក្រោម ៖

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- + H_2O + CO_2 \quad (b)$$




រូបភាព ២៤ ដំណើរការនៃការបន្សាបដីអាស៊ីតដោយកំបោរ

ដូច្នេះទម្ងន់របស់ $CaCO_3$ ក្នុងមួយអេគីវ៉ាឡង់អាចកំណត់បានដូចខាងក្រោម (សមីការ a&b ) ៖

$$\text{ម៉ាស់ } CaCO_3/\text{អេគីវ៉ាឡង់} = \frac{\text{ម៉ាស់ } CaCO_3}{២} = \frac{១០០}{២} = ៥០\ g/eq = ៥០\ mg/meq$$

***ឧទាហរណ៍*** ៖ ដីមួយកន្លែងមាន pH = ៥,៥ និង CEC = ២០ meq/១០០g ។ អ្នកដាំដំណាំចង់អោយ pH ដីនៅកន្លែងនោះមាន pH = ៦,៥ ដើម្បីអោយដំណាំរបស់គាត់មានការដុះលូតលាស់ល្អ និងផ្តល់ផលបានច្រើន ។

ផ្អែកលើខ្សែកោងនៃក្រាហ្វិក ១ អាចប៉ាន់ប្រមាណបានថានៅត្រង់ pH = ៥,៥ មាន %BS = ៥០% ហើយនៅត្រង់ចំណុច pH = ៦,៥ មាន %BS = ៧៥% ។ ខាងក្រោមនេះគឺជាការគណនារកបរិមាណកំបោរបាចលើដីនោះដើម្បីកែប្រែដីពី pH = ៥,៥ ទៅ pH = ៦,៥ (ពី %BS = ៥០% ទៅ %BS = ៧៥%) ៖

%BS (ចង់បាន)=៧៥%=០,៧៥ $\Rightarrow$ (០,៧៥) x ២0meq CEC/១០០g=១៥meq/១០០g

%BS (ដំបូង)=៥០%=០,៥០ $\Rightarrow$ (០,៥០) x ២0meq CEC/១០០g=<u>១0meq/១០០g</u>

$\Rightarrow$ តម្រូវការបាសសរុបដើម្បីតំឡើង pH គឺ ៖ **៥ meq/១០០g**

ដោយ $CaCO_3$ មានប្រសិទ្ធភាព ៥0g/eq ឬ ៥0mg/meq

មានន័យថា ១meq ត្រូវការ $CaCO_3$ ចំនួន ៥0mg/១00gដី

បើ ៥meq នោះតម្រូវការ $CaCO_3$ ចំនួន **២៥0mg/១00gដី**

⇒ ដី ១00g ត្រូវការ $CaCO_3$ ចំនួន ២៥0mg

ឬ ដី 0.១kg ត្រូវការ $CaCO_3$ ចំនួន ២៥x១0$^{-៥}$ kg

បើដី ១ ha (ទម្ងន់=២.១00តោន=២១.១0$^{៥}$kg) (មើលចំនុច ៣.១ នៃមេរៀនទី ៣)

ដូច្នេះដី ២១.១0$^{៥}$kg ត្រូវការ $CaCO_3$ ចំនួន ២៥x១0$^{-៥}$ kg x២១.១0$^{៥}$ kg/0.១kg

= **៥២៥0 kg/ha** ឬ **៥,២៥ t/ha** (ជម្រៅដី ១៥Cm)។

តារាង ១២ ទំនាក់ទំនងទូទៅរវាង pH ដី និងបរិមាណកំបោរសម្រាប់ដីអាស៊ីត

| **pH** (KCl) | **ដីខ្សាច់** | | **ដីឥដ្ឋ** | |
|---|---|---|---|---|
| | *$Ca(OH)_2$ | $CaCO_3$ (kg/ha) | *$Ca(OH)_2$ | $CaCO_3$ (kg/ha) |
| ៥,0 | ១៨៨ | ២៦៣ | ៣៧៥ | ៤៥0 |
| ៤,៥ | ២៦៣ | ៣៧៥ | ៥៦៣ | ៦៧៥ |
| ៤,0 | ៣៧៥ | ៤៨៨ | ៧៥0 | ៩៣៨ |
| ៣,៥ | ៥៦៣ | ៦៧៥ | ១១២៥ | ១៥00 |

ប្រភព : Kubota, 2005a * ធាតុសុទ្ធ ៨0%

តារាង ១៣ ក្រុមខនិជដីឥដ្ឋ និង CEC

| **ក្រុម** | Groups | **ស្រទាប់** | **CEC** | **រូបមន្តគីមី**[c] |
|---|---|---|---|---|
| ដីឥដ្ឋកៅឡាំង | Kaolinite | ១:១ | ១-១0 | $[Si_4]Al_4O_{10}(OH)_8 \cdot nH_2O$ (n=0 or 4) |
| មីកា | Mica (Illite) | ២:១ | ២0-៤0 | $M_x[Si_{6.8}Al_{1.2}]Al_3Fe_{0.25}Mg_{0.75}O_{20}(OH)_4$ |
| វើមីខលឡាយ | Vermiculite | ២:១ | ១២0-១៥0 | $M_x[Si_7Al]Al_3Fe_{0.5}Mg_{0.5}O_{20}(OH)_4$ |
| ស្មិចថាយ | Smechtite[a] | ២:១ | ៨0-១២0 | $M_x[Si_8]Al_{3.2}Fe_{0.2}Mg_{0.6}O_{20}(OH)_4$ |
| ក្លរ៉ាយ | Chlorite | ២:១[b] | ២0-៤0 | $(Al(OH)_{2.55})_4[Si_{6.8}Al_{1.2}]Al_{3.4}Mg_{0.6}O_{20}(OH)_4$ |
| ធាតុសរីរាង្គ | Organic matter | - | ១00-៣00 | - |

ប្រភព : Sposito, 1989

***បញ្ជាក់*** : [a] គោលការណ៍នៃដីឥដ្ឋម៉ុងម៉ូរីឡូនីត (montmorillonite) នៅក្នុងដី

[b] ស្រទាប់ ២:១ ហើយមានពពួកអ៊ីដ្រុកស៊ីតជាអន្តរស្រទាប់

[c] បើ n=0 ជាដីឥដ្ឋកៅឡាំង (kaolinite) តែបើ n=៤ ជាដីឥដ្ឋហាឡូស្សាយ (halloysite) ហើយ M ជាកាចុងអន្តរស្រទាប់ ($Al^{3+}$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $K^+$, $Na^+$)

# មេរៀនទី ៥

## ធាតុសរីរាង្គរបស់ដី

១. ជីវសាស្ត្រនៃដី

២. សមាសធាតុសរីរាង្គក្នុងដី

៣. ផលធៀប កាបូន និង អាសូត

## ១. ជីវសាស្ត្រនៃដី (Soil Biology)

ដី គឺជាមជ្ឈដ្ឋានដែលពោពេញទៅដោយពពួកអតិសុខុមប្រាណរស់នៅ។ ដីមានជីជាតិចំនួន ១0g អាចមានចំនួនបាក់តេរីស្មើចំនួនប្រជាជនលើពិភពលោកបច្ចុប្បន្ន។ ដី ១kg អាចមានពពួកបាក់តេរីចំនួន : ៥០០ ពាន់លាន ពពួកអាទីណូមីសែត (actinomicetes) ចំនួន : ១០ ពាន់លាន និងពពួកផ្សិតចំនួន : ជិត ១ ពាន់លាន។ ចំណែកឯសត្វក្នុងដីអាចមានដល់ទៅ ៥០០ លាននៅក្នុងដី ១kg (Sposito, 1989)។

អតិសុខុមប្រាណនៅក្នុងដីដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការបំបែកកាកសំណល់ពីរុក្ខជាតិ និងសត្វអោយក្លាយទៅជាធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងដី។ ប្រភពចំបងនៃធាតុសរីរាង្គគឺ ឬសរុក្ខជាតិងាប់ ហើយស្លឹករុក្ខជាតិដែលជ្រុះ និងសាកសពនៃសត្វក្នុងដីដូចជា : សត្វល្អិត និងជន្លេនជាដើម។ ជន្លេន សត្វល្អិត បាក់តេរី ផ្សិត និងអតិសុខុមប្រាណរបស់ដីផ្សេងទៀតប្រើប្រាស់អង្គធាតុសរីរាង្គជាប្រភពអាហារ និងថាមពលចំបងសម្រាប់រស់រានមានជីវិតនៅក្នុងដី។ សារធាតុចិញ្ចឹមរុក្ខជាតិបន្សល់ទៅក្នុងដីតាមរយៈការបំបែកកាកសំណល់នៅលើ និងក្នុងដី។ ***មមោត*** គឺជាលទ្ធផលចុងក្រោយនៃការបំបែកអង្គធាតុសរីរាង្គ។ **មមោត** គឺជាសមាសភាពសកម្ម និងសំខាន់បំផុតនៃធាតុសរីរាង្គរបស់ដី ហើយវាជាទ្រង់ទ្រាយរបស់ធាតុសរីរាង្គ ដែលត្រូវបានកំណត់ជាទូទៅក្នុងការវិភាគធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងដី (Soil Survey Division Staff, 1993 and Sdosito, 1989)។

## ១.១ សត្វល្អិត និង អតិសុខុមប្រាណក្នុងដី (Soil Fauna and Microorganisms)

សត្វក្នុងដី គឺជាភាវរស់បដិពុ (heterotrophic) (ចិញ្ចឹមជីវិតដោយអង្គធាតុសរីរាង្គ) ដែលអាចចែកជាបីចំណាត់ថ្នាក់តាមទំហំទទឹងខ្លួនរបស់វា: សត្វម៉ាក្រូ–macrofauna (>២mm) សត្វមេសូ–mesofauna (២-0,១mm) និងសត្វមីក្រូ–microfauna (<0,១mm) (រូបភាព២៧)។ សត្វទាំងនោះ បំបែកអាហារក្នុងសារពាង្គកាយហើយបន្សល់កាកសំណល់តិចតួចបំផុតទៅដី ប៉ុន្តែវាដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការកកើតដី និងការគ្រប់គ្រងដី។ ពួកសត្វកកេរ ចម្រុះបំបែកដី និងអង្គធាតុសរីរាង្គបញ្ចូលទៅក្នុងប្រូហ្វីលដី។ ពួកសត្វទាំងនោះបង្កើតបណ្តាញជាច្រើន (រន្ធដី) នៅក្នុងដីធ្វើអោយមានភាពងាយស្រួលដល់ការធ្វើចលនារបស់ខ្យល់ និងទឹកក្នុងដី (Sylvia, 2005)។

**ក្រុមអតិសុខុមប្រាណ និងសត្វក្នុងដីសំខាន់ៗរួមមាន :**

❖ **ផ្សិត** : ក្រុមនេះរួមបញ្ចូលទាំងម៉ូល (molds) រហូតដល់ផ្សិតធំ (mushroom) ។ ដីខ្សោះដីជាតិមានពពួកម៉ូលតិចតួច ប៉ុន្តែដីសំបូរជីជាតិអាចមានពពួកម៉ូលរហូតដល់ចំនួន ៥ សែន ។ ពពួកផ្សិតផលិតមីសេល្យូម (mycelium) យ៉ាងច្រើនដើម្បីធ្វើអោយអង្គធាតុសរីរាង្គពុកផុយ ។ ការដុះលូតលាស់របស់ពួកផ្សិតធ្វើអោយមានដីជូរ ។ វាមានសមត្ថភាពអាចបំបែកសែលុយឡូស ប្រូតេអ៊ីន និងមានលក្ខណៈពិសេសធ្វើអោយពុកអង្គធាតុសរីរាង្គដែលមានជាតិឈើ (Jenkins, 2005) ។

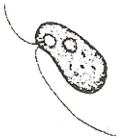
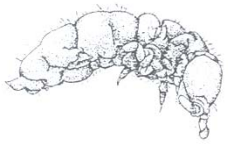
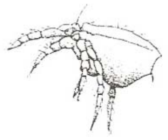
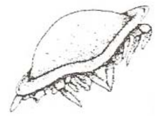
❖ **បាក់តេរី** : នៅក្នុងដីមានបាក់តេរីច្រើនប្រភេទ ដែលអាចប្រើប្រាស់អង្គធាតុសរីរាង្គយ៉ាងច្រើន ដើម្បីជាថាមពលសម្រាប់ការរស់រានមានជីវិត និងបន្តពូជរបស់វា ។ ពពួកបាក់តេរីទាំងនោះដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការបំបែកអង្គធាតុសរីរាង្គ នៅដំណាក់កាលដំបូងនៃការបំលែងធាតុទាំងនោះនៅខណៈពេលដែលមានសំណើមខ្ពស់ ហើយដំណាក់កាលបន្ទាប់ គឺមានពពួកផ្សិតដើរតួសំខាន់ក្នុងការបំពុក អង្គធាតុសរីរាង្គនោះ ។ វាមានអង្កត់ផ្ចិតជាមធ្យម ០,៥μm និងបណ្តោយខ្លួនមធ្យម ២μm ។ ***ឧទាហរណ៍*** : *Bacillus subtilis* និង *Pseudomonas fluorescens* គឺជាភ្នាក់ងារសំខាន់ក្នុងការបំបែកអង្គធាតុសរីរាង្គ (Reid and Wong, 2005) ។

❖ **សត្វឯកកោសិកា** (Protozoa) : ក្រុមនេះមានច្រើនប្រភេទដែលរស់នៅក្នុងដី (រូបភាព២៦) ។ ដីចំនួន ១g អាចមានប្រមាណ ១ លានសត្វឯកកោសិកា ។ ពួកនេះប្រើប្រាស់សារធាតុពុកផុយនៅក្នុងដីធ្វើជាអាហារ (Alive, 2001) ។

❖ **សារាយ** (Algae) : ដីចំនួន ១g មានពពួកសារាយបៃតង និងខៀវបៃតងប្រមាណ ៥ សែន ។ ពួកវាទាំងនោះ រស់នៅផ្នែកខាងលើនៃដី (រូបភាព២៥) ដោយធ្វើរស្មីសំយោគដើម្បីរស់រានមានជីវិត និងភាគច្រើននៃពួកទាំងនេះ រស់នៅជាសាប្រូហ្វីត (saprophyte) ដោយស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមពីការបំពុកអង្គធាតុសរីរាង្គរបស់សត្វ និងរុក្ខជាតិ ហើយពួកទាំងនោះភាគច្រើនស្ថិតនៅក្នុងជម្រៅដីប្រហែល ៧ ទៅ ១០Cm (Kafur and Parvin, 2008) ។

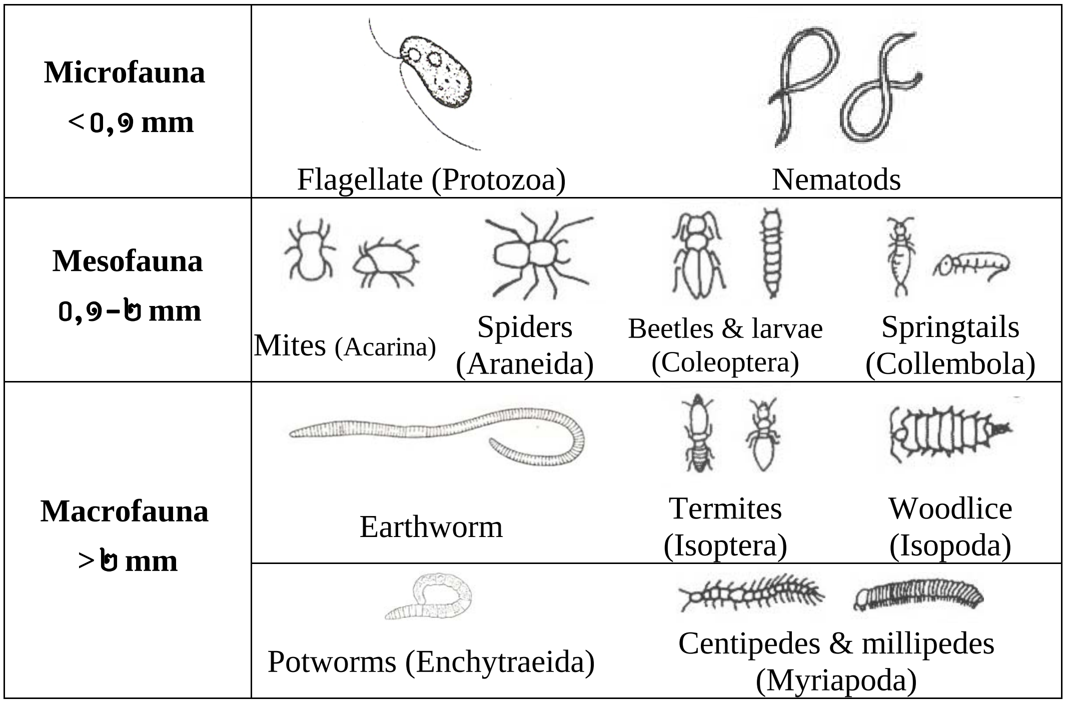
រូបភាព ២៥ សារាយនៅលើដី (Lake, 2009)

- ❖ **ណេម៉ាតូត** (Nematodes) : ត្រូវបានទទួលស្គាល់ថាជាព្រូន រាងជាស៊ីឡាំង និងមិនបែងចែកជាកំណាត់ៗនោះទេ ហើយវាមានចុងស្រួច (រូបភាព២៧)។ ពួកវាមានទំហំតូចៗ (ប្រវែងពី ១០០–១.០០០ µm និងទទឹងពី ៥–១០០ µm) រស់នៅក្នុងរន្ធដី ជាពិសេសនៅក្នុងគ្រាប់ដីប្រមូលផ្តុំគ្នា (Sylvia, 2005)។
- ❖ **Arthropods**: ជាសត្វដែលមានខ្លួនជាកំណាត់ៗ ហើយមានជើងស្របៗគ្នា និងមានស្បែកភ្ជាប់កង់នីមួយៗនៃដងខ្លួន ហើយបង្ហាញចេញជាគ្រោងឆ្អឹងនៅខាងក្រៅ។ សត្វល្អិត mite និងពីងពាង គឺជាពពួកសត្វអាត្រូប៉ូដ (រូបភាព២៦)។ ពពួកអាត្រូប៉ូដសំខាន់ៗនៅក្នុងដីរួមមាន collembolans និង mites ដែលមានច្រើនរស់នៅក្នុងសម្រាមស្លឹកឈើនិងក្នុងដីក្បែរស្រទាប់ផ្ទៃលើដី។ វាអាចមានចំនួនពី ១០$^{៣}$/m$^2$ ក្នុងដីកសិកម្ម និងរហូតដល់ ១០$^{៦}$/m$^2$ នៅក្នុងដីព្រៃ។ វាជាសត្វល្អិតគ្មានស្លាប ហើយមានបណ្តោយខ្លួនពី ២–៣mm និងទទឹងខ្លួនពី ០,២–២mm (Sylvia, 2005)។
- ❖ **ជន្លេន** : ជាពពួក oligochaetes ដែលមានដងខ្លួនជាកំណាត់ៗទាំងខាងក្នុង និងខាងក្រៅខ្លួន។ ជន្លេនមានប្រវែងពី ២–៣cm រហូតជិត ១m និងទទឹងខ្លួនពី ២–២០mm។ ចំនួនជន្លេននៅក្នុងដីអាចមានតិចជាង ១០ ជន្លេន/m$^2$ នៅក្នុងដីកសិកម្ម និងមានច្រើនជាង ៧០០ ជន្លេន/m$^2$ នៅក្នុងដីព្រៃ (Sylvia, 2005)។

| | | | |
|---|---|---|---|
| **សត្វឯកកោសិកា (Protozoas)** |  Flagellate | Testate amoeba | Ciliate |
| **អាត្រូប៉ូដ Arthropods** |  Collembolan (*Onychiurus* sp.) |  Oribattid (*Nothrus* sp.) |  Mesostigmatid (*Uropoda cassidea*) |

រូបភាព ២៦ ពពួកសត្វអាត្រូប៉ូដ និងសត្វឯកកោសិកាសំខាន់ៗនៅក្នុងដី (Sylvia, 2005)

មានកត្តាជាច្រើនដែលមានឥទ្ធិពលលើអតិសុខុមប្រាណក្នុងដីដូចជា: ខ្យល់ pH សំណើម សីតុណ្ហភាព ខនិជរលាយ បរិមាណសមាសធាតុសរីរាង្គ ការប្រែប្រួលសមាសធាតុអសរីរាង្គ រូបសាស្ត្រនៃដី ដីជាតិដី ចំណាត់ថ្នាក់នៃការប្រមូលផ្តុំរបស់គ្រាប់ដី (Reid & Wong, 2005 and Jenkins, 2005)។




រូបភាព ២៧ ចំណាត់ថ្នាក់សត្វនៅក្នុងដី (Alive, 2001 and Sylvia, 2005)

## ២ ធាតុសរីរាង្គក្នុងដី (Soil Organic Matter)

ធាតុសរីរាង្គក្នុងដីដើរតួយ៉ាងសំខាន់នៅក្នុងកសិកម្មតំបន់ត្រូពិច។ ការបំបែកធាតុសរីរាង្គពិតជាមានឥទ្ធិពលដល់ការកែប្រែលក្ខណៈសម្បត្តិដី ប៉ុន្តែ ក៏មានធាតុសរីរាង្គមួយចំនួនបន្សល់ជាតិអាស៊ីតទៅអោយដី។ ***ឧទាហរណ៍***: ពពួកអាស៊ីតសរីរាង្គ ដែលមានបង្គុំកាបុកស៊ីល (COOH) ភ្ជាប់ជាមួយ។ ក្រុមកាបុកស៊ីលអាចបោះប្រូតុងយ៉ាងងាយអាស្រ័យតាមតម្លៃ pH ដី (តារាង១៨) ហើយវាក្លាយជាអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត ($COO^-$)។ អាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតទៅភ្ជាប់នឹងខនិជនៅក្នុងដី។ បរិមាណអាស៊ីតសរីរាង្គក្នុងដីអាចមានពី ០,០១ ទៅ ៥ mol/$m^3$ ដែលវាជាប់ទាក់ទងយ៉ាងខ្លាំងជាមួយអ៊ីយ៉ុងលោហៈ (≤១mmol/$m^3$)។ អាស៊ីតសរីរាង្គទាំងនេះនៅក្នុងដីមានការវិវឌ្ឍន៍យ៉ាងលឿនក្នុងដី ប៉ុន្តែ វាផលិតមិនឈប់ឈរតាមរយៈវដ្តជីវិតរបស់អតិសុខុមប្រាណ (Sposito, 1989 and AICAF, 2003)។ ខាងក្រោមនេះគឺជាតារាង អាស៊ីតសរីរាង្គសាមញ្ញៗមួយចំនួន និងតម្លៃ pH ដែលអាស៊ីតនោះងាយរលាយ :

តារាង ១៤ អាស៊ីតសរីរាង្គសាមញ្ញៗ និងតម្លៃ pH ដែលអាស៊ីតនោះងាយរលាយ

| **ឈ្មោះ** | **Name** | **រូបមន្តគីមី** | **pH*** |
|---|---|---|---|
| អាស៊ីតហ្វ័រមិច | Formic acid | HCOOH | ៣,៨ |
| អាស៊ីតអាសេទិច | Acetic acid | $CH_3COOH$ | ៤,៨ |
| អាស៊ីតអុកសាឡិច | Oxalic acid | HOOCCOOH | ១,៣ |
| អាស៊ីតតាតតារិច | Tartaric acid | H<br>OH<br>HOOCCCCOOH<br>HO<br>H | ៣,០ |
| អាស៊ីតស៊ីទ្រិច | Citric acid | COOH<br>H H<br>HOOCCCCCOOH<br>H H<br>H | ៣,១ |

* តម្លៃ pH ដែលក្រុម COOH រលាយច្រើនក្នុងសូលុយស្យុងអាចដល់ ៥០%

ប្រភព ៖ Sposito, 1989

មានក្រុមអាស៊ីតសរីរាង្គផ្សេងទៀតដែលមានរូបមន្តទូទៅ ៖

$$R\text{–}\overset{H}{\underset{NH_2}{C}}\text{–}COOH$$

ពពួកនេះជាអាមីណូអាស៊ីតដែល R តំណាងអោយក្រុមសរីរាង្គដូចជា $CH_3$ ។ ពពួកអាស៊ីតសរីរាង្គទាំងនេះរលាយទៅក្នុងសូលុយស្យុងដីក្នុងកម្រិតពី ០,០៥ ទៅ ០,៦ $mol/m^3$ និងអាចបន្សល់ទុកអាសូតទៅក្នុងមមោគដី ។ អាមីណូអាស៊ីតមួយចំនួន ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង ១៥ ដែលពពួកទាំងនោះមានបង្គុំ COOH និងអាមីន ($NH_2$) ។ COOH រលាយក្នុងសូលុយស្យុងដីដោយបោះប្រូតុងចោលក្លាយជា $COO^-$ ហើយ $NH_2$ ចាប់យកប្រូតុងក្លាយទៅជា $NH_3^+$ ។ អាមីណូអាស៊ីត–ណឺត បន្សល់ទៅក្នុងដីប្រហែល ២/៣ នៃអាមីណូអាស៊ីតទាំងអស់ក្នុងដី ហើយ ១/៣ ទៀតជាអាមីណូអាស៊ីត–អាស៊ីត ដែលមានបង្គុំរ៉ាឌីកាល់ (R) រួមបញ្ចូលទាំងក្រុម COOH (អាស៊ីតអាស្ប៉ាទិច និងអាស៊ីតគ្លុយតាមិច) និងអាមីណូអាស៊ីត–បាស ដែលមានបង្គុំ R រួមបញ្ចូលទាំងបង្គុំ $NH_2$ (អាគីនីន និងលីស៊ីន) (Sposito, 1989) ។ អាមីណូអាស៊ីតអាចចងភ្ជាប់គ្នាដែលមានសមីការប្រតិកម្មទូទៅដូចខាងក្រោម ៖

$$R\text{–}\overset{H}{\underset{NH_2}{C}}\text{–}COOH + R'\text{–}\overset{H}{\underset{NH_2}{C}}\text{–}COOH = R\text{–}\overset{H}{\underset{NH_2}{C}}\text{–}CONH\text{–}\overset{R'}{C}\text{–}COOH + H_2O \qquad (c)$$

តារាង ១៥ អាមីណូអាស៊ីតសាមញ្ញៗនៅក្នុងដី

| ឈ្មោះ | Name | រូបមន្តគីមី |
|---|---|---|
| គ្លីស៊ីន | Glycine | H<br>H–C–COOH<br>$NH_2$ |
| អាឡានីន | Alanine | $CH_3$–CH–COOH<br>\|<br>$NH_2$ |
| អាស៊ីតអាស្ប៉ាទិច | Aspartic acid | HOOC–$CH_2$–CH–COOH<br>\|<br>$NH_2$ |
| អាស៊ីតគ្លុយតាមិច | Glutamic acid | H<br>HOOC–$CH_2$–$CH_2$–CH–COOH<br>\|<br>$NH_2$ |
| អាគីនីន | Arginine | $NH_2$<br>\|<br>$NH_2$–C–NH–$CH_2$–$CH_2$–$CH_2$–CH–COOH<br>‖<br>$NH_2$ |
| លីស៊ីន | Lysine | $NH_2$<br>\|<br>$NH_2$–$CH_2$–$CH_2$–$CH_2$–$CH_2$–CH–COOH |

ប្រភព ៖ Sposito, 1989

ប៉ិបទិត បានមកពីការចងភ្ជាប់គ្នារវាងអាស៊ីតអាមីនេ និងអាស៊ីតអាមីនេ ដែលមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម ៖

R’<br>
H |<br>
R–C–CONH–C–COOH<br>
$NH_2$

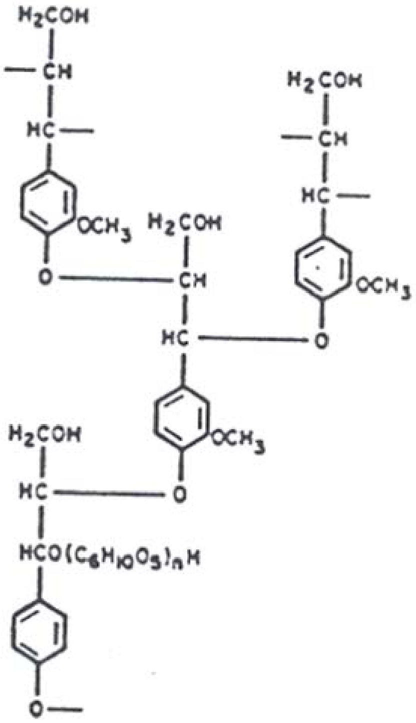
ក្រុមប៉ិបទិតនេះហើយដែលជាគ្រឹះក្នុងការបង្កើតប្រូតេអ៊ីន។ នៅពេលដែលប៉ិបទិតចងភ្ជាប់គ្នាច្រើនបង្កើតបានជាប្រូតេអ៊ីន និងផលិតទឹកក្នុងដំណើរការនៃការបង្កើតប៉ិបទិតនេះ (សមីការ c)។ ប្រូតេអ៊ីនជាកំណកប៉ូលីមែរនៃអាស៊ីតអាមីនេនៅក្នុងដី។

មានសមាសធាតុសំខាន់ៗផ្សេងទៀតនៃប៉ូលីមែរជីវសាស្ត្រនៅក្នុងដីគឺ កាបូអ៊ីដ្រាត។ ពពួកនេះបានបន្សល់សមាសធាតុកាបូនរហូត ១/២ នៃកាបូនសរីរាង្គនៅក្នុងដី រាប់បញ្ចូលទាំងក្រុមម៉ូណូសាការីត (តារាង១៥)។ ម៉ូណូសាការីតមានលក្ខណៈជាក្រុមជំនួស និងរៀបចំឡើងវិញនៃអ៊ីដ្រុកស៊ីតនៅលើទម្រង់ជារង្វង់។ ក្រុមជំនួសនៅក្នុងគ្លុយកូស កាឡាក់តូស និងម៉ានណូស

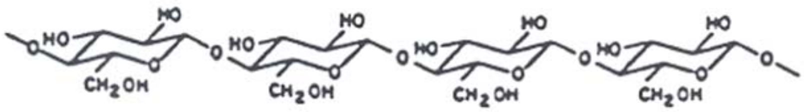
គឺ $CH_2OH$ ចំណែកឯនៅក្នុងស៊ីឡូសគឺ H ហើយនៅក្នុងអាស៊ីតគ្លុយកូរូនិចគឺ COOH និងនៅក្នុងគ្លុយកូសាមីនគឺ $NH_2$ ។ ប៉ូលីមែរនៃម៉ូណូសាការីតក្លាយទៅជាទម្រង់ប៉ូលីសាការីត ។

***ឧទាហរណ៍***: គ្លុយកូសពីរភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធអុកស៊ីសែននៅកន្លែងជ្រុង HOH ហើយបន្តបន្ទាប់ក្លាយជាសែលុយឡូស និងបញ្ចេញទឹក (រូបភាព២៨)។

សែលុយឡូសជាកំណកប៉ូលីមែនៃគ្លុយកូស ។ វាអាចបន្សល់រហូតដល់ទៅ ១/៦ នៃកាបូនសរីរាង្គក្នុងដី ។ ម៉ូណូសាការីតតាមបច្ចេកទេសហៅថា “អាល់កុលប៉ូលីអ៊ីដ្រុកស៊ីត” ។ វាជាក្រុមសំខាន់មួយនៃអាល់កុលដែលមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្សោយនៅក្នុងដី ជាផេណុល ហើយដូចដែលបានកត់សំគាល់ខាងលើវាមានក្រុម OH នៅលើវង់បង់សែន ។ ***ឧទាហរណ៍***: ផេណុលមួយធ្វើប៉ូលីមែរទៅជាទម្រង់ *lignin* (សាច់ឈើ) ដែលនៅជាប់ជាមួយសែលុយឡូស (រូបភាព២៨) ហើយវាដើរតួសំខាន់នៅក្នុងសមាសធាតុមមោត (Sposito, 1989) ។



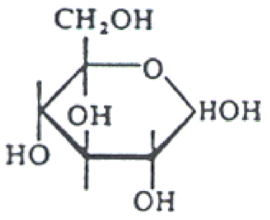
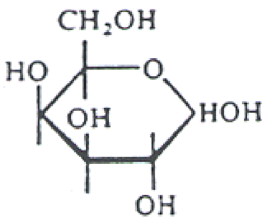
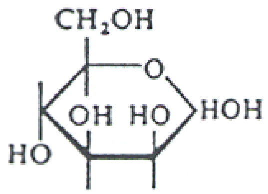
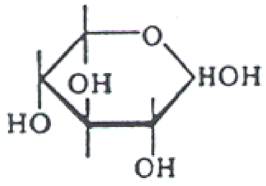
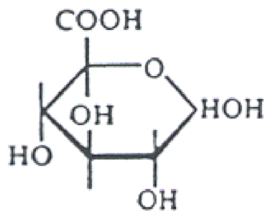
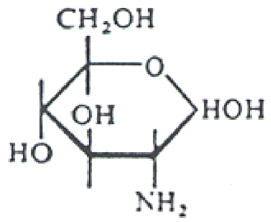

ទម្រង់ lignin




ទម្រង់ Cellulose

រូបភាព ២៨ ទម្រង់ *lignin* និងសែលុយឡូស (Sposito, 1989)

តារាង ១៦ ក្រុមម៉ូណូសាការីតសាមញ្ញៗនៅក្នុងដី

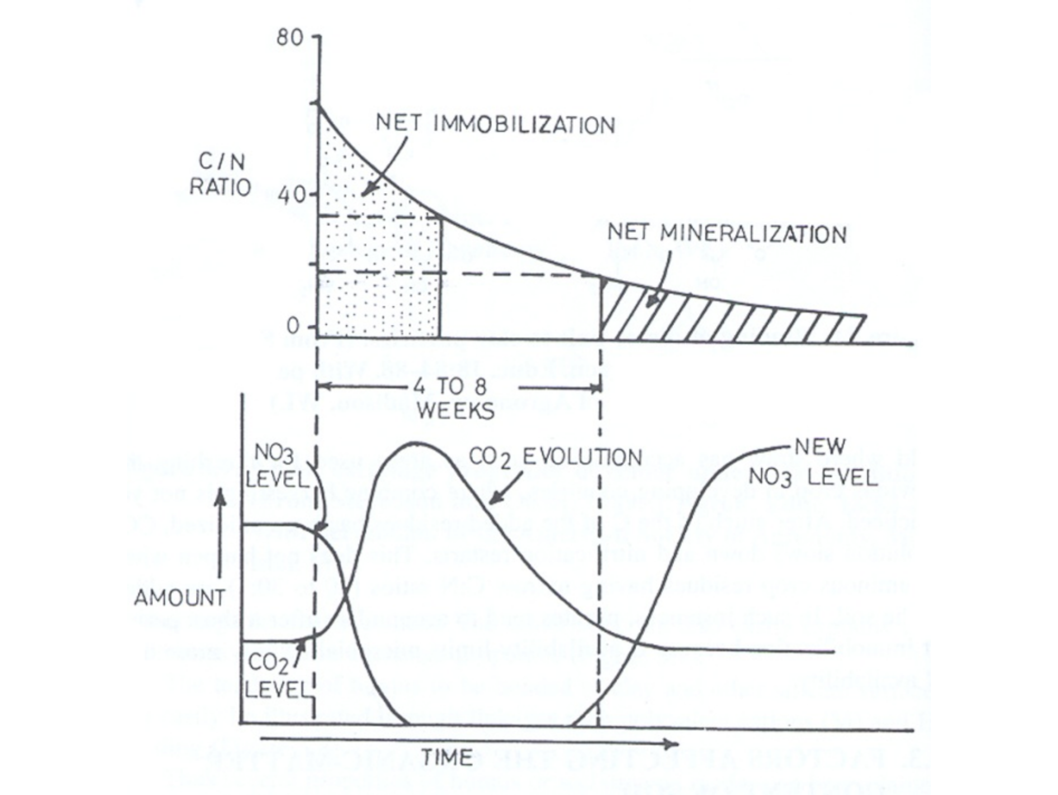
| ឈ្មោះ | Name | រូបមន្តគីមី |
|---|---|---|
| គ្លីស៊ីន | Glycine |  |
| អាឡានីន | Alanine |  |
| អាស៊ីតអាស្ពាទិច | Aspartic acid |  |
| អាស៊ីតគ្លុយតាមិច | Glutamic acid |  |
| អាគីនីន | Arginine |  |
| លីស៊ីន | Lysine |  |

ប្រភព : Sposito, 1989

ការបំបែកសារធាតុសរីរាង្គដោយសត្វ និងអតិសុខុមប្រាណក្នុងដី ក៏បន្សល់ផូស្វ័រ (P) រហូតទៅ ៨០% នៃ P ក្នុងដី ដែលអាចបំបែកចេញពី អ៊ីនូស៊ីតុលផូស្វាត ($H_2PO_4$ ដែលនៅជាប់ជាមួយកាបូននៅលើវង់បង់សែន) និងមានស្ពាន់ធ័រសរីរាង្គ (S) ទៅក្នុងដីផងដែរ។ S មាននៅក្នុងអាមីណូអាស៊ីត ផេណុល និងប៉ូលីសាកាវីតនៅស្ទើរគ្រប់ដីទាំងអស់ (Sposito, 1989)។

## ៣ ផលធៀប កាបូន និងអាសូត (C:N Ratio)

ផលធៀបកាបូន និងអាសូត (C/N) នៃសារធាតុសរីរាង្គរបស់ដីគឺជាលក្ខណៈពិសេសសំខាន់មួយ។ បើតម្លៃ C/N នៃសារធាតុសរីរាង្គរបស់ដីទាបនោះខនិជកម្មក្នុងដីលឿន មានន័យថាសារធាតុចិញ្ចឹមក្នុងដីមានលក្ខណៈសេរីច្រើន (រូបភាព២៩) និងឬសរុក្ខជាតិងាយស្រូបយក (Prasad and Power, 1997)។




រូបភាព ២៩ ការផ្លាស់ប្តូរកម្រិតនីត្រាតនៅក្នុងដី តាមរយៈការបន្ថែមសមាសធាតុសរីរាង្គ (Prasad and Power, 1997)

# មេរៀនទី ៦

## ចំណាត់ថ្នាក់ដី

១. ក្រុមដីនៅលើពិភពលោក

២. ដីប្រទេសកម្ពុជា

៣. ដីជាតិដីនៅប្រទេសកម្ពុជា

## ១ ក្រុមដីលើពិភពលោក (Soil Orders of the World)

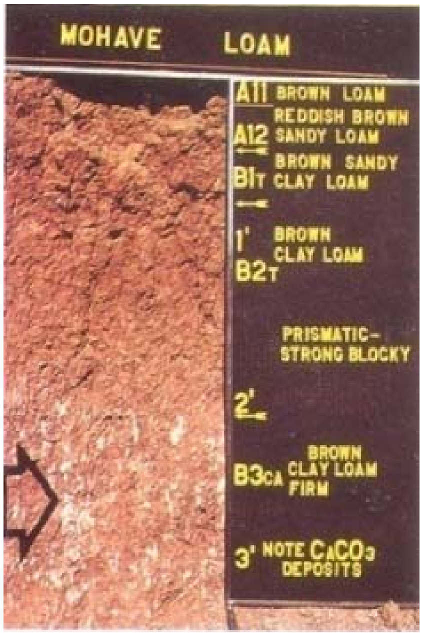
ចំណាត់ថ្នាក់ដីលើពិភពលោកត្រូវបានបែងចែកជា ១២ ក្រុមដី (ផែនទី៤) ដែលស្ថិតនៅតំបន់ផ្សេងៗគ្នានៅលើផែនដី (Soil Survey Staff, 1999) ។

---

**1. ALFISOL**: ដីដែលមានការហូរច្រោះមធ្យម វាជាដីព្រៃ ហើយវាមានពណ៌ប្រផេះ និងពណ៌ត្នោត។ ដីប្រភេទនេះ មានប្រមាណ ១០,១% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិក មានដីនេះប្រមាណ ១៣,៩%។ ដីនេះ ផ្គត់ផ្គង់ប្រជាពលរដ្ឋប្រមាណ ១៧% នៃប្រជាពលរដ្ឋលើពិភពលោក (Soil Survey Staff, 1999) ។

---

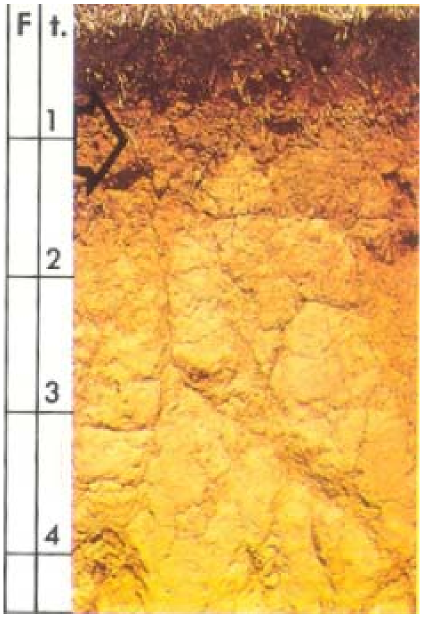
**2. ARIDISOL**: ដីដែលមានកំបោរនៅតំបន់ស្ងួតហួតហែង ដែលបង្ហាញអោយឃើញពីការវិវឌ្ឍន៍ នៃស្រទាប់ដីបន្ទាប់លើ។ ដីនេះស្ងួតស្ទើរពេញមួយឆ្នាំ និងពុំសូវហូរច្រោះចុះក្រោម។ សមាសធាតុផ្សំរបស់ដីនេះមានដីឥដ្ឋ កាល់ស្យូមកាបូណាត ស៊ីលីកាអំបិល និង/ឬ ម្នាងសិលា នៅជាមួយគ្នា។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ១២% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិក មានដីនេះប្រមាណ ៨,៣% (Soil Survey Staff, 1999) ។



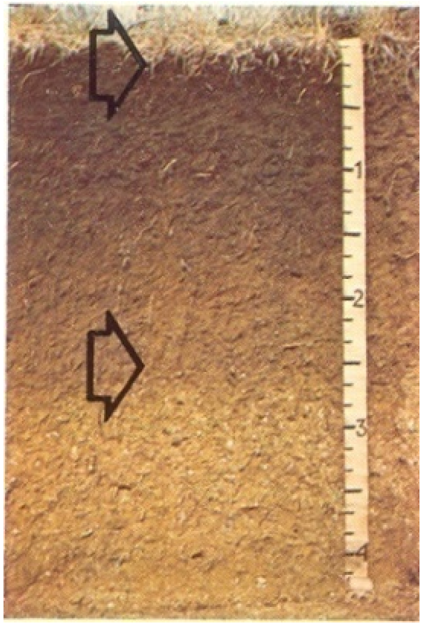

---

**3. ENTISOL**: ជាដីខ្សាច់ ដែលមានកំណើតថ្មីៗ។ ដីនេះ មានលក្ខណៈប្លែកពីដីទាំង ១១ ប្រភេទផ្សេងទៀត។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ១៦% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ១២,៣% (Soil Survey Staff, 1999)។

**4. HISTOSOL**: ដីដែលបំលែងចេញមកពីសមាសធាតុសរីរាង្គ។ វាមានធាតុសរីរាង្គប្រមាណ ២០-៣០% (ទម្ងន់) និងរហូតដល់ ៤០% នៅកន្លែងកាន់តែជ្រៅ។ ដង់ស៊ីតេធម្មជាតិ របស់ដីនេះមានកម្រិតទាប (ជាទូទៅ: ០,៣g/cm$^3$)។ ស្ទើរតែទាំងអស់នៃដីនេះជាតំបន់ដីសើម។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ១,២% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ១,៦% (Soil Survey Staff, 1999)។

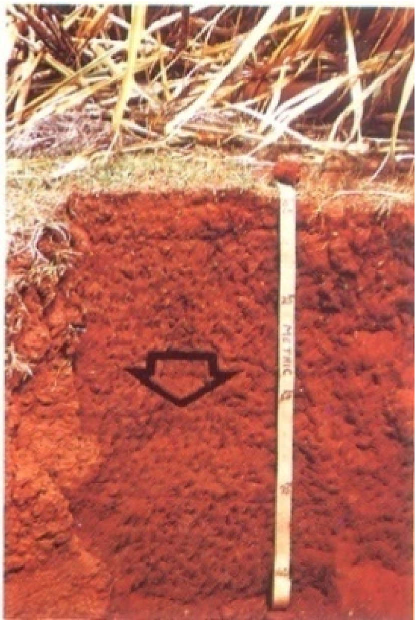



5. **INCEPTISOL**: ដីដែលបង្ហាញពីការវិវឌ្ឍន៍នៃស្រទាប់ដីតិចបំផុត ប៉ុន្តែ វិវត្តន៍ច្រើនជាងដី ENTISOL ។ ដីនេះ មាននៅតំបន់ភ្នំ និងទីជំរាល ។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ១៧% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក ។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ៩,៧% ។ ដីនេះផ្គត់ផ្គង់ប្រជាពលរដ្ឋប្រមាណ ២០% នៃប្រជាពលរដ្ឋលើពិភពលោក (Soil Survey Staff, 1999) ។




6. **MOLLISOLS**: ដីនៃប្រព័ន្ធអេកូវាលស្មៅ ។ ដីនេះ មានពណ៌ក្រម៉ៅ នៅស្រទាប់ស្តើងខាងលើនៃដី ។ ស្រទាប់ដីមានជីជាតិខាងលើ វាកើតចេញពីការវិវឌ្ឍន៍ច្រើនឆ្នាំនៃឫសរុក្ខជាតិ ។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ៧% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក ។ សហរដ្ឋអាមេរិក មានដីនេះប្រមាណ ២១,៥% (Soil Survey Staff, 1999) ។

**7. OXISOL**: ដីរងអាកាសធាតុខ្លាំង និងស្ថិតនៅចន្លោះតំបន់ត្រូពិច។ វាសំបូរដោយខនិជដែក និងអាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីត។ ដីប្រភេទនេះ មានប្រមាណ ៧,៥% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ០,០២% ស្ថិតនៅរដ្ឋហាវ៉ៃ (Soil Survey Staff, 1999)។

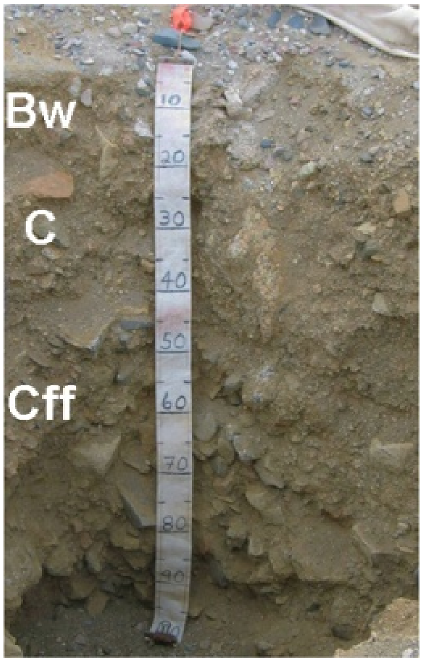


**8. SPODOSOL**: ដីអាស៊ីត ដែលដីស្រទាប់បន្ទាប់ខាងលើ មានលក្ខណៈជាការរួមបញ្ចូលគ្នានៃដែក អាលុយមីញ៉ូម និងសារធាតុសរីរាង្គ។ វាមានវាយនភាពគ្រើម និងពណ៌ភ្លឺ។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ៤% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ៣,៥% (Soil Survey Staff, 1999)។

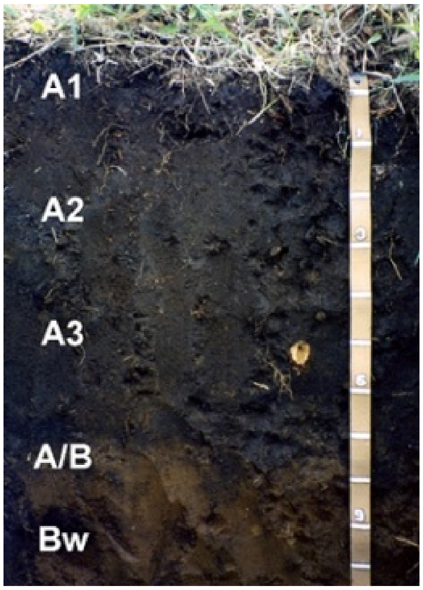
**9. ULTISOL**: ដីមានការហូរច្រោះចុះក្រោមខ្លាំង ជាដីព្រៃ មានលក្ខណៈអាស៊ីត និងមិនសូវមានជីជាតិ ស្ថិតនៅតំបន់ត្រូពិច។ Ca, Mg និង K ហូរច្រោះច្រើនចេញពីដី។ វាមានពណ៌លឿងខ្លាំង ឬពណ៌ក្រហម ដោយសារវត្តមានដែកអុកស៊ីត។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ៨,១% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិក មានដីនេះប្រមាណ ៩,២%។ ដីនេះផ្គត់ផ្គង់ប្រជាពលរដ្ឋលើពិភពលោកប្រមាណ ១៨% នៃប្រជាពលរដ្ឋលើពិភពលោក (Soil Survey Staff, 1999)។

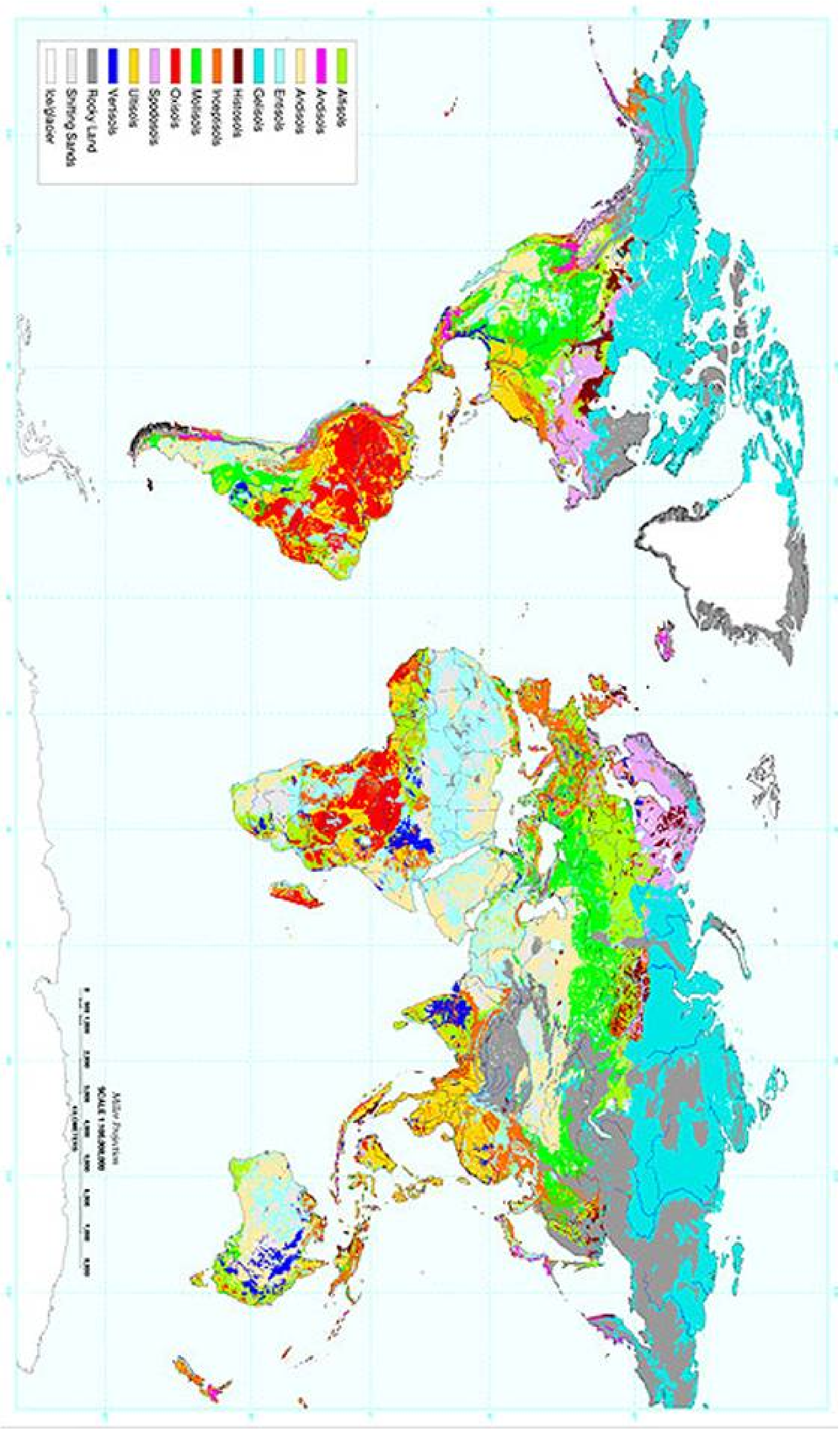
**10. VERTISOL**: ដីសំបូរដីឥដ្ឋ ហើយវាប្រែប្រួលខ្លាំង ហើម ឬស្រកនៅពេលសំណើមផ្លាស់ប្តូរ វាអាចបែកក្រហែងនៅរដូវប្រាំង។ ស្រទាប់ដីវិវត្តន៍បានល្អ។ ដីប្រភេទ នេះមានប្រមាណ ២,៤% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិក មានដីនេះប្រមាណ ២% (Soil Survey Staff, 1999)។

**11. GELISOLS**: ដីស្ថិតនៅតំបន់ត្រជាក់ខ្លាំង និងមានកំណកច្រើនស្ថិតនៅរហូតជម្រៅ ២ ម៉ែត្រនៃស្រទាប់ដីលើ។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ៩,១% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ៨,៧%។ ដីនេះផ្គត់ផ្គង់ប្រជាពលរដ្ឋប្រមាណ ០,៤% នៃ ប្រជាពលរដ្ឋលើពិភពលោក (Soil Survey Staff, 1999)។




**12. ANDISOLS**: ដីមានទម្រង់ចេញមកពីផេះភ្នំភ្លើង ឬកំអែលភ្នំភ្លើង។ វាជាដីមានលទ្ធភាពស្តុកទឹកបានច្រើន និងមានបរិមាណផូស្វ័រច្រើន។ ដីប្រភេទនេះមានប្រមាណ ១% នៃដីគ្មានទឹកកកលើពិភពលោក។ សហរដ្ឋអាមេរិកមានដីនេះប្រមាណ ១,៧% (Soil Survey Staff, 1999)។






ផែនទី ៤ ផែនទីក្រុមដីលើពិភពលោក (Soil Survey Staff, 1999)

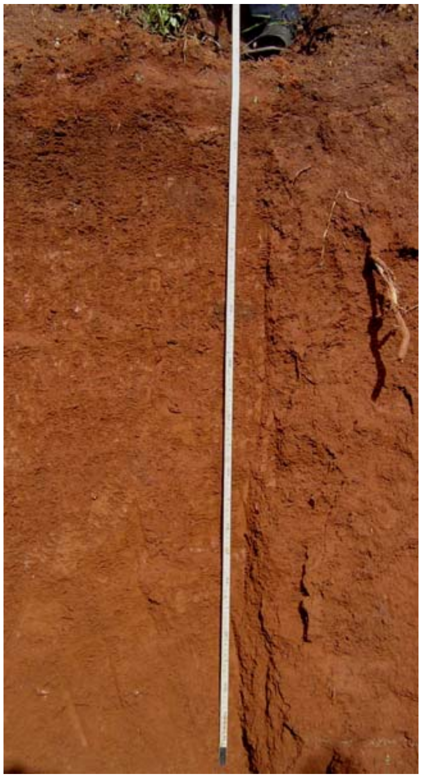
## ២ ដីប្រទេសកម្ពុជា (Soils of Cambodia)

ដីប្រទេសកម្ពុជាត្រូវបានសិក្សាដោយលោក Crocker ជនជាតិអាមេរិកក្នុងអំឡុងឆ្នាំ ១៩៦១ ខែមីនា រហូតដល់ឆ្នាំ ១៩៦២ ខែមេសា។ ការសិក្សានេះបានបោះពុម្ពចេញនូវសៀវភៅដីនៃប្រទេសកម្ពុជាក្នុងឆ្នាំ ១៩៦២ និងគូសចេញជាផែនទីដីរបស់ប្រទេសកម្ពុជានៅឆ្នាំ ១៩៦៣ ដែលមានមាត្រដ្ឋាន ១:១.០០០.០០០ (ផែនទី៥) ហើយបានបែងចែកដីប្រទេសកម្ពុជា ជា ១៦ ក្រុម ដី (Crocker, 1962)។ ផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជាមានទំហំ ១៨១.០៣៥ km$^2$ ដែល ផ្ទៃដីគោកទំហំ ១៧៧.២៩៥ km$^2$ និងផ្ទៃទឹកនៅរដូវប្រាំងទំហំ ៣,៧២១ km$^2$ ហើយរដូវ វស្សាអាចកើនឡើងធំជាងនេះ ៣ ទៅ ៣,៥ ដងនៃទំហំផ្ទៃទឹកនៅរដូវប្រាំង (Tichit, 1981)។

---

1. **Red-yellow podzols: ដីខ្សាច់អាស៊ីតក្រហមលឿង** ជាដីដែលមានស្រទាប់ $A_2$ ហូរច្រោះ (ឥដ្ឋ ដែក) ស្រទាប់ B ប្រមូលផ្តុំ (ឥដ្ឋ ដែក)។ ក្នុងស្រទាប់ B ដីឥដ្ឋមានពណ៌ក្រហមទៅលឿង ឬប្រផេះលាយក្រហមលឿង។ ពីស្រទាប់មួយ ទៅស្រទាប់មួយមិនមានការបែងចែកច្បាស់លាស់។ ដីនេះមានប្រមាណ ២២.៧៦៣ km$^2$ ត្រូវជា ១២,៥៥% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**2. Latosols**: **ដីក្រហមបាសាល់** ជាដីអាស៊ីតមានលក្ខណៈស្អិតជ្រៅ មិនជាំទឹក និងមិនមានស្រទាប់ប្រមូលផ្តុំគ្នាទេ។ ដីដែលល្អជាងគេនៅប្រទេសកម្ពុជា ជាពិសេសសម្រាប់ដំណាំកៅស៊ូ។ ដីនេះ មានប្រមាណ ៧.១២៣ $km^2$ ត្រូវជា ៣,៩៣៍ នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001) ។



**ដីជាំទឹកនៅតំបន់ទំនាប ឬត្រពាំង ៖ ដីប្រភេទនេះទទួលអានុភាពពីជម្រើមទឹក (ខ្ពស់នៅរដូវវស្សា និងទាបនៅរដូវប្រាំង ឬទឹកក្រោមដីខ្ពស់ប្រចាំឆ្នាំ)**

**3. Planosols**: **ដីជាំទឹកប្រភេទបាល្ណសុល** ជាដីមានស្រទាប់តែមួយឬច្រើនចែកដាច់ពីគ្នា ដោយសារមានការបង្ហាប់ ឬកម្រិតខ្ពស់នៃឥដ្ឋក្នុងដី។ ដីនេះ ច្រើនមានជម្រើមទឹកប្រែប្រួលតាមរដូវកាល។ ដីនេះមានប្រមាណ ១.៦៦៦ $km^2$ ត្រូវជា ០,៩២៍ នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001) ។

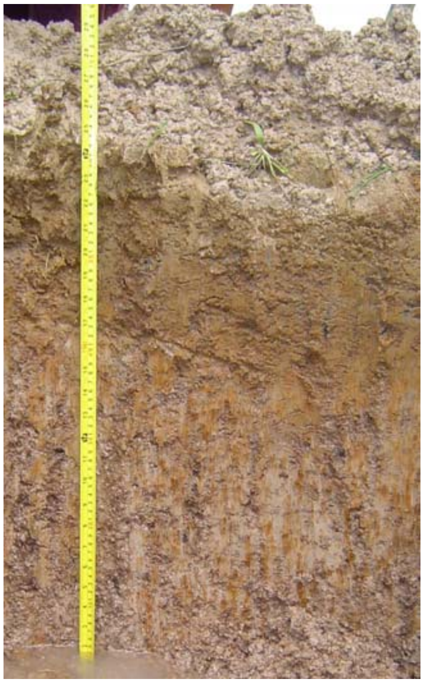
**4. Plinthite podsols: ដីជាំទឹកប្រភេទមានឡាតារីត** (ដីឥដ្ឋ លាយគ្រោះក្រវៀន) ជាដីដែលរេចរឹលយូរមកហើយ វាមានដុះឫស្សីក្រោយពេលព្រៃរងការរាតត្បាត (ឬឆេះ)។ ដូច្នេះ ការហូរច្រោះនៃជាតិដែក ម៉ង់កាណែស និងអាលុយមីញ៉ូមមានភាពខ្លាំងក្លាដែលធ្វើ អោយគ្រាប់គ្រួសប្រមូលផ្តុំគ្នាយ៉ាងច្រើននៅកន្លែងរាក់រហូតជ្រៅ អាស្រ័យនឹងការប្រែប្រួលនៃកម្រិតទឹកក្រោមដីពី មួយរដូវទៅមួយរដូវ។ ដីនេះអាចកើតចេញមកពីដី Red-yellow podsols ដែលបានរងពីការសឹករេចរឹលយូរឆ្នាំ។ ដីនេះមានប្រមាណ ១៧.១៤៧ $km^2$ ត្រូវជា ៩,៤៧% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**5. Cultural hydromorphics: ដីស្រែរេចរឹល** ដីនេះមានលក្ខណៈដូចដីទី ១ និង ៣ តែវាមានលក្ខណៈប្លែកពីគេ ដោយសារមានស្រទាប់ហាប់នៅក្រោមផាលនង្គ័ល។ ដីនេះ មានប្រមាណ ១២.៨៩៦ $km^2$ ត្រូវជា ៧,១៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**6. Grey hydromorphics: ដីឥដ្ឋប្រផេះជាំទឹក** ជាដីជាំទឹកខ្ទបប្រាំងខ្ទបវស្សា វាមានស្រទាប់លើពណ៌ប្រផេះ គ្របលើស្រទាប់ឥដ្ឋពណ៌ប្រផេះ លាយលឿង។ ដីនេះមានប្រមាណ ១៧.២៥២ km$^2$ ត្រូវជា ៩,៥៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**7. Plinthitic hydromorphics: ដីឡាតេរីតជាំទឹកជានិច្ចជាកាល** ដីនេះមាននៅតំបន់ពិសេស ដូចជា ស្នួល ស្រែខ្ទម (ក្រចេះ មណ្ឌលគីរី)។ វាស្ថិតនៅតំបន់ទំនាបមានគ្រាប់គ្រួសច្រើន និងមានវ័យចំណាស់ជាងគេ។ នៅពេល ថ្មីៗនេះការហូរច្រោះនៅផ្នែកខាងក្រោមត្រូវបានបង្អាក់ ដែលជាហេតុធ្វើអោយដីឥដ្ឋប្រមូលផ្តុំ។ ដីនេះជាប្រភេទដីឥដ្ឋ ល្បាយ ឬឥដ្ឋរាក់ពណ៌ ប្រផេះក្រម៉ៅនៅលើស្រទាប់គ្រួសក្រាលពីក្រោម។ ដីនេះ មានប្រមាណ ១.២៧៥ km$^2$ ត្រូវជា ០,៧១% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**8. Brown hydromorphics: ដីស្រែឥដ្ឋពណ៌ត្នោត** ដីនេះកើតឡើងនៅលើ Base Colluvial-Alluvial ដែលមានជម្រៅទឹកក្រោមដីរាក់ ឬប្រែប្រួល។ ដីនេះជាដីជ្រៅមានឥដ្ឋច្រើន និងមានជីជាតិ។ ជាទូទៅ វាមានពណ៌ត្នោត។ ដីនេះ មានប្រមាណ ៦.៧០១ $km^2$ ត្រូវជា ៣,៧២% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។



**9. Alumisols: ដីខ្មៅអណ្តែត** ជាដី Grey hydromorphics ដែលមានអាលុយមីញ៉ូម និងដែករលាយច្រើន ព្រមទាំងមាន pH ទាប ធ្វើអោយរុក្ខជាតិពិបាកដុះលូតលាស់។ ដីនេះអាចហៅថា **"ដីជូរ"** មាននៅខេត្តស្វាយរៀង ព្រៃវែងរួមទាំងភាគខ្លះនៃខេត្តកណ្តាល និងតាកែវ។ ដីនេះមានប្រមាណ ២.៧៨២ $km^2$ ត្រូវជា ១,៥៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**10. Regurs: ដីឥដ្ឋហើមប្រភេទរីហ្គ័រ** ជាដីខ្មៅ ឬប្រផេះខ្មៅរាក់។ វាមានថ្មមេនៅពីក្រោមកំពុងប្រេះបែក។ ស្រទាប់លើមានកំរាស់ប្រហែល ៣០ Cm ជាដីកកើតថ្មីនិងមានប្រភពពីថ្មកំបោរ ឬថ្មបាសាល់។ ថ្មមេនៃដីនេះមានពីរប្រភេទគឺ :

- ❖ Calcimorphic regur: ថ្មមេជាកំបោរនៅប៉ៃលិន (កណ្ដៀកហែប) និង បាត់ដំបង។
- ❖ Basaltic regur: ស្ថិតនៅកំពង់ធំ កំពង់ចាម រតន:គីរី មណ្ឌលគីរី ក្រចេះ។ ដីនេះមានប្រមាណ ៦.៥៧០ $km^2$ ត្រូវជា ៣,៦៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**11. Acid lithosols: ដីរាក់គ្រួសអាស៊ីត** ជាដីកើតចេញពីថ្មអាស៊ីត ដែលរបេះចេញពីថ្មមេនៅតំបន់ចង្កេះភ្នំនិងជើងភ្នំ។ ដីនេះមានប្រមាណ ៤៥.២៧១ $km^2$ ត្រូវជា ២៥% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

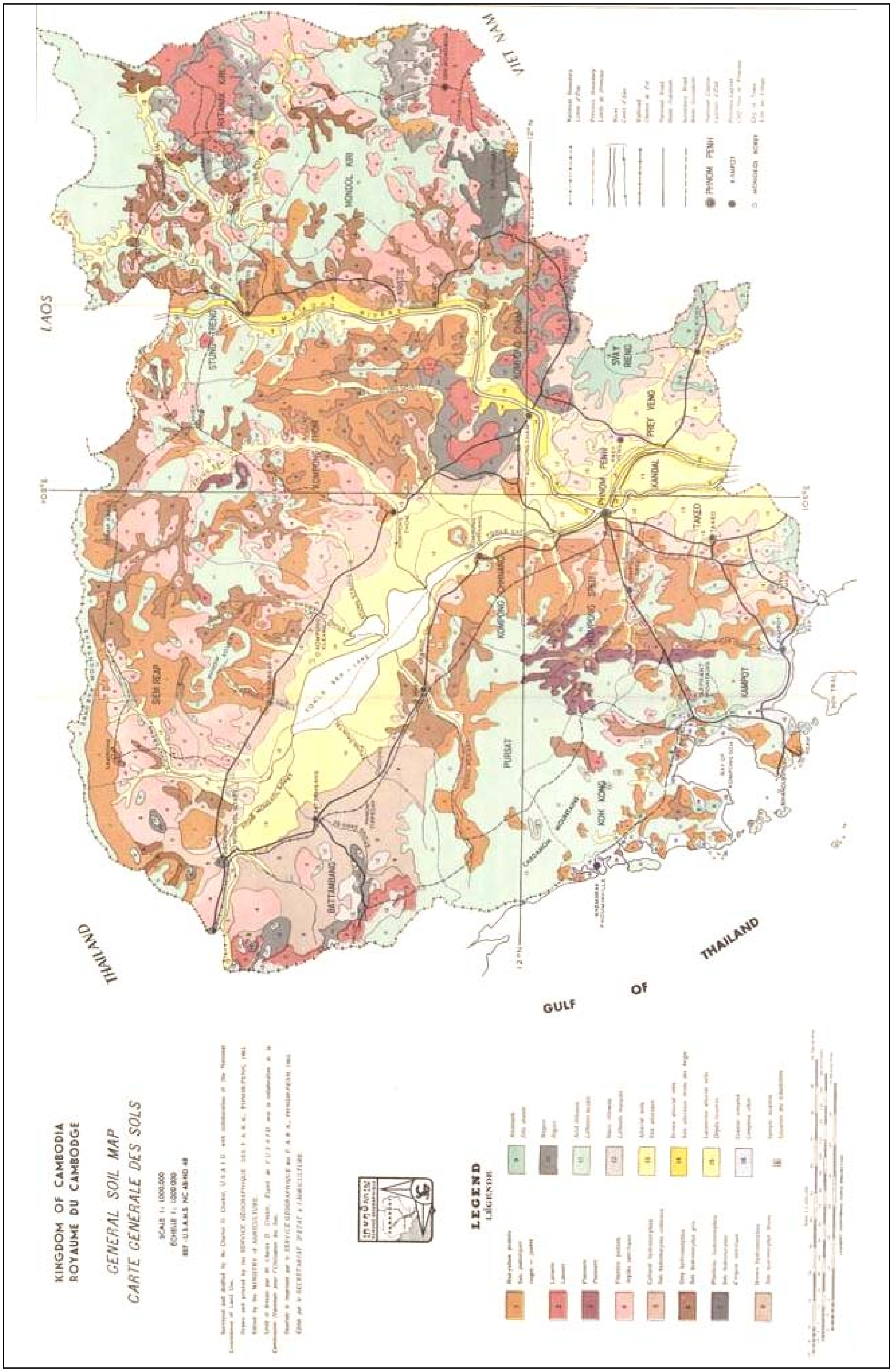
**12. Basic lithosols: ដីប្រផេះបាស៊ីក** ជាដីរាក់កើតចេញពីថ្មកំបោរ ឬថ្មបាសាល់។ ដីនេះមានសក្ដានុពលល្អខាងព្រៃឈើ។ ដីនេះ មានប្រមាណ ៣.៤១៨ km² ត្រូវជា ១,៩% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**13. Alluvial soils: ដីល្បាប់អណ្ដែតតាមដងទន្លេឬស្ទឹង** ជាដីទើបកើតថ្មីមានឥដ្ឋច្រើន។ ដីនេះ កើតចេញពីការនាំល្បាប់តាមទឹកទន្លេស្ថិតនៅ តំបន់មាត់ទន្លេឬស្ទឹង។ ដីនេះ មានប្រមាណ ១៧.០៦៤ km² ត្រូវជា ៩,៤៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**14. Brown alluvial soils: ដីល្បាប់ពណ៌ត្នោតភ្លឺ** មានឥដ្ឋតិច ហើយមានវាយនភាពគ្រើម។ វាជាដីល្អដូចដីទី ២ ដែរតែអាចជាំទឹកម្ដងម្កាលនៅពេលមានទឹកជំនន់ និងមានសក្ដានុពលលើដំណាំច្រើនមុខ។ វាស្ថិតនៅតាមបណ្ដោយទន្លេមេគង្គ និងដីកោះក្នុងទន្លេមេគង្គ។ ដីនេះមានប្រមាណ ២.៧៦៤ km² ត្រូវជា ១,៥៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

**15. Lacustrine alluvials**: **ដីល្បាប់ជុំវិញបឹងទន្លេសាប** ជាដីលិចទឹករាល់ឆ្នាំ អាចទទួលល្បាប់ច្រើន ឬតិចតាមសណ្ឋានដី។ ដីនេះ មានប្រមាណ ១០.៣៧៣ $km^2$ ត្រូវជា ៥,៧៣% នៃផ្ទៃដីសរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។

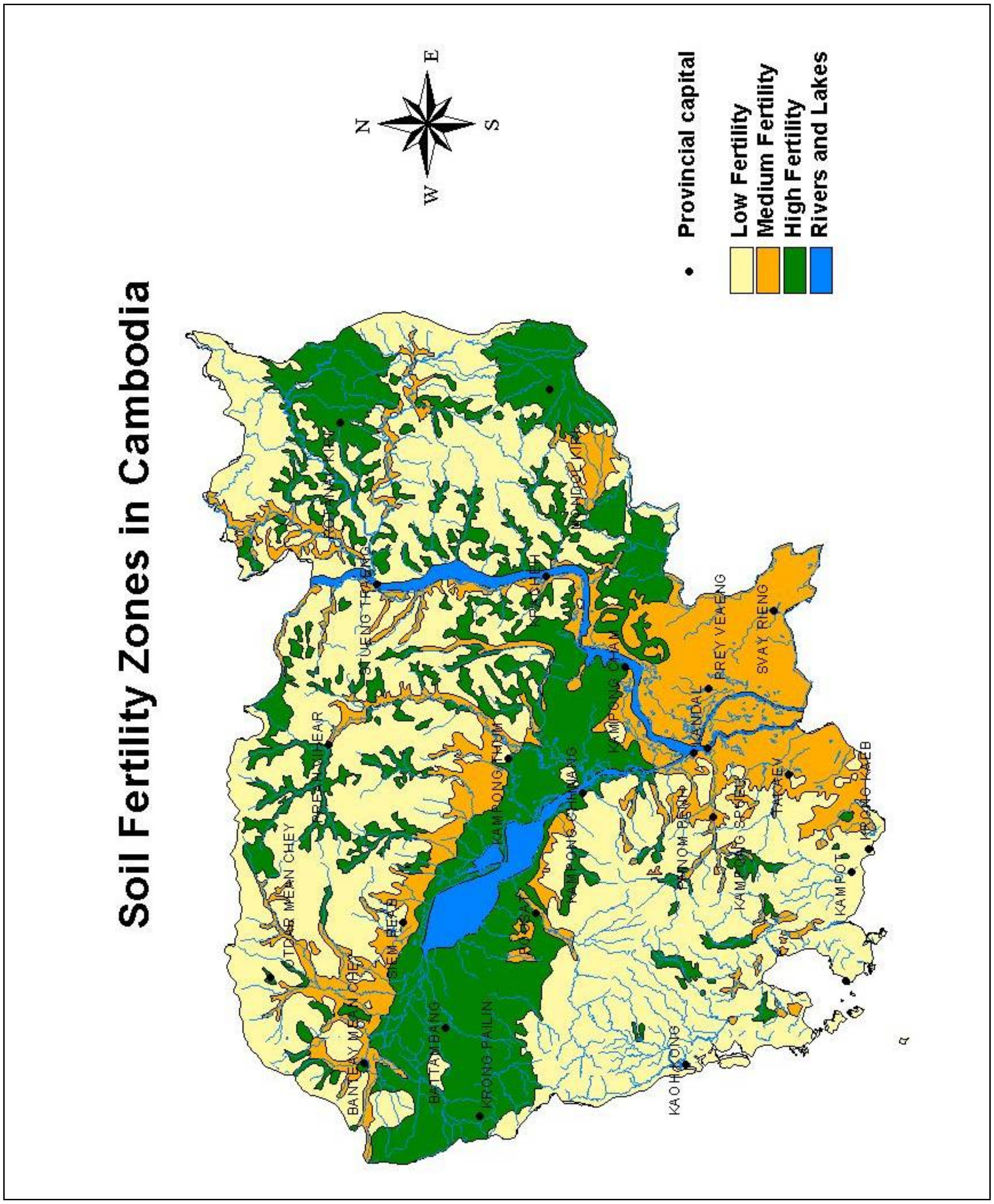
**16. Coastal complext**: **ដីល្បាប់មាត់សមុទ្រ** ច្រើនជាដីឥដ្ឋនៅតំបន់ព្រៃកោងកាង វាជាដីជូរ ហើយសម្បូរអំបិល។ ដីនេះមានប្រមាណ ២.២២៩$km^2$ ត្រូវជា ១,២៣% នៃផ្ទៃដី សរុបរបស់ប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1962 and Tran, 2001)។




ផែនទី ៥ ផែនទីដីប្រទេសកម្ពុជា (Crocker, 1963)

## ៣ ជីជាតិដីនៅប្រទេសកម្ពុជា (Soil Fertility in Cambodia)

ជីជាតិដី នៃដីប្រទេសកម្ពុជា ត្រូវបានបែងចែកជាបីកម្រិតដាច់ពីគ្នា: ដីមានជីជាតិខ្លាំង (High Fertility) ដីមានជីជាតិមធ្យម (Medium Fertility) និងដីមានជីជាតិតិច (Low Fertility) (ផែនទី៦)។ ដីមានជីជាតិខ្លាំង និងមធ្យមកកើតចេញពីដីល្បាប់ ឬសិលាភ្នំភ្លើង ដែលមានអាយុយូរឆ្នាំកន្លងមកហើយ (SCW, 2006)។




ផែនទី ៦ ជីជាតិដីនៅប្រទេសកម្ពុជា (SCW, 2006)

# ឯកសារពិគ្រោះ


1- Aduayi A.E. and Ekong E.E. (1981) General Agriculture and Soils. The Camelot Press Ltd, Southampton, ISBN 0-304-30207-4. London, England. ISBN: 0304302074.

2- AICAF (2003) Hand Book of Tripical Soil Management. Global Design Co., Ltd., Association for Cooperation of Agriculture and Forestry, Ichibancho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan.

3- Alive C. (2001) Soil Biological Communities: Soil Protozoa. National Science & Technology Center, Bldg. 50, Denver Federal Center Denver, Colorado 80225-0047, USA.

4- Banan District (2008) Administration Map of Banan District, Battambang Province, Scale, 1:80,000. Phnom Penh, Cambodia.

5- Crocker C.D. (1962) The Exploratory Survey of the Soil of Cambodia. Royal Cambodian Government Soil Commussion/USAID Joint Publication. Phnom Penh, Cambodia.

6- Crocker C.D. (1963) General Soil Map of the Kingdom of Cambodia, Scale, 1:1,000,000. Royal Cambodian Government Soil Commussion/USAID Joint Publication, Phnom Penh, Cambodia.

7- Department of Natural Resources (2005) Identifying Soil Drainage By Color. Ecological Land Classification Program, Division of Forestry, Department of Natural Resources, Minnesota.

8- ED-STEEP (2003) Simple Soil Analysis. ED-STEEP: Education Solutions to Environmental and Economic Problems.

9- Encyclopædia Britannica (2009) Latitude and Longitude. Encyclopædia Britannica Online. Britannica Customer Support, 331 North La Salle Street, Chicago, IL 60654, USA.

10- Gafur M.A. and Parvin S. (2008) Distribution of Blue-Green Algae in Soils of Chittagong University Campus and Their Nitrogen Fixing Capacity. Bangladesh J. Bot. **37**(1): 49-53.

11- Jenkins A. (2005) Soil Biology Basics: Soil Fungi. State of New South Wales Department of Primary Industries, New South Wales, Australia.

12- Kubota T. (2005a) Textbook of Soil Analysis for Growing Crop. Japan International Cooperation Agency, Royal University of Agriculture, Phnom Penh, Cambodia.

13- Kubota T. (2005b) Textbook of Soil Survey and Classification: Soils in Cambodia. Japan International Cooperation Agency, Royal University of Agriculture, Phnom Penh, Cambodia.

14- Louie J. (1996) Earth's Interior. University of Nevada, Reno, USA. Available at http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/interior.html. Retrieved on December 26, 2009.

15- Lake S. (2009) Photo Essay. Sibley Nature Center 1307 E. Wadley, Midland, Texas 79705, USA. Available at http://www.sibleynaturecenter.org /habitats/breaks/junestocktonplateau/index.html. Retrieved on December 26, 2009.

16- Marsh B. (2008) Rocks and Minerals. School of Ocean and Earth Science, University of Ocean Southampton, National Oceanography Centre, Southampton, United Kingdom.

17- Marx S.E., Hart J. and Stevens G.R. (1999) Soil Test Interpretation Guide. Oregon State University, the U.S. Department of Agriculture, Oregon State University Extention Service offers Educational Programs. Published August 1996. Reprinted Agust 1999. USA.

18- MPWT (1998) Kampong Spueu Map. Ministry of Public Works and Transport. Phnom Penh, Cambodia.

19- NASA (1999) The Earth and Universe. Volcano and Earthquake information courtesy of the U.S. Geological Survey, USA.

20- Nathan V.M. (2009) Soils, Plant Nutrition and Nutrient Management. Soil Testing and Plant Diagnostic Service Laboratory, UM Extension, University of Missouri, Columbia.

21- NRCS (2009) Soil Education. Natural Resource Conservation Service United State Department of Agriculture, USA.

22- Peter H. Raven, George B. Johnson, Johnathan B. Losos, and Susan R. Singer, (2005). Biology. Seventh ediction. Published by McGraw-Hill Companies. New York, USA.

23- Pidwirny M. (2006). Introduction to Soils: Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. University of British Columbia Okanagan.

24- Prasad R. and Power F.J. (1997) Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida 33431, USA. ISBN: 1-56670-254-2.

25- Reeuwijk L.P.V. (2002) Procedures for Soil Analysis. 6th Edition. International Soil Reference and Information Center, Food and Agriculture Or-

ganization of the United Nation, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands. ISBN: 90-6672-0441.

26- Reid G. and Wong P. (2005) Soil Biology Basics: Soil Bacteria. State of New South Wales Department of Primary Industries, New South Wales, Australia.

27- Saxton E.K. and Rawls W. (2007) Soil Water Characteristics: Hydraulic Properties Calculator. Washington State University, Washington, USA.

28- SCW (2006) The School Atlas of Cambodia. Save Cambodia's Wildlife, Phnom Penh, Cambodia. ISBN: 99950-814-4-X.

29- Short M.N. (1999) The Six Fundamental Concepts about the Earth's Geology. United States Air Force Academy, Colorado Springs. USA.

30- Soil Survey Division Staff (1993) Soil survey manual. U.S. Dept. of Agriculture Handbook No. 18. U.S. Govt. Printing Office, Washington, DC.

31- Stern P.D. (2004) Latitude and Longitude. Lab for Particles and Fields, Code 612.3, Goddard Space Flight Center Greenbelt, Maryland 20771, USA.

32- Soil Survey Staff (1999) The Twelve Soil Orders: Soil Taxonomy. Soil and Land Resource Division, College of Agricultural and Life Science, University of Idaho, Moscow, ID 83844-2339, Russia.

33- Sposito G. (1989) The Chemistry of Soils. Oxford University Press, 198 Madison Avenue, New York 10016-4314, USA. ISBN: 0-19-504615-3.

34- Sylvia M.D., Hartel G.P., fuhrmann J.J., and Zuberer A.D. (2005) Principle and Application of Soil Microbiology. 2nd Edition. Pearson Education Inc., New Jersey 07458, USA. ISBN: 0-13-094117-4.

35- Tichit L. (1981) L'agriculture au Cambodge. Agence de Cooperation Culturelle et Technque, Paris, Franch.

36- Tisdale L.S., Nelson L.W., Beaton D.J., Havlin L.J. (2002) Soil Fertility and Fertilizers. 5th Edition. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi-110001, India. ISBN-81-203-0975-8.

37- Tran C. (2001) Lexique Pedologique Trilingue: French-English-Khmer with English Index. Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery, Phnom Penh, Cambodia.

38- USDA (1999a) Soil Quality Test Kit Guide. National Resources Conservation Service, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. USA.

39- USDA (1999b) Soil Quality-Agronomy: Liming to Improve Soil Quality in Acid Soils. Technical note No. 8. National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. USA.

40- Veldkamp T. (1992) Soil Fertility. AGROMISA, 6700 AA Wagneningen. The Netherlands. ISBN: 90-72746-02-3.

41- White F.P., Oberthur T., and Sovuthy P. (1997) The Soils Used for Rice Production in Cambodia: A Manual for Identification and Management. International Rice Research Institute, Manila, Philppines. ISBN: 971-22-0094-9.

42- Wikipedia (2009) Geography of Cambodia. Available at http://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Cambodia. Retrieved on December 27, 2009.

**បណ្ឌិត ស្រ៊ាន ពៅ**
មហាវិទ្យាល័យកសិកម្ម និងកែច្នៃអាហារ
សាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង। ខេត្តបាត់ដំបង। ប្រទេសកម្ពុជា
E-mail: pao.srean@gmail.com

---

**បណ្ឌិត ស្រ៊ាន ពៅ** បច្ចុប្បន្នជា ព្រឹទ្ធបុរសស្តីទី របស់មហាវិទ្យាល័យកសិកម្ម និងកែច្នៃអាហារ នៃសាកលវិទ្យាល័យបាត់ដំបង។ គាត់បានទទួលសញ្ញាប័ត្របរិញ្ញាប័ត្រវិទ្យាសាស្ត្រ ជំនាញ "ក្សេត្រសាស្ត្រ" ក្នុងឆ្នាំ ២០០៦ សញ្ញាប័ត្របរិញ្ញាប័ត្រជាន់ខ្ពស់វិទ្យាសាស្ត្រ ជំនាញ "ការគ្រប់គ្រងចំរុះសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍កសិកម្ម និងជនបទ" ក្នុងឆ្នាំ ២០០៩ ពីសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម នៅរាជធានីភ្នំពេញ ប្រទេសកម្ពុជា និងសញ្ញាបត្របណ្ឌិតវិទ្យាសាស្ត្រ ជំនាញ "អេកូឡូស៊ីទឹកសាប" ពីសាកលវិទ្យាល័យជីរ៉ូណា ប្រទេសអេស្ប៉ាញ ក្នុងឆ្នាំ ២០១៥។

ការស្រាវជ្រាវសំខាន់ៗរបស់គាត់រួមមាន វិទ្យាសាស្ត្រដីនិងរុក្ខជាតិ និងអេកូឡូស៊ីទឹកសាប ហើយបច្ចុប្បន្នគាត់កំពុងធ្វើការស្រាវជ្រាវអំពី "ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុសរីរាង្គលើការលូតលាស់របស់ដំណាំបន្លែ" និង "ឥទ្ធិពលនៃការប្រែប្រួលអាកាសធាតុលើជលផលរបស់បឹងទន្លេសាប របស់ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា" ទទួលប្រាក់ឧបត្ថម្ភពីប្រទេសបារាំង កាណាដា និងសហរដ្ឋអាមេរិក ព្រមទាំងគម្រោងសិក្សាស្រាវជ្រាវអំពី "ជម្ងឺនិងសត្វល្អិតលើដំណាំដំឡូងមី និងការផលិតពូជដំឡូងមីតាមបច្ចេកទេសជាលិកាវប្បកម្មរុក្ខជាតិ" ទទួលប្រាក់ឧបត្ថម្ភពីប្រទេសជប៉ុន។

បាត់ដំបង ថ្ងៃទី ០៧ ខែមេសា ឆ្នាំ ២០១៦