រាជបណ្ឌិតសភាកម្ពុជា

កំណត់តំរូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសំរាប់ ដំណាំសណ្ដែកបាយ លើដីពីរប្រភេទ ក្នុងលក្ខខណ្ឌផ្ទះកញ្ចក់

NUTRIENT REQUIREMENT OF MUNGBEAN *(Vigna radiata)*ON TWO SOIL TYPES UNDER GLASSHOUSE CONDITION

សារណាបញ្ចប់

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រជាន់ខ្ពស់

និស្សិត : មើត ម៉ាក់សី

សាស្ត្រាចារ្យដឹកនាំ : បណ្ឌិត សេង វ៉ាង

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រជាន់ខ្ពស់ ជំនាន់ទី ៤

មុខជំនាញ : វិទ្យាសាស្ត្រកសិកម្ម

ឆ្នាំសិក្សា : ២០០៤-២០០៦

រាជបណ្ឌិតសភាកម្ពុជា

កំណត់តម្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសំរាប់ ដំណាំសណ្តែកបាយ លើដីពីរប្រភេទ ក្នុងលក្ខខណ្ឌផ្ទះកញ្ចក់

NUTRIENT REQUIREMENT OF MUNGBEAN (*Vigna radiata*) ON TWO SOIL TYPES UNDER GLASSHOUSE CONDITION

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
បណ្ណាល័យ
លេខ 0012193
រាជបណ្ឌិតសភាកម្ពុជា

សារណាបញ្ចប់

ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រជាន់ខ្ពស់

និស្សិត : ម៉េត ម៉ាក់សី

សាស្ត្រាចារ្យដឹកនាំ : បណ្ឌិត សេង វ៉ាង

ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រជាន់ខ្ពស់ ជំនាន់ទី ៤

មុខជំនាញ : វិទ្យាសាស្ត្រកសិកម្ម

ឆ្នាំសិក្សា : ២០០៤-២០០៦

រាជបណ្ឌិតសភាកម្ពុជា

កំណត់តម្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសំរាប់ ដំណាំសណ្តែកបាយ លើដីពីរប្រភេទ ក្នុងលក្ខខណ្ឌផ្ទះកញ្ចក់

NUTRIENT REQUIREMENT OF MUNGBEAN (*Vigna radiata*) ON TWO SOIL TYPES UNDER GLASSHOUSE CONDITION

សារណាបញ្ចប់

ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រជាន់ខ្ពស់

និស្សិត : ម៉េត ម៉ាក់ស៊ី

ថ្នាក់បរិញ្ញាប័ត្រជាន់ខ្ពស់ ជំនាន់ទី ៤

មុខជំនាញ : វិទ្យាសាស្ត្រកសិកម្ម

គណៈកម្មការវាយតម្លៃ

បណ្ឌិត : ព្រាប វិសារទោ

បណ្ឌិត : ស៊ិន សុវិទ្ធ

បណ្ឌិត : សេង វ៉ាង

បណ្ឌិត : នី វុទ្ធី

សង្ខេបសារណា

បច្ចុប្បន្ននេះរាជរដ្ឋាភិបាលយើងមាននយោបាយអភិវឌ្ឍន៍ លើវិស័យកសិកម្មដែលជាគ្រឹះនៃខឿនសេដ្ឋកិច្ចជាតិ និងបំពេញនូវតំរូវការស្ថេរភាពស្បៀងព្រមទាំងជាសមិទ្ធិផលយ៉ាងពេញនិយមនៅលើទីផ្សារជាតិ និងអន្តរជាតិទៀតផង ។

ដីដាំដុះដំណាំធញ្ញជាតិដែលខ្សត់ជីជាតិប្រហែល ៥២ភាគរយ មិនសមស្របនិងផលិតកម្មកសិកម្មឡើយ ។ ដីទាំងនេះជាប្រភេទដីខ្សាច់ដែលមានសមត្ថភាព បំលាស់ប្តូរកាចុងទាបដែលជាហេតុបណ្តាលអោយដំណាំមានការស្រូបយកអាហារធាតុទាប ។ ការបង្កើនទិន្នផលអោយបានខ្ពស់នៅលើប្រភេទដីទាំងនេះ មុនដំបូងចាំបាច់ត្រូវយល់ដឹងពីសក្តានុពលភាពនៃដី ដើម្បីឈានទៅបង្កើនជីជាតិនិងទំរង់របស់ដី ។ ហេតុនេះហើយបានជាកសិករភាគច្រើនបានប្រើប្រាស់ជីគ្រប់ប្រភេទយ៉ាងសន្ធឹកសន្ធាប់ ទៅលើស្រែចំការរបស់គាត់ ដែលបានក្លាយជាទំលាប់ទូទាំងប្រទេសទៅហើយ ។ ប៉ុន្តែរឿងដែលធ្វើអោយយើងចាប់អារម្មណ៍ខ្លាំងនោះ ការប្រើជីពុំសូវមានភាពឆ្លើយតបទៅនឹងតំរូវការរបស់ដំណាំ ជួនខ្វះ ជួនលើស ដែលជាហេតុបណ្តាលអោយដំណាំមានការពុលអាហារធាតុ ឬ ខ្វះអាហារធាតុ និងបណ្តាលអោយមានការប៉ះពាល់ដល់ការគ្រប់គ្រងបរិស្ថានផងដែរ ។ ដូចនេះដើម្បីចូលរួមក្នុងការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ជីមិនសមស្របទៅតាមប្រភេទដំណាំ និងជួយបង្កើនទិន្នផលដំណាំរបស់កសិករ ខ្ញុំបាទបានសំរេចចិត្តជ្រើសរើសយកដីពីរប្រភេទគឺ ក្រុមដីប្រទះឡាង និង ក្រុមដីឡាបានសៀក មកធ្វើការពិសោធន៍សិក្សាស្រាវជ្រាវ នៅវិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវអភិវឌ្ឍន៍កសិកម្មនៅកម្ពុជាដែលមានចំណងជើងថា“កំណត់តំរូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសំរាប់ដំណាំសណ្តែកបាយលើដីពីរប្រភេទក្នុងលក្ខខណ្ឌផ្ទះកញ្ចក់”

ការពិសោធន៍នេះដើម្បីកំណត់តំរូវការសារធាតុចិញ្ចឹមសំរាប់ដំណាំសណ្តែកបាយ និង កំណត់ការប្រើប្រាស់ជីអោយបានសមស្របទៅតាមប្រភេទដី និងមុខដំណាំនិមួយៗ ។ ពិសោធន៍នេះធ្វើឡើងនៅថ្ងៃទី ១៧ ខែមករា ឆ្នាំ ២០០៥ រហូតបញ្ចប់នៅថ្ងៃទី ២៥ ខែមិនា ឆ្នាំ ២០០៥ ។ ការពិសោធន៍គឺយើងបានធ្វើឡើងមាន ១២ បច្ច័យជី លើដីពីរប្រភេទ និង ៣សារ ដែលសរុបទាំងអស់មាន ៧២ធុងពិសោធន៍ ។

តាមលទ្ធផលពិសោធន៍ និងការអង្កេតបានបង្ហាញថា ក្រុមដីប្រទះឡាង មានកង្វះអាហារធាតុ អាសូត ផូស្វាត ស្ពាន់ធ័រ ប័រ និង ស័ង្កសី ។ បច្ច័យទាំងនេះធ្វើអោយថយចុះនូវចំនួនស្លឹក កំពស់ដើម ម៉ាស់ស្រស់ ទំងន់ផ្លែ ទំងន់គ្រាប់ ។ ចំណែកបច្ច័យដែលបន្ថយជាបន្តបន្ទាប់ នូវអាហារធាតុ កាល់ស្យូម ម៉ាញ៉េស្យូម ទង់ដែង ម៉ូលីដែន និង ម៉ង់កាណែស ប៉ូតាស្យូម មានឥទ្ធិពលវិជ្ជមានបន្តិចបន្តួចប៉ុណ្ណោះទៅលើដំណាំ ។

ចំពោះដីឡាបានសៀក គឺមានការពុល ម៉ង់កាណែស ធ្វើអោយបង្អាក់ការលូតលាស់ របស់ដំណាំសណ្តែកបាយ ។

ដូចនេះយោងតាមលទ្ធផលទាំងពីរ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា :

ក្រុមដីប្រទះឡាងមានចំលើយឆ្លើយតប ទៅនឹងអាហារធាតុ អាសូត ផូស្វាត ស្ពាន់ធ័រ ប័រ និងសង្កសី។ រីឯសារធាតុផ្សេងទៀតពុំមានការឆ្លើយតបទេ ។ ក្រុមដីឡាបានសៀកគឺមានការពុល ម៉ង់កាណែស ធ្វើអោយបង្អាក់ការលូតលាស់របស់ដំណាំសណ្តែកបាយ ។ ដូច្នេះដើម្បីបំបាត់ ការពុលម៉ង់កាណែស យើងត្រូវប្រើកំបោរ កាល់ស្យូមកាបូណាត ($CaCO_3$) បន្ថែមនៅលើក្រុមដីនេះ។

សារណានេះមានអត្ថប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើន ចំពោះអ្នកស្រាវជ្រាវជំនាន់ក្រោយៗទៀត ដោយសារបានបង្ហាញអោយឃើញពីតំរូវការសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់ដំណាំទៅតាមប្រភេទដីនីមួយៗ ។ ដូច្នេះក្រោយពីបានឃើញលទ្ធផលដែលជាស្នាដៃរបស់ខ្ញុំហើយ គួរតែអ្នកស្រាវជ្រាវធ្វើការសិក្សាបន្តទៀត ដើម្បីអោយទទួលបាននូវលទ្ធផលមួយជាក់លាក់ សំរាប់ធ្វើពិសោធន៍លើស្រែកសិករ ។

SUMMARY

Despite the achievement of rice surpluses since 1995, poverty alleviation remains the priority goal for agricultural development in Cambodia. Opportunities for poverty alleviation in Cambodian agriculture are emerging in diversification from traditional wet season lowland rice (*Oryza sativa* L.) production to double cropping in lowland rice-based production systems, and to upland cropping. The potential for double-cropping rice-based production will depend on understanding land capability for a range of non-rice crops in the lowlands and uplands of Cambodia. There are relatively large areas of land available for the expansion of upland cropping, especially since the establishment of improved security and roads in rural areas, but very little information on land capability for field crops is available to crop diversification. A major hindrance to the management of upland soils is the scarcity of knowledge about the distribution, properties and behaviors of such soils. Mungbean (*Vigna radiata*) is one of the major field crops in Cambodia, which is grown in a wide range of soils from very poor sandy soils in the lowlands to more fertile soils in the uplands, but nutrient constraints of these soils on the growth and yield of mungbean remain unknown.

Pot experiments were conducted in the glasshouse at the Cambodian Agricultural Research and Development Institute (CARDI) to identify nutrients that limit the growth and yield of mungbean (*Vigna radiata*) on lowland sandy soil (Prateah Lang) and upland red soil (Labansiek). Potted soils were treated with 12 nutrient solutions: 1-Complete (Cl) (NPKSCaMgZnBoCuMoMn), 2-Complete-N, 3- Complete-P, 4-Complete-K, 5-Complete-S, 6-Complete-Ca, 7-Complete-Mg, 8-Complete-Zn, 9-Complete-B, 10-Complete-Cu, 11-Complete-MoMn, and 12-Complete (S). These treatments were replicated 3 times making a total of 36 plots for each soil type. Mungbean, *cv.* CARDI Chey was sown and after germination, seedlings were thinned to remain only 1 plant per pot. Plants were grown until physiological maturity and pods were collected for calculation of grain yield.

In Prateah Lang soil, minus N, P, S, B and Zn treatments strongly impaired crop growth by decreasing number of leaves, plant height, fresh biomass and grain weight. Other treatments had only little effect on these measured parameters. In strongly acid Labansiek soil, Mn toxicity strongly impaired the growth of mungbean. Symptom of Mn toxicity was evident during early growth stage resulted in no plant could survive. Several pots were selected and treated with $CaCO_3$ at 3.52 g/kg to increase soil pH to about 6.0, the symptom of Mn toxicity disappeared, and mungbean growth improved markedly.

In conclusion N, P, S, B and Zn are the most limiting nutrients for mungbean grown on the sandy soil (Prateah Lang) whereas Mn toxicity associated with acidity was most limiting factor on Labansiek soil. Liming neutralized soil acidity and improved the growth and yield of mungbean markedly. The results from this experiment is of preliminary, hence require further investigation to ensure appropriated addition of nutrients for the optimum growth and yield of mungbean on both soils.

មាតិកាអត្ថបទ

ទំព័រ

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

សង្ខេបនិក្ខេបបទ

មាតិកាអត្ថបទ

បញ្ជីរូបភាព

សេចក្តីផ្តើម

ផ្នែកទី ១ : សំរង់អត្ថបទ និង ការស្រាវជ្រាវឯកសារ

ជំពូកទី ១ : ការយល់ដឹងពីដំណាំសណ្តែកបាយ

១.១. ប្រភពនិងដើមកំណើតនៃដំណាំសណ្តែកបាយ....................១

១.២. ស្ថានភាពដាំដុះដំណាំសណ្តែកបាយនៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា ១

១.៣. អត្ថប្រយោជន៍នៃដំណាំសណ្តែកបាយ....................៣

១.៤. ស្ថានភាពអាកាសធាតុ និងដំណាំសណ្តែកបាយ....................៤

១.៤.១.ពន្លឺព្រះអាទិត្យ....................៤

១.៤.២. សីតុណ្ហភាព....................៥

១.៤.៣.សំណើមបរិយាកាស....................៥

ជំពូកទី២ :លក្ខណៈសំខាន់ៗរបស់ដីដែលទាក់ទងនិងផលិតកម្មដំណាំសណ្តែកបាយ

២.១. លក្ខណៈរូបសាស្ត្ររបស់ដី....................៦

២.២. លក្ខណៈគីមីសាស្ត្ររបស់ដី....................៧

២.៣. បុព្វហេតុដែលបង្កអោយមានបញ្ហាដល់ដីដាំដំណាំសណ្តែកបាយ....................៨

២.៣.១. បរិមាណនៃភាពបណ្តូរកាចុង (CEC) ទាបនៅក្នុងដី ៨

២.៣.២. បញ្ហាដីអាស៊ីតខ្លាំង និងការប្រែប្រួល (pH) ៩

២.៣.៣.ការចាប់យកសារធាតុផូស្វ័រ ដោយសូលុយស្យុងដី និងការប្រែប្រួលផូស្វ័រនៅក្នុងដី....................១១

២.៣.៤. ការហូរច្រោះសារធាតុចិញ្ចឹមពីសូលុយស្យុងដី....................១១

២.៤.បុព្វហេតុបង្កបញ្ហាដល់ការស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់ដំណាំ....................១២

២.៤.១. អន្តរអំពើនិងគ្មានតុល្យភាពនៃសារធាតុចិញ្ចឹមនៅក្នុងដី....................១២

២.៤.២. បញ្ហារបស់ឫសដំណាំ..១៣
២.៤.៣.ភាពលើសនៃសារធាតុប្រៃទៅក្នុងដី..១៣
២.៤.៤.ភាពខ្វះ និងភាពពុលនៃសារធាតុចិញ្ចឹម..១៤

ជំពូកទី ៣ : លក្ខណៈទូទៅនៃដីដាំដំណាំសណ្តែកបាយ

៣.១.ក្រុមដីប្រទះឡាង..១៥
៣.១.១.ទស្សនៈទូទៅអំពីដីក្រុមប្រទះឡាង..១៦
៣.១.២.កំណរកំណើតដីប្រទះឡាង..១៦
៣.១.៣.ការគ្រប់គ្រងដីប្រទះឡាង..១៦
៣.២.ក្រុមដីឡាបានសៀក..១៨
៣.២.១. ទស្សនៈទូទៅអំពីដីក្រុមឡាបានសៀក..១៩
៣.២.២. កំណរកំណើតដីឡាបានសៀក..១៩
៣.២.៣. ការគ្រប់គ្រងដីឡាបានសៀក..២០

ជំពូកទី៤ : ដីជាតិដី និងសារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗសំរាប់ដំណាំសណ្តែកបាយ

៤.១ ដីជាតិ និងធាតុផ្សំនៃដី..២១
៤.១.១. ដីអសរីរាង្គ ឬដីគីមី..២១
៤.១.២.ដីសរីរាង្គ..២៣
៤.២ សារធាតុចិញ្ចឹមអាសូត N..២៤
៤.២.១. តួនាទីអាសូតនៅក្នុងរុក្ខជាតិ N..២៤
៤.២.២. ការបាត់បង់ដីអាសូត N..២៤
៤.២.៣ ប្រភពនៃធាតុចិញ្ចឹមអាសូត N..២៤
៤.២.៤. ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើប្រាស់ដីអាសូត N......................................២៦
៤.២.៥. រោគសញ្ញាកង្វះជាតិអាសូត N..២៦
៤.៣ .សារធាតុចិញ្ចឹមផូស្វ័រ P..២៦
៤.៣.១. តួនាទីផូស្វ័រក្នុងរុក្ខជាតិ P..២៧
៤.៣.២. ការបាត់បង់ដីផូស្វ័រ P..២៧

៤.៣.៣. ប្រភពនៃធាតុចិញ្ចឹមផូស្វ័រ P ២៨
៤.៣.៤. ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើប្រាស់ជីផូស្វ័រ P ២៨
៤.៣.៥. រោគសញ្ញាកង្វះជាតិផូស្វ័រ P ២៩
៤.៤.សារធាតុចិញ្ចឹមប៉ូតាស្យូម K ២៩
៤.៤.១. តួនាទីប៉ូតាស្យូមក្នុងរុក្ខជាតិ K ២៩
៤.៤. ២. ការបាត់បង់ជីប៉ូតាស្យូម K ២៩
៤..៤.៣.ប្រភពនៃសារធាតុចិញ្ចឹមប៉ូតាស្យូម K ៣០
៤.៤.៤. ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើប្រាស់ជីប៉ូតាស្យូម K ៣០
៤.៤.៥. រោគសញ្ញាកង្វះជាតិប៉ូតាស្យូម K ៣១
៤.៥.សារធាតុចិញ្ចឹមកាល់ស្យូម Ca ៣១
៤.៥.១. តួនាទីកាល់ស្យូមក្នុងរុក្ខជាតិ Ca ៣១
៤.៥.២. ការបាត់បង់ជីកាល់ស្យូម Ca ៣១
៤.៥.៣. ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើប្រាស់ជីកាល់ស្យូម Ca ៣២
៤.៥.៤. រោគសញ្ញាកង្វះជាតិកាល់ស្យូម Ca ៣២
៤.៦. សារធាតុចិញ្ចឹមម៉ាញ៉េស្យូម Mg ៣២
៤.៦.១. តួនាទីម៉ាញ៉េស្យូមក្នុងរុក្ខជាតិ Mg ៣២
៤.៦.២. ការបាត់បង់ជីម៉ាញ៉េស្យូម Mg ៣៣
៤.៦.៣. ប្រភពនៃសារធាតុចិញ្ចឹមម៉ាញ៉េស្យូម Mg ៣៣
៤.៦.៤. ការគ្រប់គ្រង និងការប្រើប្រាស់ជីម៉ាញ៉េស្យូម Mg ៣៣
៤.៦.៥. រោគសញ្ញាកង្វះជាតិម៉ាញ៉េស្យូម Mg ៣៣
៤.៧.សារធាតុចិញ្ចឹម Mn ៣៤
៤.៧.១.មុខងារនិងតួនាទីម៉ង់កាណែស Mn ៣៤
៤.៧.២.រោគសញ្ញាកង្វះជាតិម៉ង់កាណែស Mn ៣៤
៤.៨.សារធាតុចិញ្ចឹមទង់ដែង Cu ៣៤
៤.៨.១.មុខងារនិងតួនាទីទង់ដែង Cu ៣៤
៤.៨.២.រោគសញ្ញាកង្វះជាតិទង់ដែង Cu ៣៤

៤.៩.សារធាតុចិញ្ចឹមសង្កសី Zn ៣៥
៤.៩.១.មុខងារនិងតួនាទីសង្កសី Zn ៣៥
៤.៨.២.រោគសញ្ញាកង្វះជាតិសង្កសី Zn ៣៥
៤.១០.សារធាតុចិញ្ចឹមស្ពាន់ធ័រ S ៣៥
៤.១០.១.មុខងារនិងតួនាទីស្ពាន់ធ័រ S ៣៥
៤.១០.២.រោគសញ្ញាកង្វះជាតិស្ពាន់ធ័រ S ៣៥
៤.១១.សារធាតុចិញ្ចឹមប៉័រ B ៣៥
៤.១១.១.មុខងារនិងតួនាទីប៉័រ B ៣៥
៤.១១.២.រោគសញ្ញាកង្វះជាតិប៉័រ B ៣៥

ផ្នែកទី២ : ការពិសោធន៍ស្រាវជ្រាវ

ជំពូកទី៥ : របៀបធ្វើការងារពិសោធន៍

៥.១. សេចក្តីផ្តើម ៣៦
៥.២. គោលបំណងពិសោធន៍ ៣៦
៥.៣. ទីកន្លែងពិសោធន៍ ៣៦
៥.៤. ពេលវេលាពិសោន៍ ៣៧
៥.៥. សីតុណ្ហភាពក្នុងពេលពិសោធន៍ ៣៧
៥.៦.វិធីសាស្ត្រពិសោធន៍ ៣៨
៥.៦.១. ចំនួនបច្ច័យនិងចំនួនសារពិសោធន៍ ៣៨
៥.៦.២. ការជ្រើសរើសដី ៤០
៥.៦.៣. ការរៀបចំដីសំរាប់ពិសោធន៍ ៤០
៥.៦.៤. កាលាយសូលុយស្យុង ៤១
៥.៦.៥. ពូជដំណាំដែលយកមកពិសោធន៍ ៤២
៥.៦.៦. ការរៀបចំគ្រាប់ពូជនិងការដាំ ៤២
៥.៦.៧. ប្រភេទជី បរិមាណ ពេលវេលា និងវិធីសាស្ត្រដាក់ជីក្នុងជើងពិសោធន៍ ៤២
៥.៧. ការថែទាំ ៤៤
៥.៧.១. ការស្រោចស្រព ៤៤

៥.៧.២. ការដកកំលោះកូន..៤៦
៥.៧.៣.ការដាក់ជីបំប៉ន...៤៦
៥.៨. ការប្រមូលទិន្នន័យ...៤៦
៥.៨.១.ការវាស់កំពស់ដើម..៤៦
៥.៨.២. រាប់ចំនួនមែក និងស្លឹកក្នុងជើងនីមួយៗ...៤៧
៥.៨.៣. ការវាស់pH...៤៧
៥.៨.៤.ការតាមដានពិនិត្យរោគសញ្ញាកង្វះសារធាតុ..៤៧
៥.៨.៥.ថ្លឹងទំងន់ដើមស្រស់និងម៉ាស់ដើមស្ងួត...៤៧
៥.៨.៦.ការវិភាគទិន្នន័យ...៤៧

ជំពូកទី៦ ៖ លទ្ធផលពិសោធន៍

៦.១. លទ្ធផលនិងពិភាក្សា...៦១
៦.២.ការបកស្រាយលទ្ធផល..៦១
៦.៣.ការបកស្រាយរោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុលើដំណាំសណ្តែកបាយ...៦៧

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន
បណ្ណាល័យសាស្រ្ត

បញ្ជីរូបភាព

ទំព័រ

រូបភាព

រូបភាពទី១ : ក្រុមដីប្រទះឡាង...១៥
រូបភាពទី២ : ក្រុមដីឡាបានសៀក...១៨
រូបភាពទី៣ : រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុម៉ង់កាណែសលើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ........... ៦៨
រូបភាពទី៤ : រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុប័រលើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៦៨
រូបភាពទី៥ : បច្ច័យដាក់ជីទ្រាប់បាតគ្រប់អាហារធាតុ (Cl)លើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ.........៦៨
រូបភាពទី៦ : បច្ច័យដាក់ជីទ្រាប់បាតគ្រប់អាហារធាតុ (S) លើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៦៨
រូបភាពទី៧ : រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុផូស្វាតលើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៦៩
រូបភាពទី៨ : រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុប៉ូតាស្យូមលើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ.....................៦៩
រូបភាពទី៩ : រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុអាសូតលើដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៦៩
រូបភាពទី១០: រោគសញ្ញាពុលអាហារធាតុម៉ង់កាណែសលើដីឡាបានសៀក.................................៧០
រូបភាពទី១១: រោគសញ្ញាពុលអាហារធាតុម៉ង់កាណែសលើដីឡាបានសៀក.................................៧០
រូបភាពទី១២: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុប័រលើដីប្រទះឡាង...៧១
រូបភាពទី១៣: បច្ច័យដាក់ជីទ្រាប់បាតគ្រប់អាហារធាតុ (Cl)លើដីប្រទះឡាង.............................៧១
រូបភាពទី១៤: បច្ច័យដាក់ជីទ្រាប់បាតគ្រប់អាហារធាតុ(S)លើដីប្រទះឡាង...............................៧១
រូបភាពទី១៥: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុកាល់ស្យូមលើដីប្រទះឡាង.....................................៧១
រូបភាពទី១៦: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុសង្ក័សីលើដីប្រទះឡាង ៧២
រូបភាពទី១៧: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុម៉ង់កាណែសលើដីប្រទះឡាង ៧២
រូបភាពទី១៨: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុម៉ាញ៉េស្យូមលើដីប្រទះឡាង ៧២
រូបភាពទី១៩: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុស្ពាន់ធ័រលើដីប្រទះឡាង ៧២
រូបភាពទី២០: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុអាសូតលើដីប្រទះឡាង ៧៣
រូបភាពទី២១: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុផូស្វាតលើដីប្រទះឡាង ៧៣
រូបភាពទី២២: រោគសញ្ញាកង្វះអាហារធាតុប៉ូតាស្យូមលើដីប្រទះឡាង ៧៣

បញ្ជីតារាង

តារាងទី១ : ផ្ទៃដីទិន្នផលនិងបរិមាណផលសណ្តែកបាយ (រដូវប្រាំងនិងរដូវវស្សា)............................២

តារាងទី២ : កំណើនជាមធ្យមនៃផ្ទៃដី ទិន្នផលនិងបរិមាណផលសណ្តែកបាយ..................................៣

តារាងទី៣ : ចំណាត់ថ្នាក់នៃបណ្តូរកាចុង (CEC)..៨

តារាងទី៤ : កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលទៅលើសមត្ថភាពបណ្តូរកាចុងរបស់ដី...............................៩

តារាងទី៥ : អត្ថន័យនៃភាពខុសគ្នារបស់បំលាស់ប្តូរតំលៃ pH.......................................១០

តារាងទី៦ : ជីគីមីដែលនិយមប្រើនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា...២២

តារាងទី៧ : ធាតុផ្សំនៃសារធាតុសរីរាង្គ..២៣

តារាងទី៨ : បច្ច័យពិសោធន៍លើក្រុមដីប្រទះឡាង..៣៩

តារាងទី៩ : បច្ច័យពិសោធន៍លើក្រុមដីឡាបានសៀក...៤០

តារាងទី១០ : ប្រភេទនិងបរិមាណជីដែលបានយកទៅប្រើប្រាស់នៅក្នុងពិសោធន៍...........................៤៣

តារាងទី១១ : តំលៃ FC ទាំង៥សំណាកនៃដីប្រទះឡាង..៤៥

តារាងទី១២ : តំលៃ FC ទាំង៥សំណាកនៃដីឡាបានសៀក...៤៥

តារាងទី១៣ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើកំពស់ដើមសណ្តែកបាយលើក្រុមដីប្រទះឡាង......៤៨

តារាងទី១៤ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើចំនួនស្លឹកសណ្តែកបាយលើក្រុមដីប្រទះឡាង ៤៩

តារាងទី១៥ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើចំនួនមែកសណ្តែកបាយលើក្រុមដីប្រទះឡាង ៥០

តារាងទី១៦ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើម៉ាស់ស្រស់ និងម៉ាស់ស្ងួត ដើមសណ្តែកបាយ លើក្រុមដីប្រទះឡាង ៥១

តារាងទី ១៧ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើទំងន់គ្រាប់ ផ្លែ និងថ្ងៃចេញផ្កា ដើមសណ្តែកបាយលើក្រុមដីប្រទះឡាង ៥២

តារាងទី ១៨ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើកំពស់ដើមសណ្តែកបាយ លើក្រុមដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៥៣

តារាងទី១៩ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើចំនួនស្លឹកសណ្តែកបាយ លើក្រុមដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៥៤

តារាងទី២០ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើចំនួនមែកសណ្តែកបាយ លើក្រុមដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៥៥

តារាងទី២១ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើម៉ាស់ស្រស់ ម៉ាស់ស្ងួត ដើមសណ្តែកបាយ លើក្រុមដីឡាបានសៀកបន្ថែមកំបោរ ៥៦

តារាងទី២២ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើកំពស់ដើមសណ្តែកបាយលើក្រុមដីឡាបានសៀក..៥៧
តារាងទី២៣ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើចំនួនស្លឹកសណ្តែកបាយលើក្រុមដីឡាបានសៀក.....៥៨
តារាងទី២៤ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើចំនួនមែកសណ្តែកបាយលើក្រុមដីឡាបានសៀក....៥៩
តារាងទី២៥ : ឥទ្ធិពលនៃការដកអាហារធាតុនីមួយៗលើម៉ាស់ស្រស់ និងម៉ាស់ស្ងួត
ដើមសណ្តែកបាយលើក្រុមដីឡាបានសៀក..៦០